

CAMBIOS QUÍMICOS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICOS EN "PERICO" (*CORYPHAENA HIPPURUS*) ALMACENADO EN HIELO

CHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL CHANGES IN "MAHI MAHI" (*CORYPHAENA HIPPURUS*) STORED IN ICE

Jorge Chávez María E Ayala Miguel Albrecht Alberto Salas

Dirección de Investigación, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú.

Carretera a Ventanilla Km. 5,200 Callao. jchavez@itp.org.pe

RESUMEN

CHÁVEZ J, AYALA ME, ALBRECHT M, SALAS A. 2004. Cambios químicos, sensoriales y microbiológicos en "perico" (*Coryphaena hippurus*) almacenado en hielo. Bol. investig. Inst. tecnol. pesq. Perú 6: 15-21.- Se evaluó la "frescura" de 36 especímenes mantenidos en hielo, utilizando métodos químicos, sensoriales y microbiológicos. Los resultados indicaron que, la medida del valor K y la determinación de N-BVT, no demostraron ser indicadores adecuados para la evaluación de frescura de la especie, a diferencia de las pruebas de TMA cuyos valores mostraron una alta correlación con el análisis sensorial, en el cual las muestras fueron calificadas aptas hasta las 96 horas de almacenamiento; la flora mesófila permaneció aproximadamente constante hasta el término del estudio; el recuento de psicrótrofos no varió notoriamente hasta las 72 horas de almacenamiento, mostrando un comportamiento similar al desarrollo de N-BVT; y el recuento de enterobacterias guardó relación con los valores límite referidos para histamina, en especial a las 120 horas. La evaluación de las muestras testigo indicó que no eran adecuadas para consumo a partir de las 18 horas. A las 24 horas, los tenores de psicrótrofos, mesófilos y enterobacterias sobrepasaron las recomendaciones para pescado fresco y guardaron relación con el valor más alto de histamina.

PALABRAS CLAVE: *Coryphaena hippurus*, perico, dorado, mahi-mahi, frescura, valor K, N-BVT, TMA, psicrótrofos, mesófilos, enterobacterias.

ABSTRACT

CHÁVEZ J, AYALA ME, ALBRECHT M, SALAS A. 2004. Chemical, sensory and microbiological changes in "mahihahi" (*Coryphaena hippurus*) stored in ice. Bol. investig. Inst. tecnol. pesq. Perú 6: 15-21.- 36 mahi mahi specimens kept in ice were evaluated by means of chemical, sensory and microbiological methods. K value and N-BVT results did not demonstrate to be useful as freshness indicators, while TMA data showed to be highly correlated to sensory values. The acceptability for consumption was determined until 96 hours of storage, the mesophilic counts remained approximately constant until the term of the study, while the psychrotrophic group didn't vary greatly until 72 hours storage showing a related behavior to the N-BVT values, the enterobacter count was related to the limiting value established for histamine, especially at the 120th day. Evaluation of samples kept at room temperature indicated that they were not suitable for human consumption from the 18 hours storage. At 24 hours, the psychrophilic, mesophylic and enterobacteria counts surpassed recommended counts for fresh fish and were closely related to the highest histamine value.

KEYWORDS: *Coryphaena hippurus*, mahi mahi, freshness, K value, N - BVT, TMA, psychrotrophic, mesophilic, enterobacter.

Coryphaena hippurus, conocido como "perico", "mahi mahi" o "dorado", es una especie pelágica que constituye una materia prima valiosa para el consumo humano y es comercializada principalmente como fresco y congelado. Se distribuye desde San Diego (USA) hasta Antofagasta (Chile). Su pesquería en el Perú se localiza en Paita, Punta Falsa y Pimentel. Es una especie abundante en Perú durante épocas de corrientes marinas cálidas¹⁴. En los últimos años el sector pesquero peruano informó sobre importantes desembarques de perico consistentes en 28.025 t en el 2001; y 29.787 t en el 2002 (Figura 1) (Anuario estadístico pesquero 2003). De estos volúmenes, 66% fue consumido como pescado fresco, y el 33% destinado para la industria del congelado.

Debido a la importancia económica y tecnológica de este recurso, se realiza el presente estudio, a fin de obtener información relacionada a los cambios en sus características sensoriales, microbiológicas y químicas, en especial de histamina durante el almacenamiento a temperaturas bajas. El contenido de histamina, como promedio máximo ha sido regulado por la Unión Europea en 100 ppm, valor que ha sido reajustado por el FDA en 50 ppm. Para el presente estudio se toma el primero como referencia.

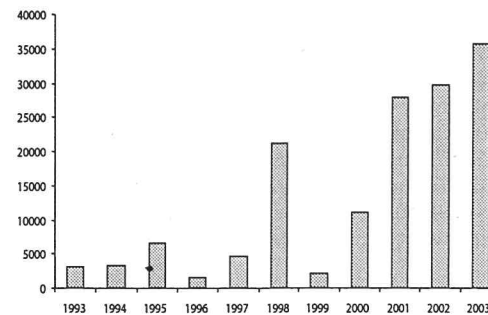


Figura 1.- Desembarque de perico en Perú durante 1993 - 2003 (TMB)

Toma de muestras.- Para la ejecución del presente trabajo se utilizaron 36 especímenes de perico tomados de un lote de 1.202 kg capturados en la zona de Pucusana, Lima, en febrero del 2003. La materia prima fue inmediatamente eviscerada a bordo y mantenida en hielo hasta su llegada a los laboratorios del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, 12 horas después de realizada su captura. El peso de los especímenes muestreados fue $8,97 \pm 3,47$ kg y su longitud $1,23 \pm 0,11$ m.

Los especímenes fueron almacenados en cajas plásticas, mantenidas en condiciones ambiente (control) y en hielo (temperatura aproximada 0 °C, proporción 3 pescados :1 hielo).

Evaluaciones químicas.- La composición proximal (CQP), que comprende humedad, grasa cruda, ceniza, y proteína cruda fue realizada en el músculo dorsal con piel, de acuerdo a las metodologías recomendadas por FAO (1986) (Tabla 1). Se determinó, histamina (LERKE y BELL 1976), nitrógeno de bases volátiles totales (N-BVT) (CONWAY 1933) y Valor K (KOBAYASHI y UCHIYAMA 1970), Trimetilamina (CONWAY 1933, modificado con la adición de formaldehído para capturar el nitrógeno amoniacal).

Tabla 1. Composición proximal de perico

Componente	Rangos en %
Humedad	78,24 - 79,90
Grasa cruda	0,96 - 1,34
Proteína cruda	18,36 - 20,60
Ceniza	1,00 - 1,30

Evaluaciones microbiológicas.- Las muestras fueron evaluadas mediante recuento de aerobios psicrótrofos y mesófilos (FDA 2001), enterobacterias (ICMSF 1983).

Evaluación físico - sensorial.- Estuvo a cargo de un panel formado por cinco jueces entrenados en análisis de pescado fresco. El sabor fue evaluado en las muestras sometidas a una prueba de cocción por vapor durante 5 minutos (10

g de muestra colocados en un envase de vidrio). La escala de evaluación utilizada

para el efecto se muestra en la Tabla 2, siendo el puntaje límite 3.

Tabla 2. Tabla de evaluación sensorial utilizada para evaluación de perico

Olor	Textura	Sabor	Color	Puntaje
Muy agradable, fresco.	Firme, elástica	Muy agradable, fresco, suave	Rosáceo claro	1
Agradable	Firme, elástico, no deja huella a la presión dactilar	Agradable	Rosáceo claro	2
Fuerte, a "pescado"	Firme pero poco elástico.	Muy leve picante	Rosáceo	3
Desagradable	Huella por presión dactilar demora en Desaparecer	Picante	Rojizo	4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Histamina

El contenido inicial de histamina en las muestras presentó un promedio de 7,6 ppm (Tabla 3), valor que puede considerarse característico para especies frescas en general, inclusive de aquellas que presentan elevados contenidos de histidina libre (AYALA y col. 2001). En las muestras almacenadas al ambiente se pudo apreciar que la histamina presentó un rápido incremento; a las 8 h superó por más de tres veces el valor inicial y a partir de las 16 h bordeaba el valor límite establecido (Tabla 3). Estas observaciones parecen concordar con lo observado en trabajos realizados con perico almacenado a temperatu-

ras de 25 a 30 °C, y 35 a 40 °C, cuyas muestras sobrepasaron el nivel establecido después de las 18 y 12 h, respectivamente (BOSTOCK y col. 1985).

A diferencia de las muestras testigo, el comportamiento de los valores de histamina en las muestras conservadas en hielo fue considerablemente diferente, inclusive menor al valor inicial en casi la mayoría de los casos. Esto demuestra el efecto inhibidor del frío en el crecimiento de los microorganismos formadores de histamina, y sugiere un efecto de lavado de la histamina debido a la fusión del hielo. WEN-XIAN y col. (2001), encontraron niveles de histamina en perico <10 ppm en muestras almacenadas en hielo (1,7°C), valores similares a los encontrados en el presente trabajo (Tabla 3)

Tabla 3. Valores de Histamina (ppm) en perico almacenado al ambiente (A) y en hielo (H)

Horas	0	8	12	16	24	48	72	96	120	164
A	7,6	29,8	25,6	94,6	109,8					
H	7,6	7,4	5,3	6,0	2,7	2,45	2,67	2,43	17,9	15,84

Trimetilamina (TMA)

Los valores de TMA encontrados en las muestras almacenadas en hielo estuvieron por debajo de 1 mg % N, y en las muestras mantenidas almacenadas al medio ambiente alcanzaron 2,3 mg % N a las 24 h (Tabla 4). UCHIYAMA y col. (1970) demostraron que los valores de

TMA para diversas especies de pescado sacrificados inmediatamente después de ser capturados fluctuaba entre 0 y 2 mg % N de TMA.

CONNELL (1978) recomendó valores de 1,5 mg % N de TMA para el bacalao de muy buena calidad. Los valores de 10 – 15 mg % N de TMA se toman habitualmente como el límite de consumo.

Tabla 4. Formación de trimetilamina (mg % N) en perico almacenado en ambiente (A) y en Hielo (H)

Horas	0	8	12	24	48	72	96	120
A	0,81	0,81	0,78	2,3				
H	0,81	-	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,81

Nitrógeno de Bases Volátiles Totales (N-BVT)

Desde las 12 horas, los resultados en las muestras A superan en más de dos veces su valor inicial; y las muestras H alcanzan un valor de 10 mg de N-BVT a las 72 horas, que se mantiene aproximadamente

constante hasta el final del estudio (Tabla 5). En ninguno de los casos se superaron los valores normalmente utilizados como referencia de deterioro en otras especies, valores que tienen un rango 20 - 30 mg N-BVT/100 g para especies frescas (SAKAGUCHI 1990).

Tabla 5. Formación de Nitrógeno de Bases Volátiles en perico almacenado en ambiente (A) y en Hielo (H)*

Horas	0	8	12	24	48	72	96	120	164
A	6,15	9,45	14,32	15,33					
H	6,15	6,10	5,67	5,70	5,98	10,00	10,70	10,26	9,52

* (mg/100g)

Respecto a la discusión sobre valores de Bases Volátiles Nitrogenadas en pescado, podemos referir que la Unión Europea (Directiva 91/493/CEE, 1993), dependiendo de las especies, ha establecido tres criterios para determinar si un pescado no es apto para el consumo. Se refiere a si los valores N-VBT superan los siguientes límites: a) 25 mg de nitrógeno /100 g de muestra; b) 30 mg de nitrógeno /100 g de muestra, y c) 35 mg de nitrógeno /100 g de muestra. De acuerdo a esto, si se aplica el criterio a), el pescado mantenido al ambiente hasta las 24 horas podría ser considerado como apto para consumo humano; sin embargo, las características sensoriales no eran concordantes a las de una especie fresca, tal como será referido en el acápite correspondiente.

Es importante resaltar que un pescado considerado como apto para el consumo por presentar valores bajos de N-BVT, no guarda relación con el peligro relacionado

a la histamina, ya que a pesar de estos valores de aparente conformidad, existe la posibilidad de intoxicación por formación de esta amina biogénica. Así por ejemplo, a las 24 horas las muestras en ambiente, aunque con baja producción de N-BVT, presentan un contenido de 109,8 ppm de histamina. Esto sugiere que la determinación de N-BVT para evaluar frescura en perico no sería la más conveniente.

Valor K

El Valor K es uno de los métodos que presenta la mejor correlación con los cambios de frescura en diferentes especies de pescado. Se conoce que las variaciones de este índice, durante el almacenamiento, dependen de la especie y del tejido utilizado, aunque algunas especies, como el bacalao del Atlántico, alcanzan un valor K máximo mucho antes de concluir su vida en anaquel (Huss 1998).

Tabla 6. Valor K (%) en perico almacenado en ambiente (A) y en hielo (H)

Horas	0	8	12	24	48	72	96	120	164
A	24,28	52,03	87,8	89,75					
H	24,28	26,10	34,18	64,1	88,37	54,55	22,26	21,55	18,45

El valor K inicial en las muestras en estudio (Tabla 6) resulta elevado, comparado con los hallados para otras especies pelágicas peruanas. Por ejemplo, el valor K considerado como límite de aceptación comercial para sardina fresca ha sido referido en 22,7% (WAKAO y col.

1983). Se observa que la velocidad de degradación de nucleótidos en las muestras analizadas sigue la misma tendencia, alcanzando el valor K máximo a las 12 h para muestras mantenidas al ambiente, y a las 48 horas para las conservadas en hielo.

Los datos obtenidos de valor K en el perico no sirven para determinar su frescura enzimática. Es importante indicar al respecto que, para algunas especies de pescado recién capturadas, tales como el jurel cola amarilla (*Atule mate*) y el pez sable o pez cinta (*Trichiurus lepturus*) se obtuvieron elevados valores K promedio, con un amplio rango de variación desde 0% hasta >40%, en tanto que en general, el valor K promedio para especies recién capturadas fue de 5,6% (TSUCHIMOTO y col. 1985).

Como se puede apreciar en la Tabla 6, en los especímenes almacenados en hielo, el máximo valor K se alcanza a las 48 horas y luego disminuye. Se conoce que en los animales superiores, los nucleótidos experimentan hidrólisis enzimática hasta producir bases purínicas y pirimidínicas libres; si éstas no son reutilizadas, se degradan hasta ácido úrico (LEHNINGER 1982). Estos resultados indican que el Valor K no sería un índice confiable para perico.

Tabla 7. Evaluación sensorial en perico almacenado en ambiente (A) y en hielo (H)

Horas	0	4	8	12	16	24	48	60	72	84	96	108	120	144	164
A	1	1,5	2	2	2,5	3	4	4	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr
H	1	1	1	1	1	1,5	1,5	2	2	2	2,5	3	3	3	4

nr= no realizado

Esto, en comparación con lo observado en las muestras A, que a las 24 h fueron consideradas en el límite de aceptación sensorial, demuestra la ventaja en el efecto del enfriamiento con hielo para la especie en estudio. La captación de picante muy leve en las muestras fue detectada por algunos de los panelistas en las muestras ambiente a las 16 horas. La textura, referida a la firmeza del músculo y su elasticidad fue la característica que presentó mejores resultados.

Recuentos bacterianos

En la Figura 3 y Tabla 8 los resultados de análisis microbiológicos obtenidos en las muestras de perico al ambiente, muestran rápidos incrementos en el lapso de 24 horas. Los recuentos de bacterias marinas, psicrótrofas y mesófilas indican

Evaluación sensorial

De los resultados obtenidos en la evaluación sensorial del estudio, es evidente el efecto de la temperatura en la prolongación de la vida útil en las muestras (H), las cuales fueron calificadas en el límite de aceptación para consumo humano a las 108 horas permaneciendo en esta condición hasta las 144 horas (Figura 2 y Tabla 7).

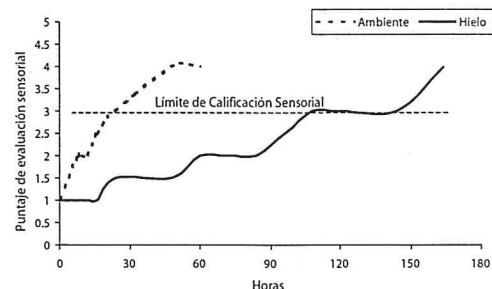


Figura 2.- Evaluación sensorial en perico almacenado en ambiente y en hielo

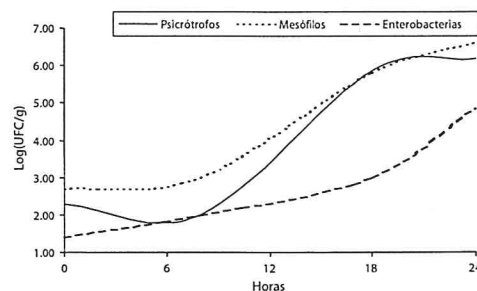


Figura 3.- Crecimiento microbiano de psicrótrofos, mesófilos y enterobacterias en perico almacenado al ambiente

Tabla 8.- crecimiento microbiano de psicrótrofos (PS), mesófilos (MES) y enterobacterias (ENT) en perico almacenado al ambiente *

Horas	0	8	18	24
PS	2,30	2,00	5,85	6,18
ENT	1,40	2,00	3,00	4,87
MES	2,7	3	5,81	6,61

* (log UFC/g)

un comportamiento similar, que podría ser interpretado como la competencia entre grupos nativos, que son favorecidos por las condiciones ambientales en las que se mantiene el pescado. En ambos casos, a las 18 h se producen incrementos que sobrepasan los referidos por las normas nacionales e internacionales para pescado fresco.

El contenido de enterobacterias sugiere pobres condiciones higiénicas sanitarias de la embarcación y al manipuleo inadecuado durante la captura; pos-

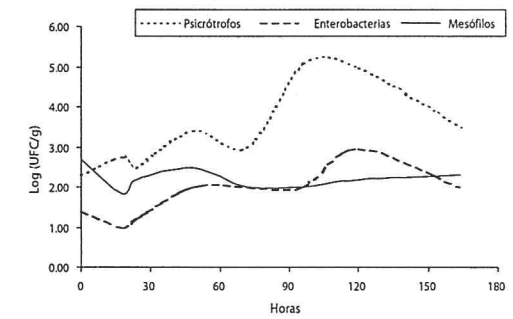


Figura 4.- Crecimiento microbiano de psicrótrofos, mesófilos y enterobacterias en perico almacenado en hielo

Tabla 9. Crecimiento microbiano de psicrótrofos (PS), mesófilos (MES) y enterobacterias (ENT) en perico almacenado en hielo *

Horas	0	18	24	48	72	96	120	164
PS	2,30	2,74	2,47	3,40	3,00	5,08	4,98	3,48
ENT	1,4	1,0	1,2	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
MES	2,7	1,81	2,18	2,48	2,0	2,0	2,17	2,3

* (log UFC/g)

teriormente se observa un incremento de este valor a partir de las 18 horas. En especial, el incremento observado a las 24 horas guarda relación con el valor más alto de histamina formada en las muestras.

El efecto de la temperatura puede ser apreciado en la Figura 4 y Tabla 9 y comparado con lo observado en las muestras almacenadas al ambiente. En las muestras enfriadas en hielo se observa que la flora mesófila no presentó un desarrollo notorio, y se mantuvo aproximadamente constante incluso hasta el término del estudio. El recuento de psicrótrofos hasta las 72 horas no sufrió variaciones mayores a un logaritmo; se aprecia un crecimiento lento y continuo, similar al comportamiento en N-BVT, que a partir de las 96 horas parece expresar valores de crecimiento exponencial apreciable para finalmente, disminuir a las 164 horas. La cantidad de enterobacterias no varió significativamente y no superó los límites recomendados, excepto a las 120 horas, tiempo en el cual los resultados muestran concordancia con los referidos para Histamina.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tanto la medida del Valor K y la determinación de N-BVT no demuestran ser adecuados para la evaluación de frescura de la especie en estudio. En cambio, los valores de TMA encontrados para esta especie, en ambas condiciones, indican que podrían ser utilizados como un criterio de calidad.

Queda demostrado el efecto de la temperatura en la preservación. En este caso, mediante el empleo de hielo, para mantener la materia prima bajo límites aceptables de histamina, que sugieren que la especie podría mantener sus condiciones de seguridad respecto a este compuesto, e influir en su aceptabilidad hasta las 96 horas de almacenamiento en hielo.

De acuerdo a las normas referidas, los tenores de recuentos de bacterias psicrótrofas, mesófilas y enterobacterias señalan que las muestras mantenidas al ambiente sobrepasan las recomendaciones para pescado fresco a las 18 horas. En especial el incremento observado a las 24 horas guarda relación con el valor más alto de histamina formada en las muestras.

En las muestras enfriadas en hielo, la flora mesófila permaneció aproximadamente constante hasta el término del estudio, mientras que el recuento de psicrótrofos no varió notoriamente hasta las 72 horas mostrando un comportamiento similar al curso de desarrollo de N-BVT. Al igual que en el caso anterior, la cantidad de enterobacterias parece guardar relación con los valores referidos para Histamina, en especial a los 120 horas.

REFERENCIAS

1. Anuario Estadístico Pesquero. 2000. Ministerio de Pesquería, Oficina General de Estadística e Informática. Lima, Perú
2. Ayala ME, Salas A, Carbajal M, Plácido M, Albrecht-Ruiz M. 2001. Patrón de deterioro de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) almacenada a temperatura de refrigeración. Ciencia y Tecnología Alimentaria. 3 (2): 161-168.
3. Bostock T, Barrant A, Camba N. 1985. Un estudio en dorado (*Coryphaena hippurus*) y su relación con la calidad de producto de la pesca ecuatoriana. Boletín Científico y Técnico. III (2). Instituto Nacional de Pesca Guayaquil, Quito.
4. Connell J. 1978. Control de la Calidad del Pesca. Editorial Acribia. España. 236 pp.
5. Conway E. 1933. An absorption apparatus for the micro determination of certain volatile substances. Biochem. J. 27: 419-429.
6. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 24.9.91. Capítulo V Control Sanitario e Inspección de las Condiciones de Producción. N° L 268/30 - 31.
7. Directiva 91/493/CEE. 1993. Normas sanitarias Aplicables a la Producción y Puesta en el Mercado de los Productos Pesqueros.
8. FAO. 1986. Food analysis: general techniques, additives, contaminants, and composition. Food and Nutrition Paper T14/7.
9. FDA 2001 Bacteriological Analytical Manual on line.
10. Gloria MBA, Daeschel MA, Cramen C, Hilderbrand KS Jr. 1999. Histamine and Other Biogenic Amines in Albacore Tuna. Journal of Aquatic Food Product Technology, 8 (4): 55 - 69.
11. Huss HH, Trolle G, Gram 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.
12. Huss HH 1998 El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO documento técnico de pesca 348.
13. ICMSF. Moreno B, Díez M, García I, Menes L, Gutiérrez M, Polledo J. 1983. Microorganismos de los Alimentos. Volumen I. Técnicas de Análisis microbiológico 2ª Edición. Ed. Acribia, España: 143-146.
14. IMARPE - ITP. 1996. Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Instituto del Mar del Perú e Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Callao.
15. Kim SH, An H, Price RJ. 1999. Histamine Formation and Bacterial Spoilage of Albacore Harvested off the U.S. Northwest Coast. Journal of Food Science, Vol. 64, No. 2.
16. Kim SH, An H, Price RJ. 2001. Histamine Formation and Bacterial Spoilage of Albacore Harvested off the U.S. Northwest Coast. Bacteriological Analytical Manual on Line. FDA January 2001. Chapter 1.
17. Kobayashi H, Uchiyama H. 1970. Simple and Rapid Method for Stimating Freshness of Fish. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab. 61; 21-26
18. Lehninger A. 1982. Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular. Ediciones Omega, S.A. Barcelona
19. Lerke P, Bell L. 1976 A Rapid Fluorometric Method for the Determination of Histamine in Canned Tuna. Journal of Food Science 1(48); 155 - 157.
20. Mazorra-Manzano M, Pacheco-Aguilar R, Díaz-Rojas E, Lugo-Sánchez M. 2000 Postmortem Changes in Black Skipjack Muscle Storage in Ice. Journal of Food Science Vol. 65 (5).
21. Ministerio de Salud. 2003. Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo. R.S. N° 615-2003-SA/DM.
22. Sakaguchi M. 1990 Sensory and Non Sensory Methods for Measuring Freshness of Fish and Fishery Products in Science of Processing Marine Food Products. Vol. 1 Kanagawa International Marine Training Centre JICA.
23. Sociedad Española de Microbiología. Normas Recopiladas por el Grupo de Alimentos de la Sociedad Española de Microbiología. Límites Microbiológicos de los Productos Alimenticios.
24. Tsuchimoto M, Utsugi T, Misima T, Kitajima S, Yada S, Takaki T, Kanehara H, Kuno T, Senta T, Yasuda M. 1985. Freshness of Fishes Just After Catching under Various Operating Conditions of Trawler in the Tropical Waters. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 51(8): 1353 - 1361
25. Uchiyama H, Ehira S, Hobayashi H, Shimizu W. 1970. Significance in Measuring Volatile Base and Trimethylamine Nitrogen in Fish Muscle as Indice of Freshness in Fish. Bulletin Japanese Society Scientific Fisheries 36(2): 177-187.
26. Wakao A, Palma J. 1983 Evaluación de frescura en sardina y jurel empleando el valor K y las base volátiles nitrogenadas. Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero. 1(1): 37.
27. Wen.Xian Du; Tung-shi Huang; Jeongmok Kim; Marshall M; Cheng-I Wei 2001 Chemical, microbiological and aromascan evaluation of Mahi-mahi fillets under various storage conditions J. Agric. Food Chem. 49: 527 - 534.