

CAMBIOS BIOQUÍMICOS Y SENSORIALES EN GAMITANA (*Colossoma macropomum*) FRESCA ALMACENADA A TRES DIFERENTES TEMPERATURAS.

BIOCHEMICAL AND SENSORIAL CHANGES IN FRESH TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) STORED AT THREE DIFFERENT TEMPERATURES

Maritza Barriga¹, Carlos Riofrío², Alberto Salas¹, Miguel Albrecht-Ruiz¹

¹ Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú.

² IVITA - Pucallpa. Carretera a Ventanilla, Km 5.200. Callao. mbs@itp.org.pe

RESUMEN

BARRIGA M, RIOFRÍO C, SALAS A, ALBRECHT-RUIZ M. 2008. Cambios bioquímicos y sensoriales en gamitana (*Colossoma macropomum*) fresca almacenada a tres diferentes temperaturas. Bol. invest. Inst. tecnol. pesq. Perú 8: 85-92. Se estudiaron cambios bioquímicos y sensoriales de gamitana (*Colossoma macropomum*) fresca almacenada a temperaturas de 0 °C, 10 °C y al ambiente (23 °C). Se monitoreo la evolución del rigor mortis, evaluación sensorial, cuantificación de bases volátiles nitrogenadas (N-BVT), nucleótidos, valor k (Vk), cuantificación de glucosa libre, ácido láctico y pH. En las muestras almacenadas al ambiente, el rigor mortis se presentó después de 13 horas y en aquéllas almacenadas a 0 °C a las 1,5 horas. La evaluación sensorial y el valor k, que presentaron una relación inversamente proporcional, resultaron ser buenos indicadores de frescura, mientras que el N-BVT no guardó relación con la pérdida de frescura en esta especie. Los nucleótidos que presentaron mayores variaciones en el transcurso del tiempo fueron la inosina monofosfato (IMP) y la inosina (HxR). Solo los valores de ácido láctico en las muestras a 0 °C tuvieron relación con el pH encontrado. Las muestras enteras almacenadas a 0 °C, 10 °C y a 23 °C obtuvieron la calificación sensorial de aceptables hasta 15, 6 y 1 día respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Análisis sensorial, valor k, nucleótidos, *Colossoma macropomum*.

ABSTRACT

BARRIGA M, RIOFRÍO C, SALAS A, ALBRECHT-RUIZ M. 2008. Biochemical and sensorial changes in fresh tambaqui (*Colossoma macropomum*) stored at three different temperatures. Bol. invest. Inst. tecnol. pesq. Perú 8: 85-92. Biochemical and sensorial changes in fresh tambaqui (*Colossoma macropomum*) stored at temperatures between 0 °C, 10 °C and room temperature (23 °C) were studied. Evolution of rigor mortis, sensory evaluation, quantification of N-BVT, nucleotides, k-value (Vk), quantification of free glucose and lactic acid and pH were followed during storage period. Rigor mortis was reached after 13 hours storage period in the samples stored at room temperature, whereas and after 1,5 hours in those samples stored at 0 °C. Sensory evaluation and K value, which showed an inversely proportional relationship, proved to be good indicators of freshness, although N-BVT did not have relationship. The nucleotides that showed greater variations over time were mono-phosphate inosine (IMP) and inosine (HxR). The values of lactic acid were related to the pH in the samples stored at 0 °C. Whole fish samples stored at 0 °C, 10 °C and 23 °C were sensoryally accepted at 15, 6 and 1 day, respectively.

KEYWORD: sensory analysis, k-value, nucleotides, *Colossoma macropomum*.

INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana – que comprende el 63% de la superficie total del Perú, con abundantes recursos bioacuáticos, de gran importancia comercial y alimentaria - se efectúan principalmente tres tipos de pesquería que incluyen una del tipo ornamental, otra de sostenimiento o subsistencia (referida a la captura para consumo inmediato) y la tercera pesca del tipo comercial que opera con embarcaciones de mayor desplazamiento para abastecimiento de pescado a las grandes ciudades de la región⁽¹⁾.

Una de las especies de importancia comercial es la gamitana - pez originario de la cuenca del Orinoco, desde donde se distribuyó a la Amazonía – cuya carne es especialmente apetecida por su calidad. Esta especie pertenece a la Familia Characidae (Characins) y a la subfamilia Serrasalminae y se le conoce también en otros países de la cuenca del Amazonas y del Orinoco como cachama, cherna, tambaqui o pacú negro. Al estado natural vive la mayor parte del tiempo en cuerpos de agua lénticos o estancados, con pH ácido y cubiertos de vegetación. Sin embargo, debido a su buena adaptación en ambientes controlados se ha iniciado su cultivo a mayor escala⁽²⁾.

Los procesos de captura, preservación, transporte y comercialización de la gamitana constituyen etapas de suma importancia en la cadena productiva asociada al cultivo de esta especie, más aún si tomamos en consideración que se trata de un producto altamente perecible; de allí la necesidad de conocer de manera sistemática los eventos bioquímicos que ocurren en esta especie desde el momento de su captura, pues como es conocido los cambios post mortem son variables entre las diferentes especies y son influenciadas por la edad, régimen alimentario, forma de sacrificio, conservación, etc.⁽³⁾.

De manera general, se conoce que los pescados continentales tropicales poseen un comportamiento diferente a la mayor parte de las especies marinas, principalmente por alcanzar una rápida rigidez a temperaturas de refrigeración, fenómeno conocido como cold shock^(4,5,6). Este endurecimiento muscular a bajas temperaturas es consecuencia de la inactivación de la

bomba de calcio del retículo sarcoplasmático y al incremento de la permeabilidad al Ca^{2+} en las miofibrillas que, junto a los niveles apreciables de ATP, inician la contracción muscular antes del comienzo del rigor⁽⁷⁾.

La escasa información acerca de la conservación de la "gamitana" fresca, inmediatamente después de su captura, hace necesario identificar los cambios físicos, químicos y sensoriales que ocurren en esta especie luego de su muerte. Por tal razón el objetivo de este trabajo fue determinar el patrón de descomposición de la gamitana de cultivo, brindando la información acerca de los cambios de calidad que pueden ocurrir cuando esta especie es almacenada a tres temperaturas (0, 10 y 23 °C).

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima

Para el presente estudio, se emplearon 45 especímenes, con una longitud total (LT) promedio de $29 \pm 2,2$ cm y peso promedio de $409,6 \pm 66,9$ g. Extraídos de la estación piscícola de IVITA - Pucallpa, los peces fueron colocados inmediatamente en una mezcla de agua:hielo (2:1), siendo los especímenes sacrificados por hipotermia, al ser sumergidos en la mezcla fría; luego fueron colocados en cajas isotérmicas con hielo y remitidos a los laboratorios del ITP donde llegaron 12 horas después de su captura. La carga de pescado fue separada en 3 grupos y almacenados a 0 °C, 10 °C y al ambiente (23 ± 2 °C). Los datos iniciales de ácido láctico, nucleótidos y rigor mortis, fueron obtenidos en la estación de Pucallpa.

Para la evaluación del rigor mortis, los especímenes fueron dejados al ambiente en la estación de IVITA-Pucallpa (32 ± 4 °C) y el mismo número en hielo (0 °C) por 24 horas^(4,9). Se observó la flexión de la cola al colocar el pescado verticalmente tomándolo por la cabeza. La puntuación utilizada fue: 1, flácido; 2, se dobla la cola hasta la mitad; 3, la cola se dobla ligeramente; 4, cola recta; 5, pescado rígido.

Análisis

Se realizaron los siguientes análisis:

Composición Proximal (CP).- La CP de la gamitana se realizó en filete con piel de acuerdo a FAO⁽⁸⁾.

Bases Volátiles Nitrogenadas (N-BVT).- Las N-BVT de las muestras fueron determinadas mediante el método de CONWAY⁽¹¹⁾.

Valor K.- Se realizaron análisis de frescura de las muestras mediante el Valor K. Los nucleótidos fueron separados e identificados por adaptación del método de RYDER⁽¹²⁾. Un gramo de músculo dorsal fue colocado en un tubo al que se agregó 5 mL de solución tampón fosfato de sodio 25 mM (a pH 7), esta mezcla fue calentada y pasada por filtros con poros de 0,45 µm; 20 µL del filtrado fueron inyectados al HPLC Perkin Elmer. La separación se realizó en una columna SUPEL-COSIL™ LC-18 (5 µm, 25 cm de longitud), utilizando como fase móvil solución tampón fosfato potasio 25 mM, con un flujo de 1 mL/min y leídos a 254 nm. Los estándares de referencia fueron adquiridos de Sigma Chemical Company. El orden de elusión de la columna fue IMP, ATP, ADP, AMP, Hx y HxR. El valor K fue calculado de acuerdo a la ecuación de EHIRA y col⁽¹³⁾:

$$\text{Valor K (\%)} = \frac{(\text{Mx} + \text{FNO})}{(\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{Hx} + \text{Ino})} \times 100$$

Glucosa libre y ácido láctico.- Para la determinación de los contenidos de glucosa libre y ácido láctico en el extracto muscular, se utilizaron los kits de ensayo SPINREACT®, que fueron leídos a 505 nm en un espectrofotómetro Shimadzu UV-200. Ambas metodologías fueron aplicadas de acuerdo a lo recomendado por SUÁREZ Y COL.⁽¹⁴⁾. El extracto para glucosa libre (inicial) y lactato fueron obtenidos sometiendo 0,5 g de músculo dorsal de gamitana, con 5 mL de ácido perclórico, centrifugando y almacenándolo en congelación hasta su cuantificación previa neutralización. Se evaluó paralelamente el contenido de glucógeno al extracto neutralizado, hidrolizando el glucógeno con amiloglucosidasa hasta obtener glucosa libre (total), para luego cuantificarla mediante el kit SPINREACT®¹⁴. La diferencia entre la glucosa libre inicial y la glucosa libre total representaría el contenido de glucógeno.

pH.- La medida del pH fue realizado con un potenciómetro TOA modelo HM-7B acoplado a un electrodo Methrom para muestras semisólidas.

Análisis sensorial.- Las pruebas preliminares para la elaboración de las tablas sensoriales se realizaron en muestras muy frescas, que fueron evaluadas periódicamente hasta llegar al deterioro⁽¹⁰⁾. La Tabla 1, A y B, muestra una calificación numérica descriptiva, de cinco niveles: 5, muy buena; 4, buena; 3, aceptable; 2, mala; 1, muy mala. El límite de rechazo fue establecido en valores menores a 3. Los especímenes fueron evaluados en forma entera y como filete cocido, para lo cual 15 a 20 g de músculo fueron colocados en una bolsa resistente al tratamiento térmico por inmersión en agua hirviente por 5 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal (CP)

La CP promedio de las muestras fue: 82,1% de humedad, 0,2% de grasa cruda, 16,1% de proteína cruda y 1,1% de cenizas.

Rigor mortis

La inclinación de la cola fue poco evidente, debido a la estructura esquelética y a la piel gruesa de la especie evaluada; la firmeza del músculo permitió aproximarnos a determinar su endurecimiento. Así, los especímenes que estuvieron al ambiente alcanzaron la rigidez, aproximadamente a 13 horas después de su captura; las almacenadas a 0 °C se endurecieron a los 90 minutos de colocados en hielo, indicando el fenómeno de "cold shock". La etapa post rigor, no pudo ser determinada en estos especímenes, debido a que los factores antes mencionados impidieron observar el posterior ablandamiento del pescado.

Nuestros resultados difieren de ALMEIDA y col.⁽⁵⁾, quienes encontraron un endurecimiento máximo del espécimen a los 30 minutos de almacenado en hielo, y mantuvo un índice de rigor elevado hasta por una semana; sus especímenes trabajados fueron más

Tabla 1 A y B.- Evaluación sensorial propuesta para Gamitana entera cruda (A) y para el músculo cocido (B)

	1 A	5, MUY BUENO	4, BUENO	3, REGULAR	2, MALO	1, MUY MALO
Piel		Abundante mucus transparente, escamas muy adheridas	Mucus transparente, escamas adheridas.	Poco mucus, ligeramente denso, no existe mucha adhesión de las escamas	Ausencia de mucus, piel seca, escamas se desprenden con facilidad al intentar extraerlas.	Piel muy seca, escamas se desprenden con facilidad.
Branquias		Rojo brillante, lamelas perfectamente separados, sin olor.	Rojo brillante, lamelas inician la separación en grupos. Leve olor a pescado.	Rosáceo, lamelas adheridas en grupos, ligero olor desagradable.	Color rosáceo, lamelas totalmente separadas, olor amoniacal.	Color rosáceo, lamelas separadas, olor intenso amoniacal.
Opérculos		Parte superior de coloración gris verdosa y parte inferior blanquecina	Parte inferior con ligeros rasgos rojos.	Parte inferior pequeñas zonas rojizas	Parte inferior rojiza	Zonas amplias Rojas.
Consistencia del músculo.		Duro o muy firme y elástico	Firme y elástico	Poco firme y elástico	Poco firme no es elástico	Blando
Olor de músculo		Ausencia de olor.	A pescado fresco	Pronunciado a pescado.	Fermentado, pútrido	Pronunciado a fermentado y pútrido
Vísceras		Vísceras intactas y firmes Poro anal cerrado	Vísceras intactas, firmes y poro anal poco abierto	Vísceras enteras blandas, poro anal dilatado.	Vísceras licuadas salen por el poro anal	Licuadas.
	1 B	5, MUY BUENO	4, BUENO	3, REGULAR	2, MALO	1, MUY MALO
Olor y Sabor		Agradable, ligeramente a pescado muy fresco	A pescado fresco	Muy pronunciado a pescado.	Fermentado, ligeramente abombado, desagradable.	Abombado, pútrido
Textura		Muy Firme y muy jugoso	Firme y jugoso	Poco firme, poco jugoso	No es firme.	Pastoso

El análisis estadístico aplicado a los resultados de valor K en función al tiempo y temperatura de almacenamiento fue realizado con el programa SPSS vs 10 for Windows.

grandes (2,5 kg y 48 cm LT) y sacrificados por asfixia. KODAIRA et al.⁽¹⁵⁾ observaron que los híbridos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* (Cachama) almacenados a cero grados, mostraron también una máxima contracción a las dos horas a 0 °C, mientras que al ambiente (27 ± 3 °C) presentaron un valor máximo de rigor mortis a las 10 h de almacenadas. CURVAN et al.⁽⁴⁾ en estudios realizados en tilapia (híbrido de *Oreochromis aurius* y *O. niloticus*) y carpa (*Cyprinus carpio*) mostraron un máximo endurecimiento a 0 °C luego de 2 h y al ambiente (22 °C) después de 7 h^(4, 9).

Aparentemente, el inicio del rigor mortis dependería de la diferencia entre la temperatura del hábitat del pez y la temperatura de almacenamiento; cuando esta diferencia es mayor, el rigor se inicia a menor tiempo y viceversas⁽¹⁶⁾.

Evaluación sensorial

La Tabla 2 muestra que la gamitana entera almacenada a 0 °C presentó condiciones aceptables hasta por 15 días de almacenamiento; a 10 °C hasta 6 días y al ambiente sólo un día. El cambio más evidente en la apariencia fue el cambio de coloración de los opérculos y la disminución de la cantidad de mucus en la piel.

Tabla 2.- Calificación sensorial, Valor K y contenido de Bases Volátiles Nitrogenadas (N-BVN) durante el almacenamiento de gamitana (*Colossoma macropomum*)

Días	Calificación sensorial			Valor K			N-BVN (mg%)		
	0°C	10°C	22°C	0°C	10°C	22°C	0°C	10°C	22°C
0	5,0	5,0	5,0	12,9	12,9	12,9	5,0	5,0	5,0
1	5,0	5,0	3,0	13,5	11,4	23,8	5,3	7,2	7,9
2	4,5	4,0	1,0	15,3	12,7	79,2	5,9	7,7	39,3
3	4,5	3,5		15,6	18,3		6,2	8,2	
6	4,0	3,0		16,3	38,2		7,2	9,8	
8	4,0	2,0		17,2	43,5		5,2	6,0	
15	3,5			27,6			5,5		
20	2,8			44,5			6,4		

Bases volátiles nitrogenadas (N-BVT)

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos bajo las diferentes condiciones de almacenamiento. La muestra almacenada al ambiente deteriorado al cabo de 2 días presentó valores de 39,3 mg N-BVT/100 g, coincidiendo con reportes que relacionan aceptabilidad y N-BVT, cuyos valores límite para pescado refrigerado se contemplan entre 25 y 40 mg de N/100g dependiendo de la especie^(17, 11). Sin embargo, a temperaturas de 0 y 10 °C este análisis no llegó a tener relación alguna con el deterioro; por ejemplo, se observa que al octavo día la muestra almacenada a 10 °C, ya presentaba sensorialmente características de deterioro, no obstante los valores de N-BVT se mantenían alrededor de 6 mg /100 g. Al respecto REHBEIN y OELEHLENSCHLAGER citados en Huss⁽³⁾ consideraron al análisis de N-BVT poco confiable para la medición del deterioro durante los 10 primeros días en algunas especies refrigeradas; SALAS y col.⁽²⁴⁾ concluyeron que las N-BVT no guardaban relación con el deterioro del filete de "paiche" (*Arapaima gigas*), almacenado en hielo.

Valor K

La temperatura y el tiempo de almacenamiento tuvieron influencia en el Valor K ($p < 0,05$, $r^2 = 0,937$) de las muestras. La Tabla 2 muestra la calificación sensorial y el valor K de las muestras almacenadas, los cuales presentaron una correlación lineal de 0,94 a 0 °C; 0,97 a 10 °C y 0,93 a 23

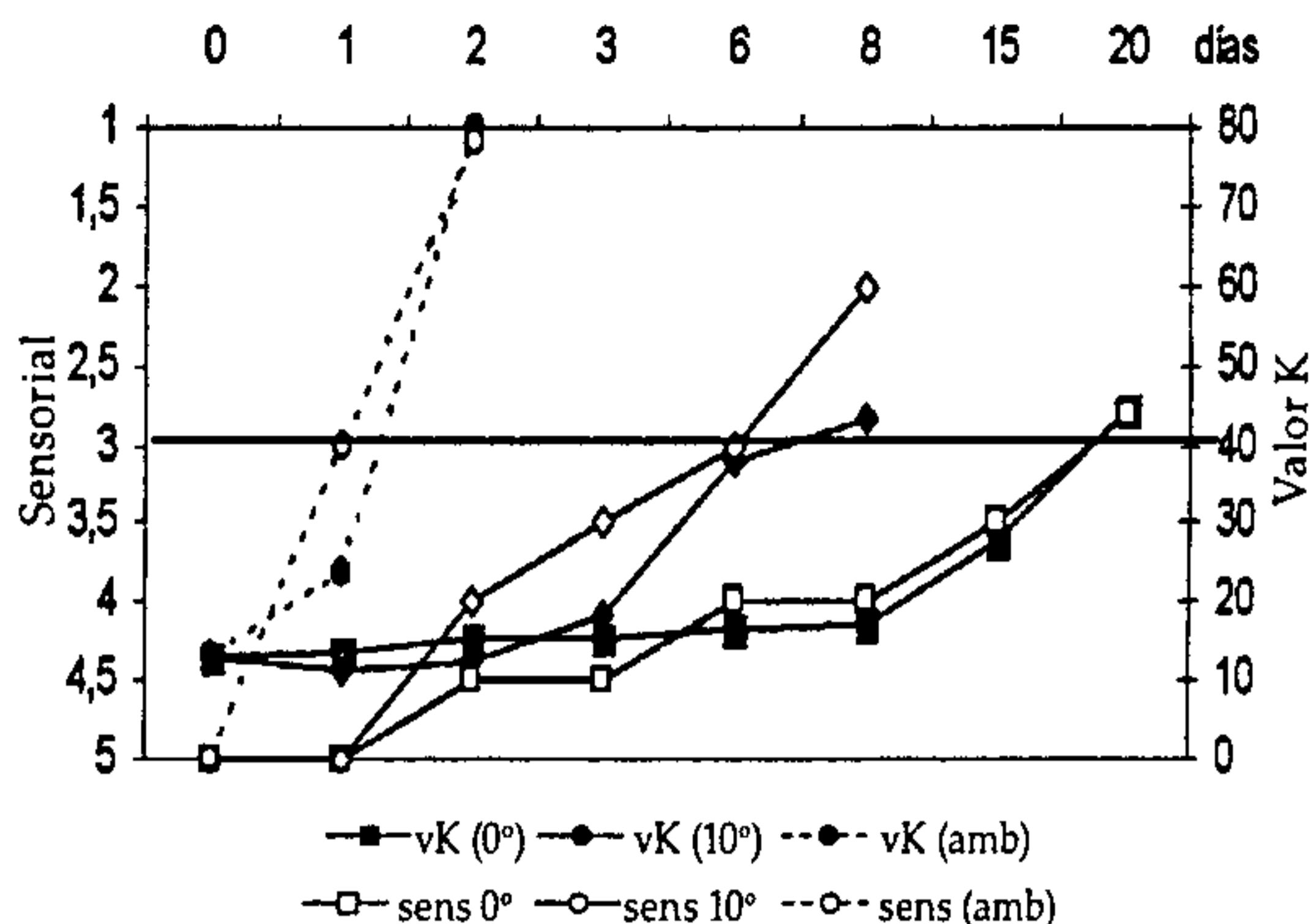


Figura 1.- Relación entre la evaluación sensorial y el valor K durante el almacenamiento de gamitana

°C. Los valores K menores a 20% mantuvieron una buena calificación sensorial, valores entre 20 y 40% al límite de aceptación y los que pasaron el 40% habían sido rechazados, coincidiendo en parte con otros autores^(15,20) quienes atribuyen valores K menores a 20% a pescados muy frescos, entre 20 y 40% a frescos, entre 40 y 60% con incipiente deterioro y mayores de 60% deteriorados (Figura 1).

Nuestros resultados de gamitana almacenada en hielo son concordantes a los encontrados por ALMEIDA y col.⁽⁵⁾ quienes concluyen que la determinación del Valor K es un buen índice para evaluar la frescura durante los 12 primeros días de almacenamiento en hielo. En otras especies del mismo género como *Colossoma macropomum piaractus* se ha observado un comportamiento similar⁽¹⁵⁾.

Degradación de nucleótidos y el valor K

La Figura 2 muestra la variación inversa de dos derivados del ATP: inosina monofosfato (IMP) y la inosina (HxR). La temperatura de almacenamiento incide directamente en la desaparición del IMP con la concomitante formación de HxR. La relación inversa entre IMP y HxR se registró también en *Macroronus novaezelandiae*⁽¹²⁾, *Brycon cephalus*⁽⁶⁾ y en *Oncorhynchus mykiss*⁽¹⁸⁾. En cuanto a la hipoxantina (Hx) se observó que los valores aumentaron gradualmente en la muestra almacenada al ambiente, a los dos días presentó valores elevados de Hx (64,7%) (Tabla 3).

Tabla 3.- Contenido de Inosina monofosfato (IMP), Inosina (HxR) e Hipoxantina (Hx) durante el almacenamiento de gamitana (*Colossoma macropomum*)

Días	0 °C			10 °C			Amb. (23 °C)		
	IMP	HxR	Hx	IMP	HxR	Hx	IMP	HxR	Hx
0	77,2	11,6	1,3	77,2	11,6	1,3	77,2	11,6	1,3
1	86,1	12,2	1,5	82,3	8,38	3,0	69,2	20,7	2,9
2	78,2	13,4	1,9	80,8	10,7	2,0	15,0	14,2	64,7
3	77,9	13,3	2,5	75,9	10,9	7,3			
6	77,6	13,2	3,0	55,3	28,9	9,0			
8	73,2	17,4	2,8	50,1	37,8	5,7			
15	68,5	22,3	5,3						
20	48,2	35,9	8,6						

Los contenidos de IMP y Hx han sido relacionados con el sabor; el IMP como responsable del sabor a productos pesqueros muy frescos y la Hx relacionado al sabor amargo percibido en el pescado deteriorado ⁽¹⁹⁾. Esto fue confirmado en la evaluación sensorial de aquellas muestras con elevado contenido de Hx en gamitana (Tabla 3).

En todas las muestras analizadas las concentraciones de ATP, ADP y AMP presentaron niveles por debajo de 2%, 3%, y 9% respectivamente. Al respecto, la bibliografía también muestra que en pruebas de almacenamiento, los nucleótidos fosforilados de adenina presentan valores muy bajos ⁽¹⁹⁾.

Contenido de glucosa libre y glucógeno

El contenido de glucosa libre disminuyó durante el almacenamiento (Tabla 4). Durante las 6 primeras horas a 0 °C se mantuvo en niveles similares; posteriormente estos valores disminuyeron y a las 48 h se estabilizaron. Los resultados obtenidos para glucógeno resultaron ser anormalmente elevados, aparentemente la técnica utilizada no fue la adecuada ⁽¹⁴⁾. Cabe mencionar que los valores obtenidos para glucosa libre coinciden con los referidos para glucógeno en otras especies ^(21, 22, 23), posiblemente el ácido perclórico hidrolizó el glucógeno durante el almacenamiento de los extractos.

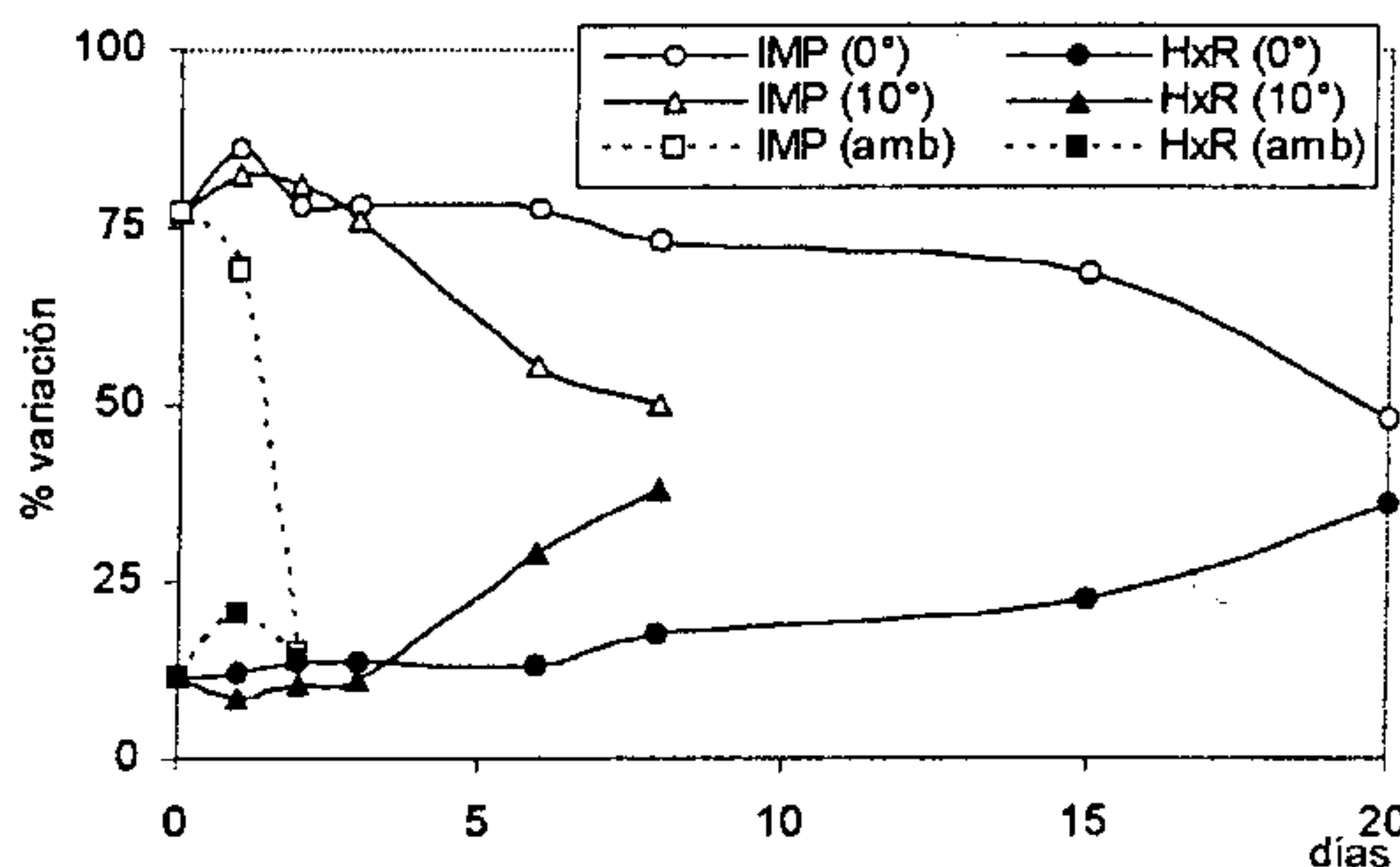


Figura 2.- Variación porcentual de inosina monofosfato (IMP) e inosina (HxR) durante el almacenamiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) a diferentes temperaturas.

Tabla 4.- Contenidos de glucosa, lactato y valores de pH en músculo de gamitana post-mortem almacenada a diferentes temperaturas.

Horas	Glucosa (mg%)			Lactato (mg%)			pH		
	0 °C	10 °C	Ambiente	0 °C	10 °C	ambiente	0 °C	10 °C	ambiente
0	206,9	206,9	206,9	245,8	245,8	245,8	6,9	6,9	6,9
2	203,0			364,0			6,7		
4	209,8			401,7			6,7		
6	222,0			439,5			6,2		
8	191,0			418,1			6,5		
14	136,6			310,3			6,5		
24	126,0	148,2	120,8	329,0	317,5	310,3	6,5	6,5	6,5
48	67,6	78,3	51,2	242,3	368,8	329,0	6,7	6,5	6,3
72	67,0	58,5		239,1	324,0		6,6	6,4	
144	66,0	66,1		236,6	287,4		6,7	6,5	

Contenido de ácido láctico y valores de pH

Los valores de lactato en el músculo post-mortem almacenado a diferentes temperaturas se incluyen en la Tabla 4. En las muestras a 0 °C, durante las primeras 6 horas post-mortem, se observó un incremento desde 246 mg/100 g hasta 439 mg/100 g, para luego disminuir en el tiempo hasta valores comparables al inicial. Las muestras almacenadas a mayor temperatura no lograron disminuir el lactato como las que estuvieron en hielo (Figura 3), debido posiblemente a que la menor temperatura de almacenamiento podría favorecer una mejor conservación del sistema enzimático, que permitió una mejor remoción del lactato.

Un comportamiento diferente se mostró en el "abadejo" ⁽²³⁾ con una continua acumulación de ácido láctico durante los primeros dos días de almacenamiento a -1,6 °C, no encontrándose niveles detectables durante las primeras horas. Así mismo, datos obtenidos en caballa ⁽²¹⁾ sólo muestran incrementos de ácido láctico durante su almacenamiento por varios días; pero no se tienen referencias sobre el efecto de la disminución del lactato durante las primeras horas post-mortem.

Los valores de pH fluctuaron entre 6,2 y 6,9 (Tabla 4); las mayores fluctuaciones se dieron en aquellas muestras almacenadas a 0 °C, en las cuales se observó que a las 6 h presentaron el valor más bajo, para luego aumentar ligeramente en función del tiempo, llegando hasta casi el valor inicial, efecto también observado en *G. aeglefinus* almacenado en hielo ⁽²²⁾.

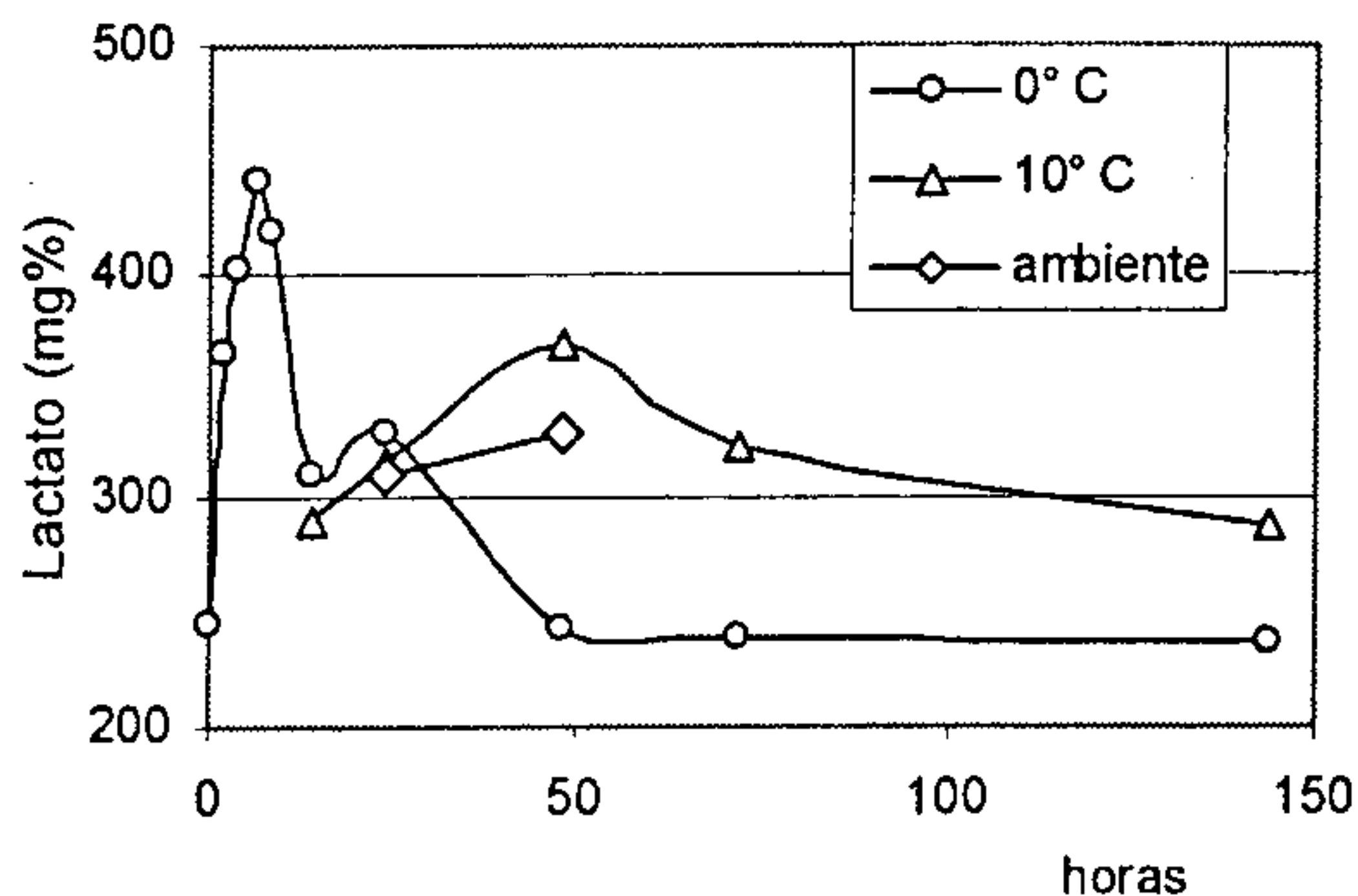


Figura 3.- Variación del contenido de lactato a diferentes Temperaturas en músculo de gamitana post-mortem

CONCLUSIONES

Los especímenes de gamitana almacenados al medio ambiente, presentaron rigidez cadavérica transcurridas aproximadamente las primeras 13 horas de almacenamiento, mientras que las muestras a 0 °C se tornaron rígidas transcurridas 1,5 horas.

Las muestras almacenadas a 0 °C, 10 °C y ambiente tuvieron los siguientes tiempos de vida útil: 15, 6 y 1 día, respectivamente.

La determinación de N-BVT no es un buen indicador de deterioro para la gamitana.

Los derivados del ATP que presentaron variaciones evidentes fueron el IMP y HxR, los cuales mostraron una relación inversa.

La temperatura y el tiempo de almacenamiento tuvieron influencia en el valor K ($p < 0,05$) con un r^2 de 0,937.

El incremento de ácido láctico disminuye durante su almacenamiento en frío hasta valores cercanos al inicial.

El valor K fue un indicativo de deterioro guardando relación lineal con la calificación sensorial de 0,94; 0,97 y 0,93 a 0, 10 y 23 °C, respectivamente.

REFERENCIAS

1. Secretaría 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. Guerra H.1999. Desarrollo de la acuicultura en la Amazonia Continental. Seminario Taller Internacional. Instituto de investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP).
3. Huss HH. 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca. Editado por la FAO y Ministerio Danés de Agricultura y Pesca.
4. Curran C, Poulten R, Brueton A, Jones N. 1986. Cold shock reactions in iced tropical fish. J. Food Tech., 21: 288-299.
5. Almeida M, Batista G, Kodaira M, Val L, Lessi E. 2005. Determinação do índice de rigor-mortis e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. Ciência Rural, 35 (3): 698-704.

6. Batista G, Lessi E, Kodaira M, Falcao P, 2004. Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxá *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. Cien. Tecnol. Aliment., Campinas, 24 (4): 573-581
7. Parry R, Alcasid M, Panggat E. 1987. Cold Shock in fish. International J. Food Sci. and Tech. (22) : 637-642
8. FAO. 1986. Food and Nutrition Paper 14/7. Manuals of Food Quality Control. Food analysis: General Techniques, Additives, Contaminants and Composition. Prepared by FAO with support of the Swedish International Development Authority (SIDA). Roma.
9. Curran C, Poulten R, Brueton A, Jones N. 1986. Effect of handling treatment on fillet yields and quality of tropical fish. J. Food Tech., 21: 301-310
10. Diario oficial de las comunidades europeas. 1989. Baremo de clasificación de frescura. Brussel European Comisión. P5-6.
11. Conway E. 1962 Micro Diffusion Analysis and Volumetric Error 5th Ed. Crosby Lockwood and Sons. N.V.
12. Ryder. 1985. Determination of Adenosine Triphosphato and its Breakdown Products in fish muscle by High Performance Liquid Chromatography. J. Agric. Food Chem. 33: 678-680.
13. Ehira S, Uchiyama H. 1987. Determination of fish freshness using K value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness. In: Kramer, Liston (Editors). Proceedings of the International Symposium on Seafood Quality Determination. Coordinated by the University of Alaska Sea Grant. 1986 Nov 10-14. Anchorage, Alaska, USA: 185-207
14. Suárez M, Moreno B, Senso L, García M. Cambios bioquímicos post mortem en el músculo de la dorada. Informe Proyecto INIA, CAL01-071. Universidad de Almería, España (sitio internet) disponible en http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/pesca/acuicultura/descargas/OtrosOrganismos/3_cambios_bioquim_postmortem.pdf acceso junio 2005.
15. Kodaira M, Tomé E, Pérez M. 2001. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre los cambios post-mortem y frescura de híbridos de Cachama (*Colossoma macroponum* x *Piaractus brachyomus*) cultivados. An. Venez. Nutr. 14 (2): 53-59.
16. Abe H, Okuma E. 1991. Rigor-mortis progress of carp acclimated to different water temperatures. Nippon Suisan Gakkaishi, 57 (11): 2095-2100
17. Connell J.J. 1978. Control de la calidad del pescado. Ed Acribia. Zaragoza España.
18. Ozogul Y, Ozogul F. 2002. Degradation products of adenine nucleotide in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored in ice and modified atmosphere packaging. Turk. J. Zool., 26: 127-130.
19. Howgate P. 2005. Kinetics of degradation of ATP in chill-stored rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Int. J. Food Sci., 40: 579-588.
20. Ehira S. 1976. A Biochemical Study on the Freshness of Fish. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab N° 88.
21. Amano K, Bito M, Kawabata T. 1953. Handling Effect upon Biochemical change in the fish muscle immediately after catch. Difference of glycolysis in the frigate Mackerel Killed by various methods. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 19(4): 487-498 .
22. Macpherson NL. 1932. Studies in the behaviour of the carbohydrates and lactic acid of the muscle of the haddock (*Gadus aeglefinus*) after death. Biochem. J. 26(1): 80-87.
23. Sharp JG. 1935. Post mortem breakdown of glycogen and accumulation of lactic acid in fish-muscle at low temperatures. Biochem. J. 29(4): 850-853.
24. Salas A, Barriga M. 2006. Aspectos Bioquímicos y cambios postmortem del filete de paiche (*Arapaima gigas*) almacenado en hielo. Bol. invest. Inst. tecnol. pesq. Perú 6:27-32.