EFECTO DEL AYUNO HASTA 34 ºC DÍA EN LA CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE DE TRUCHA ARCO IRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

López-Luna, J.[1] y Villarroel, M.
[1]Departamento de Producción Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040, Madrid.
E-mail: javier.lopezl@upm.es

INTRODUCCIÓN

El ayuno previo al sacrificio es una práctica común en acuicultura pero la duración óptima de este ayuno ha suscitado un gran interés en los últimos años, tanto en la acuicultura marina (Mørkøre *et al*., 2008) como de agua dulce (Barcellos *et al*., 2010), incluyendo la trucha arco iris (FAWC, 1996). El ayuno previo a un procedimiento estresante, como el transporte o el sacrificio, permite el vaciado del aparato digestivo y reduce la demanda de oxígeno y la producción de desechos (Robb, 2008). Sin embargo, también parece incrementar los niveles de estrés, afectando de esta manera a los procesos bioquímicos *post mortem*, principalmente la glucolisis anaerobia y el ritmo de degradación del ATP. Esto puede a su vez influenciar el inicio y el desarrollo del *rigor mortis* y la frescura del producto final (Poli *et al*., 2005). Igualmente, se ha demostrado que la tasa de deterioro de la carne depende de varios factores entre los que se incluye la cantidad de alimento presente en los intestinos (Macagnano *et al*., 2005), por lo que reduciendo esta cantidad es posible minimizar el deterioro y aumentar la vida útil del producto final (Huidobro y Tejada, 2004). Sin embargo, la duración adecuada del ayuno sin que la calidad de la carne se vea comprometida no está clara. Aunque existen diversas recomendaciones que estiman un límite máximo de 48 h (FAWC, 1996), es habitual para la trucha en libertad soportar períodos de privación de alimento más largos. Además, se ha demostrado que el ayuno a largo plazo es capaz de mejorar la calidad de carne (Einen y Thomassen, 1998), pero los efectos a corto plazo se desconocen. Actualmente no existe uniformidad a la hora de definir una hora óptima de sacrificio en trucha arco iris y menos en relación a la calidad del producto final. Sin embargo, la elección de este momento es de una gran importancia, ya que está determinada por los ritmos diarios de parámetros fisiológicos de estrés, afectando de esta manera a las propiedades de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Piscifactoría de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (UPM, Madrid). Se dispuso de 2 raceways de 5,16 m^3 de capacidad que disponían de agua proveniente de un pozo, proporcionando un flujo de agua constante. Se usaron 180 truchas arco iris macho de 417,7±61,3 g de peso inicial (±sd). Cuando las truchas llegaron a las instalaciones, se dividieron de forma aleatoria entre los dos raceways (n=90), donde se alojaron durante 2 semanas (período de adaptación). Al finalizar este período, los raceways se dividieron físicamente en tres secciones de 1,72 m^3 con 30 animales en cada sección, pasando otras 2 semanas en estas condiciones. A cada sección se le asignó una hora de sacrificio (08h00, 14h00 y 20h00) y dentro de cada sección los animales se ayunaron durante 1, 2 o 3 días dependiendo del día en el que se sacrificaran (primero, segundo o tercer día). En el otro (controles), las truchas fueron sacrificadas a las mismas horas pero no ayunadas. Los animales fueron sometidos a un fotoperiodo natural (orto: 07h40; ocaso: 19h12). La temperatura del agua media fue de 11,1±0,6 ºC. Para el cálculo de los ºC día, la temperatura del agua se midió cada 5 min, resultando un total de11,5, 22,9 y 34.1 ºC día. Después de 1, 2 o 3 días de ayuno, se capturaron individualmente 10 animales ayunados y 10 controles de cada sección de forma alternativa, se anestesiaron con aceite de clavo, se pesaron y finalmente se sacrificaron. A continuación, cinco peces de cada grupo (ayunados y controles) fueron fileteados para proceder a los análisis de pH y capacidad de retención de agua, mientras que los otros cinco se mantuvieron intactos y se almacenaron a 4 ºC para los análisis de *rigor mortis*. El pH muscular se midió a las 0, 2, 9, 24, 48 y 72 h *post mortem* y la cantidad de agua liberada (PWR), según el método de Grau y Hamm (1957) a las 0, 24, 48 y 72 h *post mortem*. La progresión del *rigor mortis* se midió a las 0, 2, 9, 24, 48 y 72 h de almacenamiento de acuerdo al método de Cuttinger (Korhonen *et al*., 1990). Para el análisis de calidad de la carne se realizó un análisis de medidas repetidas mediante el programa SAS (Statistical

Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA), utilizando la duración del ayuno y la hora de sacrificio como factores principales y las horas *post mortem* como variable intra-sujeto. Para simplificar el análisis, los tres grupos control (días 1, 2 y 3) se combinaron en un solo grupo, teniendo de esta manera cuatro grupos (0, 1, 2 y 3 días de ayuno). Las medias, incluyendo las interacciones, se compararon mediante un test LSD con un 5% como nivel de significación ($P<0,05$). En caso de que la interacción triple (duración del ayuno*hora de sacrificio*horas *post mortem*) fuese significativa ($P<0,05$), se analizarán las diferencias de las cuatro duraciones de ayuno en cada hora *post mortem* (análisis de una vía, nivel de significación: 5%) por cada hora de sacrificio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de medidas repetidas mostró un efecto significativo de la interacción hora de sacrificio*duración del ayuno*horas *post mortem* ($P<0,01$). En líneas generales, no hubo diferencias importantes entre duraciones del ayuno u horas de sacrificio (Figuras 1 y 2). El pH muscular mostró una tendencia a disminuir a partir de las 24 h *post mortem*, con una mayor variabilidad en animales sacrificados a las 20h00. Igualmente, las truchas ayunadas durante 3 días muestran valores más altos de pH durante todo el período de almacenamiento. Esto puede deberse a que la privación de alimento provoca una reducción del metabolismo muscular (Mørkøre *et al*., 2008) y por tanto hay una menor cantidad de energía disponible para mantenimiento. Además, puede existir un estrés asociado a múltiples causas, por el cual se agotarían las reservas de glucógeno del pez y consecuentemente se produciría una menor cantidad de ácido láctico (Newton y Gill, 1981). El máximo nivel de rigor se produjo a las 24 h *post mortem*. Contrariamente al pH, solo se registraron diferencias entre duraciones de ayuno a partir de las 9 h *post mortem*, con valores muy similares a las 0 y 2 h, lo que implica que el rigor comienza a partir de las 2 h y que entre las 2 y 9 h después del sacrificio ocurren una serie de procesos bioquímicos que causan los cambios posteriores, lo que puede estar relacionado con el ayuno. Con respecto a la PWR, se mantuvo estable, en un rango del 5-10%, lo que indica que es independiente del pH muscular, que varió en mayor medida, y podría estar más relacionado con la degradación estructural de la carne tal y como han demostrado otros autores (Olsson *et al*., 2003). En cualquier caso, otros factores pueden haber influido en la falta de diferencias entre tratamientos, como la heterogeneidad en la medición de la capacidad de retención de agua o la temperatura de almacenamiento (Sigholt *et al*., 1997). En conclusión, el ayuno hasta 34.1 ºC y la hora de sacrificio no mostraron efectos importantes en la evolución de la calidad de la carne de trucha arco iris. En cualquier caso, el factor determinante en estos cambios parece ser el tiempo de almacenamiento. Además, las mayores diferencias en truchas sacrificadas a las 20h00 parecen demostrar que el sacrificio a esa hora puede entrañar mayores niveles de estrés, aunque en esta prueba no se midieron indicadores específicos de bienestar. Es necesaria mayor investigación para determinar las posibles relaciones entre el estrés previo al sacrificio y el ayuno a diferentes horas del día y con diferentes temperaturas de agua para comprender de que manera los cambios bioquímicos en la carne afectan al manejo pre-sacrificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barcellos, L., Marqueze, A., Trapp, M., Quevedo, R.M. & Ferreira, D. 2010. Aquaculture 300: 231-236. Macagnano, A., Careche, M., Herrero, A., Paolesse, R., Martinelli, E., Pennazza, G., Carmona, P., D'Amico, A. & Di Natale, C. 2005. Sensor. Actuator. B 111–112: 293–298. Einen, O. & Thomassen, M.S. 1998. Aquaculture 169: 37–53. Farmed Animal Welfare Council, FAWC. 1996. Report on the Welfare of Farmed Fish. http://www.fawc.org.uk/reports/fish/fishrtoc.htm. Grau, R. & Hamm, R. 1957. Z. Lebensm. Unters. For. 105: 446-460. Huidobro, A. & Tejada, M. 2004. J. Sci. Food Agr., 84: 1405–1413. Korhonen, R.W., Lanier, T.C. & Giesbrecht, F. 1990. J. Food Sci. 55: 346-349. Mørkøre, T., Mazo, P.I., Tahirovic, V. & Einen, O. 2008. Aquaculture 277: 231-238. Newton, K.G. & Gill, C.O. 1981. Meat Sci. 5: 223-232. Poli, B.M., Parisi, G., Scappini, F. & Zampacavallo, G. 2005. Aquacult. Int. 13: 29-49. Olsson, G.B., Olsen, R.L., & Ofstad, R. (2003). Food Sci. Technol. 36: 125–133. Robb, D.H.F., Kestin, S.C. & Warris, P.D. 2000. Aquaculture 182: 261-269. Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, S., Johansen, S., Nordtvedt, T.S. & Seland, A. 1997. J. Food Sci. 62: 898-905.

Agradecimientos: Esta prueba ha sido financiada por el proyecto AGL2010-19479.

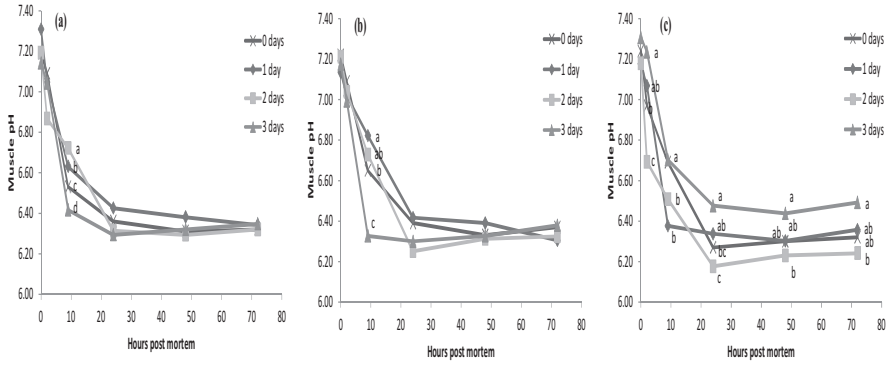


***Figura 1**. Evolución del pH muscular de trucha arco iris sacrificadas a las 08h00 (a), 14h00 (b) y 20h00 (c) durante 72 h de almacenamiento. Los puntos representan las medias (n=5 para ayunados y n=15 para controles; SEM=0,07). Las diferencias entre días de ayuno se representan con letras (ANOVA, P<0,0001).*

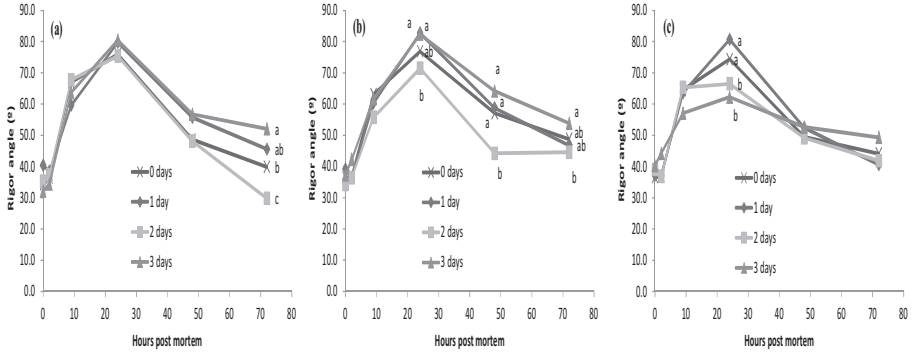


***Figura 2**. Evolución del rigor mortis en carne de trucha arco iris sacrificadas a las 08h00 (a), 14h00 (b) y 20h00 (c) durante 72 h de almacenamiento. Los puntos representan las medias (n=5 para ayunados y n=15 para controles; SEM=3,5). Las diferencias entre días de ayuno se representan con letras (ANOVA, P<0,0001).*

EFFECT OF FASTING UP TO 34º C DAYS IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) ON INSTRUMENTAL MEAT QUALITY

ABSTRACT: Pre-slaughter handling of fish can have important effects on stress, although few studies have related fasting duration with water temperature and meat quality in trout. In this study, 90 rainbow trout were fasted for 1, 2 and 3 days (11.5, 22.9 and 34.1 ºC days, respectively) and slaughtered at 08h00, 14h00 and 20h00 to observe the effect of fasting duration and hour of slaughter on instrumental meat quality indicators up to 72 h *post mortem*. The values of the fasted fish were compared with 90 control fish kept under similar conditions but not fasted. Results indicate that the interaction between fasting, hour of slaughter and storage time had a significant effect on pH, rigor and water holding capacity, although differences were small. Overall, these results suggest that fasting up to 34 ºC days has little effect on meat quality.

Keywords*:* pH, fasting, trout, rigor.