

# SALADO HÚMEDO DE FILETES DE MERLUZA MEDIANTE IMPREGNACIÓN AL VACÍO



## RESUMEN

La merluza *Merluccius hubbsi* es una especie pesquera abundante en el Océano Atlántico Sudoccidental y de importancia económica para la Argentina. El mayor porcentaje de sus capturas se exporta como productos con valor agregado, generalmente congelados. El salado se ha utilizado ampliamente como un método de preservación de productos de la pesca, como una etapa preliminar en la producción de pescado seco, ahumado o marinado. El salado húmedo en intensidad leve suele ser una etapa crítica e incluso esencial en el desarrollo de productos pesqueros tradicionales e innovadores. Dado que los tiempos de operación suelen ser considerables, se plantea utilizar la impregnación al vacío (IV) para favorecer los fenómenos de transferencia de masa. El objetivo fue analizar el efecto de la IV sobre la difusión de sal, la textura y el color en filetes de merluza. Se trabajó con filetes de *Merluccius hubbsi* frescos sin piel de 5.0 x 3.0 x 1.10 ( $\pm 0.1$ ) cm y una solución de NaCl al 10% p/v (relación 1:10), a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ . La IV se realizó durante 5 min ( $t_1$ ) a 100 mbar ( $p_1$ ), luego se restableció la presión a la atmosférica ( $p_2$ ) durante 7 hs, retirándose muestras a tiempos ( $t_2$ ): 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 y 420 min. El tratamiento control (C) se hizo a presión atmosférica por  $t_1+t_2$ . Se determinó el cambio de masa total ( $\% \Delta m$ ), el contenido de agua y NaCl, el color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y la textura (doble compresión, 60% de

Tomac, Alejandra<sup>1,2</sup>; Rodríguez Mallo, Sofía<sup>1</sup>; Pérez, Silvina<sup>1,2</sup>; García Loredo, Analía<sup>1,2</sup>; Yeannes, María I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Preservación y Calidad de Alimentos - Facultad de Ingeniería - UNMDP. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>CONICET

deformación, 1mm/s, probeta cilíndrica plana de 25 mm). A partir de las curvas fuerza-tiempo se obtuvieron los parámetros de dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. Los resultados de color se analizaron mediante ANOVA y los de textura mediante MANOVA. Hubo un aumento del  $\% \Delta m$  con el tiempo de salado húmedo, siendo significativo a partir de los 360 y 420 min en los filetes IV y C, respectivamente. El efecto de la IV fue significativo sobre  $\% \Delta m$  y NaCl, observándose valores mayores en filetes con IV a partir de los 240 min. Todas las muestras IV y C presentaron una leve disminución de la dureza con respecto a la merluza fresca, que se relacionaría con el aumento del contenido de humedad (y mayor  $\% \Delta m$ ) y el contenido de NaCl en músculo, menor al 5,8%. Las muestras IV y C saladas durante 240 min presentaron un aumento en la elasticidad pero este aumento decreció a los 420 min. El color no fue modificado por el uso de IV, pero sí por el tiempo de salado. La IV afectó la cinética de transferencia de masa en el salado de merluza, permitiendo una reducción del 75% en el tiempo de procesamiento, sin que se vieran afectados la textura ni el color del producto. El mayor  $\% \Delta m$  obtenido con IV a un mismo tiempo de proceso implicaría un mayor rendimiento en el producto salado en comparación con el tratamiento tradicional. Se espera potenciar el uso de esta tecnología en distintos productos pesqueros, en combinación con otras barreras para desarrollar productos con agregado de valor.

**Palabras clave:** Preservación, salmuera, pescado, textura y color.

## INTRODUCCIÓN

El salado es uno de los métodos de preservación más antiguos en productos cárnicos y pesqueros, ampliamente utilizado por ser un proceso simple y económico. Al considerar el efecto preservante de la sal (NaCl) debido a la reducción de la actividad de agua del músculo, el salado se convierte en una etapa crítica en la obtención de productos pesqueros de calidad, con buen rendimiento y vida útil extendida. Además, desde el punto de vista de los atributos sensoriales, el salado contribuye al sabor, aspecto y textura de los productos de la pesca (Agustinelli, 2014; Martínez-Alvarez y Gómez-Guillén, 2013). Entre los distintos métodos de salado se puede mencionar el salado seco, en el que el músculo está en contacto directo con los cristales de la sal, y el salado por vía húmeda, en el que las porciones de pescado son inmersas en una solución hipertónica de sal en agua. Estos métodos también pueden utilizarse combinados. En la industria pesquera el salado húmedo es una etapa de procesamiento preliminar e incluso crítica para el desarrollo de productos pesqueros tradicionales o innovadores, obtenidos por ejemplo, mediante tecnología de obstáculos (salados, ahumados, deshidratados, irradiados, etc.). Los tiempos de salado a escala industrial suelen ser considerables, siendo diversos los factores que tienen influencia sobre el mismo. La aplicación de pulsos de vacío o la impregnación al vacío (IV) durante el salado húmedo podrían utilizarse para reducir estos tiempos de proceso y para promover distribución más homogénea de sal en el producto (Chiralt *et al.*, 2001; Galvão Martins, Nunes Chada, y da Silva Pena, 2019).

La impregnación al vacío consiste en la aplicación de una presión parcial de vacío que permite la remoción de los líquidos nativos y gases atrapados en el tejido de los alimentos, y la posterior impregnación con la solución en la cual están inmersos, una vez que se reestablece la presión atmosférica (Betoret *et al.*, 2003; Derossi, De, y Severini, 2012; P. Fito *et al.*, 2001; Radziejewska-Kubzdela, Bieganska-Marecik, y Kidon, 2014). El proceso de IV ha sido explicado por Fito (1994) y Fito y Pastor (1994) mediante un mecanismo hidrodinámico (HDM) basado en la estructura porosa de varios alimentos. Durante la primera etapa, se aplica una presión subatmosférica ( $p_1$ ) al alimento sumergido en una solución de impregnación durante un cierto período de tiempo ( $t_1$ ). Es allí cuando los gases son liberados al exterior del tejido mientras los poros permanecen abiertos y en contacto con la solución. Al mismo tiempo tiene lugar un fenómeno de deforma-



ción-relajación (DRP). En la segunda etapa, se reestablece la presión atmosférica al sistema durante un período  $t_2$ , y es cuando ocurre un gradiente de presión que favorece el llenado de los espacios intracelulares con la solución. Son varios los factores que determinan la cantidad de solución que ingresa a la matriz, entre ellos la presión de trabajo ( $p_1$ ) (Derossi *et al.*, 2012; Radziejewska-Kubzdela *et al.*, 2014).

Las aplicaciones de IV han sido estudiadas con más diversidad en tejidos vegetales (Betoret *et al.*, 2003; P. Fito *et al.*, 2001; García Loredo, Guerrero, Gómez, y Alzamora, 2013) pero no así en tejidos musculares, incluyendo los de las especies pesqueras, existiendo un potencial para ser explotado aún. La IV puede utilizarse para reducir tiempos de procesamiento en métodos tradicionales como el salado, marinación y ahumado, y para introducir compuestos bioactivos en los tejidos musculares. Algunos estudios sobre la IV en carnes son aquellos de Deumier, Bohuon, Trystram, Saber, y Collignan (2003) en carne de aves y de Barat *et al.* (1998) en jamón. Sobre productos pesqueros existen aún escasos reportes en la bibliografía internacional, entre ellos investigaciones en salmón y bacalao (Chiralt *et al.*, 2001) y pirarucú (Galvão Martins *et al.*, 2019). Existen también ejemplos sobre el uso de IV en productos pesqueros ahumados, preservados con antimicrobianos y sustancias biopreservantes (Andrés-Bello, De Jesús, García-Segovia, Pagán-Moreno, y Martínez-Monzó, 2015; Bugueño, Escriche, Martínez-Navarrete, del Mar Camacho, y Chiralt, 2003; Duan, Jiang, Cherian, y Zhao, 2010).

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la impregnación al vacío en el salado húmedo, color y textura de filetes de merluza *Merluccius hubbsi*, una de las principales especies pesqueras para la Argentina, y compararlo con el proceso tradicional a presión atmosférica.

**MATERIALES Y METODOLOGÍA**

**Preparación y tratamiento de las muestras**

Se utilizaron filetes de *Merluccius hubbsi* frescos sin piel de 5,0 x 3,0 x 1,10 (±0,1) cm. La solución de impregnación fue una solución acuosa de NaCl al 10% p/v. El de salado húmedo se llevó a cabo en una relación merluza a solución de 1:10, a 4 ± 1°C. El tratamiento de impregnación al vacío se realizó aplicando una presión subatmosférica de 100 mbar (p1), durante 5 min (t1). Luego se restableció la presión a la atmosférica (p2) durante 7 hs, retirándose muestras a diferentes tiempos de salado (t2): 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 y 420 min. El tratamiento control (C) se hizo a presión atmosférica durante t1+t2.

**Determinaciones fisicoquímicas**

A cada tiempo se determinó en las muestras el cambio de masa total (%Δm) mediante  $\% \Delta m = (Mt - M0) / M0 * 100$ , siendo M0 y Mt el peso de muestra antes y después del tratamiento de salado, respectivamente. También se determinaron el contenido de agua (AOAC, 1993) y de NaCl mediante el método de determinación de cloruros de Morh (Kirk *et al.*, 1996) y la actividad de agua (aw) utilizando un aw-metro (Aqualab, model CX-2T). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Para las determinaciones de color y textura se utilizaron muestras filetes de merluza sin tratar (MF) y saladas a tiempos 240 min y 420 min, sin y con vacío, respectivamente (C240, V240, C420 y V420).

Se analizó el color de los filetes de manera instrumental, mediante tres mediciones por muestra de los parámetros de color L\*, a\* y b\* del sistema CIELab (D65, 10°). Se utilizó un colorímetro portátil Lovibond (SP60). Se calculó la diferencia de color con respecto a las muestras sin salar, mediante al formula de color DE2000 (CIE, 2001).

Se realizó un estudio de las propiedades texturales de los filetes de merluza mediante el Análisis de Perfil de Textura (Texture Profile Analysis, TPA) con un analizador de textura TMS-Pro Texture Analyzer (Food Technology Cooperation, USA), equipado con celda de carga 500 N y controlado por software Texture Lab Pro. Se utilizó doble compresión al 60% de deformación, velocidad de ensayo 1mm/s y una probeta cilíndrica plana de 25 mm. Las muestras se obtuvieron con un sacabocado circular de 20 mm de diámetro. A partir de las curvas fuerza-tiempo se obtuvieron los paráme-

tros de dureza 1 y 2, elasticidad, cohesividad, gomosis y masticabilidad (Bourne *et al.*, 1978). El test se replicó un mínimo de diez veces para cada condición analizada y se reportó el valor promedio.

**Análisis estadístico**

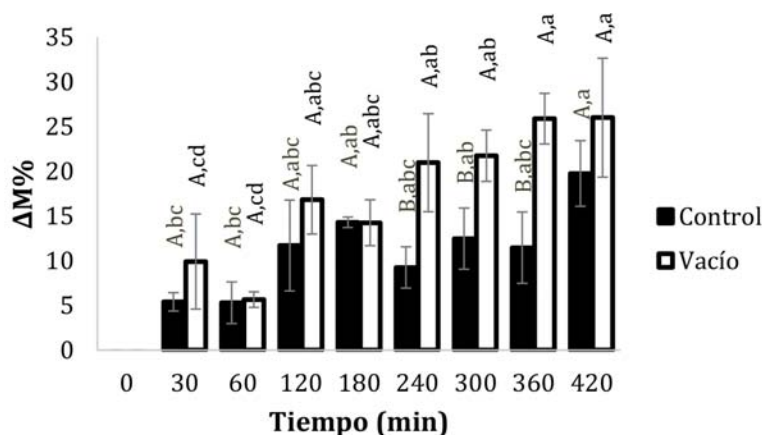
Los resultados de color y otras determinaciones fisicoquímicas se analizaron mediante ANOVA con posterior análisis de comparaciones múltiples de Tukey, y los de textura mediante MANOVA (p<0,05). Se utilizó el test de Hotelling corregido por Bonferroni en el caso de hallar diferencias significativas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Cambio de masa total (%ΔM), contenido de NaCl y agua y aw**

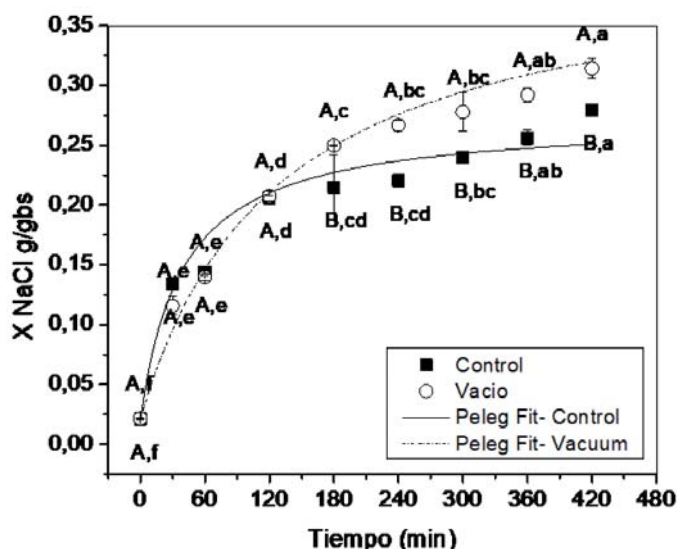
Hubo un aumento del %Δm con el tiempo de salado húmedo, siendo significativo a partir de los 240 y 420 min en los filetes IV y C, respectivamente, en comparación con 60 min (Figura 1). El efecto de la IV fue significativo sobre %Δm, observándose valores más altos (p<0.05) en muestras tratadas con IV en comparación con el control, desde los 240 a los 360 minutos. Esto implicaría un mayor rendimiento en la producción de merluza salada con respecto al tratamiento de salado tradicional a presión atmosférica. Resultados similares a los de este trabajo fueron hallados en la ganancia de masa de productos cárnicos salados mediante pulsos de vacío (Deumier *et al.*, 2003), al igual que en el tratamiento de calamar con polifosfatos mediante IV (Rodríguez Mallo, Tomac, García Loredó, y Yeannes, 2017).

**FIGURA 1** - Cambio de masa total durante el salado húmedo de meluza a presión atmosférica (Control) y utilizando impregnación al vacío (IV).



Letras mayúsculas diferentes (A, B) indican diferencias significativas en el ΔM% entre tratamientos para un mismo tiempo. Letras minúsculas diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas ΔM% debido al tiempo de salado para un mismo tratamiento (p<0.05).

**FIGURA 2** - Fracción en peso (base seca) de NaCl durante el salado de merluza a 4°C, realizado a presión atmosférica (C) y con impregnación al vacío (Vacío)



Letras mayúsculas (A, B) diferentes indican diferencias significativas en XNaCl entre los tratamientos. Letras minúsculas diferentes (a, b, c, d) indican diferencias significativas en la XNaCl debido al tiempo de salado para un mismo tratamiento ( $p < 0,05$ ).

En la Figura 2 se muestra el contenido de NaCl en el músculo de merluza cuando se utiliza una solución de salmuera al 10% p/v, tanto con vacío como a presión atmosférica. Esta curva exhibe el comportamiento típico de transferencia de masa con un acercamiento exponencial a los valores de equilibrio. Hubo interacción significativa entre tiempo de salado y el tratamiento, y un aumento significativo de NaCl en el músculo ( $p < 0,05$ ), desde valores iniciales de  $0,38 \pm 0,01$  y  $0,39 \pm 0,01$ , hasta  $5,32 \pm 0,04$  y  $6,07 \pm 0,16$  g NaCl/100 g pescado, en las muestras control e IV, respectivamente, hacia el final del procesamiento (420 min). El efecto de la IV fue significativo sobre el contenido de NaCl desde los 240 min de salado en adelante, resultando en mayores valores de NaCl ( $p < 0,05$ ) en merluza tratada con IV en comparación con el control. Esta tendencia se observó hasta el final del proceso. A su vez, el tiempo necesario para alcanzar un 5% (bh) de NaCl en el músculo se redujo de 14 a 3,4 horas mediante IV, de acuerdo a las predicciones del modelo de Peleg (Tomac *et al.*, resultados en vía de publicación).

El contenido de agua inicial de  $82,2$  g/100 gbs disminuyó en la primera hora de salado, permaneciendo en los valores alcanzados hasta el final del proceso ( $80,8 \pm 0,2$  g/100 gbs). No hubo efecto significativo de la IV sobre este parámetro. La  $a_w$  inicial ( $0,996 \pm 0,002$ ) disminuyó con el tiempo de salado hasta  $0,966$

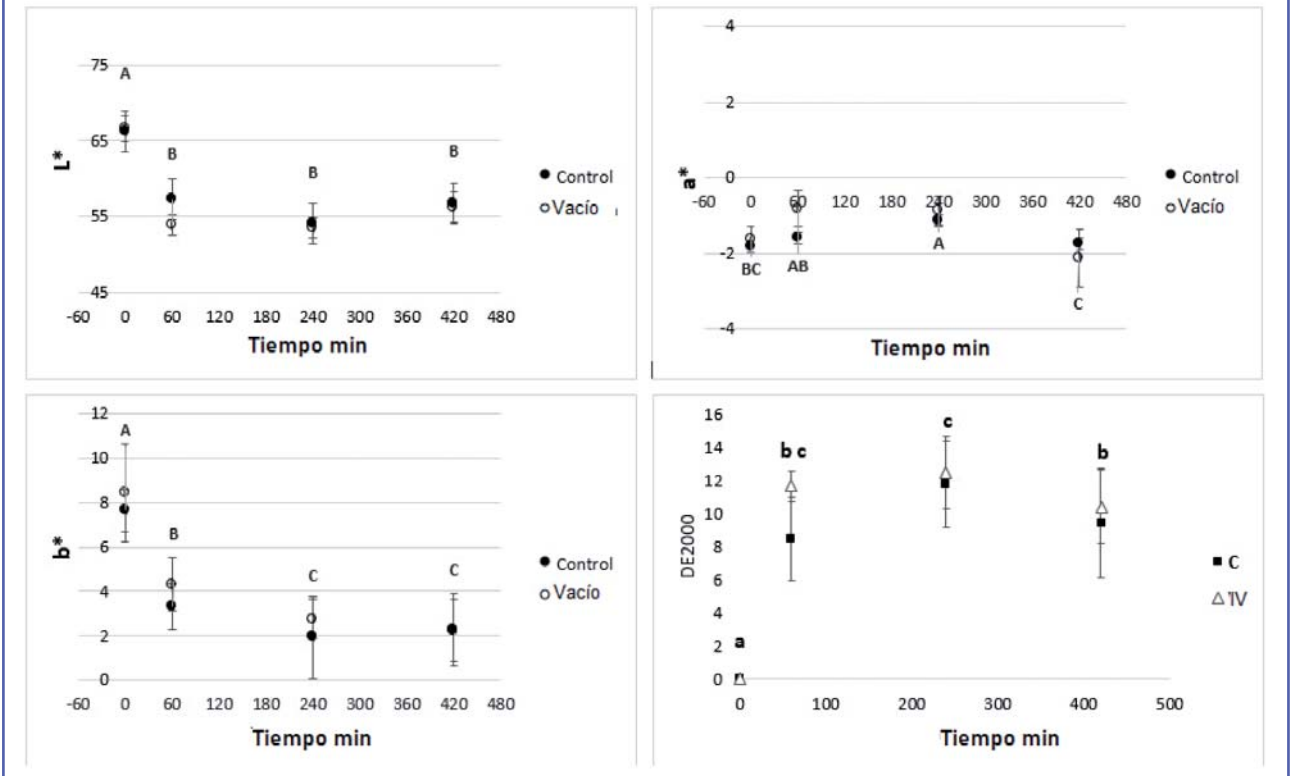
( $\pm 0,003$ ) y  $0,974$  ( $\pm 0,007$ ) en muestras IV y C, respectivamente, sin ser significativo ( $p > 0,05$ ) el efecto de la IV sobre la misma, comparando con el control. Esta reducción de la  $a_w$  en el músculo de merluza concuerda con el aumento de sal observado durante el salado, debido al flujo de solutos desde la solución de salmuera hacia el tejido muscular. En este sentido, Jiménez Lugo (2017) observó un comportamiento similar de la  $a_w$  durante el salado húmedo de filetes de Mugil liza con una solución de 10 g NaCl/100 mL, a  $10^\circ\text{C}$ .

La incorporación de sal en alimentos por la vía húmeda puede estar acompañada del movimiento de agua en co- o contra- corriente ('salting in' y 'salting out', respectivamente) en función de la concentración de NaCl de la salmuera (Graiver, Pinotti, Califano, y Zaritzky, 2009; Offer y Trinick, 1983). En esta experiencia, teniendo en cuenta los valores observados de  $\% \Delta m$ , NaCl y agua, se observa el fenómeno de "salting in" en el músculo de merluza, el cual se relaciona con el swelling (hinchazón) de las fibras musculares causado por la mayor capacidad de retención de agua (CRA) que es promovida por la presencia del anión Cl- (Hamm, 1961; Offer y Trinick, 1983). El máximo swelling y CRA se observa a concentraciones de sal en músculo de 1 mol/L ( $\approx 5,8$  g sal/100 g tejido), valor que fue alcanzado sólo en muestras con IV hacia el final del período de salado (7 h). A concentraciones mayores comienza el período de salting out, con flujo de agua desde el músculo hacia la solución.

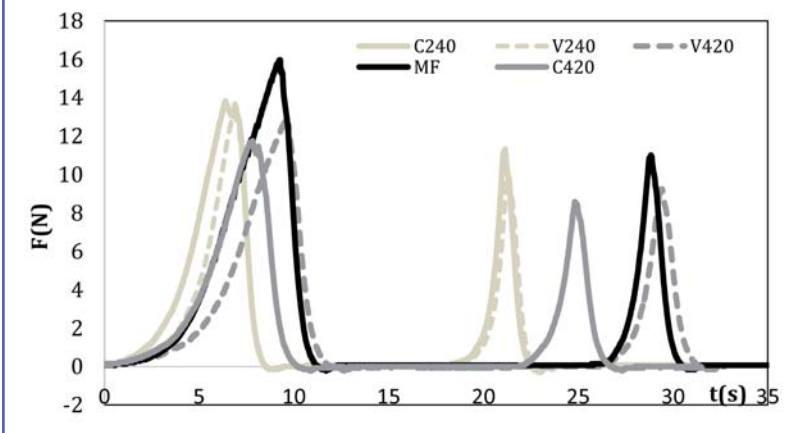
### Color

Los resultados de los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$   $b^*$  y DE2000 de merluza salada mediante IV y a presión atmosférica se muestran en la Figura 3. Allí se observa que los mismos no fueron modificados por el uso de IV, pero sí por el tiempo de salado.  $L^*$  (relacionado con la luminosidad) y  $b^*$  disminuyeron levemente con el salado, mientras que el cambio neto de  $a^*$  durante el proceso fue despreciable. La disminución de  $L^*$  durante el salado húmedo también fue observada en caballa (*Scomber japonicus*), y fue más pronunciada durante el ahumado posterior debido a la deshidratación superficial (Agustinelli, 2014). La disminución de  $b^*$  indicaría decoloración, que estaría relacionada con la difusión de sangre remanente y otros pigmentos desde el músculo hacia la solución de impregnación (Corzo, Bracho, y Marval, 2006; Jiménez Lugo, 2017). La diferencia de color (DE2000) a los 60, 240 y 420 minutos con respecto a las muestras frescas sin salar aumentó signifi-

**FIGURA 3** - Evolución de los parámetros de color L, a\* y b\*, y diferencia de color DE2000 durante el salado húmedo de filetes de merluza con impregnación al vacío y tratamiento control.



**FIGURA 4** - Curvas fuerza/tiempo para merluza salada vía húmeda a 4°C mediante impregnación al vacío (IV) y a presión atmosférica (C).



cativamente durante la primera hora de salado, pero no hubo diferencias significativas debido al uso de la IV en comparación con el control, en coincidencia con el comportamiento observado en L\*, a\* y b\*. Los principales cambios del color observados durante el salado húmedo de filetes de merluza mostraron el comportamiento usual para el tipo de tratamiento y no fueron afectados por el uso de IV. Comportamientos similares fueron observados en *Mugil liza* (Jiménez Lugo, 2017) y *Scomber japonicus* (Agustinelli, 2014).

**Análisis de Perfil de Textura**

Se analizó el efecto de la impregnación al vacío sobre la textura de merluza en las muestras tratadas durante 240 y 420 min, así como en las muestras control (C240 y C420). La Figura 4 muestra las curvas típicas de compresión de materiales blandos obtenidas para la merluza fresca y salada. En general, la estructura de la merluza presenta durante los primeros segundos de compresión una pendiente suave asociada a la deformación del tejido. Luego, la pendiente aumenta abruptamente debido a la compactación del mismo.

Los resultados de los distintos parámetros de textura se muestran en la Tabla 1 observándose diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre las muestras. Todas las muestras tratadas mostraron una ligera disminución en la dureza con respecto a la merluza fresca. Para un mismo tiempo de salado (240 y 420 min) no se encontraron diferencias significativas entre control y vacío. La muestra V420 no mostró diferencias significativas con la muestra MF. Las muestras C240 y V240 mostraron un aumento en la elasticidad con respecto a MF. Este aumento disminuyó en las muestras

**TABLA 1** - Parámetros de textura (media y desvío estándar) de filetes de merluza salados a 4°C, mediante impregnación al vacío (V) y presión atmosférica (C).

Tratamiento		DUREZA (N)	DUREZA <sub>2</sub> (N)	COHESIVIDAD (-)	ELASTICIDAD (-)	GOMOSIDAD (N)	MASTICABILIDAD (N)
MF	a	15.22±4.07	113±2.91	0.22±0.04	0.30±0.06	3.24±1.03	0.98±0.29
C240	b	14.33±3.19	10.56±2.26	0.21±0.03	0.38±0.06	2.84±0.59	1.07±0.27
V240	b	13.26±3.32	9.89±2.47	0.25±0.05	0.39±0.05	3.28±0.76	1.26±0.33
C420	c	11.39±3.14	8.56±2.30	0.2±0.01	0.32±0.04	2.26±0.74	0.76±0.28
V420	a, c	13.45±3.10	10.16±2.20	0.2±0.01	0.33±0.05	2.64±0.84	0.88±0.33

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos (Test de Hotelling corregido por Bonferroni,  $\alpha = 0,05$ ).

saladas durante 420 min mostrando valores cercanos a la merluza fresca. El comportamiento observado en la textura de las muestras saladas puede estar directamente relacionado con el contenido de sal alcanzado en el músculo, que fue inferior al 5,8% durante casi todo el proceso y muy cercano para las muestras V420. A esta concentración de sal se produciría la máxima hinchazón de las fibras y la mayor capacidad de retención de agua (Hamm 1961; Offer y Trinick 1983; Sigurgisladdottir *et al.*, 2000), lo que se relacionaría con el proceso de salting-in y el consecuente ingreso de agua en el tejido muscular. Se ha observado que pescado con mayor contenido de agua presentaba una textura más blanda (Dunajski, 1979). Este fenómeno también explicaría la mayor elasticidad observada en C240.

### CONCLUSIONES

El uso de la IV en el salado húmedo de filetes de merluza mejoró la ganancia de sal en el tejido e implicó una reducción de 75% el tiempo de procesamiento en comparación con el tratamiento tradicional a presión atmosférica. El cambio total de masa durante el salado fue positivo y significativamente mayor en filetes con IV, dando como resultado un mayor rendimiento del producto. La aplicación de IV no tuvo influencia sobre el color ni la textura de la merluza. Se espera potenciar el uso de esta tecnología en distintas especies pesqueras, en combinación con otras barreras para el desarrollo de productos con agregado de valor.

### REFERENCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1993). Official Methods of Analysis (16th ed). Washington, USA. 10  
 Kirk, R.S., Sawyer, R. y Egan, H. (1996). Composición y análisis químico de los alimentos de Pearson. México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.  
 Agustinelli, S. P. (2014). Estudio del proceso de ahumado frío de filetes de caballa (*Scomber japonicus*). Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/35309>  
 Andrés-Bello, A., De Jesús, C., García-Segovia, P., Pagán-Moreno, M. J., y Martínez-Monzó, J. (2015). Vacuum impregnation as a tool to introduce biopreservatives in gilthead sea bream filets (*Sparus aurata*). LWT - Food Science and Technology, 60(2), 758–765. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.063>

Betoret, N., Puente, L., Díaz, M., Pagán, M., Garaña, M., Gras, M., ... Fito, P. (2003). Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. Journal of Food Engineering, 56(2–3), 273–277. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00268-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00268-6)  
 Buguño, G., Escriche, I., Martínez-Navarrete, N., del Mar Camacho, M., y Chiralt, A. (2003). Influence of storage conditions on some physical and chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation techniques. Food Chemistry, 81(1), 85–90. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00381-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00381-3)  
 Chiralt, A., Fito, P., Barat, J. M., Andrés, A., González-Martínez, C., Escriche, I., y Camacho, M. M. (2001). Use of vacuum impregnation in food salting process. Journal of Food Engineering, 49(2–3), 141–151. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00219-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00219-3)  
 Derossi, A., De, T., y Severini, C. (2012). The Application of Vacuum Impregnation Techniques in Food Industry. Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry. <https://doi.org/10.5772/31435>  
 Deumier, F., Bohuon, P., Trystram, G., Saber, N., y Collignan, A. (2003). Pulsed vacuum brining of poultry meat: Experimental study on the impact of vacuum cycles on mass transfer. Journal of Food Engineering, 58(1), 75–83. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00366-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00366-7)  
 Duan, J., Jiang, Y., Cherian, G., y Zhao, Y. (2010). Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongatus*) filets. Food Chemistry, 122(4), 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.065>  
 Dunajski, E. (1979). Texture of fish muscle. J Texture Stud, 10, 301-318. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1980.tb00862.x>  
 Fito, P., y Pastor, R. (1994). Non-diffusional mechanisms occurring during vacuum osmotic dehydration. In Journal of Food Engineering (Vol. 21). [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)90070-1)  
 Fito, P., Chiralt, A., Betoret, N., Gras, M., Cháfer, M., Martínez-Monzó, J., ... Vidal, D. (2001). Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering: Application in functional fresh food development. Journal of Food Engineering, 49(2), 175–183. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00220-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00220-X)  
 Fito, Pedro. (1994). Modelling of Vacuum Osmotic Dehydration of Food. Water in Foods, 313–328. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85861-037-5.50022-9>  
 Galvão Martins, M., Nunes Chada, P. S., y da Silva Pena, R. (2019). Application of pulsed-vacuum on the salt impregnation process of pirarucu fillet. Food Research International, 120(March), 407–414. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.016>  
 García Loredo, A. B., Guerrero, S. N., Gomez, P. L., y Alzamora, S. M. (2013). Relationships between rheological properties, texture and structure of apple (Granny Smith var.) affected by blanching and/or osmotic dehydration. Food and Bioprocess Technology, 6(2), 475–488. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0701-9>  
 Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., y Zaritzky, N. (2009). Mathematical modeling of the uptake of curing salts in pork meat. Journal of Food Engineering, 95(4), 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.06.027>  
 Hamm, R. (1961). Biochemistry Of Meat Hydration. Advances in Food Research, 10, 355–463. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60141-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60141-X)  
 Jimenez Lugo, R. J. (2017). AHUMADO EN FRIO DE LISA ( Mugil liza ): EVALUACION FISICOQUIMICA, SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICA. Tesis de Magister. UNLa.  
 Martínez-Alvarez, O., y Gómez-Guillén, C. (2013). Influence of mono- and divalent salts on water loss and properties of dry salted cod filets. LWT - Food Science and Technology, 53(2), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.013>  
 Offer, G., y Trinick, J. (1983). On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. Meat Science, 8(4), 245–281. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(83\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(83)90013-X)  
 Radziejewska-Kubzdela, E., Biegańska-Marecik, R., y Kido, M. (2014). Applicability of vacuum impregnation to modify physico-chemical, sensory and nutritive characteristics of plant origin products—A review. International Journal of Molecular Sciences, 15(9), 16577–16610. <https://doi.org/10.3390/ijms150916577>  
 Rodríguez Mallo, S., Tomac, A., García Loredo, A. B., y Yeannes, M. I. (2017). Análisis de la impregnación al vacío con polifosfato de sodio en productos de calamar. Poster Session Presentation in the XVI CONGRESO CYTAL Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos., 1–11.