

ASPECTOS BIOQUÍMICOS Y CAMBIOS POST MORTEM DEL FILETE DE PAICHE (*ARAPAIMA GIGAS*) ALMACENADO EN HIELO

BIOCHEMICAL ASPECTS AND POST MORTEM CHANGES OF PAICHE (*ARAPAIMA GIGAS*) FILLET STORED IN ICE

Alberto Salas Maritza Barriga

Dirección de Investigaciones, ITP. asalas@itp.org.pe

RESUMEN

SALAS A, BARRIGA M. 2004. Aspectos bioquímicos y cambios post mortem del filete de paiche (*Arapaima gigas*) almacenado en hielo. Bol. investig. Inst. tecnol. Pesq. Perú 6: 27-32.- Se obtuvieron datos iniciales sobre la composición química proximal, contenido de macro y micronutrientes, metales pesados y perfil de ácidos grasos de paiche. Por contenido graso, la especie puede ser considerada magra; los valores de metales pesados no sobrepasan los límites recomendados y los ácidos grasos poliinsaturados representan 24 % del total. Al evaluar la vida útil de la especie en filetes almacenados en hielo, se encontraron rangos de Valor K que pueden utilizarse como índice de calidad, a diferencia de las pruebas de BVN y pH que no demuestran ser indicadores adecuados. En el recuento microbiológico, el conteo de psicrótrofos es el que mejor se relaciona con el deterioro de la especie referida. Las muestras sobrepasaron el límite de aceptación a los 13 días de almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: *Arapaima gigas*, paiche metales pesados, valor K, BVN, Amazonía peruana.

ABSTRACT

SALAS A, BARRIGA M. 2004. Biochemical aspects and post mortem changes of paiche (*Arapaima gigas*) fillet stored in ice. Bol. investig. Inst. tecnol. Pesq. Perú 6: 27-32.- Initial data about proximal chemical composition, macro and micronutrients, heavy metals and fatty acid profile in paiche were obtained. By fat content, the species can be considered as lean, heavy metals content do not overcome recommended limits, and polyunsaturated fatty acids represent 24 % from the total. Shelf life evaluation fillets stored in ice showed K values to be adequated indexes, but it was not the case of BVN and pH test. Microbiological counts of psychrotrophs were the most correlated with the spoilage of the referred species. Fillets were considered acceptable until 13 storage days.

KEYWORDS: *Arapaima gigas*, paiche, heavy metals, K value, BVN, Peruvian Amazonia.

INTRODUCCIÓN

Los peces de los ríos tropicales de Sudamérica constituyen un recurso comercial, o de subsistencia, de gran importancia para las poblaciones amazónicas y juegan un

rol fundamental en el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

Actualmente se tienen identificadas alrededor de 2.400 especies de peces de agua dulce en los ríos del trópico sudamericano, especialmente en los de la Cuenca

amazónica. Predominan dos órdenes: Characiformes, que incluye la mayoría de los peces con escamas y los Siluriformes, conocidos como los peces con cuero (o placas óseas).

En el Perú, la Amazonía comprende el 63% de la superficie del país; es una zona muy rica en recursos terrestres y acuáticos, los cuales permiten el abastecimiento de los pobladores. La pesca y la caza son más importantes para la provisión de carne que la ganadería. La pesca es de tres tipos: de sostenimiento, comercial y ornamental; la pesquería ornamental es altamente especializada y se caracteriza por los continuos cambios originados por el mercado¹

La pesca comercial tiene como principales bases de operaciones las ciudades de Iquitos, Pucallpa y Yurimaguas, opera con embarcaciones grandes que permiten mayores desplazamientos, utiliza redes para capturas masivas y cajas isotérmicas para conservar el pescado fresco con hielo y abastece a las mencionadas ciudades^{1,2}.

La composición de la captura no obedece a la oferta ecológica, sino que está influenciada por la preferencia del consumidor, que se inclina por los peces medianos de escamas, antes que por los grandes peces de cuero que tradicionalmente merecieron poca demanda, por la creencia popular que producen enfermedades de la piel¹.

Existe abundante información sobre los aspectos biológicos de las especies de la Amazonía (identificación taxonómica, épocas de desove, crecimiento, alimentación desplazamientos a lo largo de la cuenca amazónica, etc.); sin embargo, es escasa la información sobre los cambios bioquímicos y las fluctuaciones de los nutrientes presentes en estos peces. Estos cambios bioquímicos post mortem, que ocurren en las especies de agua dulce varían considerablemente en función a diversos factores: especie, edad, estadio sexual, disponibilidad de alimento, ambiente, tipo de captura, conservación. Como es conocido, en el pescado, inmediatamente después de la muerte se presentan una se-

rie de reacciones autolíticas en el músculo, que conllevan a la degradación del ATP y sus compuestos relacionados. La hidrólisis del ATP, ADP y AMP hasta su conversión en IMP ocurre rápidamente después de la muerte del pez³. El conocimiento de estos cambios en el músculo de las especies de agua dulce puede ayudar a diseñar estrategias que ayuden a prolongar la vida útil de las especies.

Considerando el potencial que representa la comercialización de estas especies a nivel nacional e internacional, como productos frescos, congelados o procesados, es de vital importancia conocer una serie de variables relacionadas a su preservación post-captura, siendo en tal sentido necesario realizar el estudio de los patrones de deterioro, el establecimiento de los métodos químicos y microbiológicos que permitan fijar los estándares de calidad de los productos, la determinación de los tiempos de vida útil, así como información tecnológica adicional para promover el comercio ventajoso de estas especies.

El propósito del presente trabajo es iniciar el estudio de los cambios químicos y bioquímicos post mortem de las especies de peces amazónicos, con la finalidad de contribuir con el mejoramiento de la calidad del producto y prolongar su vida útil, ampliando sus expectativas comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima.- Se recibieron especímenes de paiche (*Arapaima gigas*) en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2004, para la determinación en cada oportunidad, de la composición química proximal, incluyendo a los micro y macroelementos. Para efectos del estudio de preservación se utilizó la materia prima proveniente de Iquitos, recibida en el mes de agosto con una longitud total promedio de $85 \pm 1,0$ cm y peso de $6,33 \pm 0,49$ kg.

Los especímenes provenientes de una piscigranja fueron colectados, sacrificados, empacados con hielo y enviados enteros, por vía aérea, a los laboratorios del

Instituto Tecnológico Pesquero (12-14 horas de transporte), donde se procesaron hasta filetes sin piel de aproximadamente 10x10x3 cm, luego fueron envasados en bolsas de polietileno y almacenados con abundante hielo para su posterior evaluación.

Métodos.- Se aplicaron los métodos analíticos recomendados por FAO⁴ para determinar proteína, grasa, ceniza y humedad. Los minerales fueron determinados de acuerdo a lo descrito por AOAC^{5,6}. Para el análisis de metales pesados se empleó la normativa española⁷. Los nucleótidos fueron separados e identificados de acuerdo a RYDER⁸. Para los perfiles de ácidos gra-

dos se utilizó el método de PREVOT y MORDRET^{9,10}. EL N-BVT fue determinado siguiendo la metodología descrita por el Diario Oficial de las Comunidades Europeas¹¹; y el pH se determinó de acuerdo a AOAC¹².

Para la evaluación sensorial de la muestra cruda se empleó una Tabla, elaborada por un método descriptivo, con una escala del 1 al 5, donde 3 fue el límite de aceptación (Tabla 1).

Los análisis microbiológicos fueron realizados de acuerdo a lo especificado por BAM¹⁷ y HUSS y col¹⁸.

Se evaluaron los cambios en los atributos sensoriales y químicos a los 2, 3, 5, 8, 14, 21 y 28 días.

Tabla 1.- Evaluación sensorial del filete de paiche almacenado en hielo

	Muy Bueno (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Malo (2)	Muy malo (1)
Olor	Inodoro, neutro	Ligero olor a "pescado"	Pronunciado de la misma especie	Desagradable	Abombado.
Textura	Firme elástica y jugosa.	Poco firme y poco elástica	Suave y jugosa.	Superficie pegajosa	Pastosa y Superficie pegajosa(*)
Sabor(c)	Insípido	Muy ligero a "pescado" fresco	Pronunciado a "pescado"	Ligeramente a deteriorado	Desagradable a abombado

(*) La superficie pegajosa se percibe al estado crudo.
(c) Muestra cocida

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los rangos de la composición química de los especímenes analizados entre los meses de agosto a octubre del 2004.

Tabla.2.- Composición química del filete de paiche (%)

Humedad	Ceniza	Grasa Cruda	Proteína
77,59 - 79,80	0,93 - 1,2	0,47 - 1,45	17,36 - 21,81

CORTEZ² registró valores puntuales de grasa de 1,9% durante la época de crecimiento (febrero - abril); dicho dato puede ser parte de la variación estacional de la grasa en esta especie.

En la Tabla 3 se presentan los datos relacionados a las fluctuaciones en los contenidos de los macro y microelementos de la carne del paiche, indicando que los valores encontrados guardan similitud con los valores referidos por KINSELLA¹³ en otras especies, quien en filetes frescos de pescado marino encontró un contenido de sodio de 30 - 90 mg/100 g; 250 - 320 mg de potasio/100 g; 6 - 120 mg de calcio/100 g; 0,3 - 7 mg hierro/100 g.

SOUTHGATE¹⁴ en el salmón fresco halló valores de 280, 26 y 0,20 mg/100 g de fósforo, magnesio y cobre respectivamente. Los dos primeros valores fueron similares

Tabla 3.- Contenido de macro y micro elementos en el filete de paiche

Sodio	Macroelementos (mg/100 g)				Microelementos (ppm)	
	Potasio	Calcio	Fósforo	Magnesio	Hierro	Cobre
112,2±0,4	253±4,2	16,8±0,7	170,3±10,1	17,5±0,9	5,6±1,0	0,5±0,32

que en el paiche; para el cobre se observó un mayor valor en la especie amazónica.

En la Tabla 4 se anotan los niveles de metales pesados de esta especie. El plomo se encuentra muy cerca del límite de 0,4 ppm recomendado por la Unión Europea¹⁵, mientras que el cadmio y mercurio se encuentran dentro de los límites recomendados (0,1 y 1 ppm respectivamente).

Tabla 4.- Metales pesados en filete de paiche (ppm) (agosto - septiembre - octubre 2004)

	Pb	Cd	Hg
Paiche	0,37 ± 0,1	0,08 ± 0,02	0,25 ± 0,12

En la Tabla 5, se presenta el perfil de ácidos grasos de los lípidos del paiche. Se apreció que más del 40% corresponde a ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos poliinsaturados representan el 24% del total de ácidos grasos, con picos importantes de EPA y DHA.

Tabla 5.- Perfil de ácidos grasos del filete de paiche

Nombre ácido graso	C:n	Paiche
Mirístico	C _{14:0}	4,50
Pentadecenoico	C _{15:0}	3,16
Palmítico	C _{16:0}	23,09
Palmitoleico	C _{16:1}	6,95
Margárico	C _{17:0}	1,70
Esteárico	C _{18:0}	8,63
Oleico	C _{18:1}	15,61
Linoléico	C _{18:2}	4,38
Linolénico	C _{18:3}	4,85
Araquídico	C _{20:0}	0,41
Eicosaenoico	C _{20:1}	1,77
Eicosatrienoico	C _{20:3}	2,80
Araquidónico	C _{20:4}	1,09
Eicosapentaenoico	C _{20:5}	1,65
Docosahexaenoico	C _{22:6}	4,08

Cambios bioquímicos y sensoriales durante el almacenamiento

En la Figura 1 se pueden observar los cambios en los contenidos de nucleótidos, en los filetes de paiche almacenados a 0°C. El ATP, ADP y AMP presentaron valores bajos durante el almacenamiento; el IMP presentó el valor más alto.

En otros peces se observa comúnmente que, cuando los niveles de IMP comienzan a disminuir, los valores de inosina e hipoxantina sobrellevan un progresivo incremento; sin embargo, esto no se observó en el filete

de paiche que, desde el inicio, mostró un aumento en los niveles de inosina, con bajos valores de hipoxantina (Hx) hasta el décimo tercer día de almacenamiento, en el que se produce un súbito aumento en la producción de Hx, coincidiendo con el rechazo del panel sensorial que calificó al filete como por debajo del valor límite establecido.

EHIRA¹⁶ al estudiar el contenido de nucleótidos en varias especies, explica que el paso de inosina a Hx está influenciado por la enzima nucleofosforilasa. Sin embargo, la actividad de esta enzima difiere entre especies, pues existen algunas que acumulan inosina durante el almacenamiento (especies acumuladoras de inosina), y en otras se acumulan la inosina e Hx, (especies de tipo intermedio). El paiche sería una especie acumuladora de inosina.

Los resultados de la evaluación sensorial indican que hasta los 3 días de almacenamiento los filetes de paiche fueron calificados como de muy alta calidad, hasta los 8 días como calidad aceptable, y a partir de los 13 días fue calificado como deteriorado.

En la Tabla 6 se puede apreciar que existe una relación entre el análisis sensorial y el valor K, de modo que este último puede ser utilizado como un criterio de calidad química, y establecer tentativamente, para el caso del filete de paiche, los siguientes criterios de frescura¹⁶: un valor K menor a 20% es muy fresco; 20 - 40% como fresco; 40 - 60% inicios del deterioro y valores mayores a 60% como totalmente deteriorado.

Valores de pH

No se observó ninguna tendencia concluyente en la variación del pH de las muestras almacenadas (Tabla 7). Los valores observados no mostraron mayor variabilidad, por lo que no podrían ser utilizados como un indicador confiable que determine el grado de deterioro de esta especie amazónica durante el almacenamiento.

Bases volátiles nitrogenadas (BVN)

Los datos obtenidos en relación a los cambios de las bases volátiles nitrogenadas (Tabla 7),

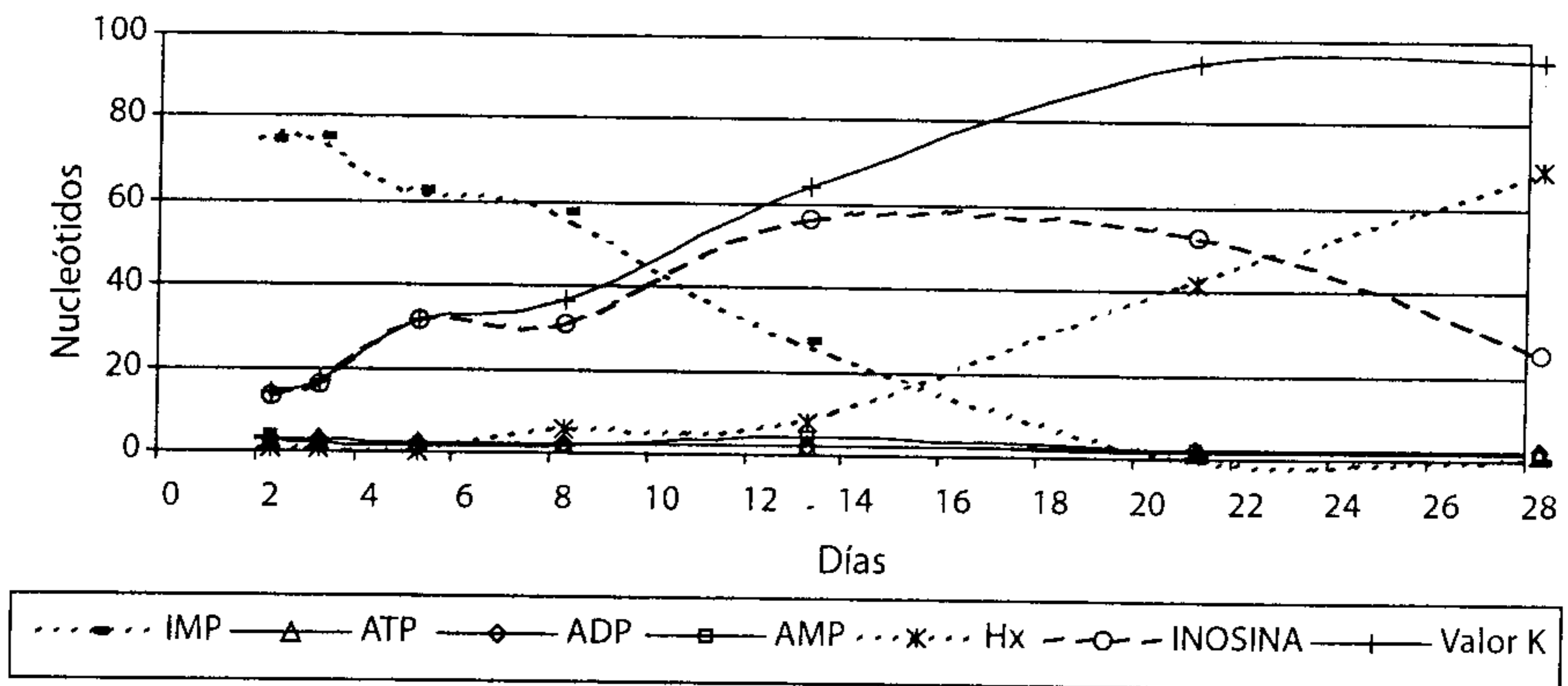


Figura 1.- Variación del contenido de nucleótidos en el filete de paiche almacenado en hielo.

Tabla 6.- Calificación sensorial y valor K en el filete de paiche

Tiempo (días)	2	3	5	8	13	21	28
Puntaje sensorial	5	4,5	3,8	3,5	2,5	malo	podrido
Valor K	14,4	16,6	32	36,1	63,8	94,40	95

Tabla 7.- Valores BVN y pH del paiche entero y en filete.

Tiempo (días)	pH		BVN (mg/100 g)	
	Entero	Filete	Entero	Filete
2	6,65		11,97	
3	7,05	6,70	8,80	8,00
5	6,90	6,90	7,01	4,62
8	7,05	6,70	11,55	8,83
13	7,10	6,70	10,75	12,07
21	6,85	6,40	15,11	18,56
28	7,10	6,55	9,60	20,66

fueron completamente disímiles a lo largo del almacenamiento, y no guardaban relación alguna con el grado de deterioro de la materia prima. Se concluye por tanto, que a diferencia de la mayoría de pescados marinos, el BVN no es un buen indicador que determine el grado de descomposición del paiche.

Análisis microbiológicos

En la tabla 8 se presentan los resultados microbiológicos de las muestras de filete de paiche almacenadas en hielo. En lo concerniente al crecimiento de bacterias aeróbicas mesófilas, a los 28 días de almacenamiento los contajes no superan el estándar establecido para productos pesqueros frescos refrigerados (10^6 UFC/g (CAEBONE 2003)). A pesar de estos resultados, es preci-

so indicar que no existiría mayor correlación entre el contaje de bacterias aeróbicas mesófilas y el grado de deterioro de esta especie, según ha sido descrito a través de los indicadores sensoriales y el valor K.

La correlación entre la carga bacteriana y los indicadores organoléptico y químico (Valor K), aumenta considerablemente cuando se trata de analizar el conteo de bacterias psicrótrofas en paiche. A los 14 días, el número de bacterias formadoras de colonias sobrepasó los límites establecidos en el estándar microbiológico para productos pesqueros frescos refrigerados, coincidiendo con los resultados obtenidos en la evaluación sensorial y el Valor K de las muestras.

Tabla 8.- Lecturas de UFC/g de bacterias mesófilas en agar SPC (Standard Plate Count) y bacterias psicrótrofas en agar IPA en filetes de paiche.

Días	Aerobios mesófilos (35°C)		Aerobios psicrótrofos (25°C)	
	UFC/g	Log	UFC/g	Log
2	240	2,38	160	2,20
3	340	2,53	9	0,95
5	300	2,48	190	2,28
8	2,5	0,40	600	2,78
14	51000	4,71	7500000	6,88
21	150000	5,18	10000000	7,00
28	900000	5,95	24000000	7,38

Una observación interesante derivada de los resultados microbiológicos es que, hasta el octavo día de almacenamiento, en ambas especies se observa una fase estacionaria del crecimiento bacteriano, con valores mayores para bacterias aeróbicas psicrótrofas.

Finalmente, deberá ser reiterado que para la normativa peruana, el límite máximo permisible de bacterias aerobios mesófilos es 10^6 UFC/g, para considerar apto para el consumo, un producto hidrobiológico crudo congelado o refrigerado.

CONCLUSIONES

1. El contenido graso (0,47 a 1.45%) indica que el paiche es una especie magra. No obstante, es preciso continuar con el estudio de su composición química proximal para determinar la variación estacional de este importante componente.
2. En relación a los metales pesados, el cadmio, mercurio y plomo se encuentran dentro de los límites establecidos.
3. Los ácidos grasos poliinsaturados representan el 24% del total de ácidos grasos, lo cual podría también ser destacado a fin de promover la ventaja del consumo de estos productos en el mercado nacional e internacional.
4. Se encontró una relación entre el valor K y el análisis sensorial para el filete de paiche, la cual podría utilizarse como un método químico para evaluar la frescura la especie. Esta relación es la siguiente: Muy fresco = Valor k < 20%; fresco = 20 - 40%; deteriorado = 40 - 60%.
5. Los filetes de paiche almacenados en hielo se mantienen con una calificación de muy buena calidad hasta los 3 días, y como aceptable, hasta los 8 días.
6. El análisis de BVN no es un buen indicador que determine el grado de descomposición del paiche.
7. Los valores de pH observados no mostraron mayor variabilidad, por lo que no podrían ser utilizados como un indicador confiable que determine el grado de deterioro durante el almacenamiento.
8. El grado de deterioro de las muestras guardó mejor relación con el conteo de bacterias psicrótrofas que con las mesófilas.

Agradecimiento.- A la Comisión para la Promoción de las Exportaciones del Perú (PROMPEX) por su contribución al presente trabajo mediante el suministro de la materia prima.

REFERENCIAS

1. Secretaria PRO TEMPORE Venezuela - FAO - DGIS. 1997. Situación y perspectivas de la seguridad alimentaria en la Amazonia en un marco de producción agropecuaria y de cooperación intra - regional. Perú Noviembre 1997: 411-424.
2. Cortez J. 1990 Folia Amazónica. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana Vol. 2
3. Hans Huss. 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO
4. FAO . 1986. Food and Nutrition Papers 14/7 Manuals of Food Quality Control.
5. AOAC. 1993. Minerals in Animal Feed. Atomic Absorption Spectrophotometric Method. Methods of Analysis for Nutrition. Labeling 968.08.
6. AOAC 1993 Phosphorus in Animal Feed. Photometric Method of Analysis for Nutrition. Labeling 965.17.
7. Boletín Oficial Español Num 195. 1991. Disposiciones generales. Ministerio de Sanidad y Consumo. 20734 Normas Microbiológicas, los límites de contenido de metales pesados y los métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la acuicultura.
8. Ryder J, 1985. Determination of Adenosine Triphosphate and its Breakdown Products in Fish Muscle by High Performance Liquid Chromatography. J. Agric. Food Chem. 33, 678 -680.
9. Prevot and Mordret. 1976. Revue française des Corps Gras, 23 anne N° 7-8 10.-
10. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. To rapid method of total lipid extraction and purification. J. Biochem. Physiol, 37: 911 - 917.
11. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1995. Directiva 95 / 149 / CE. (N° L 97/84 -N° L 97/85 -N° L 97/86). Determinación de la concentración de bases nitrogenadas volátiles (NBVT) en pescados y productos de la pesca procedimiento de referencia
12. AOAC. 1990. Potentiometric Method. pH of Flour.
13. Kinsella J. 1988 Fish and Seafoods : Nutritional Implications and Quality Issues Food Technology. May 146 - 150.
14. Southgate D, Paul A. 1985 The Composition of Foods Elsevier fourth Edition
15. Official Journal of the European Communities. 2002. Amending Regulation 466/2001 Setting maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs
16. Ehira 1976. A biochemical study on the freshness of fish. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. N°88. Dic 1976.
17. BAM. 2001. Methods on line. Bacteriological Analytical Manual on line. FDA. January 2001. Chapter 3.
18. Huss HH, Trolle O, Grem L. 1986. New rapid methods in microbiological evaluation of fish quality. Sea quality determination. Proceeding of an International Symposium coordinated by University of Alaska. Sea Grant College Program. Anchorage. Alaska. USA.