

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE INDICES DE CALIDAD EN PRODUCTOS MARINOS CONGELADOS

Neus Casajuana i Filella

Este trabajo es un extracto de la «tesina experimental» realizada en el servicio del CICE en Barcelona, bajo la dirección del Dr. P. Gómez Royo y Dra. M.C. de la Torre (F. Farmacia, Area de Nutrición - Bromatología, Barcelona).

INTRODUCCION

Tradicionalmente, y, aún en la actualidad, la inspección del pescado es una pauta indiscutible del control de su calidad, de manera que la apreciación sensorial puede ser definitiva en el momento de juzgar las piezas. Pero, téngase en cuenta que hoy día, y cada vez será más así, no se debe hablar sólo de piezas enteras de pescado, sino que van aumentando los productos derivados de la pesca. Ha llegado al mercado un nuevo concepto de estos productos, sobre todo en aquellos países en los que el consumo de pescado es realmente importante, el autoabastecimiento es imposible y la pesca se debe practicar muy lejos de las costas nacionales, o son dependientes de importaciones a gran escala. Nos habremos de referir, pues, fundamentalmente a productos fileteados, despiezados, troceados, picados en pasta, deshidratados o liofilizados, embutidos y bloques de productos de la pesca prensados, y otras presentaciones diversas y conservados

por congelación, amén de las clásicas conservas apertizadas. En todos ellos ya no tiene sentido, ni es posible, atender solamente a los aspectos de la clásica calificación sensorial.

Esta nueva panorámica ha hecho cambiar y ha obligado a considerar y disponer de otros parámetros de calificación. Es decir, las pautas antiguas que parecían indiscutibles han de dejar paso a nuevos conceptos de juicio, principalmente químicos, los cuales, al mismo tiempo, no son tan subjetivos.

Entre los parámetros químicos que se vienen utilizando con mayor aceptación, destacamos Trimetilamina (TMA), Bases volátiles totales (BVT), Hipoxantina (Hx), Inosín monofosfato (IMP) y el índice K, que viene definido como una relación entre los derivados defosforilados $Hx + Ino$ (Hipoxantina + Inosina), respecto al total de nucleótidos derivados del ATP: $Hx + Ino + IMP + ADP + ATP$. No todos ellos tie-

nen el mismo significado, sino que nos indican distintos procesos que ocurren durante la conservación del pescado; BVT y TMA clásicamente se han empleado para medir al deterioro del producto por la acción bacteriana sobre el óxido de trimetilamina, presente en todos los organismos marinos, mientras que los parámetros derivados de la degradación de nucleótidos, principalmente el ATP, indican los cambios bioquímicos y autolíticos producidos por los propios enzimas existentes en el músculo, procesos que han sido calificados como los verdaderos responsables de la pérdida de frescura del pescado durante los primeros días de almacenaje y que comienza ya en el momento de su captura. Como indicadores de la degra-

dación nucleotídica, se determinan IMP, Hx y el índice K.

No debemos olvidar, sin embargo, que todos estos parámetros de calidad han sido ideados para valorar pescado fresco y conservado en hielo o refrigerado, y aunque algunos de ellos se han empleado en productos procesados y conservados en otras condiciones, como la congelación y el enlatado, debemos tener presente que dicha extrapolación debe hacerse con las debidas reservas y precauciones, mientras carezcamos de estudios más completos sobre la adecuación de dichos índices de calidad a estos nuevos productos comerciales. Seguidamente, estudiaremos esta problemática.

MUESTRAS CONGELADAS

LUIJPEN (1958) comparó el comportamiento de bacalao congelado a -30°C y posteriormente refrigerado, con el simplemente refrigerado, encontrando que en el momento de rechazo, en pescado no congelado se obtenían valores de TMA-N de 13 mg/100g, en cambio, en el pescado previamente congelado estas cifras se alcanzaban 4 días más tarde. Del mismo modo encontró que los valores organolépticos adjudicados al pescado fresco, se alcanzaban con un día de retraso en pescado descongelado. La posible explicación de este hecho se puede hallar en el valor del conteo total de bacterias, que al comienzo del ensayo es inferior en el pescado congelado que en el fresco, lo que conlleva una degradación más lenta.

CASTELL et al. (1968) demostraron que a temperaturas de congelación por encima de -26°C se produce, en el bacalao, TMA por un proceso no dependiente del crecimiento bacteriano. Las cantidades de TMA desarrolladas son inferiores a las debidas al deterioro bacteriano y dependen de la T° de con-

gelación: a menor T° , menor incremento de TMA. Castell concluye que valores de TMA de 15-50 mg/100g o más indicarían una calidad inicial pobre del pescado, o bien procesos de descongelación durante el almacenaje. Valores iniciales de TMA por debajo de 1.0 mg/100g en pescados de óptima calidad, pueden incrementarse durante el almacenaje en congelación hasta 1.5-7.0 mg/100g, lo que indicaría una calidad del pescado de segundo grado.

DYER et al. (1966) encuentran que los valores de IMP y Hx no varían apreciablemente en el bacalao congelado a -4°C durante la primera semana y, en cambio, la disminución de los valores organolépticos indican que en este periodo de tiempo el pescado se deteriora.

SAITO (1958) en uno de sus primeros artículos referentes a la utilidad del índice K, muestra valores de este índice hallados en diferentes muestras de pescado, muchas de ellas mantenidas en congelación durante algunos meses, y a pesar del tiempo transcu-

rrido entre la captura y el análisis de la muestra, parece que este índice continua siendo de utilidad para evaluar la calidad inicial de la muestra. Posteriormente, se han publicado artículos que demuestran que los nucleótidos y derivados, y por tanto el índice K varía durante períodos largos de almacenaje en congelación, ya que los enzimas implicados no se inhiben hasta temperaturas inferiores a -26°C .

JONES and MURRAY (1961) estudian el comportamiento de los nucleótidos en pescado congelado, encontrando que los enzimas del sistema glicolítico son activos por debajo de 0°C , lo que produce un aumento del ATP durante las primeras semanas. Posteriormente, estos valores decaen y se mantienen de una forma más estable. Del mismo modo encuentran que el IMP aumenta, y también la Ino y la Hx como resultado de la degradación del IMP. Como es de esperar estos cambios son más lentos cuanto más

bajas son las temperaturas. Observan también la aparición de guanina en períodos largos de almacenaje.

TEJADA (1980) encuentra que en pasta de Jurel mantenida en congelación se alcanzan valores de K superiores a 50 a partir de los 7 y 9 meses a -14°C y -20°C respectivamente. (EHIRA, 1976, halla valores de $K = 50$ para pescado de calidad media).

E. ROJAS (1988) realiza un estudio comparativo entre diferentes tipos de pescado congelado, encontrando que en los procesos de descongelación la Hx aumenta hasta valores de 300 a 600 ppm.

Nuestra legislación no contempla el valor del índice K, sólo disponemos de valores de referencia sobre TMA y BVT. Así en la Reglamentación Técnico-Sanitaria de los productos de la pesca con destino al consumo humano (Real Decreto 1521/1977; BOE n.º 157) se especifican valores de TMA y BVT orientativos para pescado congelado:

	<i>Calidad excelente</i>	<i>Calidad aceptable</i>	<i>Calidad mala</i>
BVT-N mg/100g (Lücke y Geidel modificado por Antonacopoulos)	25	25-40	40
TMA-N mg/100g (Dyer)	5	6-11	12

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es comprobar la utilidad de los índices de calidad TMA, BVT y Hx en productos congelados.

La parte experimental se ha estructurado en dos partes:

1.^a La determinación de dichos índices en distintas muestras, consideradas organolépticamente de buena calidad comercial.

2.^a El estudio en la evolución de cigalas y langostinos frescos o congelados, en el transcurso de varios días de almacenaje a $+2^{\circ}\text{C}$, mediante los índices de calidad y ensayos organolépticos. En cada determinación se emplearon 3-4 piezas peladas y homogeneizadas.

MÉTODOS

1.º *Valoración organoléptica*

El examen organoléptico se realizó según el código de inspección seguido por el SOI-VRE en Barcelona. Se utilizó un baremo del 1 al 10, que califica la calidad de menor a mayor y considera el valor 5 como el umbral de comestibilidad. Las características organolépticas examinadas fueron:

1. Apariencia general: ojos, agallas, superficie.

2. Apariencia de la carne, particularmente la superficie cortada a lo largo de la espina y los lados del vientre.

3. La textura del pescado crudo bajo la presión manual, incluyendo la reacción al tocar la superficie del pescado.

4. El olor del pescado crudo, particularmente las agallas y la cavidad visceral.

2.º *Parámetros analíticos químicos*

- Bases volátiles totales (BVT). Método de Lücke y Geidel modificado por Antonacopoulos (1960).

- Trimetilamina (TMA). Método Dyer (1945).

- Hipoxantina (Hx). Método Xantina-oxidasa (JONES et al. 1964).

Bases Volátiles Totales (BVT)

Método de Lücke y Geidel (1935)

Modificado por Antonacopoulos (1960)

Aparatos

- Aparato de arrastre de vapor tipo Mikkrokjeldahl.

Reactivos

- Óxido de magnesio
- Antiespumante
- Disolución de ácido bórico al 4%
- Indicador Tashiro
- Ácido clorhídrico 0.01N

Procedimiento

Se toman 10 g. de muestra y se introduce en el matraz de destilación junto con 2 g. de MgO y el antiespumante. Se destila durante 10 minutos exactamente. Se recoge el destilado sobre 10 ml. de ácido bórico con el indicador. Luego se valora con HCl 0.01N. El resultado se expresa en mg. de N-BVT/100g. de muestra.

Trimetilamina (TMA)

Método Dyer

Aparatos

- Tubos de ensayo de 20 × 150 mm. con tapón de polietileno.
- Espectrofotómetro.
- Baño termostato.

Reactivos

- Ácido tricloroacético al 5%.
- Carbonato magnésico.
- Sulfato sódico anhidro.
- Tolueno grado reactivo.
- Ácido clorhídrico al 25%.
- Formaldehído al 10%. Agitar previamente formol comercial del 40% con MgCO₃ y filtrar.
- Hidróxido potásico al 25% p/p.
- Disolución stock de ácido pícrico. Disolver 2 g. de ácido pícrico seco en tolueno y diluir a 100 ml. con tolueno exento de humedad.
- Disolución standard de ácido pícrico. Llevar 1 ml. de disolución stock de ácido pícrico a 100 ml. con tolueno exento de humedad.
- Disolución stock de TMA. Disolver 0.686 g. de clorhidrato de TMA en agua destilada, añadir 1 ml. de ácido clorhídrico al 25%, llevar a 100 ml. con agua destilada. Esta disolución contiene 1.0 mg. de N-TMA/ml.

- Disolución standard de TMA. Diluir 1 ml. de la disolución stock de TMA, añadiendo 1 ml. de HCl 25%, a 100 ml. con agua destilada. La concentración de esta disolución es de 0.010 mg. de N-TMA/ml.

Preparación del extracto

Se prepara un extracto en tricloroacético al 5% tal y como se indicó en la determinación de la DMA.

Procedimiento

Del extracto de pescado en TCA al 5% tomar una alícuota de 1-5 ml., conteniendo 0.002-0.03 mg. de N-TMA, completando con TCA al 5% si fuera preciso. Adicionar 1 ml. de formaldehído al 10%, 10 ml. de tolueno y 3 ml. de KOH al 25% p/p. Tapar el tubo, calentar a 30°C en baño termostato durante 5 minutos, agitar 40 veces enérgicamente, dejar reposar 15 minutos hasta que las dos fases estén completamente separadas. Transferir unos 8 ml. de la fase orgánica a otro tubo limpio y seco en el que previamente se ha puesto 400 mg. de sulfato sódico anhidro evitando la transferencia de gotas de la fase acuosa. Pasar 5 ml. de la fase orgánica ya seca a un tercer tubo que contiene 5 ml. de ácido pícrico standard y mezclar. Transferir a una cubeta de espectrofotómetro y medir la absorción frente a tolueno a 410 nm. El resultado se expresa en miligramos N-TMA/100 g. de muestra.

Se calcula una recta de calibrado para una serie de diluciones standard.

Hipoxantina (Hx)

Método Xantina-Oxidasa

Aparatos

- Espectrofotómetro U.V.

Reactivos

- Acido perclórico 0.6 N.
- Hidróxido potásico al 30%.
- Tampón fosfato 0.25 M, Ph 7.6. Disolver 17.013 g. de KH_2PO_3 en 250 ml. de agua destilada, añadir 107 ml. de NaOH 1M, llevar a 500 ml. con agua destilada.
- Xantina-oxidasa tiene una concentración de 12.6 U.I./ml. Diluir una alícuota con tampón fosfato 0.05M a Ph 7.6, preparado por dilución de 0.25M, hasta alcanzar la concentración de 0.065 U.I./ml.

Preparación de la muestra

Debe tenerse en cuenta que hay diferencia en el contenido de Hx de los tejidos como la piel, el músculo claro y el oscuro. Nosotros hemos trabajado con músculo claro.

Si se trata de pescado congelado, antes de la extracción no debe descongelarse la muestra, manteniéndola a temperatura de -30°C. La muestra pesada y troceada se homogeneiza directamente con el ácido perclórico.

En el caso de que el pescado sea fresco, tomar la muestra rápidamente y mezclarla con ácido perclórico frío.

Tomar 25 g. de muestra homogeneizada y macerar con 50 ml. de ácido perclórico 0.6M y filtrar a 0°C, añadir KOH al 30% y separar el perclorato potásico por centrifugación. Diluir a 200 ml. El Ph final debe ser de 7.0.

Procedimiento

Transferir 2 ml. de extracto neutralizado a un matraz aforado de 25 ml., adicionar 5 ml. de tampón 0.25M y 5 ml. de la disolución del enzima xantina-oxidasa, mezclar bien y diluir a 25 ml. con agua destilada. Incubar a 37°C durante 30 minutos. Después medir a 290 nm. Hacer los blancos correspondientes. El contenido en Hx se expresa en μ moles/g de muestra.

RESULTADOS

TABLA 1

RESULTADOS OBTENIDOS EN DISTINTOS PRODUCTOS CONGELADOS
CONSIDERADOS DE BUENA CALIDAD COMERCIAL.

CADA VALOR ES LA MEDIA ENTRE DOS DETERMINACIONES DE UNA MISMA MUESTRA

<i>MUESTRA</i>	<i>BVT-N</i> <i>mg/100g</i>	<i>TMA-N</i> <i>mg/100g</i>	<i>MUESTRA</i>	<i>Hx en μ moles/g</i>
Rosada	12.7	0.18	Merluza	0.36
Merluza	20.7	0.36	Rosada	1.36
Merluza	20.9	1.06	Langostinos	0.45
Lenguado	17.3	0.46	Langostinos	2.12
Cigalas	19.7	0.75	Cigalas	0.47
Cigalas	22.5	1.09	Cigalas	2.64
Rape	18.0	0.94		
Gambas peladas	11.6	1.06		
Sepia	18.5	0.69		
Langostinos	37.6	1.23		
Langostinos	34.1	1.40		
Mabra (fresca)	19.7	0.18		
Calamar	23.7	1.67		
Calamar	22.7	0.57		

TABLA 2
EVOLUCION DE LOS INDICES DE CALIDAD
DURANTE EL ALMACENAJE DE CIGALAS

<i>CIGALAS FRESCAS</i>							
BVT-N mg ⁰ % / valor organoléptico							
<i>Día muestra</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	27 10				39 6		94 3
2	21 10		42 6	86	3		
3	17 10	21 7	25 6	35 4			
4	22 10	34 7	34 6	55 3			
5*	31 ?		73 6	165 3			

<i>CIGALAS FRESCAS</i>							
TMA-N mg ⁰ % / valor organoléptico							
<i>Día muestra</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	1.35 10				5.54 6		32.00 3
2	3.12 10		9.47 6	25.90 3			
3	1.09 10	2.05 7		4.60 4			
4	3.70 10	4.42 7	4.44 6	11.30 3			
5*	7.07 ?		18.75 6	33.10 3			

<i>CIGALAS FRESCAS</i>							
Hipoxantina μ mols/g / valor organoléptico							
<i>Día muestra</i>	0	1	2	3	4	5	6
1	trazas 10				0.31 6	3	2.12
2	trazas 10		0.43 6	1.15 3			
3	trazas 10	0.87 7	1.23 6	1.14 4			
4			1.08 6	2.61 3			
5*	0.06 ?		1.59 6	2.16 3			

TABLA 2 bis

EVOLUCION DE LOS INDICES DE CALIDAD
DURANTE EL ALMACENAJE DE CIGALAS CONGELADAS

<i>CIGALAS CONGELADAS</i>				
BVT-N mg ⁰ /g / valor organoléptico				
<i>Día muestra</i>	0	1	2	3
6	22 10	22 8	28 8	29 6
7	20 10	22 8	33 5	48 5
8	25 10	27 8	31 7	29 6

CIGALAS CONGELADAS

TMA-N mg %g / valor organolèptico

<i>Día muestra</i>	0	1	2	3
6	2.53 10	1.57 8	2.65 8	2.48 6
7	1.54 10	2.34 8	3.89 5	—
8	2.70 10	2.30 8	3.70 7	3.40 6

*CIGALAS CONGELADAS*Hipoxantina μ mols/g / valor organolèptico

<i>Día muestra</i>	0	1	2	3
6	0.15 10	0.19 8	0.54 8	0.92 6
7	0.47 10	1.49 8	1.39 5	—
8	2.64 10	2.36 8	2.05 7	1.41 6

TABLA 3

EVOLUCION DE LOS INDICES DE CALIDAD DURANTE EL ALMACENAJE
DE LANGOSTINOS CONGELADOS

<i>LANGOSTINOS CONGELADOS</i>				
BVT-N mg%g / valor organoléptico				
<i>Día muestra</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	26	29	34	31
	10	7	5	4
2	25	31	35	35
	10	8	7	7
3	24	33	32	36
	10	7	7	5

<i>LANGOSTINOS CONGELADOS</i>				
TMA-N mg%g / valor organoléptico				
<i>Día muestra</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	1.40		1.61	1.58
	10		5	4
2	2.13		2.58	2.16
	10		7	7
3	0.64	1.09	1.15	1.25
	10	7	6	4

LANGOSTINOS CONGELADOS

<i>Día muestra</i>	Hipoxantina μ mols/g / valor organoléptico			
	0	1	2	3
1	2.91 10	2.56 7	3.07 5	5.70 4
2	2.12 10	1.75 8	2.60 7	2.72 7
3	0.45 10	2.62 7	2.04 7	2.12 5

Los índices BVT, TMA y Hx determinados en productos congelados de buena calidad acusan variaciones importantes entre distintas especies y dentro de una misma especie (Tabla 1). Por otro lado, los resultados obtenidos durante varios días de almacenaje de cigalas y langostinos (Tablas 2, 2bis, 3 y figuras N^o 1, 2, 3, 4), nos indican que los índices de calidad tienden a aumentar su valor, pero con un amplio margen de variabilidad, lo cual hace que ninguno de ellos por sí solo se pueda utilizar con la suficiente seguridad. Conviene, pues, determinar más de un índice para verificar la calidad del producto.

Hacemos notar que las cigalas y langostinos congelados, contenían aditivos derivados del sulfito que inhiben la melanosis y que como veremos influyen en el estado de conservación y en los resultados.

TMA en las cigalas. Los valores de TMA para muestras recién adquiridas son bastante altos, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre frescas y congeladas con un intervalo de confianza del 95%. La muestra N^o 5 presenta unos valores exageradamente altos respecto a las demás muestras, por haberse mantenido durante 12 horas a temperatura ambiente antes de la adquisición, lo que benefició el desarrollo bac-

teriano, por lo que la consideraremos como un caso especial.

En las cigalas frescas, la TMA aumenta claramente a partir del primer día de conservación, aunque no de una manera homogénea.

En el límite organoléptico (puntuación = 5), el valor medio de TMA para las muestras frescas es mayor que para las congeladas. Observamos también, que el deterioro en las muestras congeladas es más lento, lo cual seguramente es debido a la presencia de aditivos bisulfíticos (Tabla 4).

TABLA 4

VALORES DE TMA
EN EL LÍMITE DE COMESTIBILIDAD

<i>CIGALAS FRESCAS</i>	
<i>Punt. organol.</i>	<i>TMA-N mg/100g</i>
6	5.54
6	9.47
6	4.44
	Media: 6.47

<i>CIGALAS CONGELADAS</i>	
<i>Punt. organol.</i>	<i>TMA-N mg/100g</i>
6	2.48
5	3.85
6	3.40
	Media: 3.24

En los langostinos congelados, los valores de TMA no aumentan prácticamente durante el período de almacenaje, lo que explicaría por la acción coadyuvante de bisulfito.

BVT. Aunque existe una variación del valor de BVT en el momento de la adquisición de las cigalas (17-27), este índice alcanza valores por encima de 30 a partir del valor organoléptico (Tabla 5).

TABLA 5
VALORES DE BVT
EN EL LÍMITE DE COMESTIBILIDAD

<i>CIGALAS FRESCAS</i>	
<i>Punt. organol.</i>	<i>BVT-N mg/100g</i>
6	39
6	42
6	25
6	34
	Media: 35
<i>CIGALAS CONGELADAS</i>	
<i>Punt. organol.</i>	<i>BVT-N mg/100g</i>
6	29
5	33
6	29
	Media: 30

Observamos que los valores de BVT en las muestras congeladas son menores que en las frescas.

En langostinos, el BVT presenta un aumento a partir ya del primer día de conservación, pasando de valores 24-26 a valores superiores a 30. Aunque tenemos pocos resultados, observamos pues un comportamiento similar al de las cigalas.

Hx. En el momento de la adquisición de las cigalas frescas, este parámetro se encontraba a nivel de trazas, mientras que en el caso de las cigalas congeladas los niveles de Hx eran francamente superiores, lo cual se explica bien por el almacenamiento prolongado de dichas muestras (los enzimas de degradación de nucleótidos continúan activos a -18°C) o bien por procesos de descongelación y recongelación, que aumentan la formación de Hx sin que en cambio, se aprecien aumentos en las BVT o TMA.

En la Tabla 6 se observan los valores de Hx en cigalas frescas y congeladas, correspondientes al límite de comestibilidad.

TABLA 6
VALORES DE Hx
EN EL LÍMITE DE COMESTIBILIDAD

<i>CIGALAS FRESCAS</i>	
<i>Punt. organol.</i>	<i>Hx moles/g</i>
6	0.31
6	0.43
6	1.23
6	1.08
6	1.59
	Media: 0.93

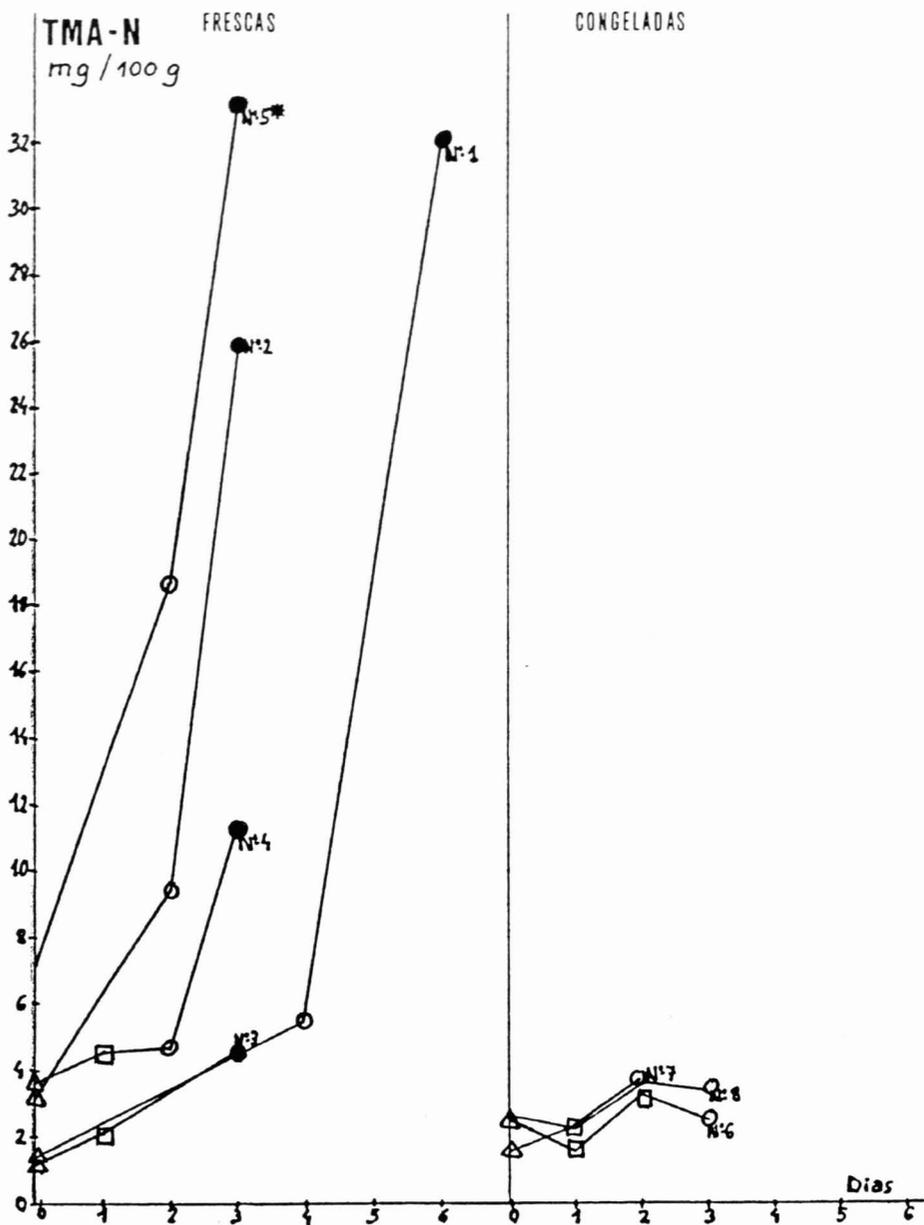


Figura N.º 1 - CIGALAS

Valor Organol. 10-9 / 8-7 / 6-5 / ≤ 4

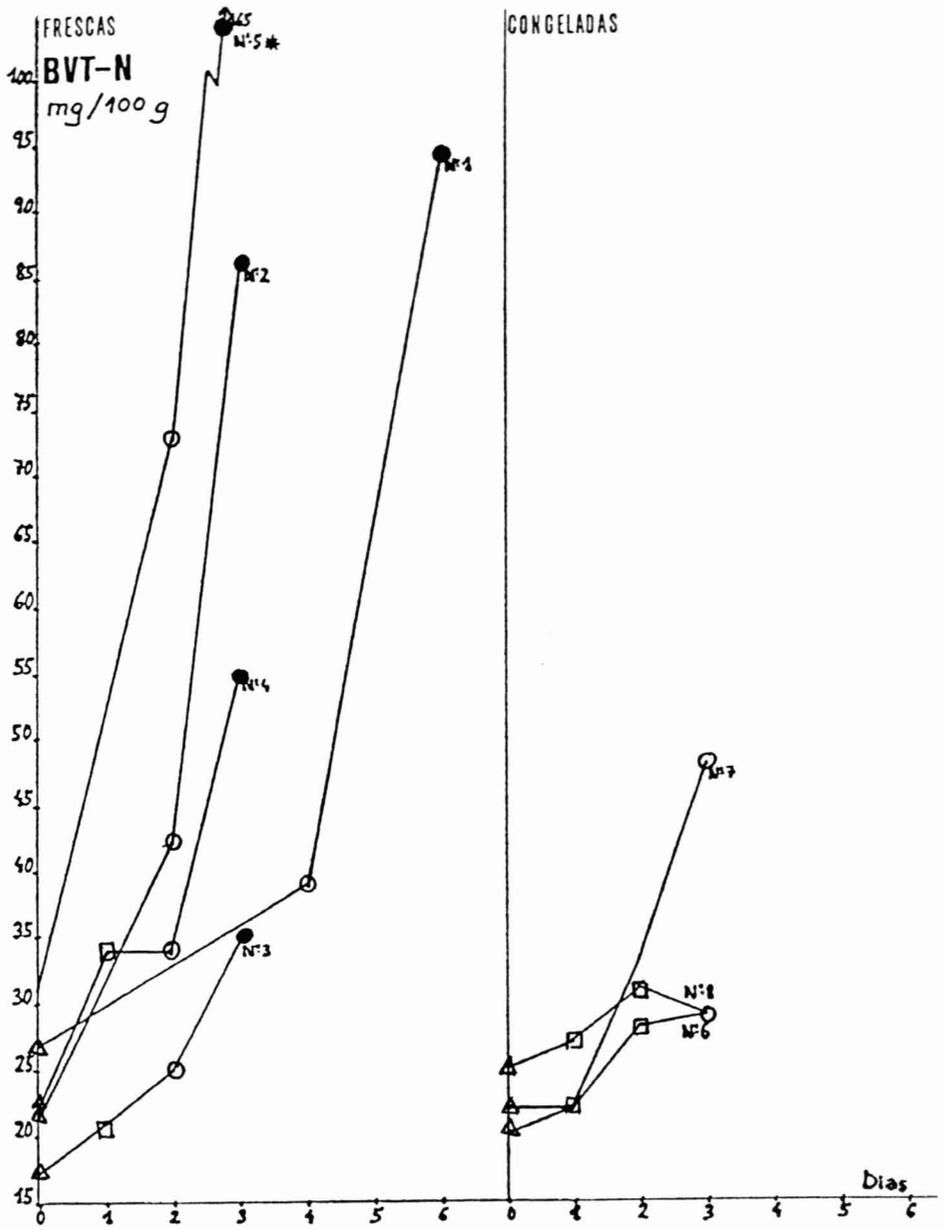


Figura Nº 2 - CIGALAS

Valor Organol. 10-9 / 8-7 / 6-5 / ≤ 4

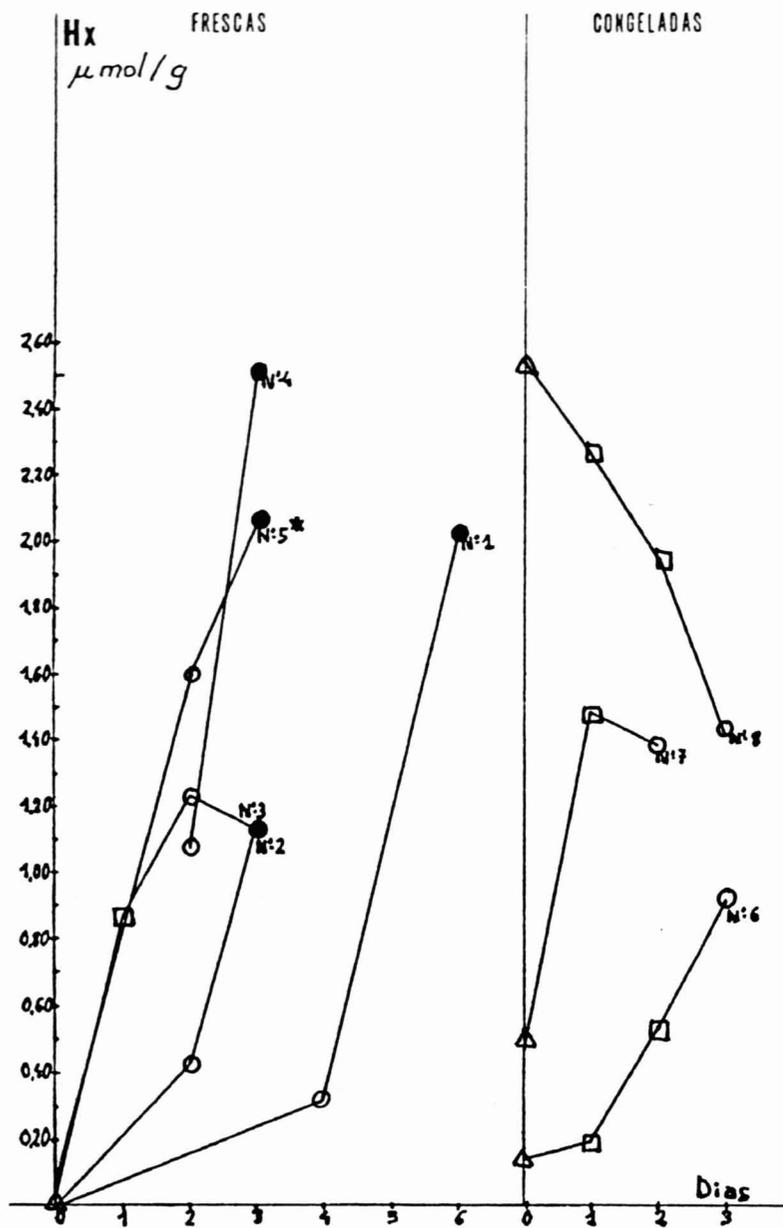


Figura N.º 3 - CIGALAS

Valor Organol. 10-9 / 8-7 / 6-5 / ≤ 4

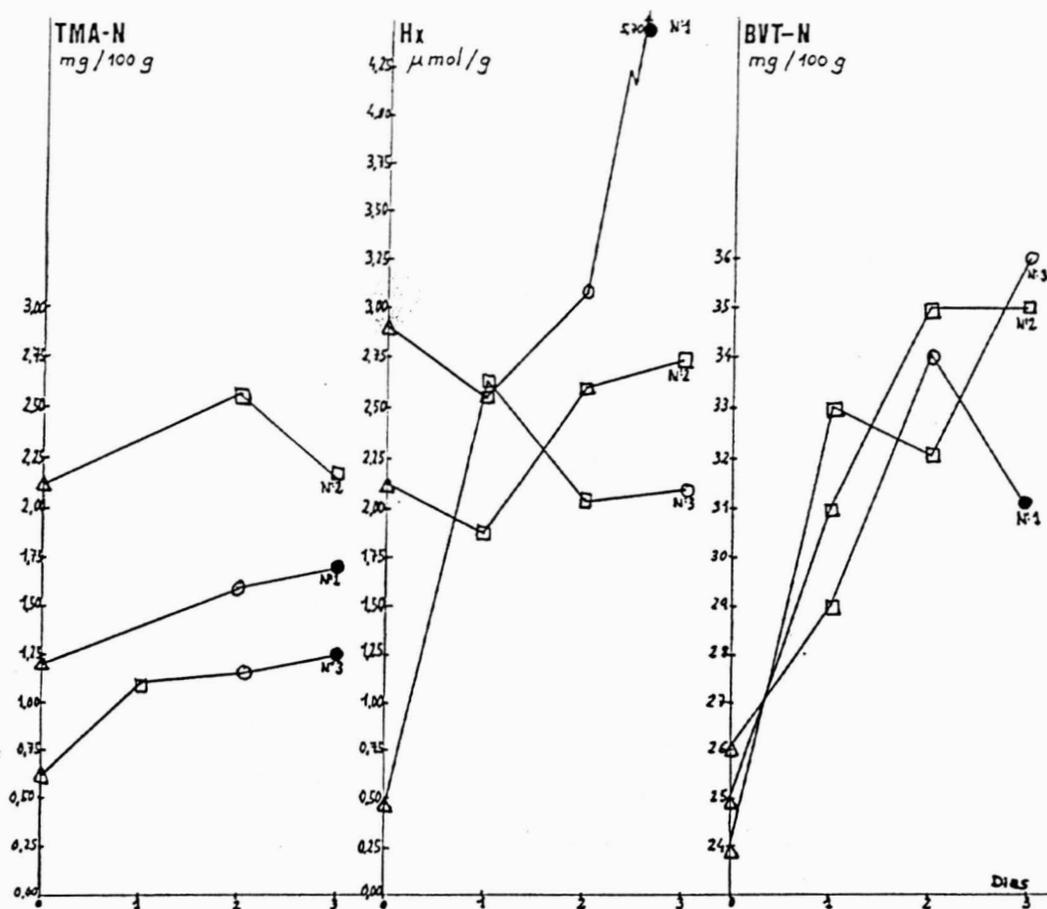


Figura N.º 4 - LANGOSTINOS (congelados)

Valor Organol. 10-9 / 8-7 / 6-5 / ≤ 4

CIGALAS CONGELADAS	
Punt. organol.	Hx moles/g
5	1.39
6	0.92
6	1.41
	Media: 1.24

Contrariamente a lo que ocurría en BVT y TMA, el valor medio de Hx en dicho límite es superior en cigalas congeladas que en frescas, sin embargo, el comportamiento durante el almacenaje fue distinto para ambos tipos de muestras; mientras que en las cigalas frescas la Hx aumentó, en las congeladas este índice aumentó poco o llegó a disminuir (Tabla 2, Fig. N.º 3).

Este comportamiento anómalo en producto congelado se repetirá de nuevo en los langostinos congelados, lo cual nos da una cierta seguridad de que esta conclusión no sea debida a un error de análisis.

La evolución de los langostinos es similar a la de las cigalas congeladas; de las tres muestras, la N.º 1 es la única que presentó un aumento claro de Hx durante el almacenaje, y también la única muestra que sufrió

melanosis a partir ya del primer día, la que se deterioró más rápidamente y la que tenía un valor de Hx más alto el día de la adquisición, todo ello debido probablemente a la ausencia de bisulfito adicionado. Por el contrario, las otras dos muestras presentaban valores iniciales de Hx bajos, que posteriormente, o bien aumentaban poco o bien disminuían.

COMENTARIOS

A la vista de los resultados obtenidos —si bien entendemos que hubiera sido muy interesante disponer de más resultados— remarkamos el distinto comportamiento entre productos congelados y frescos. Las muestras congeladas se deterioran más lentamente, tanto desde el punto de vista organoléptico como a través de los parámetros bioquímicos. Creemos que la adición de bisulfitos retarda dicho deterioro, aunque son posibles otras causas, mencionadas ya al hablar de LUIJPEN (1958).

En las muestras que llevan varios meses congeladas a temperaturas superiores a -26°C , los enzimas responsables de la degradación de nucleótidos continúan activos. Del mismo modo, en muestras que han sufrido un proceso de descongelación y posterior recongelación, se aprecia un aumento de la Hx (E. ROJAS 1988). Estas dos razones, junto con la interferencia de SO_2 , explicarían la evolución anómala del índice Hx durante el almacenaje en refrigeración de los langostinos congelados y cigalas previamente congeladas a -18°C , cuyos valores eran excesivamente altos al comienzo del ensayo, y posteriormente se mantuvieron o descendieron, contrariamente a lo que cabría esperar en un pescado fresco. Creemos pues que en este tipo de muestras es necesario acompañar a los índices derivados del ATP, la de-

terminación de otros índices como la TMA, que si bien en pescado fresco han sido cuestionados por su incapacidad de valorar la pérdida de frescura durante los primeros días de almacenaje (EHIRA 1976), pueden ser útiles para valorar el estado de conservación en productos congelados.

De las situaciones delatadas nos permitimos plantear los siguientes supuestos lógicos, en crustáceos, a partir de los valores iniciales de Hx y TMA y su valoración en el tiempo:

1. - *Valor de Hx bajo y creciente*
- *Valor de TMA bajo y no aumenta*
Producto de partida de buena calidad y congelación mantenida.
2. - *Valor de Hx alto y se mantiene*
- *Valor de TMA bajo y no aumenta*
La muestra ha sido descongelada y vuelta a congelar o bien ha sufrido períodos largos de almacenaje. Probablemente la muestra lleva SO_2 .
3. - *Valor de Hx alto y aumenta*
- *Valor de TMA bajo y aumenta*
La muestra ha sido descongelada y recongelada o bien ha sufrido períodos de almacenaje largos. La muestra probablemente no lleva SO_2 .

4. - *Valor de Hx alto y aumenta*
 - *Valor de TMA alto y aumenta*

El producto de partida no era de buena calidad. Probablemente no lleva SO₂.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONACOPOULOS, N. (1960) - *Verbesserte Apparatur zur quantitativen Destillation Waserdampf-flüchtiger Stoffe*. Z. Lebensmittel Untersuch. u. Forsch, 113:113-116.
- CASTELL, C.H.; BISHOP, D.M.; NEAL, W.E. (1968) - *Production of trimethylamine in frozen cod muscle*, J. Fish. Res. Bd. Canada, vol. 25, N° 5.
- DYER, W.J. (1945) - J. Fish. Res. Bd. Canada, 6, 351.
- DYER, W.J.; FRASER, D.I.; LOHNES, D.P. (1966) - *Nucleotide degradation and quality in ordinary and red muscle of iced and frozen swordfish*, J. Fish. Res. Bd. Canada, 23 (12).
- EHIRA, S. (1976) - *A biochemical study on the freshness of fish*, Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., N° 88, Dec.
- JONES, N.R.; MURRAY, J. (1961) - *Degradation of nucleotides in frozen cod*, Biochemical Journal, vol. 80:266.
- JONES, N.R.; MURRAY, J.; LIVINGSTON, E.I.; MURRAY, C.K. (1964) - *Rapid estimation of hypoxanthine concentrations as indices of the freshness of chill-stored fish*, J. Sci. Fd. Agric., vol. 15, November.
- LUIJPEN, F.M.G. (1958) - *Objective spoilage tests for fish stored under conditions other than normal chilling in ice*, J. Sci. Food Agric., 9, July.
- LÜCKE, F.; GEIDEL, W. (1935) - *Bestimmung des flüchtigen basischen Stickstoffs in Fischen als Masstab für ihren Frischzustand*. Z. Untersuch. Lebensm, 70:441-458.
- SAITO, T.; AKAI, K.; MATSUYOSHI, M. (1959) - *A new method for estimating the freshness of fish*. Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries, vol. 24, N° 9.
- TEJADA YABAR, M. (1983) - *Estudios sobre desnaturalización proteica en pastas de Jurel congeladas y conservadas al estado congelado*. Alimentaria N° 108, 39, 1979; 109, 115-163, 1979; 110, 25-60, 1980.