

PROCESO DE AHUMADO DE LAS ESPECIES TRUCHA ARCO IRIS (*ONCORHYNCHUS MIKISS*) Y TILAPIA DEL NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PRODUCIDAS POR ACUICULTURA

SMOKING PROCESS OF SPECIES RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MIKISS*) AND NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PRODUCED BY AQUACULTURE

Juan C. Mallo (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN] y Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires [CIC], María I. Prario (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), Nahuel Zanazzi (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), Angelina Gorosito (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), Adrián O. Barragán (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), Federico A. Cecchi (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), María Fernández Subiela (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]), Enzo Tranier (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]) y Damían L. Castellini (Unidad Académica Mar del Plata. Universidad Tecnológica Nacional [UTN]) - Argentina

Resumen

Este trabajo fue realizado por el Grupo Acuicultura (Unidad Académica Mar del Plata, Universidad Tecnológica Nacional), con el objeto de darle valor agregado a los productos acuícolas producidos en sistemas de engorde intensivos en tanques con recirculación en el Módulo de Producción Acuícola y semiintensivos en jaulas flotantes en la Cantera Paso de Piedra (Canteras Yaraví SA), con trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) y tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Se tomó una muestra representativa y se realizó en el Laboratorio de Análisis Industrial un análisis microbiológico para determinar la higiene durante el fileteado y congelado, presencia de indicadores de contaminación fecal, aptitud sanitaria para consumo humano, composición proximal y análisis sensorial. Se determinó ausencia de indicadores de contaminación fecal (*Escherichia coli* 0157:H7 y *Salmonella* spp.), que indica una muy buena calidad del producto en su origen; de *Staphylococcus aureus*, que demostró una adecuada implementación de las buenas prácticas de manufactura durante el proceso de fileteado, ahumado, envasado y almacenado. Respecto de su calidad nutricional, se determinó un alto contenido proteico, bajo tenor graso y valor energético. Se concluye que los productos finales son

Abstract

This work was conducted by the Aquaculture Group (Unidad Académica MDP UTN), with the aim of adding value to aquaculture products produced in systems of intensive farming in tanks with recirculation in Module aquaculture production and semi-intensive floating cages in Paso de Piedra Cantera (Canteras Yaraví SA), with Rainbow Trout (*Oncorhynchus mikiss*) and Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). A representative sample, carried out at the Laboratory of Industrial Analysis, a microbiological analysis to determine hygiene during filleted and frozen, the presence of fecal indicators, health fitness for human consumption, proximal composition and sensory analysis was made. Absence of fecal indicators (*Escherichia coli* 0157: H7 and *Salmonella* spp.) was determined, which indicates a very good product quality at source; *Staphylococcus aureus*, which proved adequate implementation of good manufacturing practices during filleting, smoking, packaging and storage. Regarding its nutritional quality high in protein, low-fat and energy value was determined. It is concluded that the final products are of excellent nutritional, sensory and unfit for human consumption both fresh, and packed in oil or vacuum quality.

Keywords: aquaculture, smoky, sensory analysis, bacteriological analysis, proximate analysis.

de excelente calidad nutricional y sensorial, y aptos para el consumo humano tanto en estado fresco, como envasados en aceite o al vacío.

Palabras clave: acuicultura, ahumado, análisis sensorial, análisis bacteriológico, análisis proximal.

INTRODUCCIÓN

El ahumado es un método de preservación de alimentos que proporciona excelentes cualidades organolépticas de sabor, aroma y color y aporta valor agregado al producto (FAO, 1970). La acuicultura es la actividad productiva de mayor crecimiento dentro del sector alimenticio en los últimos años, permite obtener una producción por medio del cultivo de organismos acuáticos de origen animal o vegetal en condiciones controladas (Banco Mundial, FAO, 2013).

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es un pez de agua dulce con una serie de características biológicas y ecológicas destacables, como rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y condiciones adversas, conversión eficiente del alimento, alta fecundidad, maduración temprana y aceptación de alimentos artificiales, además de brindar proteína de altísima calidad. Debido a que alcanza su madurez sexual entre los dos o tres meses y puede tener crías cada tres a seis semanas, resulta ideal para su cultivo si se encuentra en condiciones óptimas de temperatura, nutrientes, oxígeno, etc. (El-Sayed, 2006; Nguyen and Davis, 2009). Es uno de los principales peces de cultivo de agua dulce en el mundo, ha ganado popularidad recientemente en los Estados Unidos y algunos países de Europa, también es muy consumida en la República Popular China y actualmente en Latinoamérica (FAO, 2014).

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) fue introducida en diferentes ambientes acuáticos de nuestro país durante los primeros años del siglo xx mediante diversas acciones del Gobierno nacional, que creó, para la obtención de desoves y alevinos, una Estación Base en las afueras de San Carlos de Bariloche. Esta especie habita ambientes con aguas frías y cristalinas (de aporte cordillerano o de sierra). Su mayor desarrollo en cuanto a poblaciones se obtuvo en la región patagónica, pero también fue llevada e instalada

en ambientes aptos de las provincias con serranías o ambientes artificiales adecuados (principalmente Jujuy, La Rioja, Catamarca, Tucumán, Córdoba, San Luis y Mendoza). Se considera una especie “asilvestrada”, dado que, en algunos ambientes, se reproduce y sostiene sus poblaciones mientras que, en otros casos, es necesario efectuar anualmente siembras de alevinos, actividad llevada a cabo desde la década del ochenta aproximadamente por las diferentes provincias del territorio en las que se practica pesca deportiva (SAGPyA, 2002). En el año 2012, su producción fue de 1260,38 Tn, lo que representa el 41,64 % de la producción de peces en el país (SAGPyA, 2012).

El objetivo del presente trabajo fue la obtención de productos ahumados de trucha arco iris producida en jaulas en sistemas semiintensivos en una cantera de postexplotación minera y de tilapia utilizando sistemas de recirculación en condiciones controladas, con el fin de obtener e insertar –en el mercado local y regional– productos ahumados de la especie tilapia, no conocida en el país, pero con excelentes cualidades organolépticas y nutricionales. Y productos ahumados de trucha arco iris ya incorporados en el mercado y con amplio consumo, tanto fresco como ahumado, aunque no producidos en estos ambientes antropizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el proceso de ahumado de filetes congelados de las especies trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) y tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), engordadas con un sistema semiintensivo en jaulas en la Cantera Paso de Piedra (Canteras Yaraví SA) e intensivo en tanques con recirculación de 2500 litros en la Unidad Académica Mar del Plata (UTN) (Figura 1).



Figura 1: Jaulas de cultivo en la cantera Paso de Piedra (Canteras Yaraví, SA) y tanques con recirculación en el Módulo de Producción Acuícola en Unidad Académica Mar del Plata (UTN)

Previo al ahumado, se seleccionó, del total cosechado y congelado, una muestra representativa de cada una de las especies almacenadas en bandejas, representando un total de 4,8 kg. De cada una de ellas, se separó una submuestra al azar con el fin de realizar un análisis microbiológico, en el Laboratorio de Análisis Industrial (UTN), para determinar la higiene durante el fileteado, congelado y envasado; presencia de indicadores de contaminación fecal, y aptitud para consumo.

Además, se efectuó la composición nutricional para determinar la cantidad porcentual de los principios nutritivos de cada una de las especies y, paralelamente, se llevó a cabo un análisis sensorial realizado por un panel de evaluadores entrenado según la metodología QIM, para calcular color, olor, sabor y textura, determinando así una posible aceptación por parte de los potenciales consumidores para extrapolarlo a una futura comercialización estableciendo su calidad sensorial.

Proceso de ahumado

Salado de los filetes

Es un método para la preservación del pescado, debido a que la sal que penetra disminuye la cantidad de agua disponible para las reacciones enzimáticas y el crecimiento microbiano.

Se comenzó el proceso de salado en las instalaciones del Laboratorio de Análisis Industriales de la Unidad Académica Mar del Plata (UTN) (Figura 2). Los ejemplares estuvieron sumergidos en una solución de salmuera al 20 % con el agregado de 50 gramos de azúcar durante dos horas. Posteriormente, se enjuagaron en agua dulce para retirar el excedente de sal.



Figura 2: Distribución de filetes dentro de bandejas plásticas con la solución de salmuera y azúcar.

Oreado

En esta etapa, se extrae parte de la humedad de los filetes y se forma una película que sella la superficie para mejorar la apariencia del producto.

El oreado se llevó a cabo durante veinte horas en el mismo laboratorio. Los filetes se colocaron individualmente en pinchos y bandejas enrejadas de acero inoxidable para evitar el contacto entre ellos y obtener así un oreado uniforme (Figura 3).



Figura 3: Oreado de filetes en pinchos y bandejas enrejadas de acero inoxidable.

Ahumado

Este proceso consiste en la exposición de los alimentos al humo constante producido por la combustión de maderas con un adecuado suministro de humo y aire a la temperatura adecuada. Esto se llevó a cabo en un ahumadero instalado en la parte posterior del campus de esta Unidad Académica (Figuras 4 y 5).



Figura 4: Ahumadero Unidad Académica Mar del Plata – UTN.



Figura 5: Proceso de ahumado de filetes de trucha y de tilapia.

El tiempo total de ahumado fue de nueve horas. Durante el proceso se agregó viruta de madera dura y laurel para proporcionarle un aroma y sabor característicos. El promedio de temperatura alcanzado fue de 42,13 °C en estas condiciones (Tabla1). Al finalizar el proceso se retiraron las piezas ahumadas y se llevaron al Laboratorio de Análisis Industrial para su posterior acondicionamiento y envasado (Figura 6).



Figura 6: Preparación de las piezas ahumadas para su posterior envasado.

Hora (h)	Temperatura (°C)
10:00	30
10:20	40
11	50
12	50
13	42
13:30	44
14	46
15	43,4
16	41
17	40
18	35
18:30	44,1
Promedio	42,13

Tabla 1: Tabla indicadora de tiempo-temperatura del proceso de ahumado.

Envasado

Finalizado el proceso y obtenido el producto ahumado, se procedió al envasado. Este se realizó en el Laboratorio de Análisis Industrial, en el área de Análisis Sensorial. Los filetes se acondicionaron, se cortaron en pequeñas piezas que fueron envasadas en frascos de vidrio con tapa, sumergidas en aceite de maíz –para no conferir sabor al producto– y se agregaron hierbas y especias aromáticas (pimienta roja, verde y negra en grano, romero y pimentón), realzando, de esta manera, el sabor del producto final (Figura 7).



Figura 7: Envasado del producto ahumado.

Al finalizar el proceso de envasado, se etiquetaron los frascos, diferenciando así los ahumados de trucha de los de tilapia (Figura 8).



Figura 8: Producto final envasado con aceite en recipientes de vidrio.

A su vez, se separó parte de las piezas ahumadas que se envasaron enteras al vacío en bolsas de nylon, utilizando, para ello, una envasadora Multivac modelo Baseline P200 (Figura 9 y 10).



Figura 9: Proceso de envasado de los filetes de trucha y tilapia.



Figura 10: Filetes de trucha y tilapia envasados al vacío.

RESULTADOS

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de las tres muestras de filetes se realizó con el fin de evaluar su aptitud sanitaria. Se determinó la higiene durante el fileteado y su posterior almacenamiento, evaluando así la presencia o ausencia de contaminación fecal y la existencia de riesgo sanitario para su futuro consumo. Se analizaron por separado las tres muestras (tilapia y trucha de la cantera y tilapia de la UTN) con el fin de observar independientemente los resultados de cada una de ellas y su comparación. En las siguientes tablas (Tablas 2 a 4), se pueden observar los resultados obtenidos para tilapias y truchas engordadas en la cantera y tilapias engordadas en la UTN.

BAM	29.8 X 10 ² UFC/g	BAM	14.8 x 10 ² UFC/g	BAM	35.1 X 10 ² UFC/g
Hongos y levaduras	170 UFC/g	Hongos y levaduras	60 UFC/g	Hongos y levaduras	70 UFC/g
Coliformes totales	<10	Coliformes totales	<10 UFC/g	Coliformes totales	<10 UFC/g
Coliformes fecales	ausencia	Coliformes fecales	ausencia	Coliformes fecales	ausencia
<i>Escherichiacoli</i>	ausencia	<i>Escherichiacoli</i>	ausencia	<i>Escherichiacoli</i>	ausencia
	<10 UFC/g		<10 UFC/g		<10 UFS/g
<i>Salmonella</i> spp.	ausencia	<i>Salmonella</i> spp.	ausencia	<i>Salmonella</i> spp.	ausencia
<i>Listeria monocytogenes</i>	ausencia	<i>Listeria monocytogenes</i>	ausencia	<i>Listeria monocytogenes</i>	ausencia

Tabla 2: tilapia cantera. Tabla 3: tilapia UTN Tabla 4: trucha cantera.

El análisis microbiológico es fundamentalmente importante en lo que respecta a la presencia de coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp., ya que consumir alimentos con presencia de alguno de estos microorganismos patógenos o sus toxinas produciría graves enfermedades para la salud (ETA'S) (Morales, et al. 2004).

En cuanto al análisis realizado, podemos observar la ausencia de indicadores de contaminación fecal producida principalmente por *Escherichia coli* 0157:H7 y *Salmonella* spp., lo que determina una muy buena calidad del producto, tanto en los provenientes de la cantera como los producidos en la Unidad Académica, y demuestra una correcta higiene durante el fileteado de los animales.

La ausencia de bacterias del grupo de *Staphylococcus aureus* establece una adecuada manipulación de los productos durante su envasado –realizado por personal capacitado–, resultante de la utilización de indumentaria adecuada (guantes, cofia, delantal, etc.) y respetuoso de las buenas prácticas de manufactura (BPM) (Código Alimentario Argentino, CAA).

Análisis proximal

Se llevó a cabo el análisis proximal con el fin de determinar el valor nutricional y la calidad del filete de ambas especies. Se trataron por separado las muestras de tilapia y trucha engordadas en la Cantera Paso de Piedra (Canteras Yaraví SA) y las tilapias producidas en la Unidad Académica Mar del Plata (UTN), a fin de observar la existencia o no de diferencias en el producto (filetes de ambas especies).

Se analizó el contenido en proteínas, grasas, carbohidratos, agua (humedad) y sales (cenizas) con la metodología estandarizada para el estudio de alimentos de validez internacional (AOAC Official Methods of Analysis, 1984). Esta evaluación permite describir la calidad nutricional del producto, compararlo y calcular el valor energético que podría aportar.

En las siguientes tablas (Tablas 5 a 7), se pueden observar los resultados obtenidos para tilapias y truchas engordadas en la cantera y tilapias engordadas en la UTN.

Humedad	78,4%
Ceniza	1,1%
Grasa	0,6%
Proteína	19,1%
Carbohidratos	0,6%
Valor energético	85 Kcal/100g

Humedad	76,9%
Ceniza	2,2%
Grasa	1,1%
Proteína	18,9%
Carbohidratos	0,9%
Valor energético	89 Kcal/100g

Humedad	75,4%
Ceniza	1,3%
Grasa	1,7%
Proteína	18,9%
Carbohidratos	2,8%
Valor energético	102 Kcal/100g

Tabla 5: tilapia cantera Tabla 6: tilapia UTN Tabla 7: trucha cantera.

De estos resultados, se destacan tanto los valores bajos en grasas, fundamentalmente en la especie tilapia, como los valores porcentuales de proteína, muy semejantes a los de peces marinos y de agua dulce de consumo masivo (merluza, pejerrey, etc.) y con un bajo valor energético.

Respecto a la tilapia y de acuerdo con los valores nutricionales resultantes, podemos decir que esta especie podría posicionarse muy bien en el mercado y convertirse en un producto de consumo humano masivo si se realizara una fuerte difusión que apunte a su utilización y que resalte su producción y características nutricionales y también su consumo en mercados mundiales exigentes como los EE. UU. y Europa, y de alta comercialización como China (FAO, 2014).

Análisis sensorial

Paralelamente, se llevó a cabo el análisis sensorial de las tres muestras en las instalaciones del Laboratorio de Análisis Industrial, área de Análisis Sensorial. La evaluación estuvo a cargo de seis panelistas previamente entrenados en este tipo de productos, que evaluaron las principales características organolépticas en pescado cocido como olor, color, textura y sabor.

Además, se observó si existía contaminación cruzada evaluando la posibilidad de encontrar material extraño en los filetes. De cada una de las bandejas, se tomó una muestra, que fue cocida en horno bajo hasta que su interior alcanzara una temperatura de 70 °C por un período de diez minutos, asegurando, de esta manera, la completa cocción. Esto se llevó a cabo bajo los lineamientos de la norma CAC/GL 31-1999 "Directrices del codex para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio" del *Codex Alimentarius*, estandarizando de esta forma los tiempos y el método de cocción adecuado para las tres muestras ensayadas.

Los resultados obtenidos para el análisis sensorial de las tres muestras analizadas fueron los siguientes (Tablas 8 a 10).

Atributo	Descripción	Atributo	Descripción	Atributo	Descripción
Color	Blanco natural	Color	B l a n c o característico	Color	De natural a rosado muy tenue levemente perlado
Sabor	Leve sabor amargo, suave	Sabor	Suave, neutro	Sabor	Leve sabor amargo suave
Olor	Característico de la especie, suave	Olor	Neutro	Olor	Característico de la especie
Textura	Firme	Textura	Firme	Textura	Firme
M a t e r i a l extraño	No contiene	M a t e r i a l extraño	No contiene	M a t e r i a l extraño	No contiene

Tabla 8: tilapia cantera. Tabla 9: tilapia UTN Tabla 10: trucha cantera

De acuerdo con estos resultados, se determinó que el sabor de las tilapias cultivadas en jaulas de la cantera se ve influido no solamente por el alimento pelletizado suministrado periódicamente, sino también por los niveles de alimentación natural elevada y el cúmulo de nutrientes que favorecen la proliferación de micro, macroalgas y macrófitas responsables del gusto u olor a barro o tierra.

Por tal motivo, las características organolépticas de las muestras provenientes de la cantera poseen propiedades sensoriales más intensas y levemente amargas en cuanto al sabor, mientras que las demás características no presentan diferencias significativas con respecto a las muestras provenientes de la Unidad Académica Mar del Plata (UTN).

En cuanto a los resultados obtenidos de las muestras de trucha, se observó que los filetes analizados mantenían las propiedades organolépticas inalterables en comparación con los filetes en estado fresco al momento de su envasado.

CONCLUSIÓN

Se puede afirmar entonces que en condiciones semejantes de crianza y engorde, de acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis de calidad realizados (microbiológico, sensorial y nutricional), el producto final posee excelentes cualidades organolépticas con una posible aceptación por parte de los potenciales consumidores y con un interesante valor agregado para una futura comercialización.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Directora de la Unidad Académica Mar del Plata de la UTN Lic. Juana Bau por su predisposición y apoyo continuos a la investigación aplicada. Este trabajo fue financiado por los PID'S UTN 1669 y 1670 año 2013-2015.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (1984), *Official Methods of Analysis* 13th Edition, AOAC International.
- Banco Mundial - FAO (2013), *Fish to 2030. Prospects for Fisheries and Aquaculture. World Bank Report number 83177*, Washington DC, 102 pp.
- Código Alimentario Argentino (CAA), Buenas prácticas de manufactura (BPM). Cap. N.º II Res. 80/96 del Reglamento del Mercosur, Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación, XXII Cap. Código Alimentario Argentino, Capítulo II, Art. 18 bis [en línea]. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_02.htm>.
- Codex Alimentarius, *Directrices del codex para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio CAC/GL 31-1999* [en línea]. Disponible en: <www.codexalimentarius.org>.
- El-Sayed, A. F. M. (2006), *Tilapia Culture*, Wallingford (UK), CAB International Publishing.
- FAO (1970), *Smoke curing of fish* FAO Fisheries Report, N.º 83: F II/R 88 (E), pp. 1-43.
- FAO (2014), *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, Roma, 274 pp. ISBN 978-92-5-308275-9, E-ISBN 978-92-5-308276-6.
- Morales, G.; Blanco, I.; Arias, M. L. y C. Chaves (2004), “Evaluación de la calidad bacteriológica de tilapia fresca (*Oreochromis niloticus*) proveniente de la Zona Norte de Costa Rica”, *ALAN* vol.54 (4), pp. 433-442.
- Nguyen, T. N. y D. A. Davis (2009), “Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp.”, *Journal of the World Aquaculture Society* 40 (1), pp. 113-121.
- SAGYPyA (2002), *Especies potenciales para cultivo: cultivo de especies de aguas templado-frías*, Dirección de Acuicultura, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación, pp.1-41 [en línea]. Disponible en: <lluchi@sagpya.minproduccion.gov.ar>.
- SAGYPyA (2012), *Producción del año 2012 de Acuicultura en la República Argentina*, Dirección de Acuicultura, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación.