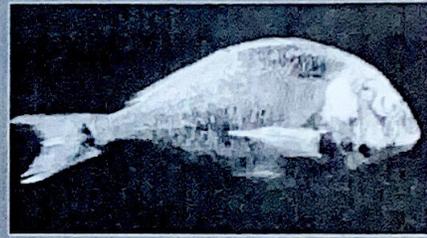


"Convergencia entre  
Investigación y Empresa:  
Un reto para el Siglo XXI"



SERIE MONOGRAFÍAS DEL ICCM N.º 4 MAYO 2001

**SERIE:** MONOGRAFÍAS DEL ICCM Nº 4 2001

**EDITA:** INSTITUTO CANARIO DE CIENCIAS MARINAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTES  
GOBIERNO DE CANARIAS

VICECONSEJERÍA DE PESCA  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA  
GOBIERNO DE CANARIAS

**IMPRIME:** IMPRENTA SAN NICOLAS

**ISBN:**

**DEPÓSITO  
LEGAL:** GC 325-2001

---

**POSIBILIDADES DE MEJORA DEL MÉTODO DE SACRIFICIO EN DORADA  
(*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758)**

F.J. URBIETA, R. GINÉS, M. MARRERO<sup>1</sup>, R. CABALLERO<sup>1</sup>, A. ARGÜELLO, J.L. LÓPEZ, M.J. ZAMORANO y J.M. AFONSO

Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Trasmontaña, s/n. 35416 Arucas (Las Palmas). España. E-mail: gines@cicei.ulpgc.es

<sup>1</sup>ADSA. Prolongación Bentejuí, s/n. Castillo del Romeral. 35107 San Bartolomé de Tirajana (Las Palmas). España

**ABSTRACT**

**BETTER IMPROVEMENTS ON SLAUGHTERING METHODS FOR GILTHEAD-SEABREAM (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758)**

In this paper is proposed a new slaughtering method in fish farms to improve freshness for long time. Since, it is compared liquid ice with ice manufactured by conventional methods. Flesh texture (puncture and firmness) and external colour ( $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  and  $H^a_{ab}$ ) was evaluated in 216 fish at 2 and 7 days after slaughtering. Results with liquid ice in puncture (6.83 and 5.65 N at 2 and 7 days respectively) and firmness (18.48 and 14.19 N) was higher ( $P<0.05$ ) than conventional ice (5.85 and 4.83 N for puncture at 2 and 7 days respectively; 16.17 and 11.87 N for firmness). It was not found statistical differences in external colour.

Key words: liquid ice, slaughtering, texture.

**RESUMEN**

Con el presente trabajo se evalúa una posible alternativa a la metodología tradicional de sacrificio a fin de poder mantener el pescado en óptimas condiciones de frescura durante periodos más largos, y todo ello sin perder de vista su posible aplicación a escala industrial. Se propone para ello utilizar hielo líquido como medio de sacrificio comparándolo con el hielo en escamas que se viene utilizando. Se han medido atributos de textura (penetración y compresión) y de color externo ( $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $H^a_{ab}$ ) sobre un total de 216 doradas de tamaño comercial. Los peces se han analizado a los 2 y a los 7 días tras el sacrificio, presentando los sacrificados con hielo líquido valores más altos ( $P<0,05$ ) tanto en penetración (6,83 y 5,65 N a 2 y 7 días respectivamente con hielo líquido frente a 5,85 y 4,83 N con hielo en escamas) como en compresión (18,48 y 14,19 N frente a 16,17 y 11,87 N). En los parámetros de color externo no se han encontrado diferencias significativas.

Palabras clave: hielo líquido, sacrificio, textura.

**INTRODUCCIÓN**

Es evidente que factores como la propia calidad, el procesado y la presentación del pescado, cobran una especial importancia en la competitividad del mismo. Teniendo en cuenta que el proveniente de acuicultura es un producto altamente perecedero al comercializarse en fresco, se hace necesario considerar los diferentes aspectos relacionados con su deterioro desde el sacrificio hasta que llega al consumidor. En este

contexto, el manejo *antemortem* debe considerarse como un factor importante ya que la captura y el sacrificio son procesos traumáticos que desencadenan variadas reacciones fisiológicas como son, entre otras, el aumento de la actividad muscular y la movilización de reservas de músculo e hígado (SIGHOLT *et al.*, 1997).

El factor que más incide en el deterioro del pescado es el tiempo que transcurre desde el sacrificio hasta que llega al consumidor, amén de las condiciones de temperatura. FÆGERMAND *et al.* (1995), mediante un modelo factorial, comprobaron que bajo similares condiciones de frío durante el almacenamiento, el parámetro que más influye en la pérdida de las condiciones de frescura es el tiempo, representando más del 90% de la variación observada.

Sin embargo, aunque limitar el estrés previo al sacrificio no favorezca mas que levemente la frescura, si que mejora las propiedades de textura del músculo (ERIKSON *et al.*, 1997; IZQUIERDO-PULIDO *et al.*, 1992), ya que las fibras de colágeno en los peces estresados son más susceptibles a desintegrarse, con el consiguiente ablandamiento del músculo (ANDO *et al.*, 1992). Por su parte, SIGHOLT *et al.* (1997) comprobaron en salmones que los peces estresados antes del sacrificio presentaron un filete más blando (menor firmeza al incidir con un punzón de 10 mm de diámetro) que los no estresados, no habiendo diferencias en cuanto a sabor ni olor. La conclusión de estos autores fue que un rápido sacrificio/inmovilización con la mínima actividad muscular, proporciona la mejor calidad. Atendiendo a esto, en la mayor parte de trabajos que se realizan para valorar la evolución de las condiciones de frescura se sacrifican los peces mediante punción cerebral o corte de la espina dorsal (ANDO *et al.*, 1991; ERIKSON *et al.*, 1997; FÆGERMAND *et al.*, 1996; JERRET *et al.*, 1996; KORHONEN *et al.*, 1990; LOWE *et al.*, 1993), hecho que sería complicado implantar a escala industrial, teniendo en cuenta además que estamos trabajando con especies cuyos individuos se comercializan enteros.

El objetivo de este trabajo es determinar si la utilización de hielo líquido para el sacrificio de peces a escala industrial mejora los atributos de frescura del pescado, en concreto la firmeza del mismo por ser uno de los más tenidos en cuenta, así como la posible alteración del color externo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Todas las pruebas se han realizado con doradas criadas de forma intensiva por la empresa Alevines y Doradas S.A. (ADSA), situada en la isla de Gran Canaria. Utilizando la metodología tradicional de sacrificio, alrededor de 350 a 400 kg de peces se introducen en las cubas de sacrificio, las cuáles han sido previamente llenadas hasta los 2/3 de su volumen (600 l) con hielo en escamas, lo cual viene a representar unos 180 kg de hielo. Así, el rango de temperatura del medio en el que se introducen los peces está entre -0,5 y -1,0°C. En la alternativa propuesta, gracias a la utilización de hielo líquido, y llenando las cubas sólo hasta la mitad de su volumen (unos 250 kg de hielo líquido), se alcanzan temperaturas de -2,8°C.

Se ha trabajado sobre un total de 216 doradas de tamaño comercial, con un peso medio de  $451,17 \pm 4,52$  g muestreadas al azar en nueve lotes de animales sacrificados con ambos métodos. De cada uno de los lotes, se han guardado dos cajas con 12 peces cada una, empaquetadas y almacenadas en las condiciones normales de distribución (en cámara frigorífica a 0°C). Los análisis se han realizado a los 2 y a los 7 días tras el sacrificio.

Cada pez ha sido sometido a tres pruebas de textura a fin de determinar la firmeza de su carne (Fig. 1), todas ellas realizadas mediante un texturómetro INSTRON modelo 4465. La prueba de punción consiste en presionar con un cilindro de 1,2 cm de diámetro, con una velocidad de la cruceta de 50 mm/min, hasta alcanzar una

profundidad de 4 mm sobre el pez entero, registrándose la fuerza máxima ejercida en Newtons (N). La prueba de penetración determina la resistencia que presenta una muestra de músculo de forma cilíndrica con 5,3 cm de diámetro y 1,2 cm de altura, al ser penetrada con un cilindro de 0,8 cm de diámetro a una velocidad de cruceta de 80 mm/min (BORDERIAS *et al.*, 1983; ORBAN *et al.*, 1996). Por último, con la prueba de compresión, y sobre una muestra también cilíndrica de 2,6 cm de diámetro y 1,2 cm de altura, se determina la fuerza para deformarla en un 30% de dicha altura con un cilindro de 5,8 cm de diámetro y a una velocidad de cruceta de 50 mm/min (BORDERIAS *et al.*, 1983; CHAMBERLAIN *et al.*, 1993; ORBAN *et al.*, 1996).

Igualmente, y a fin de cuantificar posibles alteraciones del aspecto externo, se han tomado medidas de color de la piel a nivel dorsal por encima de la línea lateral (Fig. 1). El análisis de color se ha realizado con un colorímetro Minolta CR-200, determinando el espacio de color definido por la norma CIE (Commission International d'Éclairage): plano cromático de coordenadas  $a^*$  (valores positivos corresponden a tonos rojos y negativos a verdes) y plano cromático de coordenadas  $b^*$  (valores positivos tonos amarillos y negativos azules), situándose perpendicular a ellos el eje  $L^*$  (luminosidad). Los valores de  $a^*$  y  $b^*$  se han utilizado para el cálculo de  $C^*_{ab}$  (cromatismo) y de  $H^{\circ}_{ab}$  (ángulo hue) mediante un sistema de coordenadas cilíndricas (WYSZECKI y STILES, 1982).

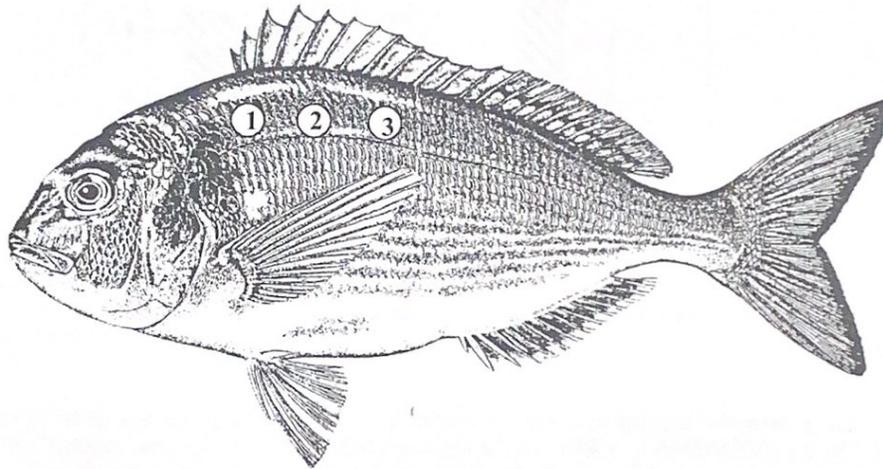


FIG. 1. Localización de las pruebas realizadas para las diferentes variables: 1) punción y color dorsal, 2) penetración y 3) compresión.

Para el análisis de las distintas variables analizadas se utilizó un modelo factorial, entrando el peso de cada individuo como covariable:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + \beta X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

donde  $Y_{ij}$  es el valor individual del pez,  $\mu$  es la media de la población,  $F_i$  es el efecto del método de sacrificio  $i$ -ésimo,  $\beta X_{ij}$  es la regresión de la variable medida sobre el peso del pez  $j$ -ésimo en el método de sacrificio  $i$ -ésimo y  $\varepsilon_{ij}$  es el error residual asociado al registro  $ij$ -ésimo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que, tanto para la penetración (reflejo del estado del colágeno y los miómeros musculares) como para la compresión (apreciación de consistencia y elasticidad del músculo), la utilización de hielo líquido para el sacrificio de dorada frente al hielo en escamas, proporciona mejores valores, significativamente diferentes, tanto a los 2 (Fig. 2) como a los 7 días (Fig. 3) tras la realización del mismo. Así, la fuerza necesaria para la prueba de penetración con hielo líquido ha sido de  $6,83 \pm 0,19$  y  $5,65 \pm 0,20$  N a los 2 y 7 días respectivamente, frente a  $5,85 \pm 0,20$  y  $4,83 \pm 0,16$  N con hielo en escamas. Para la compresión, los resultados han sido de  $18,48 \pm 0,64$  y  $14,49 \pm 0,56$  N con hielo líquido a 2 y 7 días, mientras que para hielo en escamas fueron necesarios  $16,17 \pm 0,92$  y  $11,87 \pm 0,69$  N.

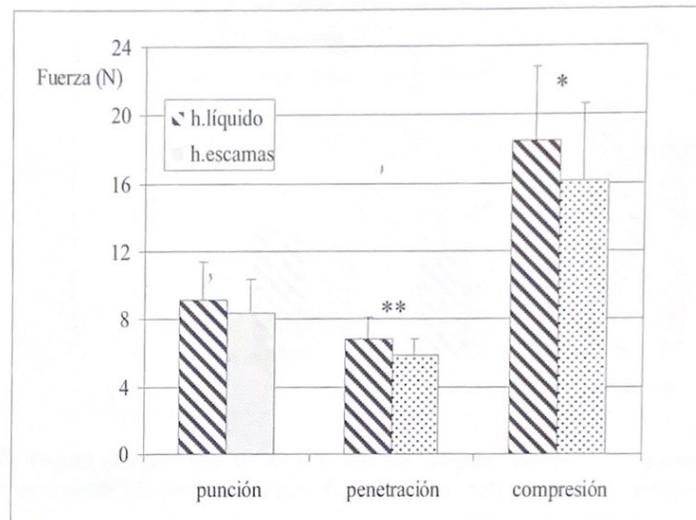


FIG. 2. Fuerza ejercida (N) en las pruebas de punción, penetración y compresión a los 2 días tras el sacrificio tanto con hielo líquido como con hielo en escamas (\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ).

Ya ha sido descrito por otros autores que el método de sacrificio genera diferencias de textura. Así, trabajando con truchas, FÆRGEMAND *et al.* (1995) y AMBROGGI *et al.* (1996), comprobaron como un sacrificio rápido mediante corte cervical proporcionaba animales de carne más firme que los sacrificados por asfixia o electrocución. Estos resultados han de estar asociados al diferente grado de estrés al que son sometidos los peces durante dicha operación de manejo, como así ha sido comprobado en las diferencias observadas para la fuerza de penetración en carne de salmones que han sido sometidos a estrés previo al sacrificio frente a los que no lo han sufrido (SIGHOLT *et al.*, 1997). En nuestro caso, las diferencias en firmeza presentadas por los peces sacrificados en hielo líquido, pueden ser achacables al hecho de que con este sistema hay un menor grado de lucha en las cubas de sacrificio, gracias por un lado al más rápido descenso de la temperatura corporal, y por otro a que el propio medio de sacrificio, al ser viscoso, limita en cierta medida el movimiento de los animales. Ello se traduce en que para un mismo periodo de conservación, los peces sacrificados con hielo líquido mantienen unas condiciones más favorables para la firmeza de su carne, aspecto importante en la valoración de los atributos de frescura.

Para la prueba de punción, a pesar de no haberse detectado diferencias significativas entre los dos métodos (Fig. 2 y 3), si que ha habido claras tendencias a favor del hielo

líquido tanto a los 2 días ( $P=0,081$ ) como a los 7 días ( $P=0,098$ ) tras el sacrificio. Esto ha sido motivado por un mayor coeficiente de variación en los resultados observados, ya que, al estar esta prueba diseñada como una posible evaluación no destructiva de la firmeza de la carne, y debiéndose por ello utilizar el animal entero, la presentación de éste para la realización de la medida de fuerza correspondiente no es tan homogénea como en el caso del filete.

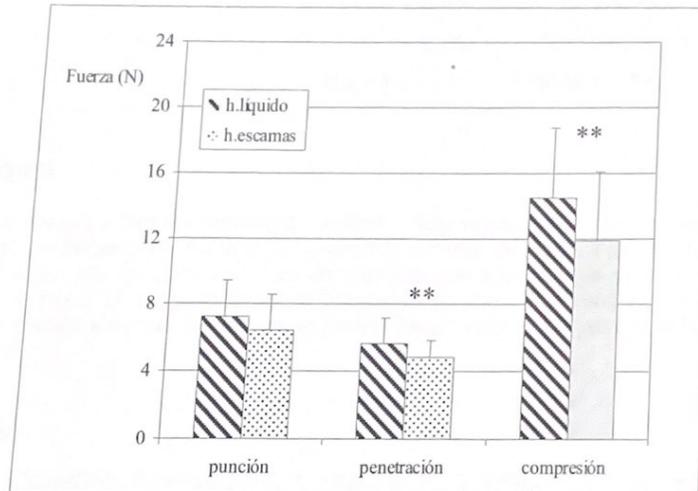


FIG. 3. Fuerza ejercida (N) en las pruebas de punción, penetración y compresión a los 7 días tras el sacrificio tanto con hielo líquido como con hielo en escamas (\*\*  $P<0,01$ ).

Dentro de cada sacrificio, también se han detectado diferencias significativas al comparar los resultados entre los 2 y los 7 días, ya que es precisamente la duración del periodo de almacenamiento el factor que más afecta al deterioro muscular (FÆRGEMAND *et al.*, 1995), siempre y cuando las condiciones en las que se haya desarrollado el mismo hayan sido las adecuadas. Dicho proceso de deterioro también ha motivado que, las correlaciones entre la compresión y la penetración ( $P<0,01$ ) a los 2 días tras el sacrificio (0,499 para el hielo líquido y 0,622 para el hielo en escamas), pasen a no ser significativas a los 7 días tras el sacrificio.

En relación al efecto del peso sobre la textura, HATAE *et al.* (1990) comprobaron que los individuos de tallas bajas presentaban una carne más firme debido a un menor tamaño de sus fibras musculares. En nuestro caso el peso no tuvo un efecto significativo, probablemente por el estrecho rango de pesos sobre el que se trabajó, a diferencia de lo observado cuando dicho rango es elevado (FAUCONNEAU *et al.*, 1995).

Para las medidas de color no se han encontrado diferencias significativas entre métodos de sacrificio ni entre días tras el mismo (Tabla I), lo que concuerda con los resultados de SIGHOLT *et al.* (1997), autores que no encuentran diferencias para el color entre peces estresados y no estresados antes de ser sacrificados.

Tabla 1. Parámetros de color a los 2 y 7 días tras el sacrificio.

		Hielo líquido	Hielo marino
		52,21 ± 0,05	52,03 ± 0,03
2 días	$C_{520}$	1,04 ± 0,12	1,38 ± 0,10
	$W_{520}$	205,90 ± 0,27	175,00 ± 0,00
		57,08 ± 0,04	57,44 ± 0,71
7 días	$C_{520}$	2,17 ± 0,18	1,87 ± 0,18
	$W_{520}$	275,00 ± 7,00	199,00 ± 9,50

### CONCLUSIONES

El sacrificio de levada y levada comercial mediante hielo líquido hace que se mantengan unas mejores condiciones de firmeza del músculo durante períodos más prolongados, consiguiéndose por ello un efecto positivo de cara a la presentación y/o comercialización del producto. Si a esto se une la facilidad de aplicación así como los menores costes en su producción al compararlo con el hielo en marinas, hacen factible su posible utilización a escala industrial.

### BIBLIOGRAFÍA

- AMERICANO, F., GONZALEZ, P., PRAZDOL, P. y BALDRATI, G. 1996. *Industria Conserve*, 71: 127-128.
- ANZO, M., TOMONAGA, M., SHIBATA, Y. y YAMAGUCHI, M. 1991. *J. Sci. Food Agric.*, 53: 389-397.
- ANZO, M., TOMONAGA, M., SHIBATA, Y. y YAMAGUCHI, M. 1992. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 1207-1208.
- BORRERO, A., LABRÚA, M. y TIGADA, M. 1983. *Journal of Food Technology*, 18: 85-95.
- CHANDRASEKHAR, A., KISHU, T. y BALASUBRAMANIAM, S. 1993. *Food Australia*, 45(9): 439-443.
- CRITCHFIELD, J., DECKER, E. y SELAND, A. 1997. *Aquaculture*, 149(1-4): 243-252.
- FRANZBLAU, J., BORNHOLDT, B., ALSTED, N. y BORRESEN, T. 1995. *Wat. Sci. Tech.*, 31(10): 225-231.
- FRANZBLAU, J., ALSTED, N., LAURICH, M., MARCEL, J. y VALLOT, D. 1995. *Aquaculture*, 129: 263-297.
- FRANZBLAU, J., BORNHOLDT, B. and MATSUMOTO, J. 1990. *Journal of Food Science*, 55: 549-559.
- GUERRERO-PULIDO, M.L., HERRAE, R. y HARRO, N.P. 1992. *Journal of Biochemistry*, 76: 175-182.
- ERRITT, A.B., STEVENS, J. y HOLLAND, A.J. 1996. *Journal of Food Science*, 61(3): 527-532.
- GORRICHON, R.M., LAMER, T.C. y GIESBRECHT, F. 1990. *Journal of Food Science*, 55(5): 549-549.
- LEMO, T., RYDER, L.M., CARBACHER, J.P. y WELLS, R.M.C. 1995. *Journal of Food Science*, 60(6): 770-774.
- LOBBAN, I., ANZO, M., FACCHETTI, P., NICOLI, S., CASINI, V., CAPRIGNI, R., ARONETA, E. 1999. *in Bozza di lavoro del alimentazione*, 27(1): 27-36.
- DECKER, E., CRITCHFIELD, J., RUSTAD, T., JENSEN, S., NICHOLSON, T. y SELAND, A. 1997. *Journal of Food Science*, 62(9): 919-920.
- SPADACCINI, L. y STELLI, R. 1982. *Water science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Statistical*. Ed. Wiley-Interscience Publications, New York, p.p. 970.