



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME Nº 54

PRESERVACION DE LA ANCHOVETA
(*Engraulis ringens J.*) PARA CONSUMO
HUMANO DIRECTO, A BORDO DE LAS
EMBARCACIONES PESQUERAS.

Alejandro Ramirez Saldaña

Callao - Perú 1979

**PRESERVACION DE LA ANCHOVETA (Engraulis ringens J.) PARA CONSUMO
HUMANO DIRECTO A BORDO DE LAS EMBARCACIONES PESQUERAS ***

ALEJANDRO RAMIREZ SALDAÑA

Con la participación de:
José Córdova G., Gonzalo Cabrera Q., Lucy Cohaña F.
y Gladys del Rio de Gaviola

CONTENIDO

(Tablas 1-7 Figuras 1-17 Fotos 1-13)

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
1. ANTECEDENTES	1
2. INTRODUCCION	2
3. AGRADECIMIENTOS	3
4. DETERIORO DEL PESCADO	3
4.1 Alteraciones bioquímicas	4
4.2 Alteraciones por microorganismos	5
5. PRESERVACION O ENFRIAMIENTO DE LA ANCHOVETA	5
5.1 Matas	6
5.2 Preservación de la anchoveta a bordo	7
5.2.1 Cercado y estibado	7
5.2.2 Muestra patrón	8
5.2.3 Enfriamiento con hielo	8
5.2.4 Enfriamiento por inmersión	10
a) Enfriamiento sin recirculación del medio frío	
b) Enfriamiento con recirculación forzada del medio frío	
c) Enfriamiento con recirculación del medio frío mediante un equipo frigorífico	
d) Enfriamiento con inyección de aire al medio frío	
5.3 Transporte y almacenaje de la anchoveta preservada a bordo	14

	Pág.
5.4. Control de calidad de la anchoveta preservada	14
5.4.1 Determinaciones físicas	15
a) Evaluación sensorial	
b) Rigidez cadavérica	
c) Variación del pH	
5.4.2 Determinaciones químicas	24
a) Nitrógeno de trimetilamina (N-TMA)	
b) Nitrógeno de las bases volátiles totales (N-BVT)	
c) Índice de acidez	
d) Otras determinaciones	
5.4.3 Determinaciones microbiológicas	28
6. COSTOS EXPERIMENTALES	31
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
8. BIBLIOGRAFIA CITADA	35
9. APENDICE - FIGURAS Y SECUENCIA FOTOGRAFICA	37

* Convenio entre el Instituto del Mar y el Ministerio de Pesquería.

RESUMEN

Con la finalidad de mantener o prolongar la calidad de la anchoveta para consumo humano directo, se desarrollaron experiencias de algunos métodos de preservación a bordo de embarcaciones, tales como : preservación de la anchoveta en cajas con hielo en escamas; preservación de la anchoveta en agua de mar refrigerada con hielo (sal), sin y con recirculación, en comparación con una muestra testigo sin preservar, controlándose la frescura de la anchoveta mediante determinaciones físicas, químicas y microbiológicas.

De las experiencias realizadas durante tres años, se puede deducir que el enfriamiento por inmersión es el más adecuado y, dentro de este tipo de enfriamiento, el de recirculación del medio frío ha dado los mejores resultados.

ABSTRACT

In order to maintain or extend the quality of the anchovy (Engraulis ringens J.) for direct human consumption, some methods of preservation on board have been developed, such as: anchovy preservation using ice flakes in plastic boxes, anchovy preservation in refrigerated sea water with ice and additional sodium chloride, with and without recirculation, comparing it with a sample without preservation, verifying the freshness of the anchovy by means of physical, chemical, and microbiological determinations.

According to the different experiences carried out in three years, we can deduce that the immersion cooling system is the best of all, and within this cooling method, the recirculation of the chilling medium is the one that has given the best results.

1. ANTECEDENTES

Se inició el estudio de la "Preservación de la anchoveta a bordo de embarcaciones pesqueras para consumo humano", mediante el Convenio entre el Ministerio de Pesquería (Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en mayo de 1974. Posteriormente, a partir de

1975, el INARPE continuó desarrollando este estudio por su importancia para el país en el incremento de nuevas fuentes de materia prima, dirigidos hacia la transformación para el consumo humano directo.

Por otro lado, la Empresa Pública de Servicios Pesqueros (EPSEP) realizó algunos estudios consistentes en la eliminación del contenido estomacal mediante el cautiverio y preservación en pequeños tanques con agua de mar y hielo, a fin de procesarlos en su Planta Piloto.

En 1971 el INARPE también realizó investigaciones a nivel de laboratorio, a fin de observar los cambios físico, químico y microbiológico de la anchoveta a bordo con reactivos químicos (nitrito y formol), cuando se destina a la elaboración de harina y aceite.

2. INTRODUCCION

La anchoveta (*Engraulis ringens* L.) está próxima a construir un importante vector alimenticio para nuestra comunidad, siempre y cuando se desarrolle adecuadamente su tecnología de transformación, y para ello es sumamente necesaria la buena calidad, que se obtiene con un adecuado método de preservación a bordo, transporte y almacenamiento.

Esta especie es sumamente delicada por su tamaño, por la fragilidad de su textura, por las fluctuaciones en el contenido graso a través de las estaciones, por la elevada insaturación de la grasa, etc., lo que requiere de estudios metódicos que permitan mantener su calidad.

El objetivo de los estudios en materia de preservación, es el mantener la anchoveta a bordo apta para el posterior procesamiento o transformación en productos para consumo humano directo. Para ese efecto, se ha tratado de adaptar y observar el comportamiento de esta especie con las diferentes técnicas utilizadas especialmente en Noruega y Canadá, por lo que consideramos el presente trabajo como un aporte en materia de investigación sobre preservación a bordo en nuestros días.

3. AGRADECIMIENTOS

El IMARPE expresa su agradecimiento por la colaboración brindada por los ejecutivos y el personal de flota de Pesca-Perú, que intervino en la ejecución de los diferentes ensayos. Asimismo, el autor agradece la colaboración del personal profesional y técnico del Proyecto "Transformación de anchoveta para consumo humano directo" y la de los Laboratorios de Cuímica, Instrumentación, Microbiología y Organológico.

4. DETERIORO DEL PESCADO

Uno de los problemas de la industria pesquera es el alto grado de perecimiento de la anchoveta, el cual se debe a la acción enzimática en los tejidos musculares (catepsinas), de las vísceras y tubo digestivo (tripsina, quimotripsina y pepsina), produciendo la descomposición autolítica; y a la acción bacteriana de la superficie exterior, branquias y aparato digestivo.

El término "frescura" del pescado se interpreta como un fenómeno con dos fases: la primera consiste en la disminución de la "frescura" debido a la acción autolítica en los tejidos; a esta primera etapa, se le denomina frescura enzimática. La segunda fase corresponde al deterioro en sí, iniciándose el proceso de alteración por acción de las bacterias, principalmente y se le llama frescura bacteriana (Moguchi, 1972).

Está demostrado que el desarrollo bacteriano es retardado durante el período del rigor mortis, debido a lo desfavorable que se presenta el músculo por el descenso del pH, a consecuencia de la formación del ácido láctico, aumentando la capacidad de conservación del músculo y evitando la proliferación bacteriana.

Durante el post-rigor, la flora microbiana entra a la fase de crecimiento exponencial con la formación de productos de descomposición tales como la mono, di y trimetilamina, amoníaco y sulfuro de hidrógeno; el incremento de estos compuestos es producido casi en su totalidad por acción bacteriana y su valoración sirve como indicadores de la alteración y de la disminución de la frescura del pescado (Shewan, 1956).

En especies pelágicas como la anchoveta, sardina y caballa, las enzimas digestivas pueden provocar una fuerte autólisis, que trae consigo un ablandamiento de la carne

por ruptura de la pared estomacal; esto puede agravarse si la materia prima ha sido capturada en el momento de la alimentación cuando la producción de enzimas gástricas es muy intensa, trayendo pérdidas en proteínas y grasa.

Existe también el problema de la oxidación de las grasas del pescado, que se producen en condiciones de almacenamiento aeróbicas, así como la hidrólisis de los lípidos por acción enzimática y bacteriana.

1.1 Alteraciones Bio-químicas

Una vez muerto el pez se producen cambios bioquímicos a nivel muscular. El músculo del pez, vivo o inmediatamente después de ser capturado, es viscoso, flexible, suave al tacto (pre-rigor); luego de algún tiempo se torna rígido (rigidez cadavérica o rigor mortis) y, después de la resolución del rigor se tornan flexibles (post-rigor). El paso de un estado al otro es gradual; la duración de la rigidez cadavérica depende de factores tales como: especie, condición del pez, actividad muscular previa a la muerte, métodos de captura, manipuleo y preservación empleados a bordo.

La contracción y el relajamiento de los músculos, característico en el pez vivo, depende de la interacción entre filamentos musculares gruesos, conformados básicamente por miosina, y filamentos musculares finos conformados por actina. Al entrar en contacto las proteínas de estos dos tipos de filamento, la actina miosina actúa como un sistema enzimático del tipo ATP-ASA, que libera un grupo fosfato del Adenosín trifosfato (ATP), generando así la energía necesaria para la contracción. Para que funcione el sistema contráctil en el animal vivo, debe haber disponibilidad continua de ATP, lo cual se logra por resíntesis a partir del Adenosín difosfato (ADP). (Montés, 1966).

Una vez cesadas las actividades del cerebro y del corazón, se van produciendo una serie de cambios simultáneos o sucesivos que incluyen la falta de provisión de oxígeno y de circulación; se destruye el equilibrio osmótico; cesa la regulación nerviosa y hormonal; se produce una disminución del glucógeno; producción de ácido láctico a partir de la degradación anaeróbica de los carbohidratos (glicolisis), y disminución en el valor del pH en el músculo. El fosfato de creatina va desapareciendo rápidamente debido al desgaste en la resíntesis del ATP y,

cuando ha desaparecido el 60%, la degradación de ATP deja de ser reversible y comienza a desaparecer, apreciándose en ese momento los primeros signos en el músculo de falta de extensibilidad. Cuando el 80% de ATP ha sido degradado, se nota cierta rigidez incipiente, observándose un incremento de la rigidez cadavérica al momento que el ATP casi ha desaparecido (Amalcher, 1961).

4.2 Alteraciones por Microorganismos

La flora bacteriana de peces marinos está constituida básicamente por bastones gram negativos (70% de la flora inicial habitual), predominando las pseudomonas, la achromobacter, el flavobacterium, la vibrio, la serratia, los cocos de los géneros micrococcus y la sarcina.

En cuanto a la carga bacteriana adquirida por contaminación durante el manipuleo, transporte y procesamiento, el pescado puede presentar microorganismos como las enterobacterias *Los stryptococcus*, *los staphylococcus*, *el clostridium*, etc.

Durante el almacenamiento refrigerado del pescado (preservado con hielo), se producen cambios cualitativos en la flora bacteriana; luego de pocos días hay una predominancia de los grupos de pseudomonas y acromobacter, produciendo una disminución en los grupos mesófilos tales como el micrococcus y los bastones gram positivos (Shewan, 1974). Shewan, Hobbs y Godg Kiss (1960) hallaron que, a los 10 días de preservación con hielo, el pescado presentaba 61% de pseudomonas y 25% de acromobacter de la flora bacteriana, habiendo disminuido los micrococcus de 10% (flora inicial) a 2% y, los bastones gram positivos de 28% (flora inicial) a 10% de la flora bacteriana.

5. PRESERVACION O ENFRIAMIENTO DE LA ANCHOVETA

La anchoveta peruana (*Engraulis ringans* J.), eminentemente plantófaga, se caracteriza por tener el cuerpo alargado, lateralmente poco comprimido, de talla pequeña, llegando en algunos casos hasta los 25 cm.; el color varía de verdoso a azul oscuro en el dorso de los ejemplares muertos, más claro y brillante en los vivos, y la zona ventral plateada. Esta especie se distribuye en la costa del Perú y Chile, viviendo en la franja de las aguas frías de la corriente costera peruana, caracterizada por la renovación de nutrientes en las capas superficiales, de alta

productividad biológica.

Las mayores concentraciones de anchoveta se encuentran dentro de las 50 millas, acercándose hacia la costa durante la primavera y el verano, en tanto que en el invierno se produce una dispersión hacia zonas más alejadas de la costa. La época del desove es prolongada, se inicia en agosto y termina en marzo, aproximadamente. Su ciclo vital es corto, inicia su reproducción antes de un año y su longevidad parece sobrepasar los tres años.

La variación del contenido graso en la anchoveta obedece a las diferentes estaciones del año, a las condiciones zonales o locales, al tamaño, la edad, etc. Así por ejemplo, las anchovetas menores de 12 cm. de longitud contienen entre 4 y 7.5 de grasa; las mayores de 12 cm. entre 7 y 14.5, llegando a veces a más del 18% de grasa en años anómalos (influencia de "El Niño" y/o fenómeno de "El Niño"). En el presente trabajo, el contenido de grasa en el músculo de la anchoveta varía entre 6.3 y 9.1.5 (met. benceno).

Por otro lado, en el músculo de la anchoveta viva (de 16-17 cm) se encontraron valores de 18.3 - 19.3.5 de proteínas; 63.9 a 72.4.5 de agua; 6.1 de pH, 0.45 - 0.53% de ClNa; 0.15 - 0.22 de índice de acidez expresado como ácido oleico; 139.4 de índice de iodo, etc. Asimismo, el calor específico es de 0.85 a 0.90 Kcal/Kg.°C; la gravedad específica 1.04 gr/cm³; el coeficiente de conductividad térmica 0.43 Kcal/mh° C; el valor calórico 196.2 Kcal/100 gr ; la temperatura de difusión 0.00049 m²/h; el rendimiento 70 - 73%, y desperdicios 27 - 30% (cabeza, vísceras, cola).

5.1 Metas

Las metas consideradas para la preservación de la anchoveta a bordo de las embarcaciones son las siguientes:

- a) Desarrollar métodos de preservación de la anchoveta a bordo de una embarcación pesquera, con el propósito de mantener la calidad de la materia prima, desde la captura hasta la utilización por la industria para la elaboración de diversos productos pesqueros

b) Dar las pautas técnicas para que el mejor método de preservación pueda ser utilizado por las empresas, especialmente las dedicadas a la extracción de anchoveta para consumo humano directo.

5.2 Preservación de la anchoveta a bordo

Cabe mencionar que la ejecución del 90% de los estudios se ha realizado a bordo de una bolichera (embarcación dedicada a la extracción de la anchoveta para la industria de reducción), de 350 ton. de capacidad, con generador eléctrico de 220 v/60 ciclos, y el 10% restante a bordo del B/I SINP-1 (embarcación arrastrera del INARPE). Durante las seis experiencias en la bolichera, los estudios fueron realizados acondicionando los diversos equipos y materiales en la cubierta de la embarcación, ya que la bodega de la misma no fue posible utilizarla por razones de diseño y el elevado costo de acondicionamiento.

La influencia de la temperatura baja sobre la anchoveta permite retardar la autólisis de los tejidos y, por consiguiente, la proliferación bacteriana. Del mismo modo, existe la influencia de la manipulación, cuya correcta acción contribuye notablemente a mantener la frescura de la anchoveta, desde el momento en que ésta se encuentra en cubierta, hasta su transformación por la industria.

5.2.1 Cercado y estibado

La carencia de aparejos diseñados para obtener capturas racionales y eficientes de anchoveta destinada al consumo humano directo incide sobre la calidad de la materia prima; así por ejemplo, la anchoveta capturada con redes industriales permanece mayor tiempo en agitación, y como consecuencia, la duración de la rigidez cadavérica disminuye considerablemente.

Por esta causa, detectado y cercado el cardumen, se tomó precauciones para no maltratar la anchoveta; utilizando un "chinquillo" se procedió a un lavado ligero mediante mangueras, y se estibó en las cajas y tanques previamente preparados para los estudios respectivos.

Cabe destacar que los pescadores desempeñan un rol primordial para la buena manipulación del pescado; por ello es conveniente explicarles las implicancias de

manipulaciones inadecuadas y la importancia del desarrollo de una pesquería de la anchoveta que se destina al consumo humano directo.

5.2.2 Muestra Patrón

Para conocer con mayor certeza las condiciones iniciales de la anchoveta, desde el punto de vista físico, químico y microbiológico, se transportó la anchoveta viva en cilindros acondicionados (renovando continuamente el agua de mar) hasta los laboratorios del IWARPE. De esta manera, se obtienen los puntos iniciales para los diversos parámetros estudiados. La anchoveta viva se resiste a la cautividad, notándose que hasta las 12 horas de cautiverio no presenta signos de mortalidad; a las 19 horas se nota una mortalidad moderada, y a las 23 horas el 30% de mortalidad.

En todas las pruebas se compararon las muestras preservadas con otra denominada "muestra patrón", que viene a ser la anchoveta estibada sin preservar, en cajas de polietileno.

Para todas las experiencias se utilizaron anchovetas mayores de 14 cm, que a nuestro parecer debe ser el tamaño mínimo para la transformación a productos de consumo humano directo.

5.2.3 Enfriamiento con hielo

En base a observaciones de pruebas anteriores, se construyó una cabina isotérmica con la finalidad de mantener las muestras aisladas de contaminación externa, evitar la fuga de frío, determinar el tiempo de enfriamiento, la rigidez cadavérica, etc. En esta cabina se almacenó la anchoveta estibada en cajas de polietileno de 20 Kg de capacidad. El mejor método para estibar la anchoveta en cajas consiste en colocar una capa de hielo en escamas en la base de la caja, luego 14 a 16 Kg de anchoveta y, por último, otra capa de hielo; de esta forma, el agua de fusión del hielo envía la anchoveta y lava el limo bacteriano de la superficie, contribuyendo así a conservar la frescura del aspecto y el olor a pescado. Mayores cantidades de anchoveta se compactan impidiendo el flujo del agua de fusión y ejerciendo presión sobre la capa inferior de la anchoveta, la misma que ocasiona magullamientos e incisiones en su zona ventral.

El tiempo de enfriamiento de la anchoveta, hasta una temperatura final, depende de su temperatura inicial, relación hielo/pescado, grado de desmenuzamiento del hielo, temperatura del ambiente, etc. La relación (ϕ) = cantidad de hielo/cantidad de pescado usado, varía entre 0.33 a 0.75 o más, dependiendo de: el tiempo que tarda la embarcación en llegar al puerto, del desembarque, del transporte, hasta el almacenamiento en cámaras.

Para disminuir la temperatura de 1 Kg de anchoveta de + 20° C a 0° C se requiere disipar aproximadamente 18 Kcal.; cuando se emplea $\phi = 0.33$, se dispone de 27 Kcal. de frío por Kg de pescado, teniendo un remanente de 9 Kcal. para cubrir las pérdidas de frío por el medio ambiente, cajas, etc.; con $\phi = 0.25$ no es posible llegar a 0° C; con valores $\phi > 0.5$ la temperatura del aire de la cabina isotérmica tiene poca influencia en la duración de la refrigeración, con temperaturas más altas en la cabina se funde mayor cantidad de hielo, incidiendo por lo tanto en mayores gastos del mismo.

La fabricación del hielo en escamas se realizó con agua clorada (7 ppm.), permitiendo la obtención de hielo exento de bacterias; en ocasiones anteriores, el hielo adquirido en el mercado estuvo contaminado, pudiendo incidir en la preservación.

La temperatura de la anchoveta preservada a bordo, en cajas con hielo en escamas, disminuye rápidamente a temperaturas cercanas a 0° C dentro de los 40 y 45 minutos; mantener esta temperatura depende del exceso del hielo calculado para un período determinado.

El tiempo de enfriamiento se determinó en forma práctica, utilizando un medidor de temperatura Alnor con selector para seis sondas de 4-6 m. c/u (ver anexo). Estas sondas son insertadas en el músculo de la zona dorsal desde la parte posterior de la aleta dorsal hacia la cabeza, del tal manera que registre la temperatura de la parte más gruesa de la zona dorsal de la anchoveta. La operación se inició tomando la temperatura de la anchoveta recién capturada; luego se colocó la anchoveta en las cajas, se adicionó el hielo, se estibó en la cabina isotérmica al mismo tiempo que se fueron insertando las sondas en las anchovetas de la parte central de las cajas, se cerró la cabina y se continuó tomando las temperaturas cada cinco minutos durante las primeras dos horas, y posteriormente cada dos horas.

En la fig. 1 del anexo se observa claramente que la temperatura de la anchoveta disminuye violentamente, aproximándose a 0°C a los 45 minutos; y, la temperatura interna de la cabina isotérmica se mantiene \pm a 4°C .

Para mantener esta temperatura durante las 20 primeras horas se adiciona hielo a medida que este se va consumiendo. La fig. 2 del anexo es el resultado de las diversas observaciones realizadas cuando $\phi \pm 0.5$; donde si bien es cierto que la temperatura de la anchoveta disminuye abruptamente, a partir de las cuatro horas se nota que ésta empieza a ganar calor en forma paulatina hasta alcanzar aproximadamente 10°C después de las 12 horas. Asimismo, puede observarse que la temperatura interna de la cabina isotérmica se incrementa.

5.2.4 Enfriamiento por inmersión

Consiste en refrigerar la anchoveta en agua de mar enfriada con hielo, añadiéndole algunas veces cloruro de sodio (sal común), para obtener temperaturas iniciales de agua de mar entre -1°C y -1.5°C .

a) Enfriamiento sin recirculación del medio frío

Se realizaron las investigaciones en un tanque de 0.5 m^3 de volumen, el mismo que fue construido con planchas de fierro de $1/16''$ y aisladas con planchas de tecnoport de $1\ 1/4''$.

Durante los estudios se determinó la relación agua-pescado, considerándose que la cantidad de agua oscila entre 28 y 35%, notándose que en cantidades menores no llega a cubrir la carga de anchoveta.

La cantidad de anchoveta que se utiliza en este tanque está entre 300 y 360 Kgs. El medio refrigerante se prepara momentos antes de iniciar la manipulación de la anchoveta mediante el "chinquillo"; en algunas oportunidades a la mezcla agua de mar y hielo, se aumenta de 3 a 4 Kgs de sal común por cada 100 Kgs de hielo, el que permite bajar la temperatura inicial del medio refrigerante.

Tomada la temperatura inicial de la anchoveta, se inserta las sondas en las otras, y se las ubicaron en tres niveles diferentes; para esto, se dividió imaginariamente el tanque en forma horizontal en tres partes : zona inferior (fondo), zona media y zona superior. En el centro geométrico de la zona inferior se coloca una de las muestras y, las otras dos en la zona media y superior; se inició las lecturas de las temperaturas cada 5 minutos, y luego cada 30 minutos; de igual forma se hacen las lecturas de la temperatura del refrigerante. Ajustadas las desviaciones propias de cada termocupia, se obtiene la fig. 3 del anexo, observándose que la temperatura de la anchoveta situada en el tercio inferior (fondo), del tanque, libera su calor lentamente llegando a 5.5°C entre las 3 y 4 horas, para luego iniciar un ascenso en la temperatura. Del mismo modo, se nota que el medio refrigerante inicialmente cede el frío rápidamente hasta llegar a 4°C , después va ganando temperatura lentamente. La anchoveta situada en la zona media también libera su calor pausadamente hasta llegar a 4°C a partir de las 5 horas; el refrigerante al principio cede rápidamente el frío y se mantiene a 3°C , para luego iniciar un ascenso moderado, mientras que la anchoveta situada en la zona superior baja la temperatura a puntos cercanos a cero grados a las 2 horas aproximadamente e inicia un ascenso bastante moderado, y el medio refrigerante se mantiene a temperaturas inferiores a cero grados. Esto es comprensible por que la mayor carga de hielo adicionado para compensar las pérdidas por conducción y convección por un período predeterminado (8 horas), se sitúan en la zona superior y mantienen baja la temperatura del medio refrigerante, mientras que la anchoveta situada en la zona media e inferior, una vez liberado su calor, se mantiene por falta de recirculación del medio refrigerante. Posiblemente, esta diferencia de temperaturas también pueda ser ocasionada por las características del tanque, ya que el aislamiento es de tecnopor y podría mejorar con aquellos que tienen aislamiento de poliestireno.

b) Enfriamiento con recirculación forzada del medio frío

Luego de los estudios y observaciones realizados sobre preservación en tanques sin recirculación del medio refrigerante, se construyó otro tanque con las mismas características que el anterior, pero de mayor volumen, a fin de

tener el espacio libre necesario para instalar el sistema de recirculación forzada, que consiste en una electrobomba de 1/4 HP, con dos tubos perforados e instalados en el fondo del tanque, el mismo que está protegido con alambres de malla para evitar obstrucciones ocasionadas por las escamas y un tubo de descarga con doble perforación instalado en el centro del área superior, que descarga el medio refrigerante en forma de ducha. Tanto a la entrada como a la salida de la bomba, se instalan llaves de globo para regular el flujo del refrigerante.

Homogenizado el medio refrigerante, estibada la anchoveta y colocados los termopares igual que en el caso anterior, se inician las lecturas cada 5 minutos, luego cada hora y por último cada 2 horas; el medio refrigerante (agua de mar, hielo, a veces sal) se recircula una vez estibada la anchoveta durante 5 minutos, luego a la 1/2 hora y por último cada 2 horas; siempre, la recirculación es de 5 minutos por vez.

En la fig. 4 del anexo se tiene la curva de la variación de temperatura en el músculo de la anchoveta, y se observa que ésta decrece rápidamente a 0.6°C entre los 30 y 40 minutos, para posteriormente estabilizarse en 3°C a partir de las 2 horas. Este incremento de temperatura se debe, a que el medio refrigerante gana calor al ser recirculado, a las pérdidas por convección y conducción, por manipulación, etc. teniendo más influencia el primero, ya que al aumentarse hielo luego de algunas horas, el medio refrigerante mantiene su temperatura promedio. Cabe destacar que esta curva corresponde a las anchovetas situadas en la zona central o intermedia del tanque, puesto que las anchovetas que se encuentran en la zona superior se mantienen a temperaturas cercanas a 0°C y las de la zona inferior igual a las del centro. También, en dicha figura se nota claramente, que el medio refrigerante se mantiene aproximadamente a 2 décimos de grado inferior que el del músculo de la anchoveta.

c) Enfriamiento con recirculación del medio frío, mediante un equipo de refrigeración.

Mediante el Convenio entre el MIPE y el IMARPE, se adquirió un equipo experimental para preservar una tonelada de anchoveta aproximadamente. Este equipo de refrigeración fue diseñado y construido en Alemania por la firma Stal Astra GmbH. Kalteanlagen, de tal manera que pueda funcionar tanto en tierra firme como a bordo de una embarcación. El agua de mar puede enfriarse hasta -1.5°C y ser recirculada mediante un sistema de duchas en un tanque aislado con poliuretano. Se ha discutido la posibilidad de instalar este equipo a bordo del nuevo barco de investigación que viene construyéndose en el SIMA y de esta forma cumplir su cometido de preservar, no sólo anchoveta, sino cualquier otro tipo de especies comerciales (ver última fotografía en el anexo).

Sin embargo, consideramos a priori que este sería uno de los mejores métodos de preservación, puesto que mantendría el medio refrigerante (agua de mar) a la temperatura deseada ($+ 5^{\circ}\text{C}$ a -1.5°C), debido al rango de trabajo para el que está diseñado.

d) Enfriamiento con inyección de aire al medio frío

Se realizaron dos experiencias (la primera con una bolichera y la segunda en el Bl.SNP-1), con la finalidad de efectuar pruebas con el tanque (container) de aluminio de propiedad de la Empresa Pública de Servicios Pesqueros (EPSEP), para lo cual se construyó un intercambiador a fin de enfriar el aire a 2 ó 3°C e inyectarlo al tanque para homogenizar el medio refrigerante (agua de mar y hielo), y de esta manera, evitar las diferencias de temperaturas provocadas por falta de recirculación del medio frío. Sin embargo, no se pudo cumplir con estos objetivos por carecer de suficiente cantidad de anchoveta (500 Kgs mínimo) durante las mencionadas experiencias.

Una publicación reciente de la EPSEP, sobre manipulación y preservación de anchoveta a bordo, menciona, entre otros, el uso de este tanque de aluminio (1.1 m³ de capacidad), donde se preservó la anchoveta sin inyectar aire para homogenizar la temperatura del medio y/o carga. Por esta razón, creemos que los citados tanques aún no han cumplido con su cometido para lo cual han sido diseñados y por lo tanto debería realizarse estas experiencias en forma conjunta entre la EPSEP y el IMARPE.

5.3. Transporte y almacenaje de la anchoveta preservada a bordo

Acoderada la embarcación en el muelle, se descargaron y acondicionaron los tanques con anchoveta preservada, la cabina con anchoveta estibada en cajas con hielo, la anchoveta viva y la muestra patrón, para transportarlos en el camión isotérmico al Area Experimental de Productos Pesqueros. La anchoveta viva fue trasladada a los laboratorios para las determinaciones respectivas; la muestra patrón se mantuvo a la interperie a fin de seguir utilizándola como referencia.

Parte de la anchoveta preservada en los tanques con agua de mar y hielo (con recirculación y sin recirculación del medio refrigerante), se trasladó a las cajas plásticas, previamente preparadas con una capa de hielo; se acondicionó más hielo sobre la capa de anchoveta, a fin de evitar resecamiento y se almacenó en la cámara de refrigeración, también, parte de la anchoveta estibada en la cabina isotérmica se llevó a la cámara de refrigeración y de esta manera, se mantuvieron en condiciones para los controles de calidad correspondientes y las pruebas de transformación o procesamiento.

5.4. Control de calidad de la anchoveta preservada

El control de calidad a través del tiempo de preservación y las variantes en tierra se realizaron mediante determinaciones físicas, químicas y microbiológicas.

5.4.1 Determinaciones Físicas.— Se consideran aquellas que se realizan mediante el uso de los sentidos del hombre.

a) Evaluación sensorial.

Para la evaluación sensorial se confeccionó un esquema de calificación por puntaje, tomando en consideración algunos criterios propuestos por Shewan-J.M. del Torry Research Station, Wittsfogel H. del Lower Saxonio State Institute - Germany y otros.

A partir de dicho esquema y en función de las observaciones que se realizaron en las diversas pruebas, se elaboró otro que consideramos específico para la anchoveta (Tabla N°1). Se hace mención que, para la calificación de la anchoveta preservada en agua de mar y hielo, las determinaciones sobre las agallas no sufren alteraciones notorias, ya que el cambio de color (de roja a blancuzca), no es índice de frescura, por lo que debe tenerse mayor consideración en la cohesión de la espina dorsal sobre la carne y, para ello, se corta por el dorso paralelo a la espina dorsal y se observan las condiciones de acuerdo al esquema de la Tabla N°1; cabe destacar que este corte se debe hacer de preferencia con la uña del pulgar.

La evaluación sensorial se considera como el patrón fundamental de referencia, considerándose los siguientes puntajes :

Optimo	32 - 35
Muy bueno	25 - 31
Bueno	20 - 24
Regular	14 - 19
Malo	10 - 13
Muy malo	00 - 10

TABLA N°1

EVALUACION SENSORIAL

ESQUEMA DE LA CALIFICACION POR PUNTAJE

<u>CALI- FICACION</u>	<u>Pun- taje</u>	<u>APARIENCIA</u>	<u>CONSISTENCIA</u>	<u>OLOR</u>	<u>OJOS</u>	<u>AGALLAS</u>	<u>CARNE</u>	<u>CAVIDAD ABDOMINAL Y VISCERAS</u>
<u>OPTIMA</u>	<u>5</u>	<u>Viva, dorso azul y verde brillante de espejo</u>	<u>Firme, dura, ri- gida, elástica a la presión de los dedos</u>	<u>Agradable, a mar, a algas frescas</u>	<u>Muy frescos, con vexos, pupilas ne- gras, córneas trans- parentes, limpios</u>	<u>Rojo sangre, brillante, li- mo acuoso transparente</u>	<u>Rosa pálido, fi- rme, sin estrías sangre córtica fluida</u>	<u>firme, consistente perlada, vísceras firmes</u>
<u>MUY BUENA</u>	<u>4</u>	<u>Superficie lisa brillante, dorso azul añil, verde menos intenso</u>	<u>Menos dura, firme elástica, regresa rápido a su posi- ción</u>	<u>Cierto olor a mariscos, sin olor</u>	<u>Con punto rojo y pequeñas manchas negras</u>	<u>Rosáceo, se- creción esca- sa</u>	<u>Sin enrojeci- mientos a lo lar- go del espinazo</u>	<u>Elástica, algo rela- jada, vísceras al- go consistentes, sangre coagulada</u>
<u>BUENA</u>	<u>3</u>	<u>Superficie ater- ciopelada, dorso azulino, esporá- dicamente verdoso</u>	<u>Firme, poco relaja- da, elasticidad dis- minuida</u>	<u>Parecido a mo- ho, ligeramen- te a aceite</u>	<u>Algo planos, gúr- neas opalescentes manchas negras</u>	<u>Manchas par- duzcas, secre- ción opales- cente</u>	<u>Desprendimiento del espinazo, se- mi-resistente</u>	<u>Poco elástica, con pequeñas estriacio- nes, esporádica se- creción de aceite</u>

CALIFICACION	Puntaje	APARIENCIA	CONSISTENCIA	OLOR	OJOS	AGALLAS	CARNE	CAVIDAD ABDOMINAL Y VISCERAS
REGULAR	2	Algo sucia, dorso plomo pardusco, cabeza algo encogida	Blanda, se hunde fácilmente y resaca lentamente	A aceite rancio a ácido láctico, ligeramente amoniacal	Hundidos, manchas sanguinolentas, córneas opacas, pupilas grises	Con tendencias a negro, secreción opaca, ocre	Fácil desprendimiento del espinazo. Algo estriadas	Blanda, estrías marcadas y vísceras sin consistencia, secreción de aceite
MALO	1	Superficie sucia, desagradable, dorso negrozco, cabeza encogida	Muy blanda, no elástica, queda impresa en los dedos	Amoniacal, picante, algo repugnante	Córnea rugosa, pupila blanquecina	Negras en las bases, secreción sucia	Algo cerosa, sin consistencia	Muy blanda, deteriorada, vísceras sobresalientes, gelatinosa, desordenada
MUY MALO	0	Repulsiva	Flácida, puede romperse	Nauseabundo, podrido	Como agujeros, encogidos	Negras, mu- grasas	Cerosa	Destruída, vísceras rotas, maceradas, se deshace

Tabla N° 2

EVALUACION SENSORIAL DE LA ANCHOVETA TESTIGO
(SIN PRESERVAR)

INDICES	CALIFICACION POR PUNTOS			
	00 hr.	24 hrs.	39 hrs.	45 hrs.
Apariencia	5	2	0	0
Consistencia	5	3	3	1
Olor	5	0	0	0
Ojos	5	1	0	0
Agallas	5	1	1	1
Carno	5	2	2	1
Cavidad abdominal y vísceras	5	0	0	0
Puntaje total	35	9	6	3

La Tabla N° 2 muestra claramente que la anchoveta sin preservar a las 24 horas después de capturada es calificada como mala.

Las 00 horas corresponden a las observaciones sobre la anchoveta recién capturada y/o viva con un puntaje óptimo.

TABLA N°3

**EVALUACION SENSORIAL DE LA ANCHOVETA PRESERVADA
EN CAJAS CON HIELO A BORDO Y EN CAMARA DE
REFRIGERACION, UNA VEZ DESEMBARCADA**

INDICES	Calificación por puntos/horas											
	00	24	33	45	53	57	59	75	93	99	111	117
Apariencia	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2
Consistencia	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	2
Olor	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2
Ojos	5	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Agallas	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2
Carne	5	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2
Cavidad abdominal y vísceras	5	5	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Puntaje Total	35	31	29	27	23	23	13	17	17	16	16	14

La Tabla N° 3 muestra la calificación de la anchoveta preservada en cajas con hielo en escamas, estibada a bordo de una cabina isotérmica y almacenada en una cámara de refrigeración una vez desembarcada. A diferencia de la anchoveta testigo que a las 24 horas se califica como mala; la que está preservada con hielo es considerada como muy buena durante las 24 primeras horas, y como regular hasta las 120 horas.

Tabla N°4

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA ANCHOVETA PRESERVADA
EN TANQUES CON AGUA DE MAR, HIELO (SAL) CON
RECIRCULACION Y SUCESIVA ADICION DE HIELO

INDICES	Calificación por puntos/horas											
	00	24	33	45	53	57	69	75	93	99	111	117
Apariencia	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
Consistencia	5	5	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2
Olor	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2
Ojos	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Agallas	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Carne	5	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Cavidad abdominal y vísceras	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2
Puntaje Total	35	28	26	25	23	22	22	21	21	17	17	16

La Tabla N° 4 muestra la calificación de la anchoveta preservada en tanques con agua de mar y hielo en escamas; este medio de enfriamiento es recirculado mediante una electrobomba, a fin de homogenizar el sistema y obtener un enfriamiento uniforme en todo el tanque. En algunas pruebas se ha obtenido algunos puntos más al adicionar cloruro de sodio (sal común), al medio de enfriamiento.

Por otro lado, para compensar las pérdidas de frío a través del tiempo, se incrementó hielo a fin de observar aproximadamente la máxima duración de estas condiciones. Podemos observar que hasta las 93 horas después de capturada la anchoveta, se califica como buena y hasta las 120 horas aproximadamente, como regular; mientras que las preservadas en cajas con hielo, sólo hasta las 57 horas, como buena y luego como regular.

— TABLA N°5 —

EVALUACION SENSORIAL DE LA ANCHOVETA PRESERVADA EN EL
TANQUE CON RECIRCULACION DE AGUA DE MAR, HIELO
Y TRASPASADA A BANDEJAS PARA SER ALMACENADA
EN LA CAMARA DE REFRIGERACION

INDICES	Calificación por puntos/horas											
	00	24	33	45	53	57	69	75	93	99	111	117
Apariencia	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2
Consistencia	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2
Olor	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Ojos	5	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Agallas	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
Carne	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Cavidad abdominal y vísceras	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2
Puntaje Total	35	29	25	22	21	13	17	15	14	14	14	12

Una vez en la planta la anchoveta preservada en los tanques con recirculación, ésta se pasó a las cajas plásticas, adicionándole un poco de hielo en escamas en el fondo y sobre ella; luego se almacenó en la cámara de refrigeración (0° C). La evaluación sensorial se inició a bordo y se continuó en estas condiciones, cuyos resultados se muestran en la Tabla N°5, y donde se observa que la anchoveta se mantiene en buenas condiciones hasta las 53 horas aproximadamente, a diferencia de las mantenidas en el tanque que tienen la misma calificación hasta las 93 horas, y a partir de las 57 horas se mantienen como regulares hasta las 111 horas, llegando a las 120 horas como malas.

En la fig. 5, del anexo, se puede apreciar en forma global los resultados de las evaluaciones sensoriales, ya presentados en los cuadros anteriores.

b) Rigidez cadavérica

El músculo de la anchoveta, inmediatamente después de capturada, es flexible, suave al tacto (pre-rigor); luego de algún tiempo se torna rígido (rigor mortis o rigidez cadavérica), y después de la resolución de la rigidez se torna casi flexible (post-rigor). El paso de un estado a otro es gradual y la duración depende básicamente de la actividad muscular previa a la muerte, de los métodos de captura, del manipuleo y de la preservación empleados a bordo. Como es sabido, el deterioro bacteriano del pescado no se inicia hasta que la rigidez cadavérica haya concluido y este es el punto de partida para prolongar la frescura del pescado.

La fig. 6 del anexo, representa las fases de la rigidez cadavérica, así : (1) De la anchoveta testigo, que tiene aproximadamente 2 horas de pre-rigidez, 2 horas de rigidez cadavérica (plena) y 3 horas de post-rigidez. (2) De la anchoveta preservada o refrigerada en cajas con hielo en escamas con aproximadamente 4 horas de pre-rigidez, es decir, que la acción del frío retarda favorablemente el inicio de la rigidez cadavérica y la prolonga a 21 horas; y del mismo modo, la post-rigidez a 15 horas aproximadamente, lo que indica que con este método la actividad bacteriana se inicia + 25 horas después de capturada la anchoveta. (3) De la anchoveta preservada con agua de mar y hielo (recirculado), inicia su rigidez a las 5 horas después de capturada y dura 38 horas aproximadamente, (17 horas más que la preservada en cajas con hielo), con una post-rigidez de + 15 horas. Podemos considerar que con este método la actividad bacteriana se inicia + 13 horas, luego de capturada la anchoveta. Cabe aclarar que nosotros consideramos como post-rigidez, cuando la anchoveta inicia gradualmente a hacerse flexible, hasta cuando queda completamente flácido.

En la fig. 7 del anexo, se aprecia claramente la diferencia de la rigidez cadavérica, en comparación con los resultados obtenidos en la fig. N°; esto se debe principalmente al mejor trato que recibe la anchoveta al ser capturada y estibada a bordo, como también al ser almacenada en cámaras de frío en planta.

La anchoveta testigo o sin preservar mantiene la pre-rigidez de 2 horas, mejorando la rigidez y post-rigidez en 1 hora respectivamente, lo que indica menor agotamiento durante la captura y rapidez en la estiba. Esto se consiguió gracias a la comprensión de los pescadores a bordo, ya que se trató de hacerles ver la finalidad e importancia de éstos estudios.

La anchoveta preservada en cajas con hielo en escamas prolonga su pre-rigidez en 1 hora, su rigidez a 40 horas y la post-rigidez a 30 horas. Igualmente, la anchoveta preservada con agua de mar, hielo (sal), y tratada con las variantes de almacenamiento en tierra mejora, principalmente, prolongando la post-rigidez y se atribuye entre otras causas a la adición de sal al medio refrigerante.

Cabe recalcar que este informe es el compendio de una serie de experiencias realizadas a base de observaciones ya efectuadas, y aquí se presenta sólo las más saltantes y/o significativas a criterio del grupo de trabajo. No obstante los resultados obtenidos, también consideramos que uno de los mejores métodos para determinar la rigidez cadavérica es el bioquímico y, entre ellos, el valor "K" que está dado por la relación de la cantidad total de inosín, hipoxantina, la de adenosín trifosfato, y sus productos de degradación en el músculo del pescado.

c) Variación del pH

En las experiencias realizadas se ha obtenido la variación del pH en las diferentes muestras de anchoveta, cuyos valores se presentan en la Tabla N°6.

TABLA N°6

VARIACION DEL pH EN EL MUSCULO DE LA ANCHOVETA

Condición de la anchoveta	FRECUENCIA DEL pH EN HORAS									
	0	2	4	8	20	32	54	72	96	150
Testigo	6.15	6.1	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	--	--
Preservación en hielo	6.15	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	--	--
Preservación agua de mar y hielo.	6.15	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.3

En términos generales y en base a la comparación con las determinaciones químicas, organolépticas y rigidez cadavérica (fig. 6 del anexo), se puede decir tentativamente, que las muestras preservadas con uno u otro método con pH 6.2 se consideran como buenas y/o en límites de post-rigidez.

5.4.2 Determinaciones químicas

Otro de los parámetros que se considera como indicador de la frescura de la anchoveta son las determinaciones químicas, siendo las principales :
 nitrógeno de trimetilamina (N-TMA), nitrógeno de las bases volátiles (N-BVT), índice de acidez del aceite, etc.

Estos productos resultantes de la degradación de las proteínas, fueron determinados mediante métodos analíticos siguiendo una secuencia pre-establecida, realizándose simultáneamente, las determinaciones organolépticas y microbiológicas.

a) Nitrógeno de trimetilamina (N-TMA)

La fig. 9 del anexo representa las determinaciones del nitrógeno de la trimetilamina (N-TMA), en el músculo de la anchoveta, realizadas mediante el método de Dyer modificado por Shewan (colorimétrico).

Se nota claramente que la anchoveta testigo (sin preservar), representada por la curva N°1 que se incrementa en forma logarítmica, sobrepasa los 3 mg/100 g. antes de las 20 horas; mientras que en el grupo de anchovetas preservadas en los diversos métodos, la producción de N-TMA comienza a notarse entre las 40 y 50 horas después de capturada, concordando de esta forma con el término de la rigidez cadavérica; posteriormente se observa un ascenso moderado hasta las 120 horas.

Las referencias bibliográficas indican que el pescado apto para consumo humano no debe sobrepasar los 1.5 mg/100 g. de N-TMA en el músculo; sin embargo, estimamos que de acuerdo a los resultados y observaciones tanto físicas, organolépticas y microbiológicas, la anchoveta se puede considerar como apta para consumo humano mientras no supere 3.0 á 3.5 mg/100 g. de N-TMA en el músculo de la anchoveta.

b) Nitrógeno de las Bases Volátiles totales (N-BVT)

La fig. 10 del anexo representa las determinaciones del N-BVT en el músculo de la anchoveta, hallado mediante el método noruego de destilación atmosférica. De la misma forma que en la curva anterior, la anchoveta testi -

go a las 20 - 22 horas aproximadamente arroja valores mayores a 30 mg/100 g. de músculo; mientras que el grupo de las anchovetas preservadas se mantiene en 16 mg/100 g. hasta \pm 40 horas, coincidiendo plenamente con la rigidez cadavérica; a partir de este tiempo se inicia un incremento moderado para llegar a las 120 horas entre 21 y 25 mg/100 g. por comparación entre las otras determinaciones (organolépticas); se puede decir, tentativamente, que la anchoveta está apta para consumo humano directo mientras no sobrepase entre 25 - 30 mg./100 g. de N-BVT en el músculo de la anchoveta.

Se indica que tanto las determinaciones de N-TMA y N-BVT se realizaron también mediante otros métodos tales como el de microdifusión (Canadiense por Murray G.K. y Gibron, Japonés por Hitoshi, Vahiyama, etc.), habiendo obtenido resultados cuyas curvas mantienen una correlación progresiva similar a los otros métodos, pero cuyos valores nominales son diferentes; lo que haría necesaria la intervención de un factor de correlación.

c) Índice de Acidez

La fig. 17 del anexo, representa la variación del índice de acidez del aceite extraído de las diferentes muestras de anchoveta, notándose claramente que a las 50 horas la anchoveta preservada alcanza valores inferiores a 1.0% de acidez en comparación a la muestra testigo que sobrepasa el 3.6%. El grupo de muestras preservadas a las 120 horas tiene un valor entre 1.6 y 2.05%, correspondiendo el valor más bajo a aquella que se mantuvo todo el tiempo en agua de mar, hielo (sal), con recirculación.

En términos generales, puede considerarse que las técnicas de preservación de anchoveta a bordo atenúan la tendencia a la formación de ácidos grasos libres en el aceite.

d) Otras determinaciones

Además se han realizado otras determinaciones químicas que si bien no son índices de calificación de la frescura, tienen el propósito de servir como base para la mejor interpretación de algunas variables.

DETERMINACIONES PROMEDIO EN EL FILETE DE
ANCHOVETA RECIEN CAPTURADA

Agua	72.40 - 69.80 %
Proteínas	18.50 %
Grasa	6.20 - 8.00 %
Ceniza	2.80 %
Cloruro de sodio	0.45 %
Índice de acidez (ácido oleico)	0.20 - 0.15 %
pH	6.1 - 6.15
Índice de iodo	189.4

La composición anterior corresponde a la anchoveta viva que se llevó a los laboratorios del IMARPE con que se dió inicio a otros valores graficados a las cero horas.

La anchoveta preservada con agua de mar y hielo presenta un ligero aumento del contenido de agua, como se observa en la fig. N°12 del anexo, lo que se debe considerar durante los procesos de transformación.

Cuando se adiciona sal común al sistema de preservación con agua de mar y hielo, se nota absorción del cloruro de sodio, como se muestra en la fig. 13 del anexo; así, el músculo o filete de anchoveta contiene 0.45 % a las 0 ho

ras; 1.6 % aproximadamente a las 94 horas; mientras, que aquellas separadas del tanque y almacenadas en la cámara de refrigeración contienen 0.7 %, por lo que también se hace necesario considerarlos durante el procesamiento.

Del mismo modo, el contenido de aceite de la anchoveta preservada en agua de mar tiene tendencia a disminuir; así por ejemplo, muestras con 8 % de grasa (en el filete), inicial, 120 horas después de preservada, tienen valores entre 6.5 y 7% y esto se aprecia en la fig. 14 del anexo.

5.4.3 Determinaciones Microbiológicas

Paralelamente con las determinaciones químicas antes mencionadas, se realizó los controles microbiológicos como otro método de calificar la calidad de la anchoveta. Es sabido que, una vez muerto el pez, se inician los cambios en el tejido muscular, debido a las enzimas, para luego ser atacado por las bacterias presentes en grandes cantidades en las agallas e intestinos, muchos de los cuales son agentes potenciales de alteración; se considera que estos microorganismos penetran por las agallas y riñones a través de venas y arterias y/o directamente por la piel y el revestimiento de la cavidad abdominal para contaminar y degradar la anchoveta.

Las determinaciones microbiológicas se realizaron en el filete de anchoveta, incluyendo la piel, previo ligero lavado con un chorro de agua potable.

En la Tabla N°7 y la fig. 15 del anexo, se observa claramente la considerable diferencia de proliferación microbiana entre la muestra testigo o sin preservar y el grupo de aquellas que son preservadas, observándose que la anchoveta testigo, antes de las 15 horas de haber sido capturada, está sobre el millón de col/g., y a las 24 horas sobrepasa los 10 millones, haciendo de esta manera inservible a la anchoveta, mientras que el grupo de muestras preservadas a bordo y con variantes de almacenamiento en planta no sobrepasan de

TABLA N°7

RECUENTO TOTAL DE AEROBIOS VIABLES EN EL MUSCULO DE LA ANCHOVETA A 20° C.

MUESTRA	FRECUENCIA DE LAS NUMERACIONES TOTALES Col/g./hr.						
	5	24	45	53	69	93	117
- Anchoqueta viva	4.6×10^2	---	---	---	---	---	---
- Anchoqueta testigo	1.3×10^5	1.4×10^7	---	3.8×10^8	---	---	---
- Anchoqueta preservada con hielo	2.9×10^3	3.1×10^3	3.8×10^3	4.7×10^3	5.7×10^3	5.5×10^4	3.3×10^5
- Anchoqueta preservada con agua de mar, hielo (sal), con recirculación	2.5×10^2	6.6×10^3	7.4×10^3	9.2×10^3	3.5×10^4	9.4×10^4	2.2×10^5
- Anchoqueta preservada con agua de mar, hielo (sal), separada en cajas y almacenada en cámara	---	6.1×10^2	1.8×10^3	2.2×10^3	4.3×10^3	4.8×10^3	9.1×10^3

Los resultados de la anchoqueta viva se consideran como patrones iniciales a las 0 hora.

400 mil gérmenes por gramo a las 120 horas aproximadamente; lo que determina su aptitud para el consumo humano directo.

Del grupo de ejemplares preservados, se nota que la anchoyeta preservada con agua de mar y hielo (sal), mantenida en planta con adición de hielo, es la que aparentemente tiene mayor número de gérmenes y esto posiblemente se deba a los gérmenes de las aguilas, heces, etc., que contaminan el medio refrigerante; mientras que las separadas de ésta y almacenadas en cámaras son las que tienen menor incidencia de gérmenes, y esto posiblemente se deba por un lado, a que gran parte de los gérmenes quedó en el medio refrigerante (agua de mar, hielo), y por otro, a que la anchoyeta queda lavada por la fusión del hielo que se adiciona.

Paralelamente a estas determinaciones se realizaron incubaciones a 4°C y controles de E. coli. La numeración total a 4°C no tiene ninguna incidencia aparente, debido a que el desarrollo a esta temperatura es insignificante; en lo referente al NMP de E. coli es baja y está dentro de los límites permisibles para consumo humano directo, que según los estudios del IMARPE puede considerarse no mayor de 100/10 g. de muestra. Por otro lado, el agua de recirculación o medio refrigerante (agua de mar, hielo, etc.), antes del incremento de hielo y desagüe del mismo, arroja una numeración total de Aerobios viables de 2.5×10^6 col/g. a 20°C; Neg. a 4°C y NMP de E. coli 1,100, lo que indica una alta contaminación provocada, principalmente, por las heces de la propia anchoyeta, la que disminuye notablemente al desaguar y parte del medio refrigerante e incrementarse hielo. De no ser continúa esta operación, la materia prima puede correr el grave peligro de una elevada contaminación, especialmente si por descuido llegara a aumentar la temperatura de el tanque. Posiblemente sea necesario utilizar algún producto inhibitor o transvasarla a cajas para almacenarla en la cámara frigorífica a fin de no correr riesgos cuando se trabaje con mayores volúmenes en una industria conservera o afín.

Por otro lado en la fig. 16 del anexo, se determina claramente que hay una mutua correspondencia en los límites de aptitud entre las curvas del incremento del nitrógeno de trimetilamina y el crecimiento bacteriano, especialmente en las muestras que son preservadas. Tal es el caso que se califica como apta desde el punto de vista microbiológico y químico, cuando no sobrepasa las 300 mil col/g. y 3.5 mg/100 g. de N-TMA respectivamente para el mismo tiempo.

Si nos remitimos a la fig. 17 del anexo, donde intervienen las curvas de evaluación sensorial, vemos que existe una interrelación entre éstos métodos de evaluación químico, microbiológico y sensorial. La evaluación sensorial se presenta con dos escalas : una de 0-35, cuyo límite de aceptabilidad es 14, la cual se emplea generalmente en la investigación y la otra escala de 0-10, donde el límite de aceptabilidad es 4 (equivalente a 14). Esta escala obviamente es más práctica y sencilla, ya que los rangos de calificación son menos susceptibles a olvidos; de hecho, los especialistas en evaluación sensorial parecen llegar a un consenso general de usar y/o proponer una escala fácil y sencilla de recordar y manipular para fines de la calificación organoléptica. En los Próximos estudios adecuaremos nuestra calificación a esta escala, ya que gráficamente es coincidente (fig. 17 del anexo).

6. COSTOS EXPERIMENTALES

Entre los métodos de preservación estudiados, el que mejores resultados ha dado es el de recirculación de agua de mar enfriada con hielo. Este aspecto nos orienta a considerar una embarcación que deberá estar diseñada con un sistema de refrigeración mecánica, para enfriar y recircular el agua de mar.

En base a esta embarcación, realizamos un estudio tentativo de costos, a fin de aproximarnos al valor de la anchoveta preservada. Se toma como base la embarcación indicada y se asume 220 días de trabajo por año.

a) Inversión de Capital (I. C.)

- 1 Embarcación para 40 Ton. de Capacidad real, equipada para refrigerar agua de mar	S/ 50'000,000
- 1 Red (boliche), diseñada para esta capacidad	10'000,000
- Gastos diversos (<u>±</u> 5% de la inversión).....	<u>3'000,000</u>
Total.....	S/ 63'000,000

b) Gastos Generales

- Depreciación <u>±</u> 12%	S/ 7'560,000
- Mantenimiento y reparaciones (<u>±</u> 5% de la inversión).....	3'150,000
- Seguros (<u>±</u> 3.5% de la inversión).....	2'200,000
- Administración, derecho portuario, etc.....	1'000,000
- Combustible, lubricantes, refrigerante, etc.....	1'500,000
- 10 Tripulantes (incluye remuneraciones, benefi cios sociales, alimentación, vestimenta, etc.).....	6'000,000
- Otros gastos.....	<u>1'000,000</u>
Total.....	S/ 22'600,000

c) Costo bruto por T. M. de Anchoveta Preservada

$$\text{Costo} = \frac{63'000,000 + 22'600,000}{8,800}$$

$$\text{Costo} = \underline{\underline{+ S/9,700.00}}$$

Luego, la tonelada de anchoveta, puesta en puerto, costaría aproximadamente S/9,700.00

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La relación entre la temperatura de la materia prima y la actividad microbiana es uno de los factores determinantes para lograr retardar los cambios bioquímicos tendientes al deterioro del pescado. Cuando más pronto se reduzca la temperatura de la anchoveta y se alcance valores próximos a 0°C , se conseguirá inhibir el desarrollo microbiano en mayor proporción.
- El agotamiento, la manipulación brusca, lentitud en la estiba, etc., inciden directamente en la aparición y duración de la rigidez cadavérica.
- La rápida reducción de la temperatura a valores cercanos a cero grados centígrados (0°C) prolonga la pre-rigidez, la rigidez cadavérica y la post-rigidez, lo que incide directamente en mantener la frescura comercial.
- Cuando se utilizan cajas de plástico para preservar anchoveta, la relación hielo/pescado, que mejores resultados ha dado, está comprendida entre 0.33 y 0.75, dependiendo de la distancia de la zona de captura al puerto. La cantidad de anchoveta no debe ser mayor de 20 Kgs y el tiempo que tarda en llegar a una temperatura cercana a 0°C está comprendido entre 40 y 45 minutos.
- El volumen del refrigerante (agua de mar y hielo) oscila entre el 30 y 35%, notándose que volúmenes menores no cubren eficientemente la anchoveta; esto se debe al espacio que ocupa el hielo, porcentajes que deben ser menores cuando se emplean equipos de refrigeración mecánica. Si el medio refrigerante permanece estático, la disminución de la temperatura de la anchoveta es lenta, observándose diferentes niveles de temperatura. Cuando el medio refrigerante tiene recirculación forzada, la temperatura de la anchoveta baja rápidamente a valores cercanos a 0°C entre los 30 y 40 minutos. El mantenimiento uniforme de la temperatura baja depende de la reposición de hielo para compensar las pérdidas por transmisión de calor.
- La anchoveta preservada por inmersión en un medio frío recirculado mantiene mayor tiempo su calidad.
- La evaluación sensorial mediante el esquema de calificación por puntos es uno de los métodos más rápidos para evaluar la frescura comercial de la anchoveta.

- La rigidez cadavérica de la anchoveta fresca y no preservada es aproximadamente de 3 horas. La pre-rigidez y rigidez de la anchoveta preservada puede considerarse entre 5 y 40 horas, respectivamente; y el post-rigor entre 30 y 40 horas, dependiendo del sistema de preservación utilizado.
- La evaluación mediante determinaciones químicas (N-BVT, N-TMA), microbiológicas (recuento de Aerobios viables, E. coli, etc.) y organolépticas para calificar la frescura comercial de la anchoveta, tienen estrecha correspondencia.
- Debe complementarse el presente estudio mediante pruebas de preservación utilizando equipos de refrigeración mecánica para enfriar el agua de mar y tanques (containers) de aluminio (aislado con poliuretano), cuya homogenización de la temperatura del medio frío (agua de mar y hielo) se realiza con inyección de aire a baja presión.

ARS/sbf

3. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMLACHER, E. Rigor Mortis in fish. Fish as Food, Ed. Academic Press
1961 Inc., N.Y. Volumen I, Capítulo 12.
- BRAMSNAES, F. y P. HANSEN. Technological Problems connected with Rigor
1964 Mortis in Fish...The Technology of Fish Utilization. FAO.
- ELIZASURO, Noguehi. Freshness of fish meat utilization. of marine products, Text-
1972 book for marine fisheries, Research Course .
- EMPRESA PUBLICA DE SERVICIOS PESQUEROS (EPSEP). Manipulación, preser-
1977 vación de anchoveta a bordo.
- FAO Higiene de los pescados y mariscos. Informe de un Comité
1975 de Expertos de la OMS.
- FAO Producción de productos baratos para programas de seguri-
1975 dad alimentaria mundial. Por A. de Costa y otros. Roma.
- HOLSTON, J. y J. SLAVIN. Technological problems in the preservation of fresh,
1964 Ice Fish Requiring...The Technology of Fish Utilization.
- ICOCHEA, E., R. LAM y J. SANCHEZ. Preservación de la anchoveta a bordo de
1971 las embarcaciones pesqueras, con fines industriales de re-
ducción (nivel de laboratorio). IMARPE, Inf. N° 37.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERU. Efectos económicos de las diferentes medidas re-
1974 gulatorias de la pesquería de la anchoveta peruana. Segun
do Panel de expertos. IMARPE, Bol., Vol. III, N° 1.
- JORDAN, R. y CH. VILDOZO. La anchoveta, conocimiento actual sobre su biolo-
1965 gía, ecología y pesquería. IMARPE, Inf. N° 6.
- MONTES, Leandro A. Bromatología, Edit. EUDEBA
1966
- NICKERSON, Sinskey. Microbiology of food and food processing. American Else-
1972 vier Publishing Co.
- PERELLA, Guido. Determinación de las costas en las medianas y pequeñas
1967 industrias. Ed. Científico-médica, Barcelona.
- PLANK, R. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Ed.
1963 Reverté S.A., Barcelona.
- RAMIREZ, A. Estudio tecnológico del ahumado de algunas especies mari-
1978 nas. IMARPE, Inf. N° 48.

ROACH, S., J. HARRISON y H. TARR. Storage and transport of fish in refrigerated sea water. Bulletin 160. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.

SHEWAN, J.M. 1974 The biodeterioration of certain proteinaceous food stuffs at chill temperatures. Industrial aspects of biochemistry. Ed. B. Spencer Torry Memoir 460.

SANCHEZ, J. 1970 Método práctico para almacenaje de caballa en tanques con agua de mar refrigerada, a bordo de las embarcaciones pesqueras. IMARPE, Inf. Esp. N° 55.

TOGNETTI, H.O. 1972 Hielo y su importancia en la industria pesquera. Proyecto de desarrollo pesquero. Publicación 41, Mar del Plata.

LINSON N., Tom and S.E. GEIGER. Changes occurring in fish passing through rigor mortis, while stores in refrigerated sea water. The technology of fish utilization. FAO.

9. APENDICE I, FIGURAS Y SECUENCIA FOTOGRAFICA.

Personal del Proyecto

Ingº Alejandro Ramírez S.
Ingº Mario Bautista C.
Ingº Avilio Médina P.
Sr. Javier Descalzo G.
Sr. Juan Suárez L.

Jefe.
Asistente.
Asistente.
Técnico.
Técnico.

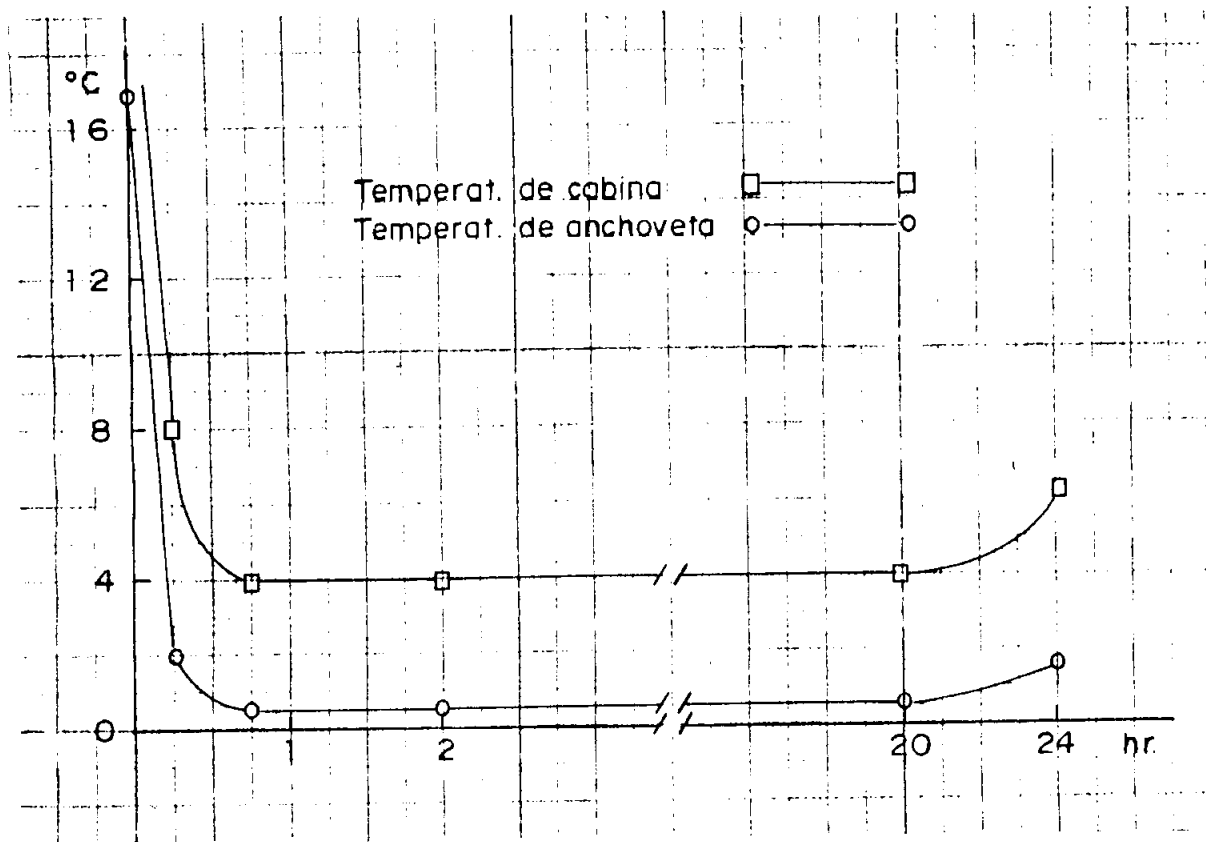


Fig. 1.- Variación de la temperatura en el músculo de la anchoveta preservada en cajas con hielo en escamas, e incremento del mismo para 24 horas.

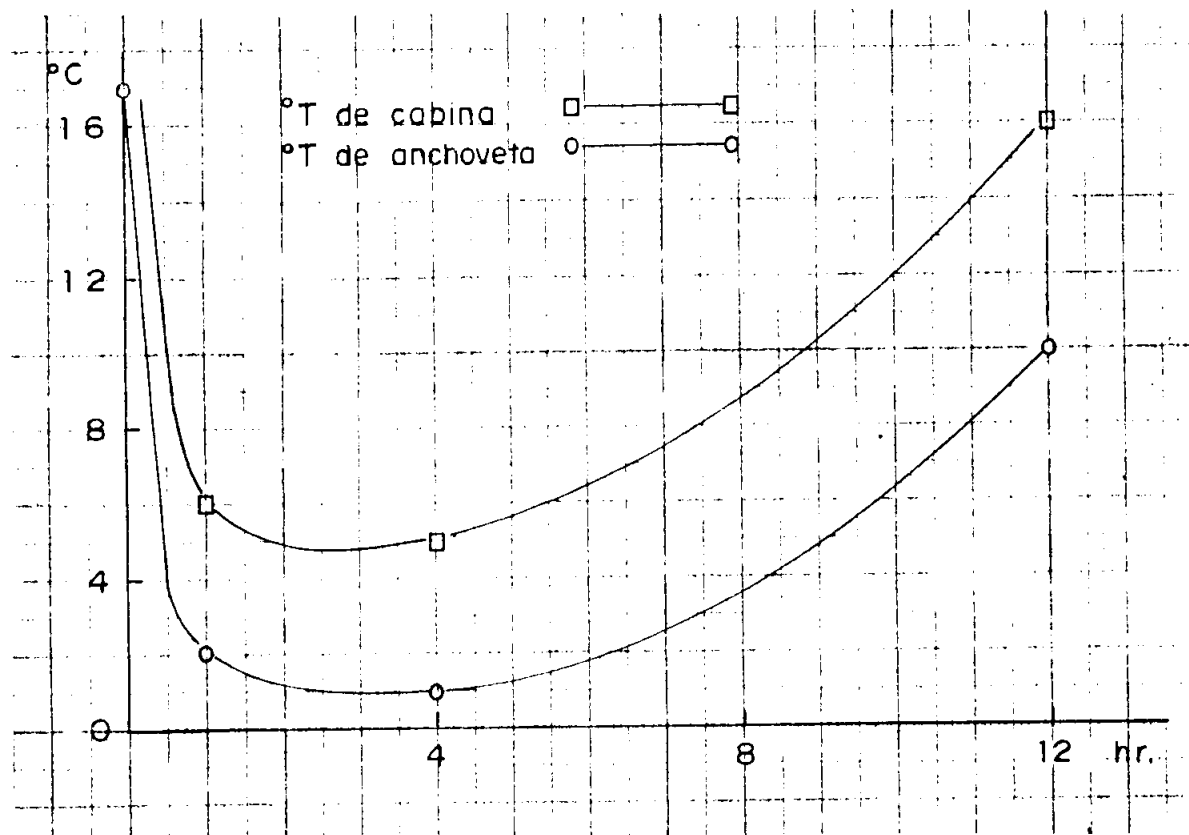


Fig. 2.- Variación de la temperatura en el músculo de la anchoveta preservada en cajas con hielo en escamas, $\phi = 0.5$

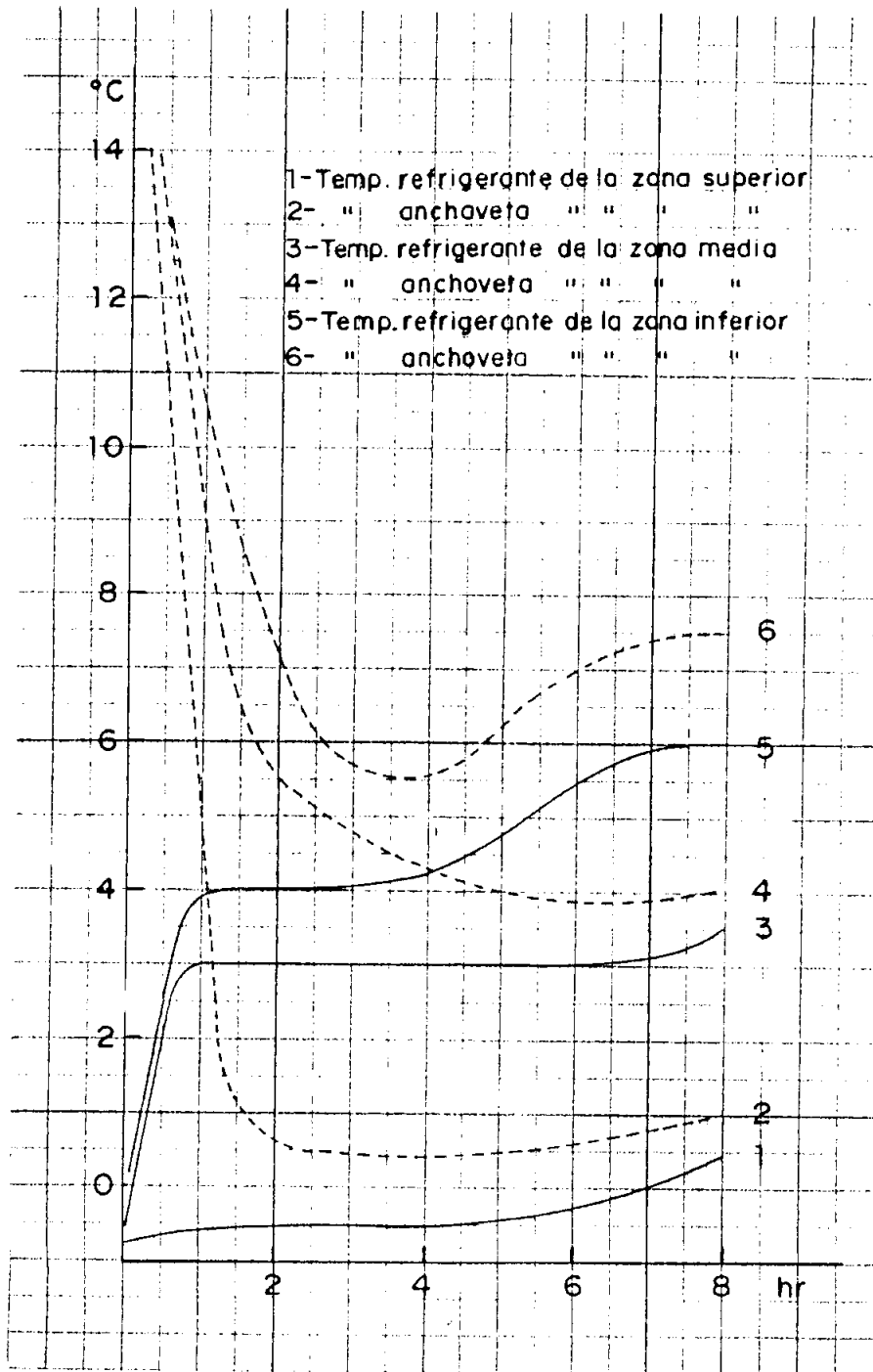


Fig. 3.- Variación de la temperatura del músculo de la anchoveta y el medio refrigerante (agua de mar y hielo), sin recircular.

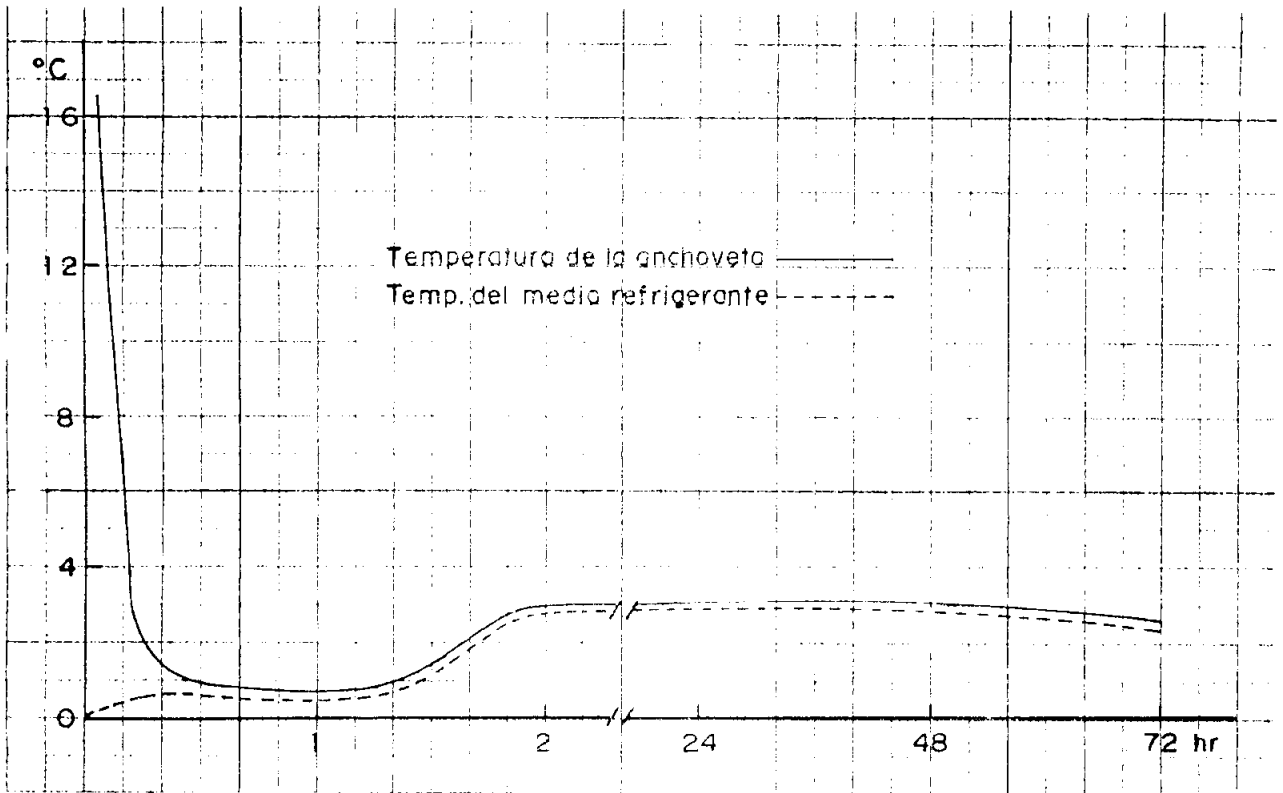


Fig. 4.- Variación de la temperatura en el músculo de la anchoveta preservada en el tanque con agua de mar y hielo, recirculado.

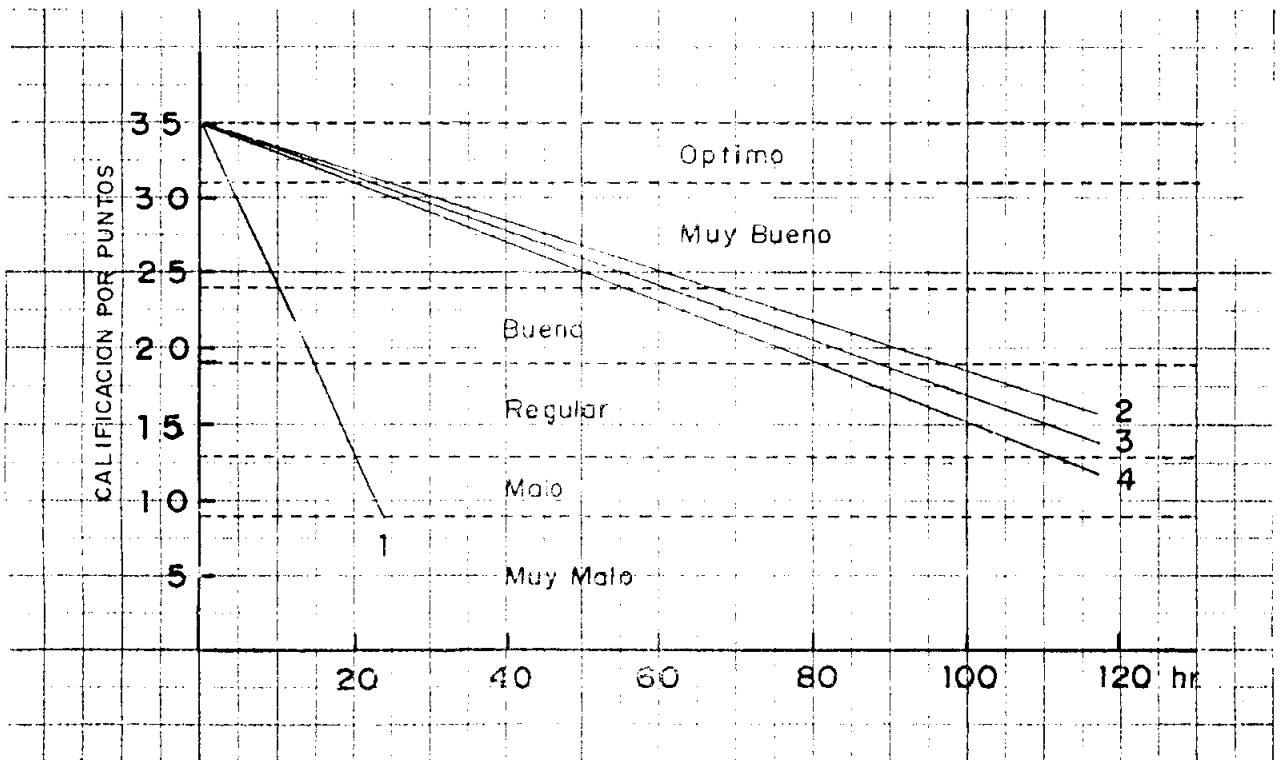


Fig. 5.- Curvas de la evaluación sensorial en base a los cuadros de calificación :
1) Anchoveta testigo. 2) Anchoveta preservada con agua de mar, hielo (sal) con recirculación del medio refrigerante. 3) Anchoveta preservada con hielo (a bordo) y almacenada en cámara de refrigeración en planta. 4) Anchoveta preservada con agua de mar y hielo (recirculado), a bordo y separada en cajas para su almacenamiento en la cámara de refrigeración en planta.

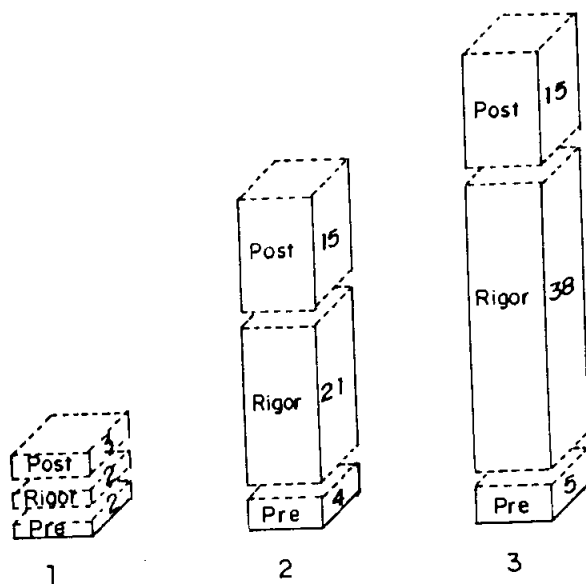


Fig. 6.- Pre-rigidez cadavérica y post-rigidez de : 1) Anchoqueta testigo. 2) Anchoqueta refrigerada o preservada en cajas con hielo en escamas. 3) Anchoqueta preservada con agua de mar y hielo en escamas (con recirculación del medio refrigerante.)

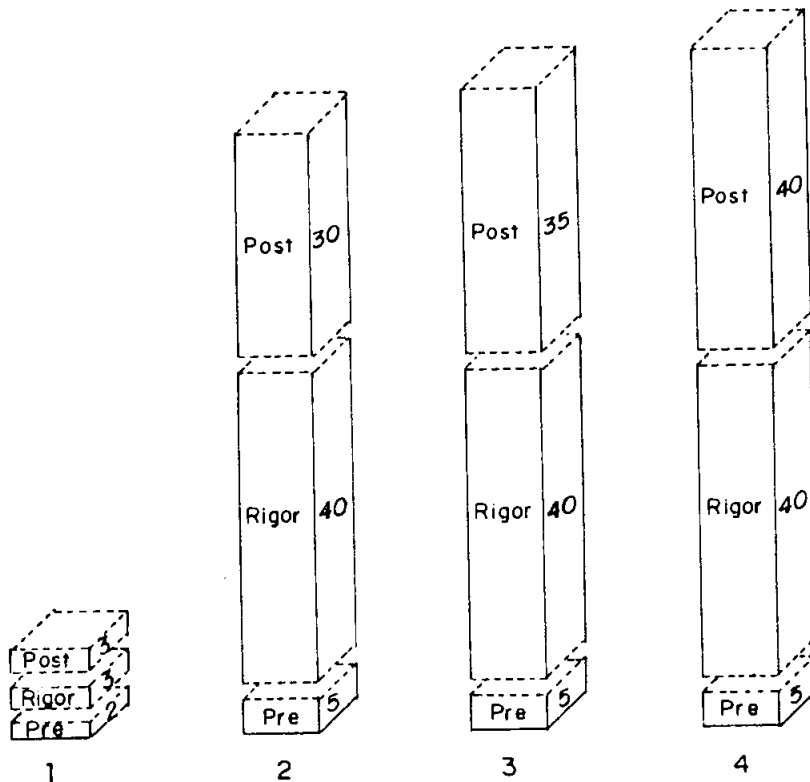


Fig. 7.- Pre-rigidez, rigidez cadavérica y post-rigidez de : 1) Anchoveta testigo. 2) Anchoveta preservada en cajas con hielo, estibada en una cabina isotérmica a bordo y almacenada en una cámara de refrigeración en planta. 3) Anchoveta preservada en tanques con agua de mar, hielo (sal), recirculada y almacenada en cajas en una cámara de refrigeración en planta. 4) Anchoveta preservada en tanques con agua de mar, hielo (sal), con recirculación y sucesiva adición de hielo en planta.

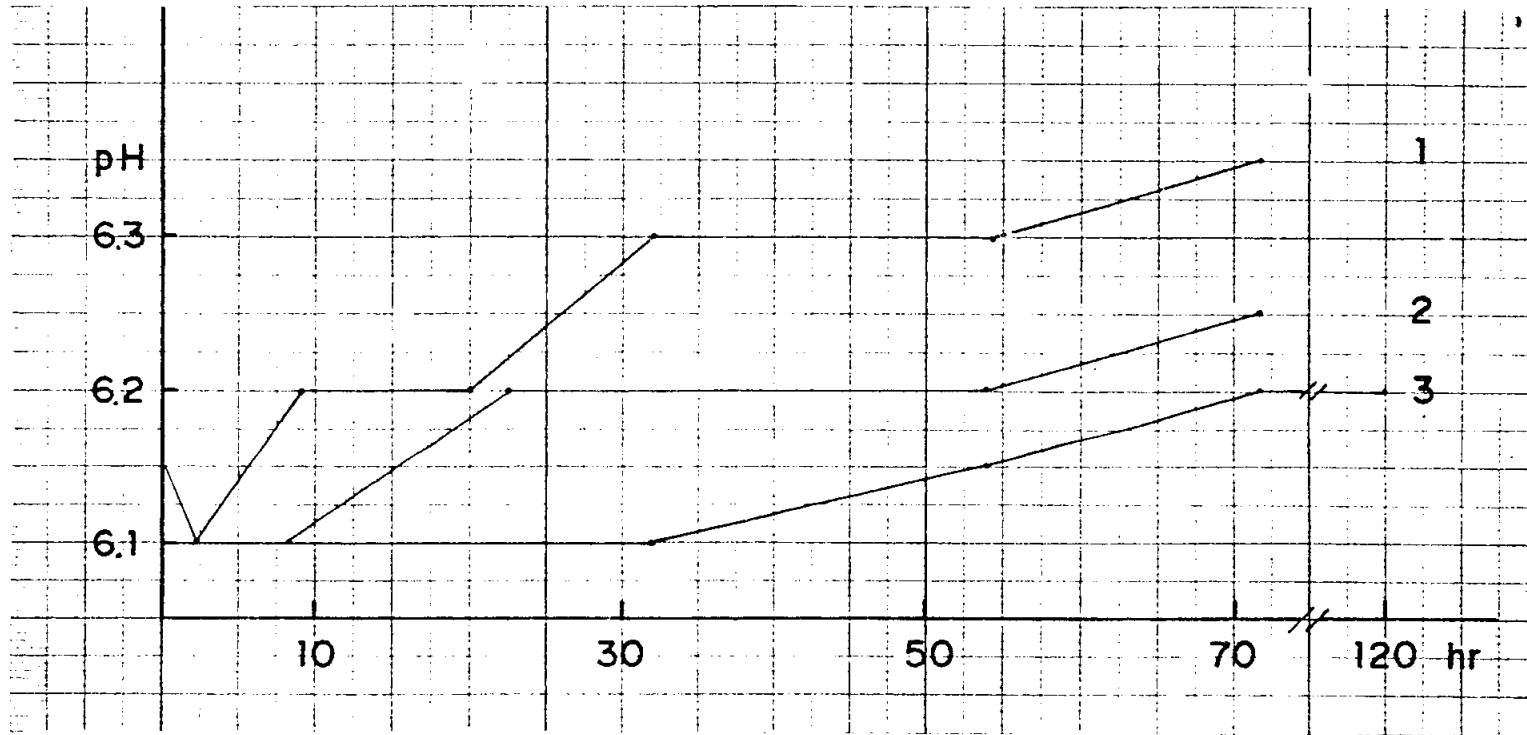


Fig. 8.- Variación del pH en el músculo de la anchoveta : 1) Testigo. 2) Preservada en cajas, con hielo en escamas. 3) Preservada con agua de mar y hielo en escamas.

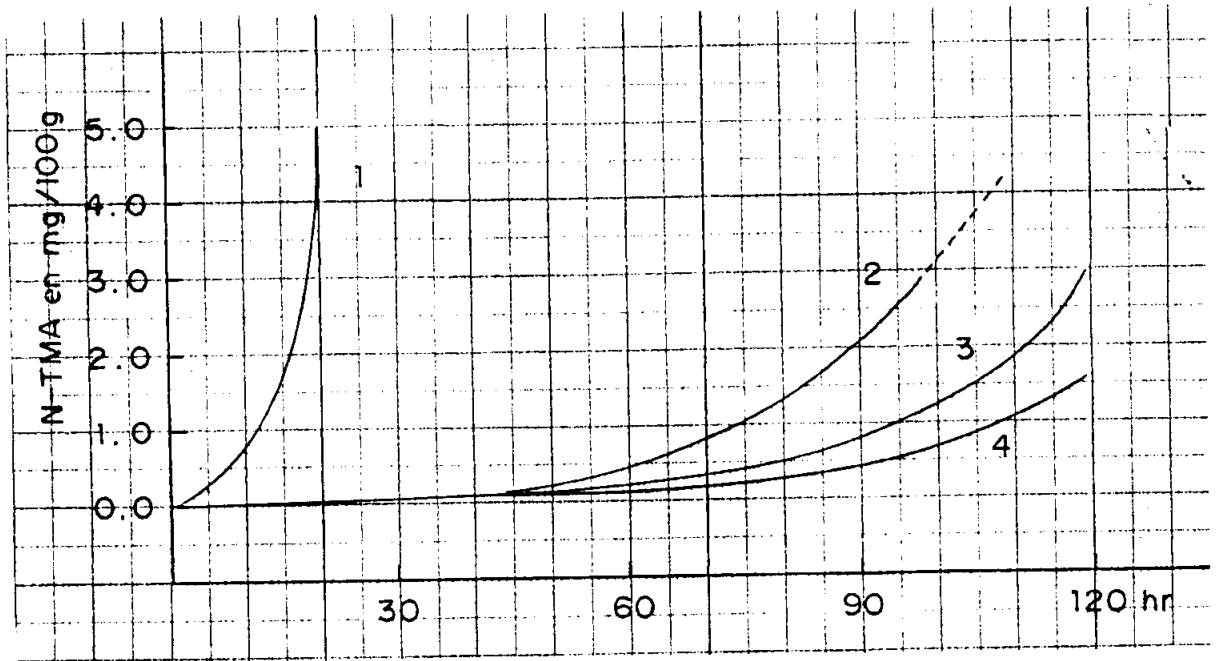


Fig. 9.- Curvas de las concentraciones del nitrógeno de trimetilamina (N-TMA), determinadas en el músculo de la anchoveta: 1) Testigo. 2) Preservada en agua de mar, hielo (sal) recirculado. 3) Preservada en cajas con hielo y almacenada en cámaras frigoríficas en planta. 4) Preservada en agua de mar, hielo (sal), separada en cajas con hielo y almacenada en planta en una cámara frigorífica.

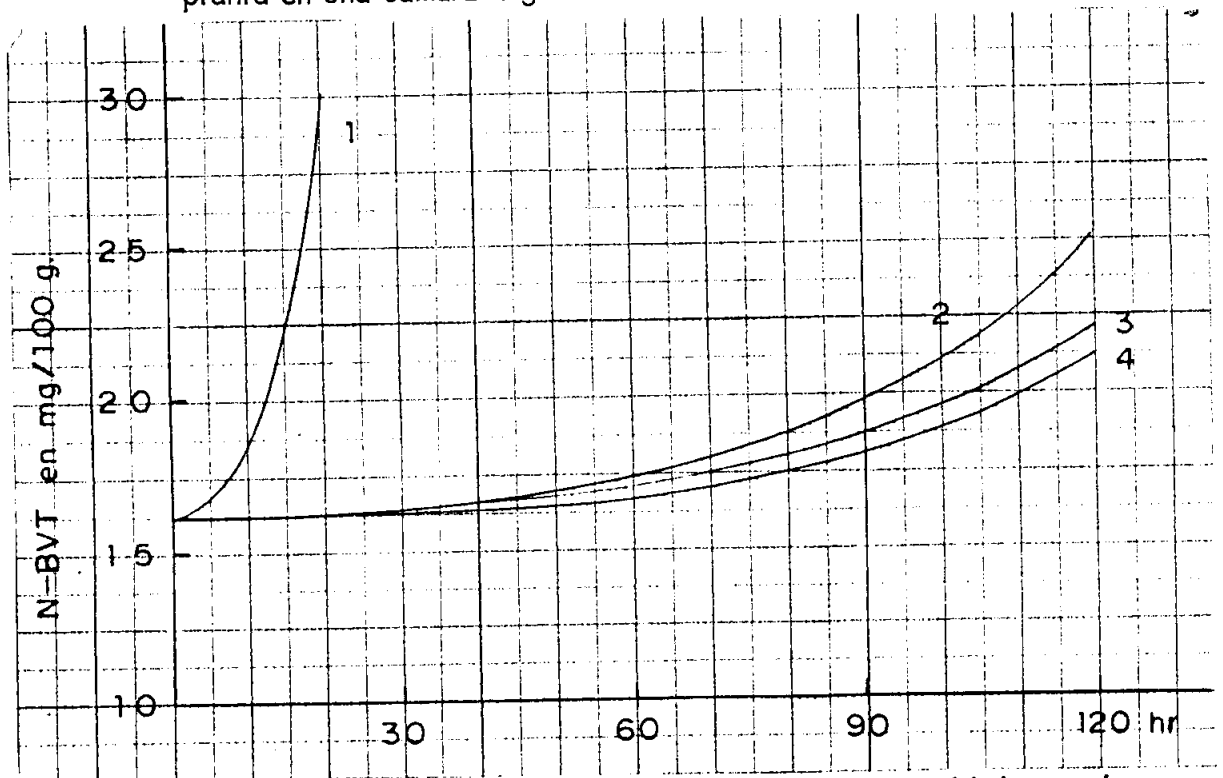


Fig. 10.- Curvas de concentración de nitrógeno de las bases volátiles totales (N-BVT), determinadas en el músculo de la anchoveta: 1) Testigo. 2) Preservada en cajas con hielo y almacenada en cámara frigorífica en la planta. 3) Preservada en agua de mar, hielo (sal), recirculado. 4) Preservada en agua de mar, hielo (sal) y almacenada en planta en una cámara frigorífica.

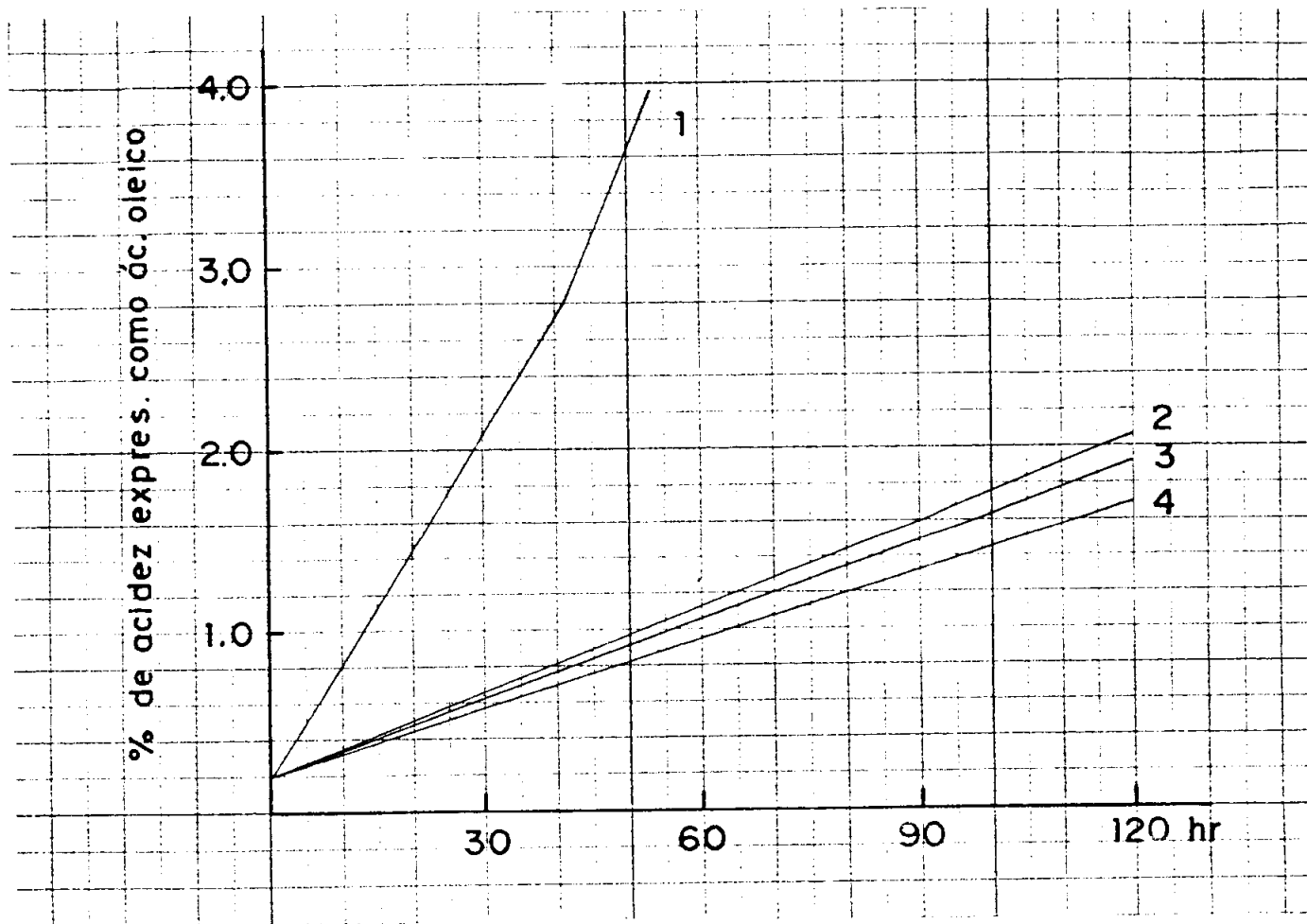
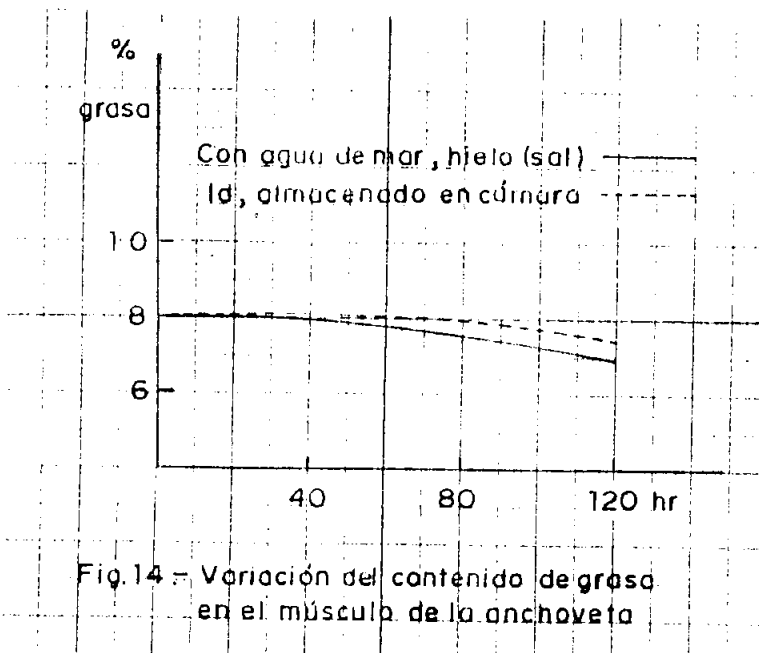
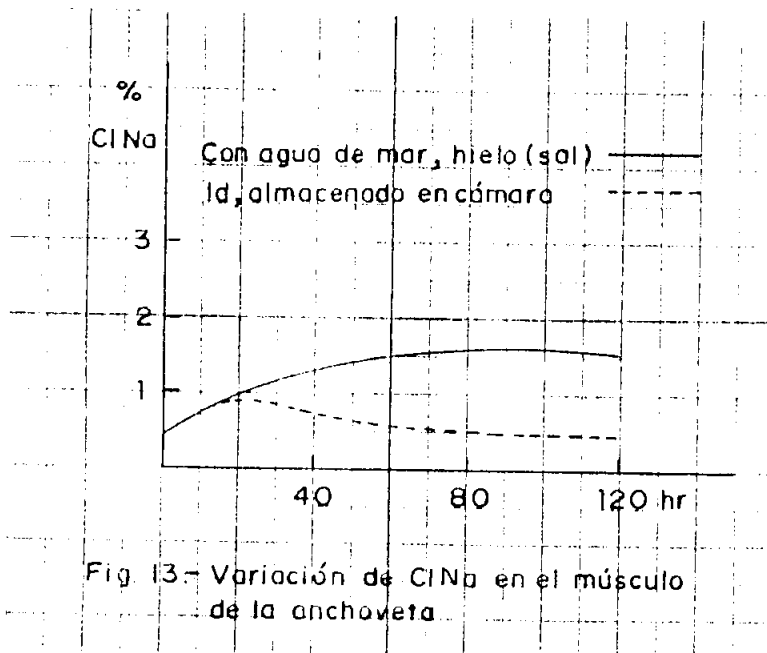
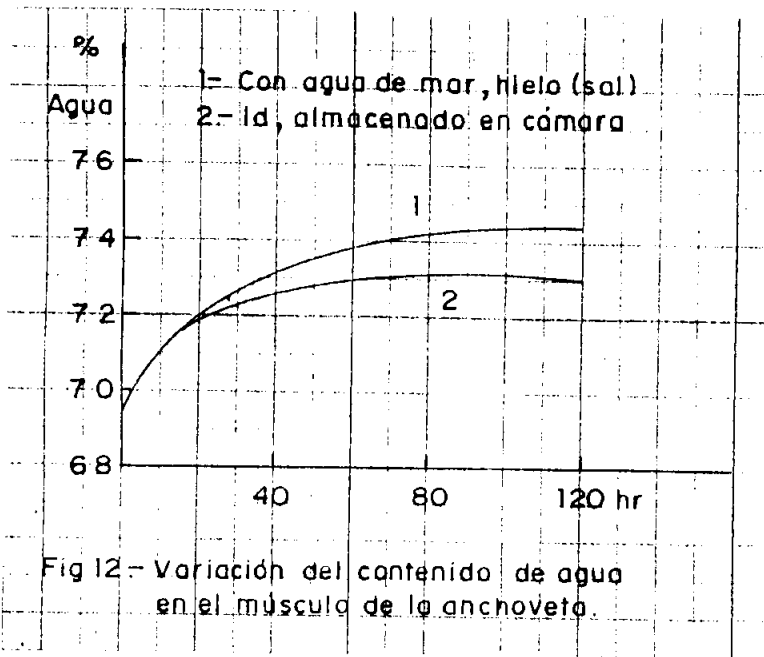


Fig. 11.- Curvas de la variación del índice de acidez (expresada en % de ácido oleico), del aceite de la anchoveta : 1) Testigo. 2) Preservada con hielo y almacenada en la planta en una cámara frigorífica. 3) Preservada con agua de mar, hielo (sal), separada en cajas para su almacenaje en la cámara frigorífica. 4) Preservada con agua de mar, hielo (sal), con recirculación.



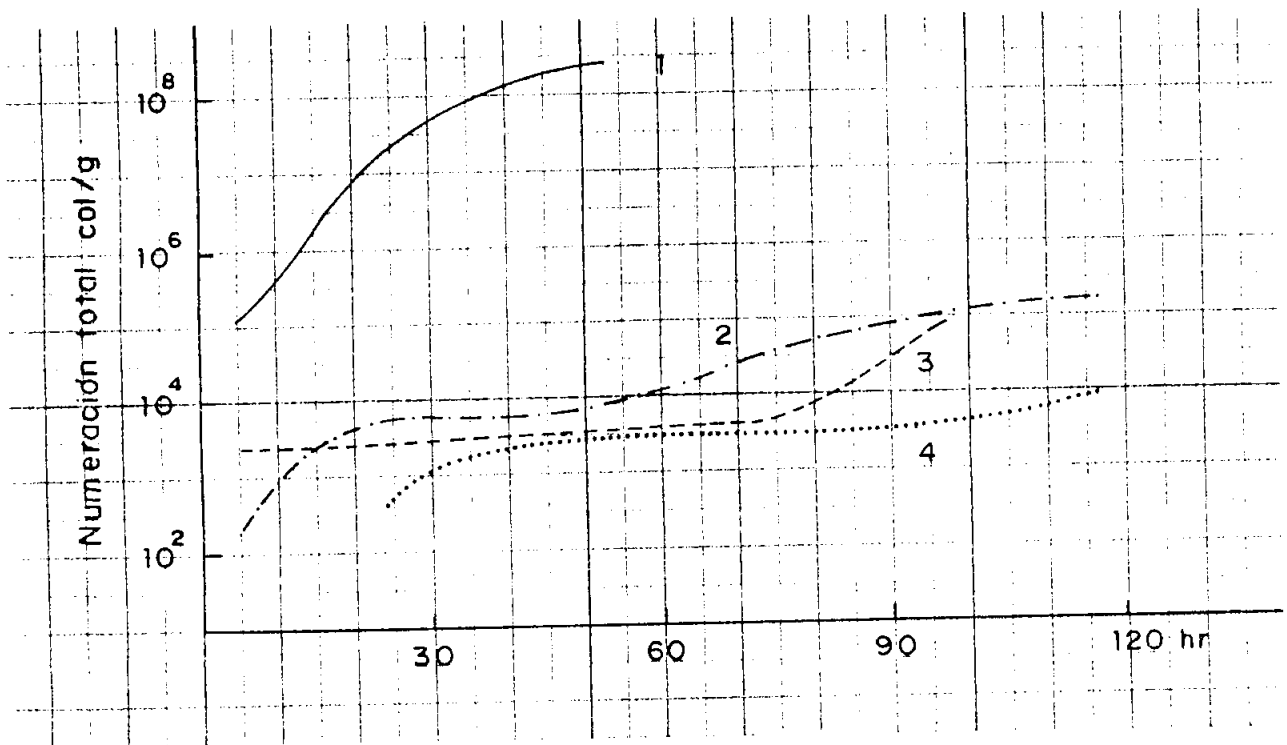


Fig. 15.- Curvas de la numeración total de aerobios viables de la anchoveta: 1) Testigo. 2) Preservada con agua de mar, hielo (sal), con recirculación. 3) Preservada en cajas con hielo y almacenada en cámaras. 4) Preservada en agua de mar, hielo (sal), separada en cajas con hielo y almacenada en una cámara frigorífica.

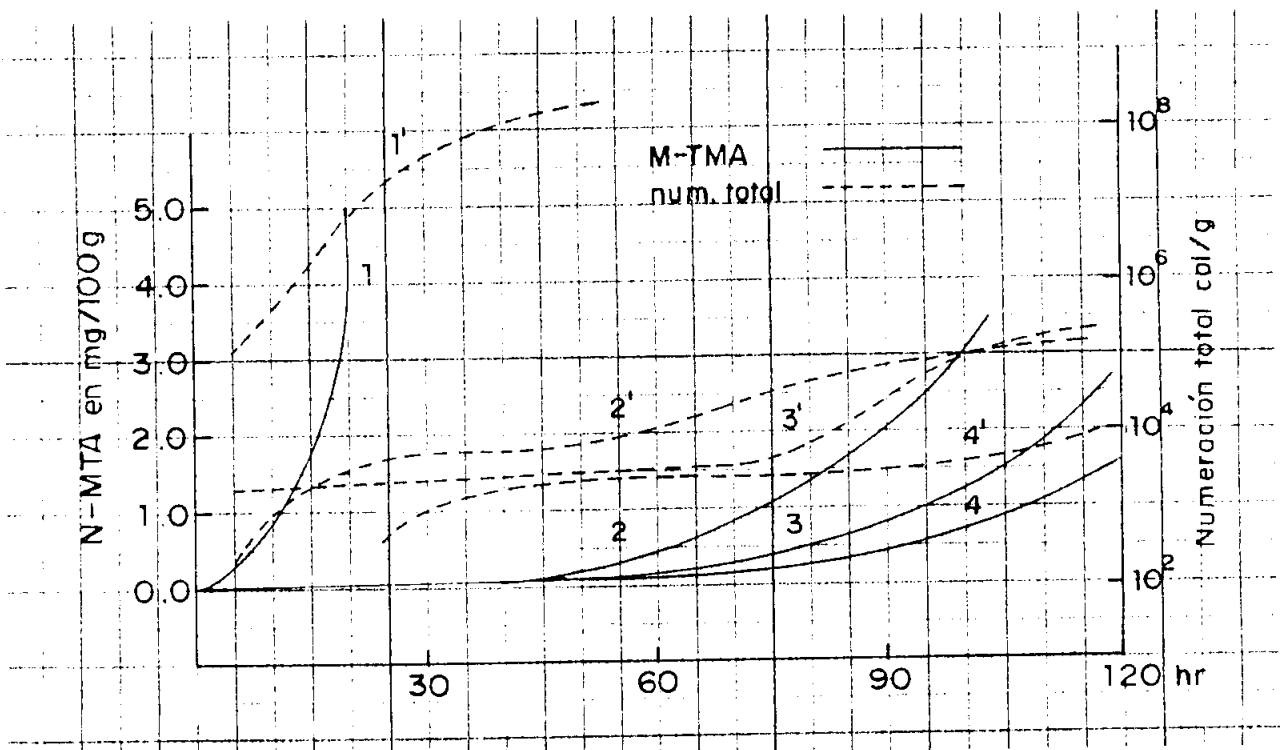


Fig. 16.- Comparación entre el incremento del N-TMA y el crecimiento de bacterias viables.

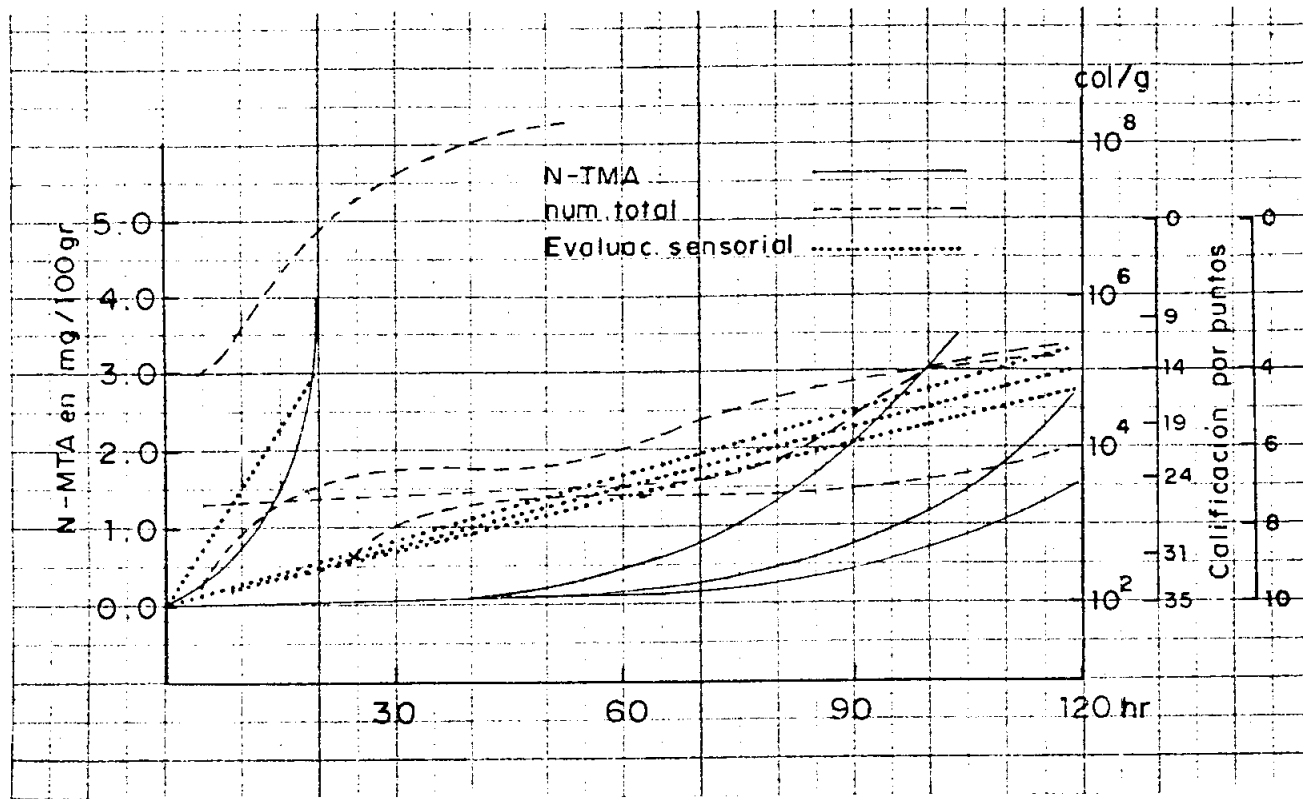
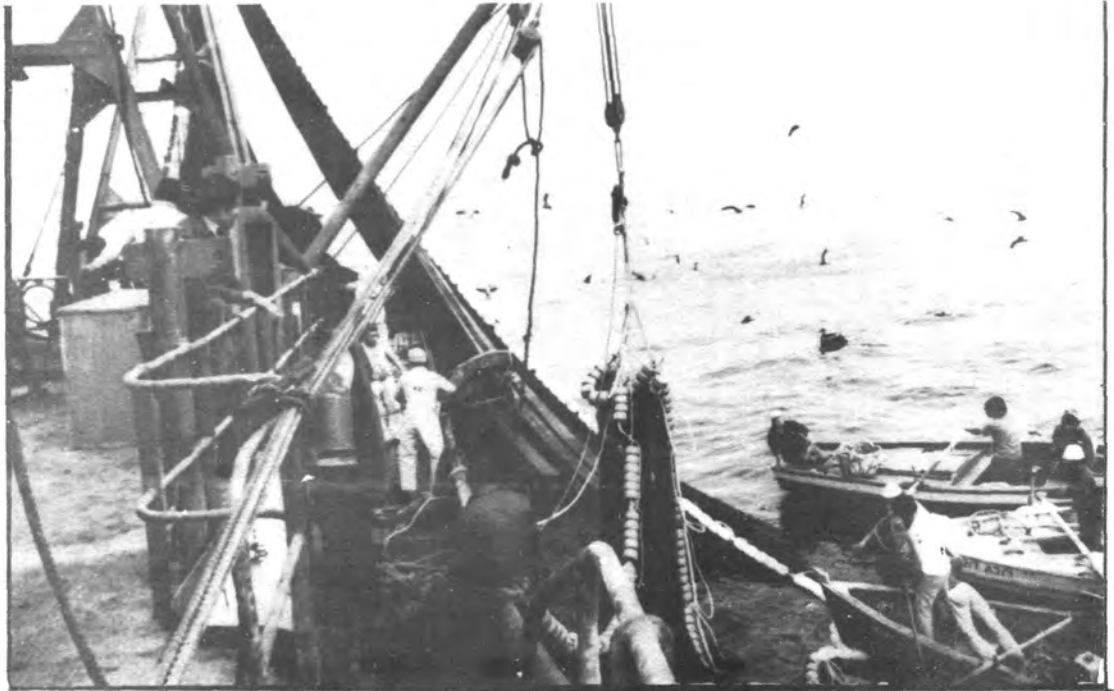
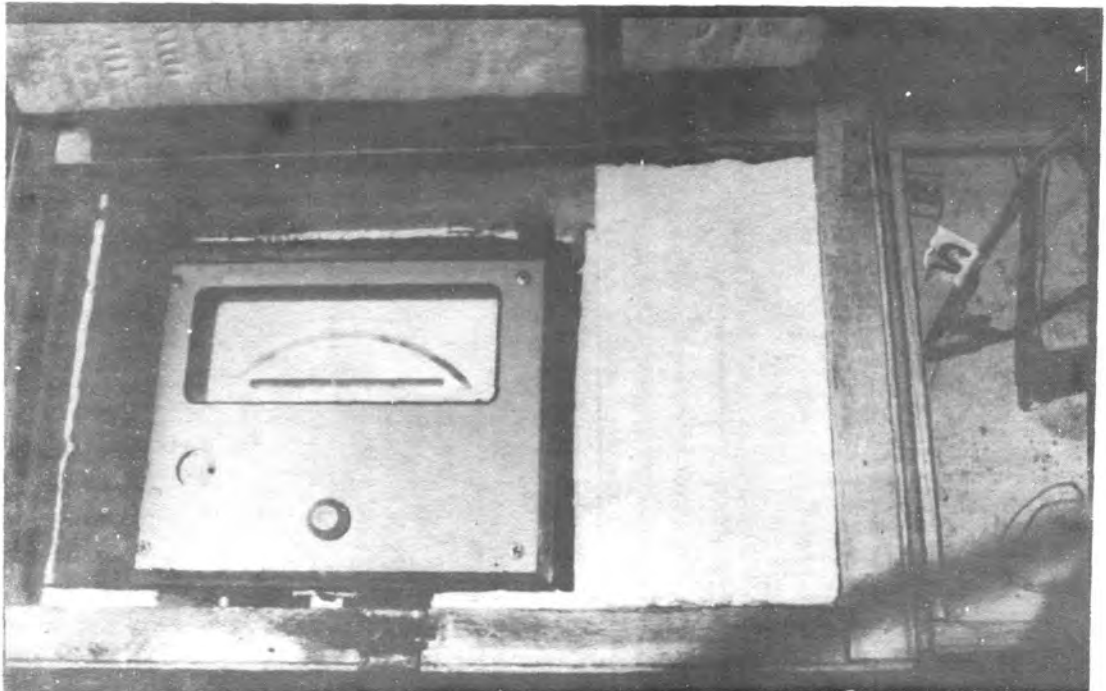


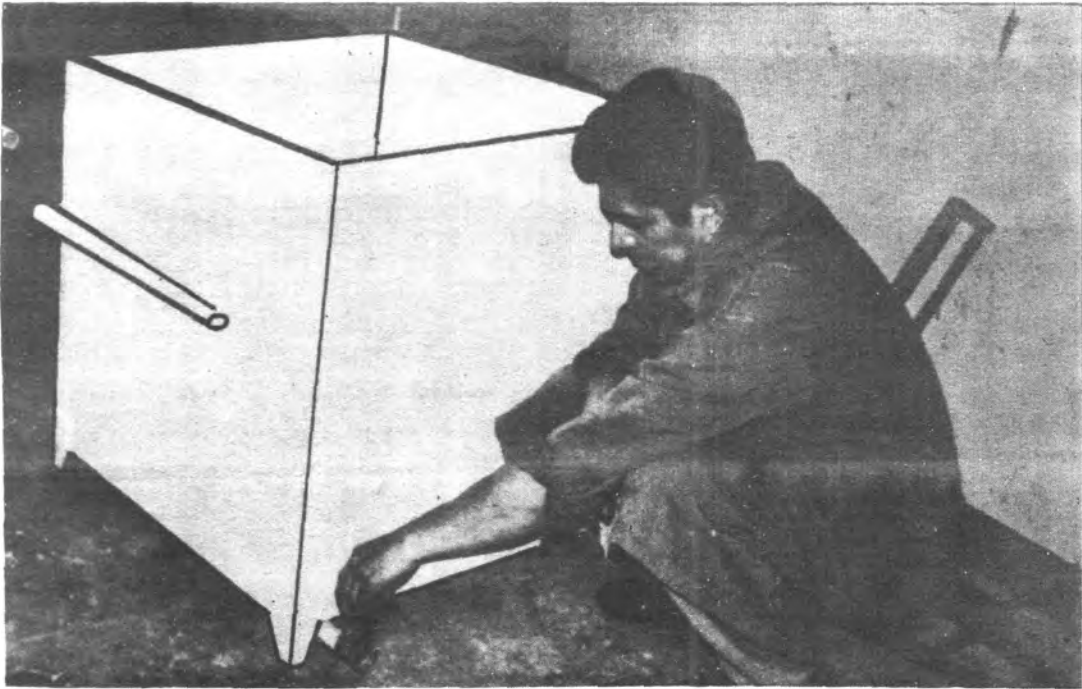
Fig. 17.- Comparación entre las curvas de incremento N-TMA, crecimiento bacteriano (Aerobios viables) y la evaluación sensorial.



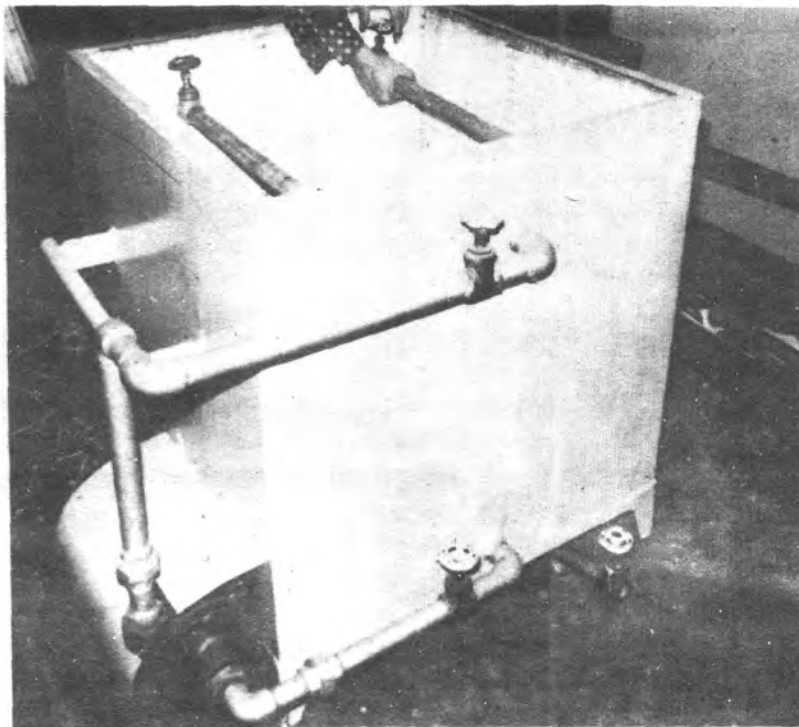
Cobrado o "secado" de la red de cerco después de capturada la anchoveta, en una embarcación anchovetera.



Medidor de temperatura a distancia o teletermómetro, acondicionado en una caja contra vibraciones y acoplado a un selector para las diversas sondas.



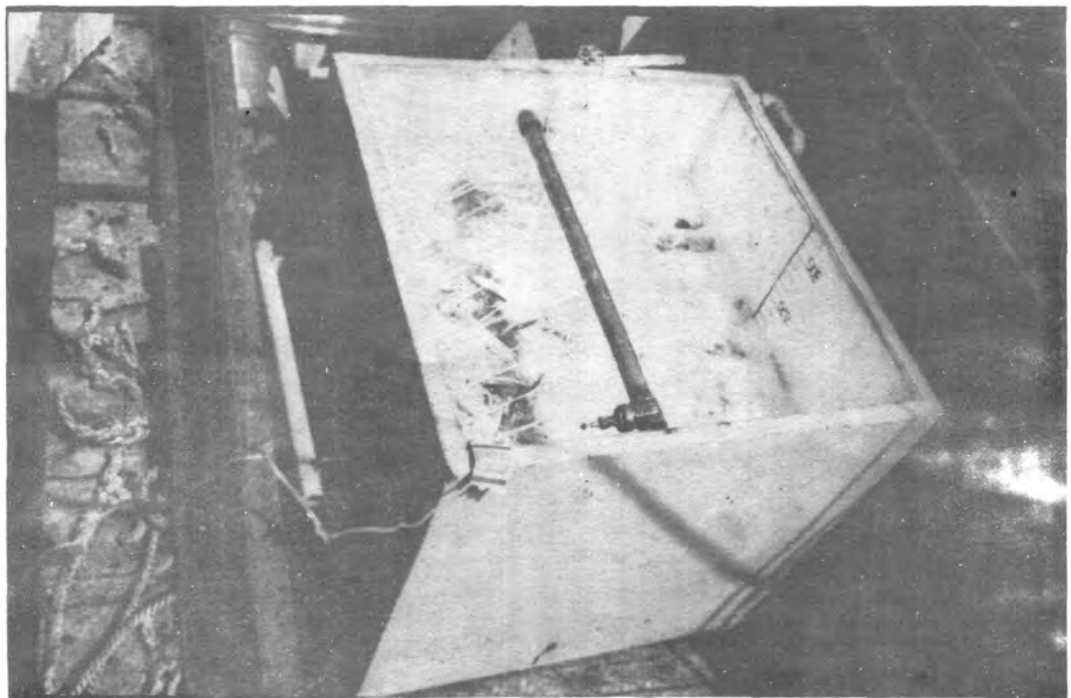
Tanque aislado para enfriamiento por inmersión, cuyo medio frío permanece estático.



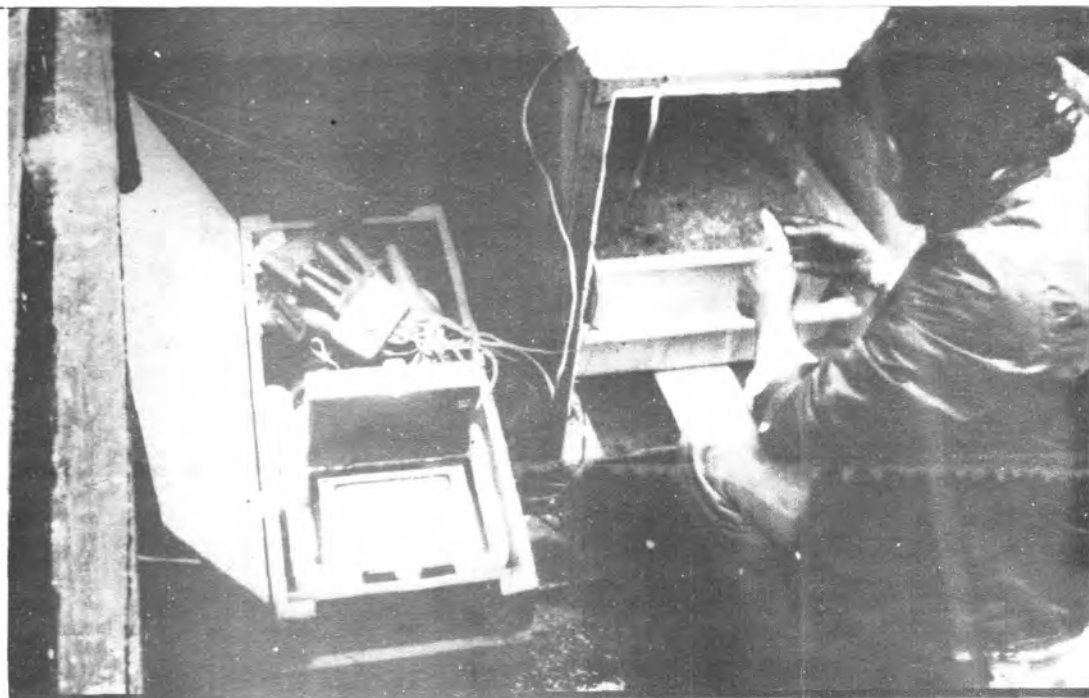
Tanque aislado para enfriamiento por inmersión, cuyo medio frío tiene recirculación forzada mediante una electrobomba.



Distribución de equipos y materiales a bordo de la bolichera; se ve el tanque con la anchoveta viva; el tanque con recirculación forzada; la cabina isotérmica o aislada; las cajas de plástico para la anchoveta preservada y la muestra testigo; el medidor de temperatura, etc.



Tanque cargándose anchoveta para ser preservada y recircular el medio frío.



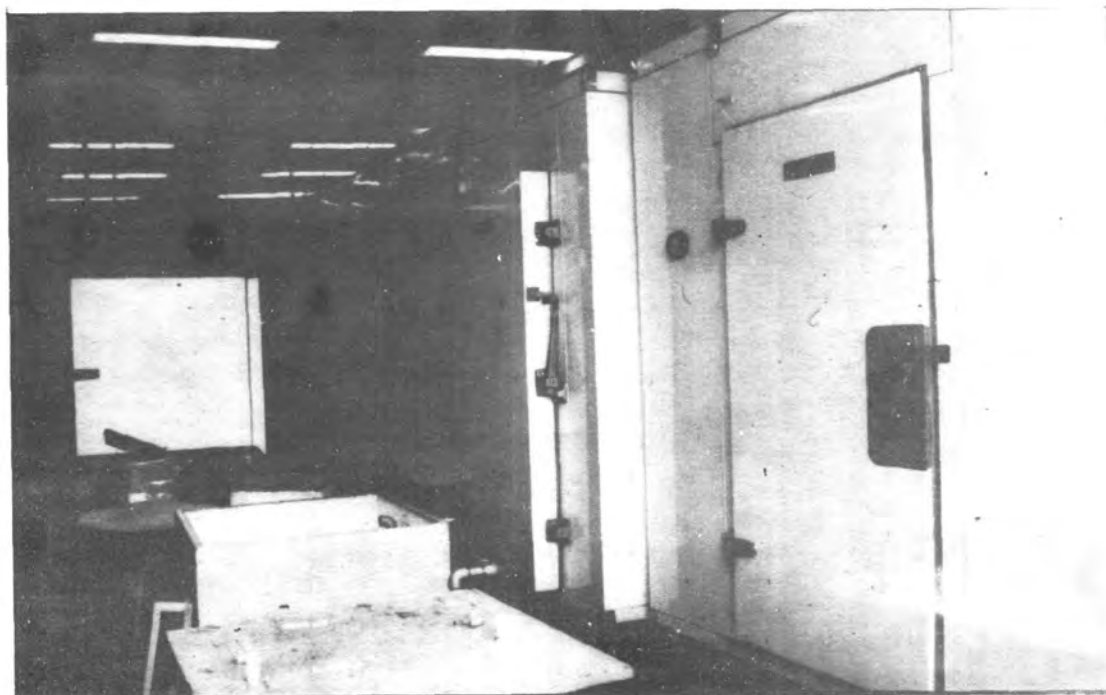
Anchoveta preservada en cajas de plástico y almacenada en una cabina aislada (isotérmica), en pleno control de rigidez cadavérica y temperaturas.



Tanque de aluminio (container importado por la EPSEP), aislado con poliuretano, acondicionado con un intercambiador de calor para enfriar el aire a $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$, e inyectarlo al tanque a fin de homogenizar el medio refrigerante a bordo del B.I.P. SNP-1.



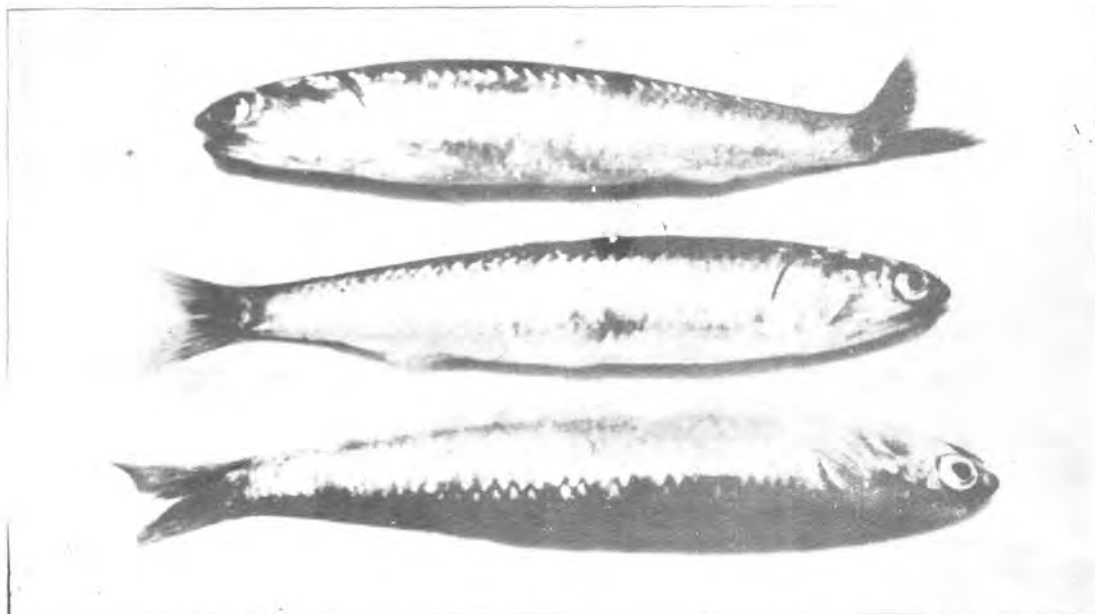
Camión isotérmico donde se transporta la anchoveta preservada a bordo hasta el Area Experimental de Productos Pesqueros del IMARPE.



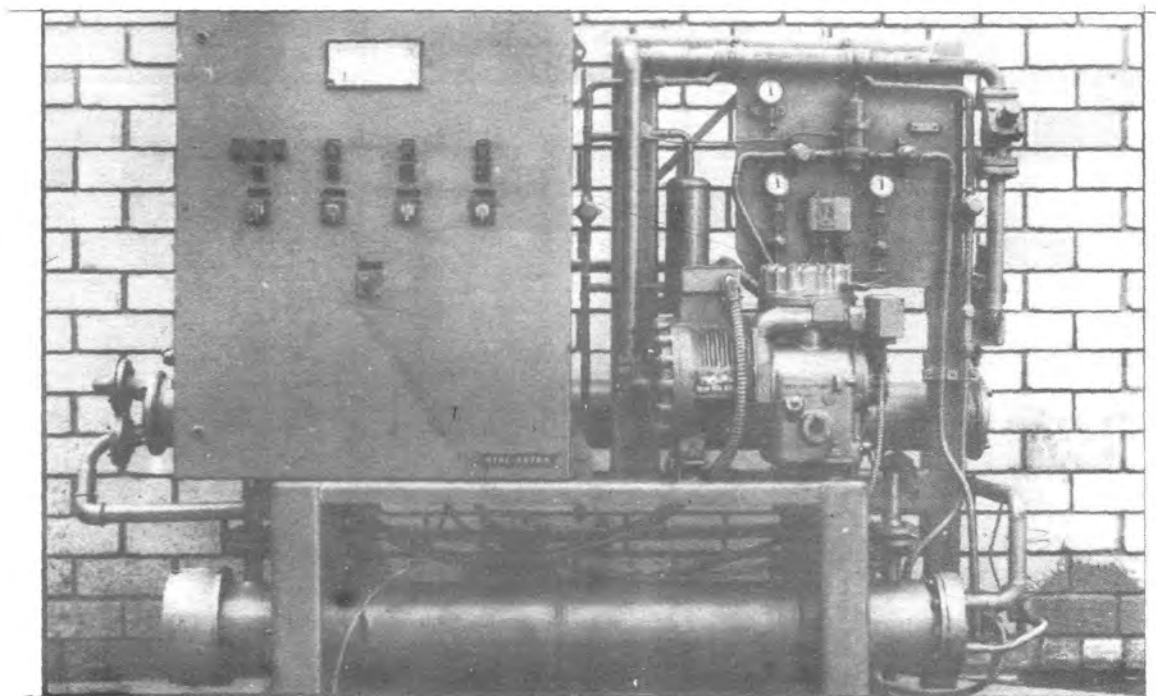
Cámaras de refrigeración, donde se almacena parte de la anchoveta preservada en el tanque con recirculación forzada y aquellas que se preservaron en cajas con hielo.



Calificación organoléptica de la rigidez cadavérica. Se puede observar claramente la permanencia rígida (izquierda), mientras que la otra está en post-rigidez (derecha), lo que se manifiesta por la pequeña flexión hacia abajo cuando ésta es colocada horizontalmente.



Anchovetas preservadas después de las 70 horas, aproximadamente. Nótese las pequeñas manchas oscuras en la zona ventral; ésta viene a ser un debilitamiento de la corteza de cavidad abdominal, como consecuencia de un ata que enzimático desde el interior. Posteriormente (horas más tarde), la mues tra reventará dejando paso a las vísceras, influyendo en una mayor y pronta proliferación bacteriana y deterioración de la calidad comercial de la anchoveta.



Equipo para preservar anchoveta a bordo, mediante refrigeración mecánica (Freón 22).