



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

PRODUCCION DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO

Informe y actas de la reunion de un grupo
de expertos ONU/FAO

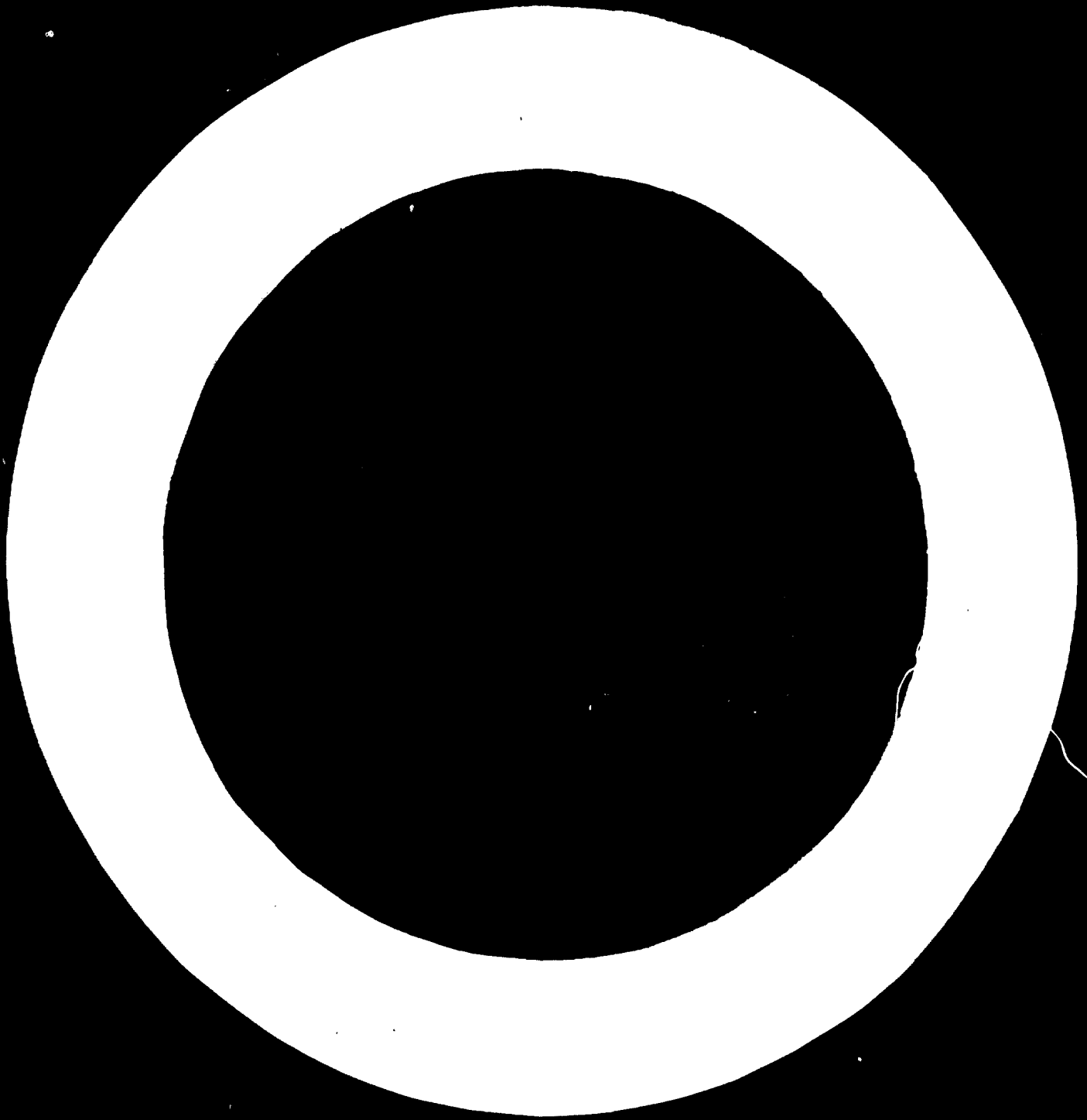
Rabat (Marruecos) 8-12 diciembre 1969

Parte II. ACTAS DE LA REUNION

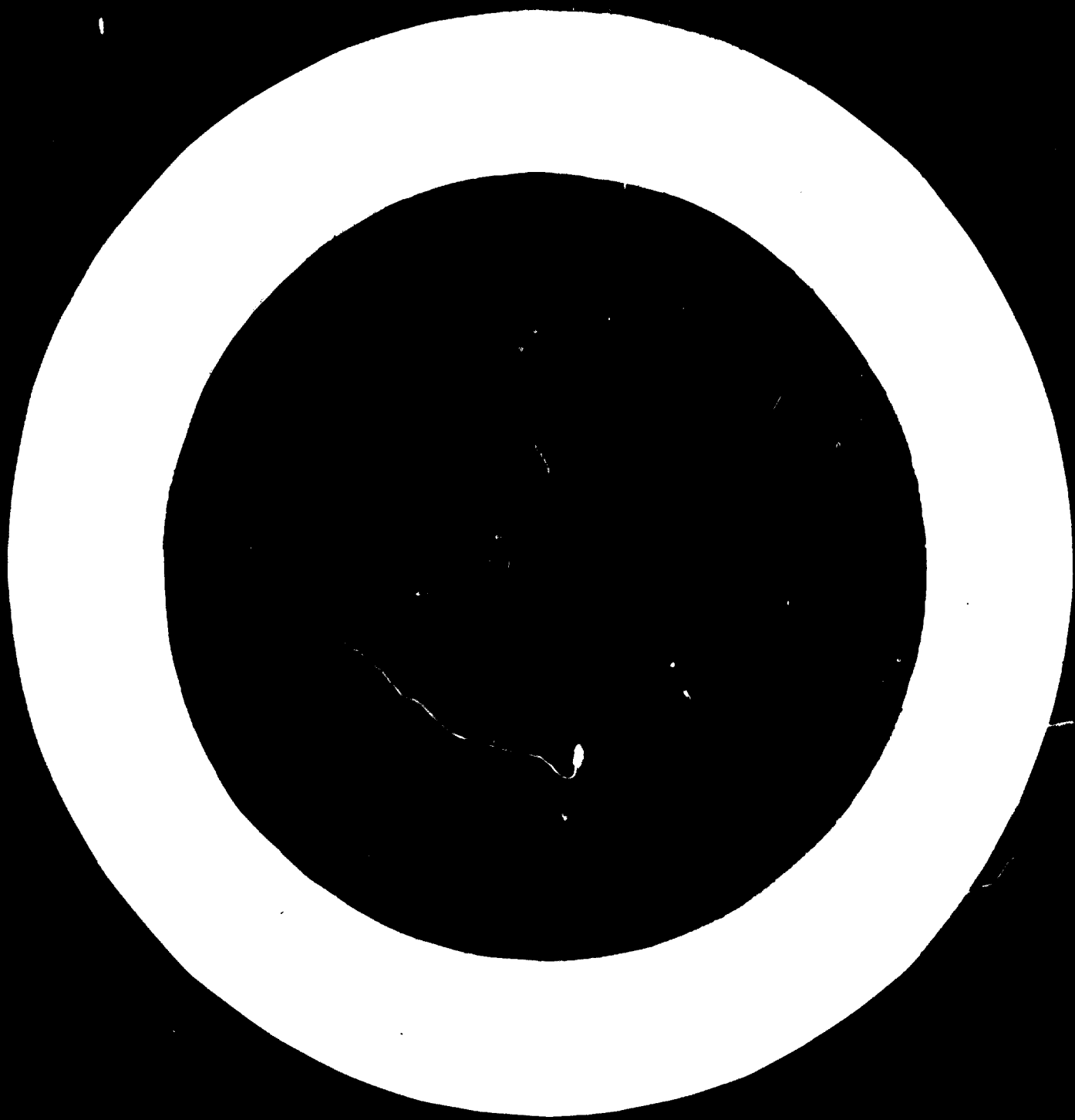


NACIONES UNIDAS

(204 p.)



PRODUCCION DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO



**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL
VIENA**

PRODUCCION DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO

**Informe y actas de la reunión de un grupo
de expertos ONUDI/FAO**

Rabat (Marruecos), 8—12 diciembre 1969

Parte II ACTAS DE LA REUNION



**NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1972**

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

*
* *

El material que aparece en esta publicación se podrá citar o reproducir con entera libertad, pero se agradecería que se mencionase su origen y que se enviase un ejemplar de la publicación en que figure la cita o la reproducción.

ID/60 Vol. II
(ID/WG. 48/18)

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Núm. de venta: S.72.II.B.1

Precio: \$3,00 (EE.UU.)

(o su equivalente en la moneda del país)

Prefacio

La reunión del Grupo de Expertos ONUDI/FAO sobre producción de concentrado de proteína de pescado (CPP), celebrada en Rabat, Marruecos (del 8 al 12 de diciembre de 1969), abordó dos temas principales: a) la manufactura comercial de productos basados en el concentrado de proteína de pescado y su distribución a quienes más necesitados se encuentren de tales productos; b) el desarrollo de una empresa comercial para la producción de CPP en Marruecos, habida cuenta de los esfuerzos ya realizados.

El informe de dicha reunión, publicado por la ONUDI (ID/60, Vol. I), incluye recomendaciones generales para el desarrollo de los productos de proteína de pescado, recomendaciones relativas a la planta de la SONAFAP en Marruecos, un resumen de los debates, y las declaraciones en que se describía la situación de Marruecos y los trabajos realizados en otros lugares para producir CPP.

La presente publicación, que es el volumen II de la anterior, recoge las memorias presentadas en la mencionada reunión. En ellas los autores pasan revista a los diversos aspectos de las investigaciones realizadas en ese terreno, subrayando principalmente los ensayos, los métodos de procesado, y los problemas que plantea la producción y utilización del CPP como útil fuente para suplementar los regímenes alimentarios humanos.

La memoria "Concentrado de proteína de pescado — Historia y tendencias de producción", por Oswald A. Roels, describe los primeros trabajos de otros organismos de las Naciones Unidas —especialmente la FAO y UNICEF— y de determinados países para producir un CPP adecuado para el consumo humano, e incluye breves descripciones de los métodos de operación y de otros procesos desarrollados para la producción de CPP.

Las dos memorias siguientes, "Eficiencia nutricional y aceptabilidad del concentrado de proteína de pescado", por C. O. Chichester, F. Monckeberg y E. Yáñez, y "Utilización y control de calidad del concentrado de proteína de pescado", por George D. Kapsiotis, contienen los resultados de las pruebas realizadas con los seres humanos y con los animales para determinar la eficiencia protéica, el valor nutritivo y la aceptabilidad del CPP utilizado como suplemento dietario.

La memoria sobre "Recursos potenciales para la producción industrial de concentrado de proteína de pescado", por Rudolf Kreuzer, suministra datos sobre la producción mundial de las pesquerías e indica los distintos recursos oceánicos que pueden servir de fuente de suministro para la producción a escala industrial del CPP.

Ocho memorias describen con detalle las operaciones y métodos de procesado de las plantas que producen CPP en Canadá, Chile, Marruecos, Noruega y los Estados Unidos. Dichas memorias son: "Producción de concentrado de proteína de pescado a base de sardinas de Marruecos", por John Blake; "Descripción de plantas operacionales de fabricación de CPP", por James S. Tolin; "Descripción de un proyecto de plantas de demostración, de la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos", por George M. Knobl, Jr.; "Producción en Noruega de harina de pescado de bajo contenido graso", por Gerdt Løvold; "El proceso Halifax basado en el empleo de isopropanol para la fabricación de CPP", por David R. Idler; "Aspectos de la planificación de instalaciones de fabricación de CPP", por Arnold Carsten; "Producción experimental de concentrado de proteína de pescado en Chile utilizando el isobutanol", por P. Hevia, Fernando Acevedo Bonzi y S. Kaiser; y "Proteolizado de sardinas", por B. De Gero y O. Skiredj.

El trabajo "Observaciones sobre la elaboración de pescado", por Noel R. Jones, describe las diversas operaciones empleadas para la congelación, almacenaje y envasado del pescado en alta mar, así como otros procesos para la conservación del mismo, tales como la fermentación, la salación, el secado y el ahumado, junto con las características, calidad y valor nutritivo de los productos así obtenidos. Otro método de conservar los esenciales elementos nutrientes del pescado, método utilizado desde hace siglos en Viet-Nam e introducido recientemente en la Costa de Marfil, es el tema de la memoria sobre "La producción y utilización de *nuoc mam* en la Costa de Marfil", por A. Faubeau.

En el estudio sobre "Análisis, ensayos y utilizaciones de' concentrado de proteína de pescado", por Virginia D. Sidwell, Bruce R. Stillings, y Goerge M. Knobl, Jr., se compara la composición química, valor nutritivo y propiedades organolépticas de algunos alimentos (tales como el pan, las pastas, las distintas clases de galletas, y determinadas bebidas) que llevan como suplemento proteico diversas proporciones de CPP fabricado con diferentes especies de pescado.

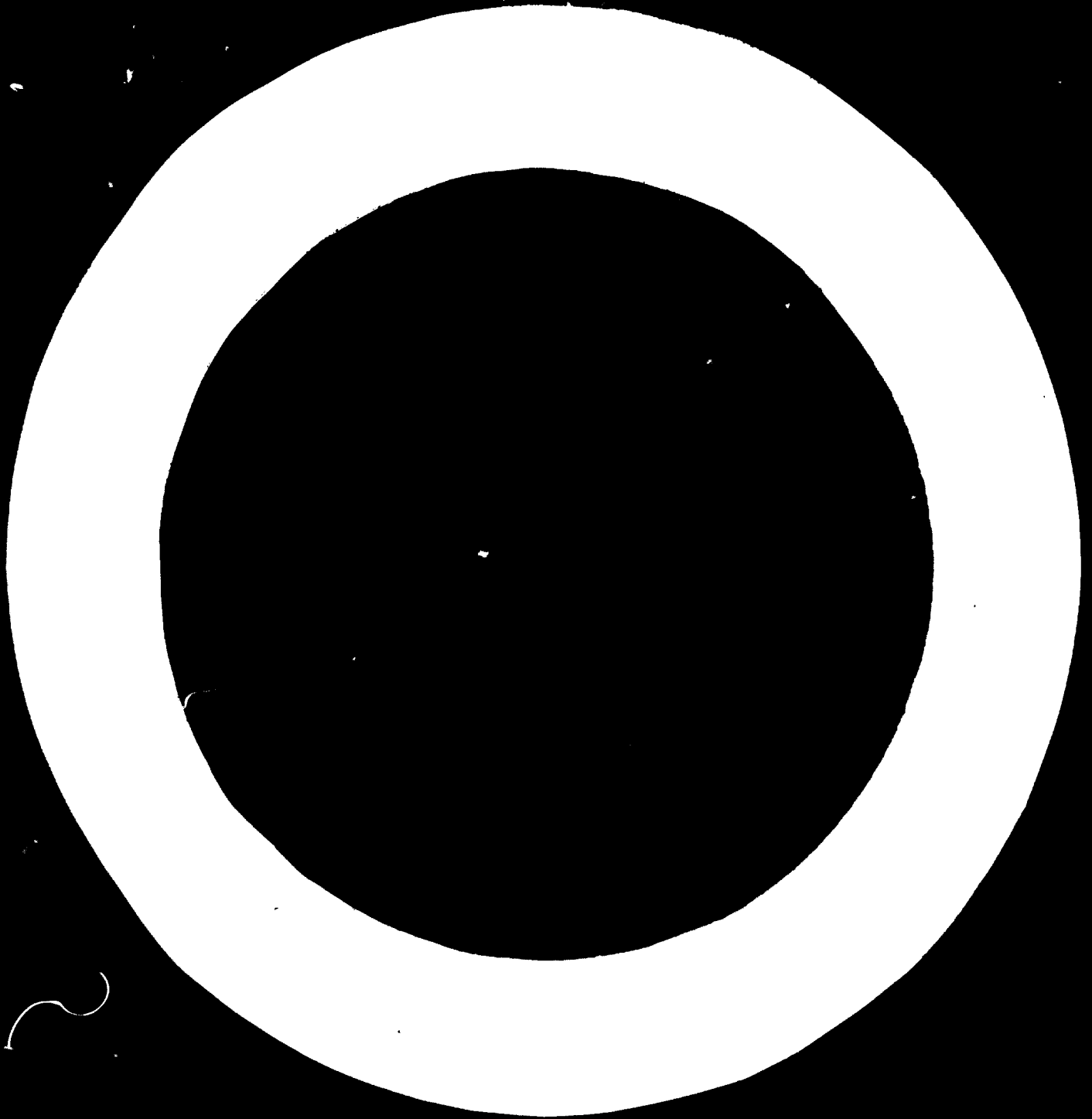
El trabajo sobre "El programa de la USAID para la evaluación y la producción de CPP", por J. B. Cordaro, contiene los resultados de los estudios de viabilidad subvencionados por la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) relativos a la óptima ubicación de una industria de CPP, describiendo además experimentos realizados en Chile, la República de Corea y Marruecos dirigidos a obtener datos fidedignos sobre la aceptabilidad por los consumidores, la estabilidad del producto y las características del envasado de CPP y de productos alimenticios refor-

zados con el mismo, con miras finalmente a introducir tal compuesto en los regímenes alimentarios de países en los que las dietas tradicionales muestran carencia de proteína.

La memoria final, "Estudios analíticos de la utilización del CPP: instrumento para la formulación de una política alimentaria nacional", por Gerald D. Bernstein, Sidney M. Cantor, y Solomon H. Chafkin, analizan los aspectos económicos de la utilización del CPP como agente de refuerzo proteico —su costo en comparación con la licina, caseína y otras fuentes de proteínas—, con el propósito de servir de ayuda a los gobiernos en la formulación de su política nutricional.

Los datos incluidos en esta publicación corresponden, en general, a los presentados en la reunión en diciembre de 1969, siendo de presumir que los respectivos autores hacían uso entonces de las cifras más recientes de que en ese momento disponían.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados son las de sus autores y no reflejan necesariamente las de la Secretaría de las Naciones Unidas.



INDICE

| | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| INTRODUCCION | ix |
| 1. CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO — HISTORIA Y TENDENCIAS DE PRODUCCIÓN (<i>O. A. Roels</i>) | 1 |
| 2. EFICIENCIA NUTRICIONAL Y ACEPTABILIDAD DEL CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO (<i>C. O. Chichester, F. Moncke-berg y E. Yáñez</i>) | 22 |
| 3. UTILIZACION Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO (<i>G. D. Kapsiotis</i>) | 34 |
| 4. RECURSOS POTENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO (<i>R. Kreuzer</i>) . | 47 |
| 5. PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO A BASE DE SARDINAS DE MARRUECOS (<i>J. H. Blake</i>) | 61 |
| 6. OBSERVACIONES SOBRE LA ELABORACIÓN DE PESCADO (<i>N. R. Jones</i>) | 85 |
| 7. DESCRIPCIÓN DE PLANTAS OPERACIONALES DE FABRICACIÓN DE CPP (<i>J. S. Tolin</i>) | 114 |
| 8. DESCRIPCIÓN DE UN PROYECTO DE PLANTA DE DEMOSTRACIÓN DE LA OFICINA DE PESQUERÍAS COMERCIALES DE LOS ESTADOS UNIDOS (<i>G. M. Knobl, Jr.</i>) | 118 |
| 9. PRODUCCIÓN EN NORUEGA DE HARINA DE PESCADO DE BAJO CONTENIDO GRASO (<i>G. Løvold</i>) | 119 |
| 10. EL PROCESO HALIFAX BASADO EN EL EMPLEO DEL ISOPROPANOL PARA LA FABRICACIÓN DE CPP (<i>D. R. Idler</i>) | 121 |
| 11. ASPECTOS DE LA PLANIFICACIÓN DE INSTALACIONES DE FABRICACION DE CPP (<i>A. Carsten</i>) | 132 |
| 12. PRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO EN CHILE UTILIZANDO EL ISOBUTANOL (<i>P. Hevia, F. Acevedo Bonzi y S. Kaiser</i>) | 136 |
| 13. PROTEOLISADO DE SARDINAS (<i>B. de Gero y O. Skiredj</i>) | 141 |
| 14. ANÁLISIS, ENSAYOS Y APLICACIONES DEL CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO (<i>V. D. Sidwell, B. R. Stillings y G. M. Knobl, Jr.</i>) | 143 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 15. | LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE <i>nuoc mam</i> EN LA COSTA DE MARFIL (<i>A. Faubeau</i>) | 169 |
| 16. | EL PROGRAMA DE LA USAID PARA LA EVALUACIÓN Y LA PROMOCIÓN DEL CPP (<i>J. B. Cordaro</i>) | 172 |
| 17. | ESTUDIO ANALÍTICO DE LA UTILIZACIÓN DEL CPP: INSTRUMENTO PARA LA FORMULACIÓN DE UNA POLÍTICA ALIMENTARIA NACIONAL (<i>G. D. Bernstein, S. M. Cantor y S. H. Chafkin</i>) | 181 |

NOTAS EXPLICATIVAS

Toda referencia a dólares (\$) es a dólares de los EE.UU.; 1 ¢ representa \$ 0,01. Toda referencia a toneladas es a toneladas métricas, a menos que se indique otra cosa.

En los cuadros, tres puntos (...) indican que no se dispone de los datos, o que éstos no han sido publicados separadamente.

En los cuadros, una raya (—) indica que la cantidad es despreciable.

Las cifras y porcentajes incluidos en los cuadros no corresponden exactamente a los totales en todos los casos, debido a haberse redondeado en algunos cuadros dichos totales.

Los números árabes entre corchetes [] indican las referencias reunidas al final de las memorias.

En el presente volumen se hace uso de las siguientes abreviaturas:

| | |
|--------|------------------------------------|
| AIP | Alcohol isopropílico |
| c.i.f. | costo, seguro y flete |
| CPP | Concentrado de proteína de pescado |
| DCE | Dicloruro etilénico |
| HTB | Hidroxitolueno butilado |
| ppm | partes por millón |
| REP | Razón de eficiencia proteica |
| UB | Unidades Brabender |
| UNP | Utilización neta de proteínas |
| VB | Valor biológico |
| NVR | Valor nutritivo relativo |

En el presente volumen se hace uso de las siguientes siglas:

Naciones Unidas y organismos especializados

| | |
|--------|---|
| PNUD | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo |
| UNICEF | Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| GAP | Grupo Asesor en materia de proteínas FAO/OMS/UNICEF |

Otros organismos

| | |
|------|---|
| AOAC | Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (Asociación de químicos agrícolas oficiales) |
| BCF | Oficina de Pesquerías Comerciales, Servicio de Caza y Pesca, Departamento del Interior (Estados Unidos) |

| | |
|----------------|--|
| CIEM | Consejo Internacional para la Exploración del Mar |
| FDA | Administración de Alimentos y Drogas, Departamento de Sanidad, Educación y Previsión Social (Estados Unidos) |
| SONAFAP | Société Nationale de Farine de Poisson, Agadir, Marruecos |
| TNO | Organisatie v. Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Organización neerlandesa de investigación física aplicada), Zeist, Holanda |
| USAID | Agencia para el Desarrollo Internacional (Estados Unidos) |

INTRODUCCION

Las memorias presentadas en la reunión mixta ONUDI/FAO ofrecen amplia visión de los numerosos aspectos de la formulación, preparación y utilización de concentrado de proteína de pescado (CPP).

Las memorias tratan principalmente de CPP preparado sometiendo el pescado íntegro (con cabeza y vísceras) y desmenuzado a la acción extractiva de solventes, y son el reflejo del eficaz programa de investigaciones y desarrollo actualmente en curso. Prueba de ello nos dan, por ejemplo, las diversas definiciones del CPP enunciadas por varios autores, definiciones que si bien tienen una base común difieren, sin embargo, en ciertos aspectos.

Fundamentalmente, el término CPP abarca diversos productos, elaborados de distinta manera, que tienen en común el hecho de que proceden del pescado y contienen mayor concentración de proteínas que la de la materia prima. Así llegamos a la definición propuesta en una reunión celebrada en Londres, del 9 al 10 de noviembre de 1970 por el grupo especial de trabajo sobre las posibilidades que ofrece el CPP a los países en desarrollo, que propuso la siguiente definición como base para sus tareas:

“Se considera concentrado de proteína de pescado aquel producto estable y apto para el consumo humano preparado mediante un proceso basado en la eliminación del agua de pescados íntegros o de partes de los mismos” (documento GAP 2.8/30, 2 de diciembre de 1970).

Independientemente del método de elaboración, el valor nutritivo del producto es incontestable. C. O. Chichester, F. Monckeberg y E. Yáñez lo resumen así:

“En primer lugar, como complemento de la alimentación a base de trigo, maíz y otros cereales, el CPP ofrece una excelente proteína de enriquecimiento. En los casos en que estos concentrados pueden incorporarse a los compuestos de cereales —material al que no tiene que aportar características funcionales (por ejemplo el pan, las pastas, las galletas y similares)— el producto es aceptable para la mayoría de las poblaciones añadido hasta una proporción del 10% de la mezcla total. En segundo lugar, el costo de la materia prima resulta ser inferior al correspondiente a la mayoría de las otras fuentes de proteínas. Por último, la estabilidad de la proteína es

excelente en el sentido de que puede retener sus cualidades nutritivas sin necesidad de prestar especial atención a las condiciones de almacenamiento.

Sin embargo, el CPP únicamente será de verdadera utilidad si logra entrar en la alimentación humana no como producto de uso ocasional y suplementario, facilitado gratuitamente por los gobiernos sino sobre una base comercial permanente. Debe tenerse en cuenta que el CPP, junto con otros concentrados de proteínas, es un ingrediente alimenticio y no un alimento "en sí". Así, el éxito de su uso depende de su incorporación a alimentos ya generalmente aceptados, a un precio razonable para el consumidor. Y así se llega al problema de la comercialización de los productos alimenticios. Las memorias de Sidwell, Knobl y Cordaro contienen un esquema de algunas medidas tomadas en relación con los ensayos de comercialización, y ofrecen los resultados de los estudios de mercado hechos en Chile y en la República de Corea.

Mucho más importante es el paso recientemente dado mediante el desarrollo de un mercado, vasto y en constante expansión, de CPP para piensos especializados, particularmente los piensos iniciales para terneros, sucedáneos de la leche empleados para alimentar al animal en sus primeros meses. Tales productos exigen un concentrado de proteínas de origen animal de elevada calidad, inodoro y sin sabor. El CPP reúne precisamente esos requisitos. El volumen del mercado es tal que las fábricas pueden obtener buenos beneficios solamente satisfaciendo la demanda. Esto, a su vez, facilitará la utilización de CPP en los alimentos humanos, ya que la lenta penetración de CPP en el mercado de dichos productos puede actualmente efectuarse sin temor a tener inactiva la planta y sin necesidad de subvenciones a largo plazo hasta que dichos concentrados lleguen a crearse un mercado remunerador.

1. CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO — HISTORIA Y TENDENCIAS DE PRODUCCION*

GRAVE ESCASEZ DE PROTEÍNAS DE ALTA CALIDAD

A pesar del aumento experimentado por la producción mundial de alimentos durante la década de 1960, la producción *per capita* en los países en desarrollo fue declinando [1] de manera tan marcada en ciertas regiones que ha causado considerable alarma. Factor aún más grave que la insuficiente cantidad de alimentos, medida en calorías, era la deficiente calidad, especialmente la carencia de proteínas.

En un informe del Comité Asesor sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo, presentado en 1968 al Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, se señalaba que una tercera parte de la población de los países en desarrollo sufría las consecuencias de un régimen alimenticio desequilibrado, caracterizado por un exceso de calorías en relación con las proteínas. En esas regiones se observaban abundantes y crecientes señales de insuficiencia de proteínas en relación con las reconocidas necesidades nutricionales. El informe concluía:

“... Si esta situación empeorase, el desarrollo material, económico, social y político de las poblaciones afectadas podría detenerse completamente. La deficiente nutrición debida a la falta de proteínas y calorías no sólo aumenta la susceptibilidad a las infecciones agudas y crónicas, sino que provoca también una reducción correspondiente en la capacidad de trabajo físico y fomenta la apatía. Estos efectos inmediatos sobre los adultos obstaculizan la productividad y el desarrollo en los países que necesitan con suma urgencia mejorar la condición y el potencial de sus pueblos, para no hablar de los sufrimientos que ello implica”.

“En los países en desarrollo, las crecientes deficiencias de la nutrición han tenido repercusiones aún mayores sobre los niños de corta edad. Hay países donde un tercio de los niños fallecen antes de alcanzar la edad escolar, y el crecimiento físico y el desarrollo de la mayoría de los que sobreviven se ven gravemente afectados. Por

* Memoria presentada en la reunión de expertos por Oswald A. Roels, Profesor del Lamont-Doherty Geological Observatory, Columbia University, Palisades, Nueva York, EE.UU.

otra parte, cada vez hay más pruebas de que el retraso en el desarrollo mental, en el proceso de aprendizaje y en el comportamiento está especialmente asociado con la malnutrición en la primera infancia. Así pues, las deficiencias de nutrición que se observan actualmente en muchos países en desarrollo están comprometiendo el porvenir de muchos millones de habitantes del mundo”.

Entre otras propuestas para aumentar los recursos proteicos, el informe recomendaba que hasta tanto no se introdujeran las necesarias mejoras en los métodos agrícolas corrientes de los países en desarrollo, el régimen dietético de éstos debería complementarse por medio de alimentos proteínicos no tradicionales, tales como las harinas de semillas oleaginosas, el concentrado de proteína de pescado (CPP) y los productos de organismos unicelulares, así como mediante el uso efectivo de aminoácidos sintéticos esenciales y de fuentes de nitrógeno no específicas. Con tal objeto, sería necesario dar mayor importancia a la educación dietética de las poblaciones y al procesado, comercialización y promoción de productos alimenticios. [2]

USO MÁS EFECTIVO DE LAS PESQUERÍAS

La escasez de proteína animal podría corregirse rápidamente mediante el uso más eficiente de las pesquerías actuales. El volumen anual mundial de pesca equivale aproximadamente a 50 millones de toneladas, que contienen unos 10 millones de toneladas de proteínas animales. El pescado así obtenido podría suministrar hasta un 40% de las necesidades totales de proteína animal de la raza humana, pero en la actualidad sólo se hace uso de un porcentaje muy bajo para fines de nutrición. Las extensas actividades de pesquería resultan principalmente en la captura de pescado graso, tal como el arenque, el sábalo y la anchoa, que hoy se utilizan mayormente para la preparación de piensos para aves y ganado, aunque una considerable proporción se emplea como fertilizante. Usada de esta manera, la proteína de origen ictiológico servirá finalmente para aumentar la cantidad de proteína animal disponible para la alimentación humana, pero sólo después de un largo e ineficiente proceso de transformación, denominado “cadena alimentaria”.

Un ejemplo clásico de tal cadena alimentaria tiene su origen en la corriente de Humboldt, que fluye en dirección norte a lo largo de las costas septentrionales de Chile y del Perú. Dicha corriente cubre una región oceánica de extraordinaria productividad, en la que viven millones de toneladas de anchoas, las cuales sirven desde hace muchos siglos de alimento a una extensísima población de aves ictiófagas que anidan en las islas y promontorios rocosos de esa costa. El excremento de tales aves, llamado guano, se viene usando desde hace también siglos como abono y es, de antiguo, uno de los recursos naturales más valiosos del Perú y producto de exportación de los más importantes. La ineficiencia de tal

cadena alimentaria resulta de los numerosos y lentos eslabones que la forman: las aves devoran los peces, éstos cubren de guano las cuevas a lo largo de la costa, y la materia fecal se recoge y envía a grandes distancias a través del océano para ser utilizada como fertilizante de la tierra. Esta produce cosechas que, a su vez, alimentan los ganados destinados a servir finalmente de alimento al hombre. La eficiencia proteica de tal cadena alimentaria es sólo del orden de 10^{-6} . En otras palabras: un millón de kg de peces devorados por las aves producirán finalmente un solo kg de proteína para el consumo humano. La ineficacia de tal cadena trófica ha conducido a intentar su sustitución por el sistema más eficiente y remunerador de pescar directamente la anchoa.

En años recientes, las pesquerías peruanas de anchoa han llegado a ser una de las actividades de pesca de más rápida expansión en el mundo. El volumen de producción ha aumentado de 89.000 toneladas en 1955 a 10 millones en 1967—1968. El pescado así obtenido se convierte en harina, que se utiliza como alimento animal. La cadena trófica ha quedado acortada pues ahora contiene sólo tres eslabones: Del pescado al ganado, y de éste al hombre; así se produce un kilo de proteína para uso humano por cada 1.000 kg de anchoa, lo que significa un mejoramiento de eficiencia de 1.000 a 1 respecto a la cadena del guano. Con todo, el rendimiento proteínico de esta cadena más corta sigue siendo bajo, cabiendo decuplicar su eficiencia mediante el consumo directo del pescado por el hombre.

Sin embargo, la conservación del pescado fresco, y especialmente del pescado graso presenta graves dificultades, especialmente en climas tropicales. En gran número de países en desarrollo, que es donde la carencia de proteínas es más marcada, el elevado costo de la refrigeración hace imposible el consumo del pescado fresco por quienes más lo necesitan, e impide al mismo tiempo el sano desarrollo de la pesquería. Por ejemplo, en los años 50, la producción anual de las pesquerías del entonces Congo Belga quedó limitada a 6.000 toneladas, como resultado de la insuficiente capacidad de las fábricas de hielo en Ango-Ango [3], que era el único puerto de pesca utilizable.

Aunque el desecado, la salazón y el ahumado del pescado son procedimientos económicos de conservación del mismo, presentan ciertas desventajas desde el punto de vista de la calidad.

La preparación de harinas de pescado para el consumo humano podría resultar en una mejor utilización de los recursos marinos, especialmente mediante la conversión del pescado graso en proteína comestible de bajo precio, ya que se obtendría así una reducción de los costos gracias a la eliminación de la refrigeración o envasado del producto consumible. Además, la harina de pescado representa una considerable mejora, en relación con el pescado seco o ahumado, desde el punto de vista higiénico y nutricional.

HARINA DE PESCADO PARA EL CONSUMO HUMANO

Hace casi 20 años, ciertos organismos de las Naciones Unidas —especialmente UNICEF y FAO— señalaron a la atención mundial la importante aportación que la harina de pescado podría hacer a la alimentación humana en tanto que fuente económica de proteínas de elevado valor biológico. La misma noción fue subrayada por Autret en su intervención durante el Tercer Congreso Internacional de Nutrición celebrado en Amsterdam en septiembre de 1954, en el cual señaló no sólo la importancia de la harina como fuente muy valiosa de proteínas sino también por su contenido de calcio y vitamina B₁₂. Desde el punto de vista de la nutrición de los lactantes y de los niños, una harina de pescado barata presenta notables ventajas en lo que al precio y al almacenamiento se refiere, en comparación con el pescado envasado, desecado o salado. Autret también se refirió a los ensayos de aceptabilidad que se realizaban entonces entre la población de diversos países en desarrollo, indicando que las preferencias variaban de un país a otro en relación con la harina con o sin sabor, aunque los niños no parecían mostrar preferencia alguna. [4]

La fabricación de harinas con pleno sabor a pescado para el consumo humano tiene ciertas ventajas económicas. El precio a granel de la harina de pescado para piensos animales en 1969 era aproximadamente de 0,9 ¢ por libra. Como dicha harina contenía 65% de proteína, el costo de la proteína en sí era aproximadamente de 14 ¢ por libra. Si tal proteína pudiese ser utilizada para el consumo humano a ese precio, o a uno ligeramente superior, muy pocas proteínas de otro origen podrían competir con ella.

En la década de 1950 se realizaron intentos para producir harinas baratas de pescado para el consumo humano. Esos productos tenían fuerte sabor a pescado y fueron aceptados por las poblaciones de los países africanos donde la alimentación básica consiste generalmente en féculas algo insípidas, que ganaban en succulencia con una salsa hecha a base de la harina de pescado.

En muchos países en desarrollo, los grupos de población que más necesitan un suplemento proteico viven esencialmente en economías a nivel de subsistencia. Cultivan y producen sus propios alimentos y poseen escasos medios, o ninguno, para adquirir otros productos alimenticios. En los países africanos en los que se da tal tipo de economía, una de las compras acostumbradas es la sal; por consiguiente cuando se introdujo la harina de pescado como condimento nuevo, tuvo buen éxito aun en regiones tales como Rwanda y Burundi, donde la población es tradicionalmente vegetariana.

Ghana

En Ghana, el servicio estatal de pesquerías construyó en 1951 una planta piloto en Accra para la producción de harina de pescado para el

consumo humano. [5, 6] Para ello se usaba *Sardiniella aurita*, que se pesca en las aguas costeras entre junio y septiembre. El producto se prepara procesando el pescado fresco en autoclave, prensándolo para eliminar parte de su aceite, y secando la torta así producida. En 1955 se vendía dicho producto a 21 ¢ por kg, pero la pequeña planta piloto no tenía capacidad suficiente de producción para satisfacer la demanda. En consecuencia, se proyectó la construcción en Tema Harbor de una factoría más extensa para la fabricación de ese tipo de harina de pescado.

El producto de la planta de Accra contenía hasta un 8% de grasa, porcentaje elevado que se temía causara oxidación y ranciedad. Sin embargo, tras almacenaje a temperatura ambiente durante nueve meses, [7] el óxido presente en la harina de pescado era inferior al 0,5%, y no se percibía sabor rancio alguno. El análisis del producto para determinar su contenido de tocoferoles naturales reveló la existencia de 18 mg de acetato tocoferólico por kg, o sea 224 mg por kg de grasa presente en la harina, esto es: una cantidad suficiente para impedir la oxidación de las grasas.

Uganda

La Corporación de Comercialización del Pescado de Uganda (TUMFAC) ha construido a orillas del Lago George una planta muy similar a la de Ghana. [8] (TUMFAC ha publicado una descripción detallada de los procesos y del equipo utilizado en dicha planta.)

El producto de la planta ugandesa contenía 72,8% de proteínas, 3,2% de grasa, 15,4% de ceniza, y el porcentaje restante de agua. El costo de la preparación ascendía en 1956 a 2,5 ¢ por kg de pescado fresco.

Congo/Rwanda y Burundi

En 1956, se construyó en la costa norte del Lago Tanganica una planta piloto para la producción de harina de pescado para el consumo humano. [9] En dicha planta se procesaban por procedimientos muy similares a los usados en Ghana dos especies afines a la sardina procedentes del lago Tanganica: *Stolothrissa tanganicae* y *Limnothrissa miodon*. El producto se puso a la venta en dos tipos de envases: uno de 100 gr para consumo doméstico y otro de 5 kg para su uso en instituciones. La harina contenía 68% de proteína, 11% de grasa, 12,5% de ceniza y 8% de agua. Las grasas del producto variaban según los ciclos fisiológicos del pez y los cambios estacionales del medio en que se desarrolla. El elevado contenido graso representaba una ventaja en esta región, donde la deficiencia de vitamina A es endémica y tiene como causa parcial el bajo contenido graso de la dieta. El valor biológico del producto que fue muy bien recibido en Rwanda y Burundi, era por consiguiente muy elevado. Como en el caso de la harina ghanense, el producto de la planta de Usumbara, a pesar de su elevado porcentaje de grasas, contenía al parecer

suficientes antioxidantes naturales para impedir la oxidación y la rancidez, aun después de largos períodos de almacenaje en un clima tropical. Por otra parte, durante dicho almacenaje el producto se protegía contra la humedad envasándolo en sacos de polietileno.

PESCADO Y HARINA DE PESCADO SOMETIDA A EXTRACCIÓN CON SOLVENTES

Se han realizado algunos ensayos de preparación de proteína de pescado carente de sabor que pudiera incorporarse a alimentos básicos tales como el pan. El procedimiento más simple ha consistido en la eliminación de las grasas del pescado mediante extracción con solvente.

Sudáfrica — extracción con etanol

Uno de los primeros ensayos en esta dirección fue el realizado por el Instituto de Investigaciones de las Industrias Pesqueras, de Sudáfrica, en colaboración con una empresa privada, la Marine Oil Refineries of Africa. Se preparó un concentrado de proteína de pescado desodorado por extracción con etanol partiendo del pez completo (*Tracurus tracurus*). [10, 11] Esta harina desodorada y desgrasada se mezcló, hasta un máximo del 8% a la masa de pan horneada en Johannesburgo. Pero dado que los grupos de población que más necesitaban suplementar su dieta de proteínas no consumían pan, se suspendió este loable intento por parte del Gobierno.

Chile — extracción con hexano/etanol

El desarrollo del proceso sudafricano descrito condujo al establecimiento de una planta de concentrados de proteínas de pescado en Chile, copatrocinada por las Naciones Unidas.

En su informe presentado ante el Congreso de Nutrición de Amsterdam, Autret enumeró las siguientes razones para la elección de Chile como país apropiado para la iniciación de experimentos que determinasen la aceptabilidad de tales harinas: los extensos recursos ictiológicos del país; la importancia del pescado en la dieta de la población; la existencia de asistencia técnica y promocional de la FAO; el hecho de que el régimen alimentario chileno revela carencia de proteínas animales; y la buena disposición de las autoridades nacionales a la realización del proyecto. [4]

Autret describió ciertos experimentos preliminares realizados en Chile, en los cuales la harina de pescado se mezcló a diversos alimentos, tales como: sopas de legumbres, sopa de papa, tallarines, cochayuyo (algas comestibles), papas fritas, lechuga, pastel de hoja de remolacha, alubias, estofado de buey, papas hervidas, galletas de cocktail, torta de café y plan blanco. Tales combinaciones fueron probadas por un número reducido de personas, quienes las hallaron generalmente aceptables, a excepción de los tallarines, el cochayuyo y el estofado, por resultar des-

acostumbrada la consistencia al paladar de tales combinaciones. El pastel de remolacha, las galletas (que contenían un 25% de harina de pescado), la torta de café (10%) y el pan (10%) recibieron unánime aceptación.

Esas pruebas preliminares fueron seguidas de otra mucho más amplia en que intervinieron 140 escolares de cinco a catorce años. Todos los días, durante un período de seis semanas, cada niño recibió, como parte de su comida escolar, un panecillo de 80 gramos a cuya masa se había mezclado un 10% de harina de pescado. Cada panecillo contenía 6,1 g de dicha harina, equivalente a un suplemento diario de 4,4 g de proteína, 335 mg de calcio, 329 mg de fósforo y 3 mg de hierro; la harina normal del panecillo suministraba 6,5 g de proteína. La única diferencia respecto al pan normal era su color un poco más oscuro; el olor, sabor, forma y consistencia de corteza y miga eran normales.

Ese tipo de pan fue muy bien aceptado por los niños, no hubo rechazos ni quejas, ni se observó el menor disturbio gástrico.

Sobre la base de esos resultados, el Gobierno de Chile solicitó la ayuda del UNICEF y de la FAO para el establecimiento de una planta para la manufactura de harina comestible de pescado para su utilización en los programas de nutrición complementaria.

Más tarde, el UNICEF prestó asistencia al Gobierno de Chile para la producción de concentrados proteicos de pescado mediante el suministro de servicios técnicos de supervisión y del necesario equipo de producción, que fue instalado en la planta que en Quintero posee la Industria Pesquera de Altamar (ISESA). Layton E. Allen, técnico jefe del UNICEF, ha preparado un informe sobre el funcionamiento de la planta, la valía biológica del producto, y los detalles del costo del mismo. [12]

En esa planta se usaba merluza fresca, que es un pescado comestible magro, y el proceso se caracterizaba por el uso de una mezcla de hexano y etanol para la extracción de las grasas y la desodorización. El equipo consistía en un deshidratador horizontal del pescado crudo, con una camisa de vapor y arrastre de aire, un agitador y un condensador; un extractor horizontal rotatorio de camisa de vapor con filtros integrales de fieltro y todas las conexiones necesarias para el flujo en vacío del solvente y separación gaseosa; un sistema de recuperación y almacenaje del solvente; un sistema de purificación del alcohol; un triturador de martillos, un tamiz para la harina y un sistema de empaquetado del producto desodorado; y las necesarias tolbas, transportadores, elevadores de canjilones y extractores de polvo para el transporte de los materiales entre las distintas operaciones.

El pescado crudo se secaba primeramente al calor en un recipiente horizontal con una camisa de vapor, en el cual se agitaba por medio de una jaula de tubos calentados también por vapor. La harina se sometía a un proceso de extracción con etanol o con hexano/etanol. La temperatura de secado del producto podía controlarse dentro de los límites de

70° a 100° C ajustando la velocidad de la circulación del aire. En tales condiciones, el secado duraba unas seis horas para una partida de dos toneladas de merluza entera y fresca, incluyéndose en dicho tiempo el necesario para la carga y descarga. La harina molida se desengrasaba y desodorizaba por partidas en un recipiente rotatorio de extracción encamisado, aplicando sucesivos lavados con el solvente. La mayor parte de éste se extraía de la torta escurrida mediante agitación y calentamiento en vacío. A continuación, el residuo de solvente en la torta seca se extraía mediante vapor a baja presión en vacío. La temperatura máxima alcanzada durante esta operación era de 80° C. El rendimiento de concentrado seco y desodorizado era aproximadamente del 16% del pescado fresco. Como término medio, el producto contenía de 3,5 a 10% de agua, 80% de proteína (N x 6,25), de 1,6 a 3% de grasa, y el resto ceniza. El contenido de fluoruros variaba entre 150 y 200 ppm, y el de lisina se acercaba al 9%. El costo total de este proceso se calculó en 268 dólares EE.UU. por tonelada de harina de pescado desengrasada y desodorizada. Dicho cálculo se basaba en los precios en Quintero, Chile, en diciembre de 1961 e incluía el costo del pescado crudo, de la electricidad, vapor, agua, mano de obra, solventes y materiales de envase así como el precio del aceite de pescado extraído.

Una publicación reciente en la que se describe el CPP obtenido mediante el proceso de Quintero [13] indicaba que el precio del producto era de 35 a 55 ¢ por kg, pero señalaba que el costo exacto es de difícil cálculo ya que la planta ha sido construida gracias a la ayuda técnica y financiera de la UNICEF, es propiedad del Gobierno de Chile y funciona como empresa privada.

América del Norte

El proceso VioBin — extracción con dicloruro etilénico

Aproximadamente al mismo tiempo que se desarrollaba en Chile el proceso de Quintero, la VioBin Corporation, de Monticello, Illinois, ensayaba la extracción proteínica del pescado utilizando dicloruro etilénico. Este solvente extrae el aceite y elimina el agua del pescado por un proceso de destilación azeotrópica. (VioBin había venido usando este proceso para extraer aceite y agua del hígado, páncreas y otros órganos del ganado ovino, vacuno y porcino, de acuerdo a un contrato con la industria farmacéutica.) Este método de extracción, aplicado al pescado, rinde un producto con un contenido aproximado de 73 a 75% de proteínas, 15 a 18% de ceniza, 1,5% de grasa, 0,5% de fibra cruda, y 8,0% de agua, cuando se utiliza pescado magro. Este producto se ha puesto a la venta como sucedáneo de la leche para alimentación de animales, a un precio de unos 15 ¢ por libra (marzo, 1969) en partidas de 15 toneladas.

La ventaja de este tipo de proteína de pescado parcialmente desengrasada es que puede utilizarse para el alimento de aves de corral y cerdos hasta el momento de la matanza, sin que influya sobre el gusto de la

carne. La harina de pescado ordinaria no puede suministrarse a los animales durante algunas semanas previas a la matanza, ya que da a la carne un marcado sabor a pescado.

VioBin somete además este producto a un segundo proceso de extracción a base de isopropanol con objeto de eliminar los últimos residuos de grasa y el sabor a pescado.

El proceso VioBin, hoy utilizado bajo licencia por diversas compañías, es empleado por la Alpine Marine Protein Industries, Inc. para la producción de 1.000 toneladas de concentrados de proteína de pescado para consumo humano por encargo de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) a un precio aproximado de 42 ¢ por libra, o sea 60 ¢ por libra de proteína.

La Alpine Marine Protein Industries, Inc. tiene en funcionamiento una planta en New Bedford, Massachusetts, con una capacidad diaria de procesado de pescado fresco de más de 100 toneladas. Esta planta puede producir 20 toneladas diarias de concentrado de proteína de pescado para piensos animales (no desodorizado), o 16 toneladas diarias de concentrado para consumo humano. La compañía encuentra ciertas dificultades para cumplir su contrato con la Agencia para el Desarrollo Internacional, debido a que los reglamentos de los Estados Unidos referentes a los productos alimenticios y farmacéuticos prescriben que para los artículos de consumo humano sólo puede utilizarse la merluza. El suministro de este pescado es hoy difícil y de costo elevado, en parte debido a la demanda crecida por la planta de New Bedford.

La Cape Flattery Company de Seattle, Washington, ha construido una planta de extracción a base de solventes para el procesado de la merluza siguiendo el procedimiento VioBin (extracción por medio del dicloruro etilénico) a bordo de un antiguo barco de la Marina de los Estados Unidos, de 196 pies de eslora. Esta factoría flotante entró en servicio a principios de septiembre de 1968; en ella se pueden procesar ocho toneladas de pescado por hora, o sea 200 toneladas diarias. La compañía se propone producir harina de pescado de alta calidad usando como único solvente el dicloruro etilénico. Esta harina se utilizaría para el pienso de aves de corral, cerdos y otros animales, hasta el momento de la matanza.

Oficina de Pesquerías Comerciales — Extracción por el proceso al isopropanol

En los Estados Unidos es difícil comercializar alimentos y sus aditivos hasta que ambos hayan sido aprobados y aceptados para el consumo humano. La Administración de Alimentos y Drogas se ha opuesto siempre al uso del pescado completo para alimentos humanos basándose en un argumento de carácter más bien de estética, ya que tal uso supone la incorporación al producto del contenido intestinal del pescado; sin embargo, tal práctica se permite en el caso de las sardinas, crustáceos y similares.

Recientemente, la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos, bajo la dirección del Dr. Donald Snyder, ha demostrado que los concentrados de harina de pescado completo resultantes de procesos de extracción por medio de solventes son alimentos sanos y de alto valor nutritivo, especialmente como suplemento proteínico. [14] La Oficina de Pesquerías Comerciales utiliza un proceso multifásico de extracción por isopropanol para eliminar tanto el agua como el aceite del pescado, obteniendo un producto finamente molido y de gusto suave. El folleto *Marine Protein Concentrate* [14] contiene una descripción detallada del proceso de extracción al isopropanol desarrollado por la Oficina de Pesquerías Comerciales.

Tras intensivas investigaciones tóxico y biológicas, la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos aprobó un reglamento el 2 de febrero de 1967 que reconoce la salubridad del producto pero limita la preparación de CPP a base de pescados íntegros a los casos en que se utiliza la merluza y especies afines en procesos de extracción de grasas y agua con isopropanol o con dicloruro etilénico seguido de isopropanol. [15]

Las estipulaciones de la Administración de Alimentos y Drogas para la preparación de CPP son las siguientes: el pescado debe ser merluza o similar; el concentrado debe tener un mínimo de proteína de 75% y un máximo de 10% de agua, de 0,5% de grasa, de 100 ppm de fluoruros, de 250 ppm de isopropanol, y de 5 ppm de dicloruro etilénico; además, debe hallarse libre de organismos patógenos.

El reglamento de la Administración de Alimentos y Drogas añade que el CPP es en realidad un aditivo para uso doméstico sólo en tanto que suplemento proteico. Dicho aditivo debe envasarse en paquetes cuyo peso no exceda de 1 libra. Tal reglamentación impide efectivamente el uso del CPP en alimentos manufacturados mediante fórmulas. Con todo, a pesar de sus aspectos restrictivos, la aprobación de los CPP a base de pescado entero por la Administración de Alimentos y Drogas, conseguida gracias a los determinados esfuerzos de la Oficina de Pesquerías Comerciales, ha tenido considerables repercusiones; diversas compañías de los Estados Unidos y de otros países consideran hoy seriamente la producción de alimentos proteicos a base de pescado íntegro. [16]

La Oficina de Pesquerías Comerciales ha concertado recientemente un contrato por valor de dos millones de dólares con la Southwest Engineering, Inc. para la construcción de una planta piloto de demostración en Aberdeen, Washington, la cual funcionará bajo el control de la Star-Kist Foods, Inc. utilizando el proceso al isopropanol.

La Cardinal Proteins Company construye en la actualidad una planta en el Canadá que utilizará el proceso desarrollado por la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos para la producción de 30 toneladas diarias de CPP a partir de la merluza roja. Esta firma se propone desespinar el pescado por medio de una máquina especial japonesa, operación seguida por extracción al isopropanol. Se conseguirá así probablemente

un CPP con un contenido proteínico del orden del 90%, reduciéndose al mismo tiempo las dificultades causadas por la elevada proporción de fluoruros. La planta se construye en Canso, Nueva Escocia, y recibe considerable apoyo del Gobierno canadiense. El Departamento de Comercio e Industria del Canadá promueve activamente el uso en diversas empresas canadienses del CPP que ha de producir Cardinal Proteins.

El proceso Guttman-Vandenheuvel-Gunnarsson

Ya en 1945, la Junta de Investigaciones Pesqueras del Canadá había iniciado en sus laboratorios de Halifax, Nueva Escocia, un estudio para la preparación de CPP. En 1954, dicho grupo investigó la extracción al propanol con objeto de producir un concentrado proteico insaboro e inoloro. En 1957—1958 se iniciaron los ensayos a escala piloto de la extracción al isopropanol a base de pescado íntegro. El proceso de Halifax se ensayó en una escala piloto con filetes de bacalao, bacalao entero, bacalao desviscerado, trozos de bacalao y arenque íntegro. El proceso, denominado de Guttman-Vandenheuvel-Gunnarsson, aparece descrito en detalle por el Dr. David R. Idler, de la Junta de Investigaciones Pesqueras del Canadá en la memoria número 10 de la presente publicación, y por Idler y Power en el informe número 10 de las pesquerías del Canadá, 1968. [17, 18]

Procesos desarrollados por empresas privadas

La Lever Brothers Company ha desarrollado y patentado un proceso que utiliza pescado fresco macerado, secado en tambores y sometido a extracción por etanol.

La General Foods Corporation ha desarrollado y patentado un proceso en el que el pescado fresco se desmenuza en agua, reduciéndose el pH de la mezcla mediante la adición de ácido. A ese caldo se añade un antioxidante, removiéndose a continuación la suspensión de pescado en el agua durante 15 minutos, tamizándose luego y prensándose. La torta así obtenida se somete a extracción por alcohol butílico terciario o a otro alcohol semejante.

Perú—extracción por el proceso de Verrando

Un proceso interesante para la preparación de CPP por extracción con solvente es el desarrollado en el Perú y conocido generalmente como Proceso de Verrando. Aparece descrito con bastante detalle en el informe del Grupo Asesor OMS/FAO/UNICEF en materia de Proteínas. [19] En dicho proceso la harina de pescado se extrae con vapor de hexano en vacío. Sus inventores aseguran que se consigue una muy eficiente extracción de las grasas y se produce en una operación de una sola fase un CPP con menos de un 1% de grasa utilizando únicamente 1,5 veces la cantidad

de solvente respecto al peso de la materia prima. Para la producción se utiliza la merluza, la anchoa y otros pescados.

La planta utiliza un sistema de tandas y necesita 1.700 litros de n-hexano para tratar una tonelada de materia prima. En el extractor y en el resto del circuito se produce un vacío de 28 pulgadas. El producto se somete a extracción con vapor de hexano durante 90 minutos. Después de eliminado el solvente, el producto se envasa en bolsas de polietileno y de papel kraft y se vende en el mercado local a 240 \$ por tonelada, c.i.f. El informe citado incluye asimismo análisis completos de los aminoácidos del concentrado y su composición aproximada, así como los resultados de los ensayos nutricionales.

El producto recibió la autorización del Gobierno en tanto que alimento suplementario de consumo humano en el Perú y se ha utilizado hasta un porcentaje del 4% para el enriquecimiento en proteínas del pan. La compañía Industrialización de Productos Agrícolas S.A. utiliza los CPP para la preparación de mezclas a base de harina de maíz, gérmenes de malta, sales minerales, vitaminas y condimentos. Dicha mezcla contiene un 50% de CPP. Verrando ha establecido asimismo la fórmula para una sopa en polvo y para un tipo especial de macarrones enriquecidos y condimentados.

Suecia

Astra Nutrition, de Suecia, también produce un CPP totalmente desgrasado en Bua, pueblo pesquero al sur de Gothenburg. La planta de Astra produce una tonelada y media de CPP por hora utilizando harina de pescado como materia prima de la que extrae las grasas y a la que desodoriza con isopropanol. La proteína de pescado desgrasada contiene entre 80 y 85% de proteína, 10 a 15% de minerales, 5 a 8% de agua, y menos de 1% de lípidos. Este producto tiene un alto valor biológico, comprobado mediante ensayos de consumo animal y humano.

Alemania

Durante la segunda guerra mundial se desarrolló en Alemania un proceso según el cual el pescado íntegro macerado se mezclaba a una solución de ácido acético al 5%. El caldo así obtenido se prensaba, y la torta resultante se sometía a extracción con etanol. A continuación, la torta se hidrolizaba con una base y se filtraba, resultando una solución de proteínas que se neutralizaba con ácido acético y se secaba por pulverización. El producto era un polvo blanco puro, soluble en agua que se utilizaba como sucedáneo de los huevos en Alemania, donde fue manufacturado en gran escala durante la segunda guerra mundial.

La compañía Vogel, empresa alemana, utiliza otro proceso para someter el pescado a extracción con etanol después de tratamiento ácido o alcalino. A continuación el pescado se somete a reextracción con acetona, y se seca en el vacío.

Gran Bretaña

Cavanag and Inman producen un CPP mediante extracción con mezclas de solventes de acetona, acetato etílico y etanol.

OTROS PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CPP

En fecha reciente se han iniciado nuevas investigaciones en el laboratorio del Observatorio Geológico Lamont-Dahorty de la Columbia University y en otros lugares con objeto de mejorar estos productos. [16]

Hidrolizados de proteína de pescado

Hidrolizados químicos

Existe un proceso a base de hidrólisis química que rinde un producto de elevado valor biológico con un contenido del 90 al 99% de proteína de pescado, con un porcentaje extraordinariamente bajo de grasas (menos del 0,1%). El producto es soluble en agua hasta el 20% (peso/volumen). El proceso consiste en una serie de etapas muy simples: la hidrólisis química va seguida de separación de la fase acuosa por prensado a través de un filtro, partiendo de la fase aceite-más-piel-más-hueso; a continuación se purifica la solución acuosa y el líquido resultante se seca por pulverización.

Hidrolizados enzimáticos

También se encuentran en estudio diversos tipos de hidrólisis enzimática. La Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos está llevando a cabo en su laboratorio de College Park, Maryland, un estudio sobre la utilización de los diversos enzimas proteolíticos existentes en el mercado para la preparación de hidrolizados de proteína de pescado. Esos procesos son asimismo relativamente simples: el pescado íntegro se macera finamente con un producto tampón, añadiéndose un enzima de producción comercial, lo que causa la digestión del pescado. Al finalizar el período de digestión, la masa se centrifuga, separándose las fases

acuosa y líquida; la primera se seca a continuación por diversos medios, lo que produce un hidrolizado de proteína que consiste principalmente en aminoácidos y péptidos cortos del pescado.

El contenido de triptófano tiende a ser bajo en los hidrolizados de proteína de pescado.

La Rohm and Haas Company, de Filadelfia, Pensilvania, ha obtenido un enzima proteolítico experimental que hidroliza concentrados de proteína de pescado completamente desorizados y desgrasados, extraídos mediante solventes. El enzima se denomina "enzima experimental 56". Su pH óptimo es 10,0. La casa Rohm and Haas afirma que puede solubilizarse hasta un 85% del nitrógeno proteico original mediante incubación del CPP extraído por solución con este enzima. Para ello se recomienda aplicar una temperatura de 60° C a la digestión enzimática. El digerido enzimático resultante se filtra, y este filtrado, que contiene péptidos pequeños y aminoácidos libres, se seca por pulverización. El producto es incoloro y casi sin sabor, y contiene 87% de proteína.

Procesos de fermentación

Microorganismos proteolíticos

El Dr. Víctor Bertullo, de la Universidad del Uruguay, ha desarrollado un método para preparar hidrolizados de proteína de pescado utilizando una levadura proteolítica: *Hanesunula montevideo*. En este proceso se añade melaza al pescado entero triturado, inoculándose después en la mezcla el cultivo de la levadura y fermentándose durante 18 a 24 horas a 30—32° C, con lenta agitación. Un filtrado inicial separa las escamas y espinas, eliminándose a continuación el aceite por centrifugación. La mezcla se concentra luego por evaporación a baja temperatura hasta que se obtiene un 50% de sólidos, secándose entonces por pulverización. Esto rinde un producto que contiene del 70 al 72% de proteína, del 5 al 6% de agua, del 12 al 14% de ceniza, y aproximadamente el 5% de grasa. En la actualidad se encuentra en operación en el Uruguay una planta piloto que utiliza este proceso.

La Reliance Chemicals Corporation produce harina de pescado utilizando enzimas fúngicos para digerir y licuar el pescado, neutralizándose al mismo tiempo el sabor y el olor. La carne del pescado se somete a cocción de 5 a 15 minutos a 60—70° C. El enzima proteolítico fúngico se añade a continuación con afrecho de trigo, levadura de cerveza y azúcar. La fermentación continúa durante 8 horas a 52—56° C. Finalmente el producto se calienta hasta 70° C y se seca.

El Instituto Central de Investigaciones Tecnológicas sobre los alimentos, de Mysore, India, ha preparado hidrolizados proteicos partiendo del pescado mediante el uso de la papaína como enzima proteolítico.

La Prolux Company, de Israel prepara un hidrolizado de proteína de pescado mediante la fermentación de éste con *Lactobacillus plantarum* en un medio de cultivo que contiene afrecho de centeno, avena, afrecho de trigo, grama molida y harina de zanahoria. El *Lactobacillus plantarum* tiene elevada actividad proteolítica a pH 4.

Microorganismos lipolíticos

Otro proceso sobre el que se trabaja actualmente en el Laboratorio de la Columbia University tiene como objetivo la producción de alimentos aceptables para el consumo humano a partir de abundantes y baratas especies de pescado graso, mediante fermentación con microorganismos lipolíticos capaces de reducir en un 50% el contenido lípido del pescado, con un sabor en cierto modo similar a ciertos alimentos corrientes en las sociedades occidentales. [20] El propósito de este programa de fermentación es: utilizar un pescado abundante y barato; producir un alimento de aroma y sabor agradables; mantener o aumentar el contenido proteico del producto sin perjudicar su valía biológica; reducir el contenido graso de la materia prima asegurando así la conservación del producto en almacenamiento.

Los mejores resultados se han obtenido con un hongo imperfecto, *Geotrichum candidum* causante de la fermentación del pescado. Este hongo muestra muy considerable actividad lipolítica cuando entra en fermentación con el pescado menhaden (sábalo), que tiene un contenido graso muy elevado. El producto de dicha fermentación es de aroma dulce, como el de un éster, no quedando la menor traza del olor de la materia prima, aunque, después de un mes de almacenaje, reaparece dicho olor. Durante la fermentación se observó un aumento significativo del nitrógeno amínico y una reducción simultánea del nitrógeno no potreico.

La producción máxima de lipasa, así como el máximo desarrollo del microorganismo, se obtuvieron a las 36 horas en condiciones aeróbicas, con agitación suave en un medio tampón fosfatado a concentración 0,15 M, y pH 7,5.

También han resultado apropiados para este proceso otros organismos lipolíticos, entre ellos la levadura *Candida lipolytica*. Estas investigaciones están subvencionadas por la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos.

Fermentación inhibidora de oxidación

En colaboración con el Profesor Paul György, el autor de la presente memoria ha desarrollado un proceso de fermentación simultánea de semilla de soja y de pescado por medio del organismo *Rhizopus oligosporus*. Este proceso es utilizable en las industrias domésticas independientes.

El sabor de la soja fermentada con *Rhizopus oligosporus* ha sido ya bien recibido en Indonesia, donde se consume el *tempeh*, que consiste en semilla de soja fermentada. Si este *tempeh* se fermenta con pescado en la proporción de tres partes de soja y una parte de pescado, se obtienen productos aceptables, con elevado valor biológico. Además, el antioxidante natural contenido en el *tempeh* protege al pescado contra la oxidación y la ranciedad. [21]

Procesos con detergentes

En otra dirección de estas investigaciones se usan los detergentes para extraer el aceite del pescado contenido en un sistema acuoso. [22] La Universidad de Chile, en Santiago, ha publicado recientemente los resultados de la extracción de aceites y de harinas de pescado utilizando sulfato laurílico-sódico en un sistema acuoso. La harina se preparó a base de merluza desviscerada (*Merluccius gayi*), realizándose la extracción con una solución acuosa de sulfato laurílico-sódico al 5%. Sobre un proceso análogo ha informado J. J. Connell de la Estación de Investigaciones Torry, en Aberdeen, Escocia. [23] Connell había usado ya anteriormente detergentes para extraer proteína de pescado, obteniendo productos con un contenido lípido negligible, pero tenía dudas sobre los posibles efectos del detergente residual en el producto. Los detergentes iónicos se enlazan muy fuertemente a las proteínas de pescado y pueden ser tóxicos.

La Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos también trabaja activamente en el estudio del uso de detergentes para la extracción de lípidos del pescado con objeto de preparar concentrados proteínicos.

PRODUCTOS DE PROTEÍNA DE PESCADO

A continuación consideramos tres tipos principales de productos de proteína de pescado:

Productos proteínicos con sabor a pescado

Dichos productos contienen algunos aceites del pescado y conservan el sabor del mismo. A este tipo corresponden los productos de Ghana, Uganda y el Congo/Rwanda y Burundi. El contenido lípido residual puede considerarse ventajoso en regiones donde es bajo el porcentaje de grasa en la dieta. También pueden clasificarse en este grupo ciertos hidrolizados de pescado, tales como el *nuoc-man* y el *nuoc-nhut* de Viet-Nam, y otras pastas e hidrolizados de pescado tradicionales de la cocina oriental, así

como el *farikake* del Japón. Las mezclas de pescado y *tempeh* con las que hoy se están experimentando podrían entrar también en esta categoría.

Estos productos tienen un sabor muy marcado y añaden por consiguiente succulencia a las dietas poco sabrosas. Son de bajo precio y, siempre que se apliquen los adecuados controles de producción, pueden muy bien presentar la mejor solución para la población de las regiones de economía de mera subsistencia.

Concentrados de proteína de pescado extraídos con solventes

Son productos un tanto insípidos y a veces granulados debido a la presencia de fragmentos de espinas y piel, presentando por consiguiente dificultades para su incorporación en los alimentos. Recientemente se ha procurado eliminar espinas y piel para mejorar el producto; sin embargo, éste carece de las llamadas "propiedades funcionales" tales como: solubilidad, batibilidad, posibilidad de formar pastas con agua y aceites, todas ellas características muy importantes en la tecnología y economía alimentarias modernas. En la actualidad se está intentando mejorar las propiedades funcionales de esos productos, los cuales encuentran su mayor utilización como aditivos del pan, las pastas y otros alimentos similares. Sirven muy bien como complementos proteínicos de las comidas escolares, de los hospitales, centros de maternidad y de cuidado de la infancia, etc. Grave inconveniente es su elevado precio, resultado de que los procesos de extracción exigen generalmente complicadas instalaciones, que la mayoría de las veces no pueden establecerse en medios sociales primitivos. Su más importante aportación en el futuro próximo a los problemas nutricionales será en tanto que elementos complementarios de proteínas para uso de las poblaciones urbanas y, en general, para las que pertenecen a economías monetarias.

Esos concentrados de proteína pueden prepararse tanto a partir de harinas de pescado o de pescado fresco. Hoy se producen ya en ciertas plantas en pequeña escala, y se está proyectando la construcción de otras. La experiencia ganada en las ya existentes indica que las operaciones debieran integrarse en un complejo en gran escala que comprendiera tanto la pesca como la manufactura, como es el caso de las plantas de reducción de pescado del Perú, donde una planta de tamaño medio tiene capacidad para procesar diariamente 2.000 toneladas de pescado fresco obtenido con su propia flota. Si se realizan independientemente las operaciones de pesca y de manufactura de CPP se pueden plantear serios problemas.

Nuevos productos en desarrollo

Es todavía demasiado pronto para predecir el futuro económico de los hidrolizados de proteína de pescado o prever las características de los

productos resultantes de los procesos de fermentación. El objetivo principal de los que en la actualidad trabajan en el mejoramiento de dichos procesos es reducir el costo de producción de los CPP.

DESAROLLO POTENCIAL DE LAS ACTIVIDADES DE PESCA EN EL MUNDO

Podría argumentarse que los recursos pesqueros oceánicos, que no son bien conocidos, podrían llegar a agotarse si aumenta con excesiva rapidez la demanda de concentrados de proteína de pescado. Por otra parte, la tecnología actual de la pesca es ya anticuada. Pero, de la misma manera que la humanidad antes de dedicarse a la agricultura y domesticación de ganados, ha pasado por fases en las que los alimentos se obtenían mediante la caza o la cosecha fortuita de productos vegetales, es lógico prever que antes de mucho se organice de manera racional y planificada el cultivo de productos oceánicos.

R. D. Gerard y J. L. Worzel [24] han presentado recientemente un proyecto que señala nuevas posibilidades para la acuicultura. Proponen bombear el agua fría del mar desde las profundidades de 800 metros, por medio de tuberías de gran diámetro, hasta una "zona de condensación" situada en la costa, en lugar expuesto a la corriente de los vientos alíseos que llegan cargados de humedad. Al enfriarse el aire, se condensa gran parte de su contenido de agua, la cual se conduce a grandes tanques para ser usada como agua potable. El agua fría de mar que ha sido utilizada como fuente de frío para la condensación de la humedad, entra a continuación en unas lagunas cerradas cercanas a la costa, en las que se empleará como "fertilizante", pues esta agua fría, procedente de la zona subeufótica, contiene de 10 a 11 veces más sustancias nutrientes inorgánicas necesarias para la iniciación de los procesos fotosintéticos que las aguas superficiales de la zona eufótica, en la que los nutrientes se consumen debido a dicha actividad fotosintética. La cadena alimentaria marina se iniciará estimulando la producción primaria, esto es: la síntesis de moléculas orgánicas complejas a base de sales minerales simples, dióxido de carbono y agua, producidas en los protoplasmas celulares vivos por la energía radiativa del sol. Tal síntesis aumentará enormemente la producción primaria en las lagunas costeras, de manera que podrán ser utilizadas como criaderos de todo tipo de peces y crustáceos. En los criaderos japoneses, como ejemplo comparativo, se cultivan hoy a elevada densidad ciertas especies de peces, aplicándose un método de cosechas secuenciales; el rendimiento anual es de 280 toneladas por hectárea. [25]

Un programa de bombeo de salmueras similar al descrito se encuentra hoy en operación en la Isla de Santa Croix (Islas Vírgenes), ubicación elegida debido a que a menos de kilómetro y medio de la costa de dicha Isla se encuentran profundidades marinas de 1.000 metros.

El objetivo de tal sistema es la creación artificial de una corriente ascendente, similar a la de la corriente de Humboldt en la costa occidental del continente sudamericano. De momento es difícil estimar las consecuencias que tal sistema pueda tener respecto a la potencial producción de proteínas. Por otra parte, tal esquema no se limita únicamente a la utilización de lagunas o masas de agua cerradas en el interior de las costas.

Así, para 1970 se ha planeado un importante proyecto de utilización de esta "bomba de agua de mar" en alta mar. Una compañía de minería subterránea que se propone extraer minerales del fondo del mar utilizará enormes bombas para elevar los minerales desde el fondo. Subproducto de tal proceso será el agua profunda, rica en alimentos nutrientes, que formará auténticos "pastizales marinos" en las cercanías de la mina. En este caso, el bombeo de aguas profundas no planteará problemas económicos para la acuicultura, ya que tales aguas serán un subproducto de la operación minera.

Los argumentos económicos contra el desplazamiento vertical artificial de las aguas, presentados en el informe del Secretario General de las Naciones Unidas [23] no tienen aplicación en este caso. El bombeo a zonas eufóticas desde las profundidades, de modo que los ricos elementos nutrientes presentes en las aguas subeufóticas puedan utilizarse para los procesos fotosintéticos sólo exige la energía necesaria para elevar el agua unos 6 metros, esto es: la fuerza suficiente para vencer la fricción de las tuberías más una pequeña diferencia de densidad.

Es de esperar que la "bomba de agua de mar" contribuirá sustancialmente a aumentar la producción de proteínas de origen marino, y que, junto con el desarrollo de métodos adecuados de conservación de los recursos ictiológicos, servirá para eliminar las insuficiencias proteínicas en la alimentación.

REFERENCIAS

1. FAO (1968), *State of Food and Agriculture 1968*, Roma, página 3.
2. NACIONES UNIDAS (1968), *Acción internacional para evitar la inminente crisis de proteínas: Informe presentado al Consejo Económico y Social por el Comité Asesor sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo* (número de venta: S.68.XIII.2).
3. CAPART y KUFFERATH (1957), en *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 47:805.

4. AUTRET, M. y A. G. VAN VEEN (1954), "Possible sources of proteins for child feeding in underdeveloped countries", Third International Congress of Nutrition, Amsterdam, 13—17 septiembre 1954, páginas 183—184.
5. *Report on the fisheries department for the year 1951—1952* (1953), Gold Coast Government Printing Department, Accra.
6. *Report on the fisheries department for the year 1954—1955* (1956), Gold Coast Government Printing Department, Accra.
7. GRUPO ASESOR EN MATERIA DE PROTEÍNAS OMS/FAO/UNICEF (GAP) (1960), "World-wide developments on fish flour", Nutrition Document R. 8/Add. 10, reunión de agosto de 1960, Washington, D.C.
8. "The small-scale production of fish meal", Uganda Development Corp. Ltd., Technical Development Div., Technical Note N° 2056, C.C.T.A. (Comisión de Cooperación Técnica en el Africa al Sur del Sáhara)/C.S.A. (Consejo Científico para el Africa), Bukavu (octubre 29, 1956).
9. ROELS, O. A. (1957), "La poudre de poisson frais déshydrate pour l'alimentation de l'homme", *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 48:423—438.
10. FISHING INDUSTRIES RESEARCH INSTITUTE (1954—1955), *Annual Report of the Director*, Capetown, Sudáfrica, página 34.
11. LATEGAN, A. W. (1956), Fish Flour for Human Consumption, C.C.T.A. (Comisión de Cooperación Técnica en el Africa al Sur del Sáhara), Tercera Conferencia Interafricana sobre Nutrición, Luanda, Informe N° 21.
12. ALLEN, L. E. (1963), "Fish flour production in Chile", *Fishing News International*, número de enero.
13. YAÑEZ, E., I. BARJA, F. MONCKEBERG, A. MACCIONI y G. DONOSO (1967), "The fish-protein concentrate story: N° 6. Quintero fish-protein concentrate: protein quality and use in foods", *Food Technology*, 24:1604, número de diciembre.
14. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, FISH AND WILDLIFE SERVICE, BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES (1966), *Marine-Protein Concentrate*, Fishery Leaflet N° 584, Washington, D.C.
15. *Federal Register* (United States), 2 febrero 1967, 32 S.R. 1173 (párrafo 121.1202).
16. ROELS, O. A. (1969), "Marine proteins", *Nutrition Reviews*, 27 (2):35—39, número de febrero.
17. IDLER, D. R. (1968), "The development and scope of the Halifax process", *Canadian Fisheries Report N° 10*, número de julio, página 45. (Actas de la Conferencia sobre CPP, Ottawa, Canadá, 24—25 octubre 1967.)
18. POWER, H. E. (1968), "Nutritional characteristics and projections on production of products prepared by the Halifax process", *Canadian Fisheries Report N° 10*, número de julio, página 57. (Actas de la Conferencia sobre CPP, Ottawa, Canadá, 24—25 octubre 1967.)
19. GRUPO ASESOR EN MATERIA DE PROTEÍNAS WHO/FAO/UNICEF (GAP) (1965), "Development of fish-protein concentrate in Peru: Verrando process", Nutrition Document R. 8/Add. 18, reunión de julio 1965, Roma.
20. BURKHOLDER, L., P. R. BURKHOLDER, A. CHU, N. KOSTYK y O. A. ROELS (1968), "Fish fermentation", *Food Technology*, 22 (10):1278—1298.

21. GYÖRGY, P., K. MURATA y H. IKEHATA (1964), "Antioxidants isolated from fermented soybeans (*tempeh*)", *Nature*, 203 (4947):870-872.
22. CAIOZZI, M., *et al.* (1968), "The fish-protein concentrate story: N° 7. New method of fish-protein concentrate production for food use", *Food Technology*, 22:758, número de junio.
23. CONNELL, J. J. (1969), "The fish-protein concentrate story: N° 8. On the use of detergents in fish-protein concentrate production", *Food Technology*, 23:206, número de febrero.
24. GERARD, R. D. y J. L. WORZEL (1967) en *Science*, 157:1300.
25. BARDACH, J. E. (1968) en *Science*, 161:1098.
26. CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS NACIONES UNIDAS (1968), *Recursos del mar. Parte 2: Recursos alimentarios del mar fuera de la plataforma continental*, Informe del Secretario General (E/449/Add. 2, 7).

2. EFICIENCIA NUTRICIONAL Y ACEPTABILIDAD DEL CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO*

La producción de alimentos de alto contenido proteico procedentes del mar se ha orientado hacia el desarrollo de productos que no sólo sean de bajo precio sino además estables sin necesidad de técnicas especiales de conservación. A fin de hacer el máximo uso posible de las proteínas de origen marino, es evidente que se debe acudir sobre todo a las especies ictiológicas abundantes y de fácil pesca. El elevadísimo rendimiento de harina de pescado a partir de la anchoveta del Perú es ejemplo de las grandes cantidades de proteína que pueden extraerse del mar a bajo costo. Mediante la eliminación de la etapa de interconversión —esto es la cadena alimentaria que se inicia alimentando con proteínas procedentes del mar animales tales como gallinas y cerdos para su consumo final por el hombre— se aumenta la eficiencia del método de añadir una proteína de alta calidad a la dieta humana.

La mayor parte de las especies ictiológicas utilizadas para la producción de harina de pescado presentan un alto contenido graso, con lo que los productos resultantes son bastante inestables, debido a la pronta oxidación de las grasas insaturadas de la harina. Además, la presencia de las grasas y de los fosfolípidos contribuye a producir el olor y sabor a pescado característicos, que son causa de que dichos productos no sean aceptados por las poblaciones no acostumbradas a alimentarse con pescado. Las técnicas de reducción utilizadas en la manufactura de harinas de pescado también dejan mucho que desear desde el punto de vista de la higiene. La utilización directa de harina de pescado producida comercialmente para el consumo humano presenta serios problemas si, por ejemplo, se propone administrarla a los lactantes.

Existen pruebas cada día más firmes de que una adecuada alimentación es factor importantísimo entre el nacimiento y la edad de dos años. [1] Por otra parte, los niños son a esa edad muy vulnerables a las infecciones y otras enfermedades, por lo que la adición a la dieta de un producto proteico suplementario siempre entraña ciertos riesgos. Si bien la inclusión

* Memoria presentada en la reunión de expertos por C. O. Chichester, F. Monckeberg y E. Yáñez. El Sr. Chichester es Director del Departamento de Ciencia y Tecnología Dietéticas del Colegio de Ciencias Agrícolas y del Medio, University of California, Davis, Cal., EE.UU. Los Sres. Monckeberg y Yáñez pertenecen al Laboratorio de Investigación Pediátrica, Escuela de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

de grasas en el régimen alimenticio infantil es de desear, dado que en un elevado contenido calórico es muy beneficioso para el crecimiento, no es recomendable la administración de harina de pescado de producción corriente.

TIPOS Y COMPOSICIÓN DE CPP PRODUCIDO PARA EL CONSUMO HUMANO

Los intentos iniciales de producir una harina de pescado de calidad adecuada para el consumo humano suponían la producción inicial, bajo condiciones higiénicas controladas, de una harina que a continuación se sometía a un proceso de desodorización y desgrase. Para eliminar las grasas y, por lo menos, parte del gusto a pescado se emplearon técnicas de extracción. La utilización de solventes semipolares permitió asimismo la eliminación de los fosfolípidos, que, al parecer, contribuyen considerablemente a producir tal gusto. Puesto que es necesario utilizar la extracción por solventes para obtener un producto relativamente inoloro y sin gusto, es preferible utilizar un pescado con bajo contenido graso.

Para que cualquier sistema de extracción que se emplee resulte económicamente viable, los solventes deben ser recuperados y purificados. No es aconsejable el uso de una elevada proporción solvente/producto, debido a los problemas técnicos que plantea la manipulación del solvente y su posterior recuperación. El empleo de pescado de bajo contenido graso reduce la cantidad necesaria de solvente y permite técnicas más simples para la separación de la grasa extraída y la recuperación del solvente. Por consiguiente para la producción a base de pescado completo de CPP adecuado para el consumo humano se utiliza frecuentemente pescado de bajo contenido graso. [2]

Producto característico a base de tal tipo de pescado es el obtenido por el proceso de extracción al isopropanol desarrollado por la Oficina de Pesquerías Comerciales, del Departamento del Interior, College Park, Maryland, Estados Unidos. La composición del producto final extraído a partir de la corvina es proteínas: 81,4%; lípidos, 0,2%; ceniza, 13,5%; agua, 6,7%. [3] A pesar de este bajo contenido de lípidos, siempre existe la posibilidad de que se produzca la reaparición del sabor a pescado.

El cuadro 1 presenta la composición típica en aminoácidos de un concentrado de proteínas de pescado. Aunque las cifras pueden variar en relación con los diversos aminoácidos, la composición de la mayoría de los CPP son esencialmente similares. La relativamente elevada concentración de lisina, en comparación con las proteínas vegetales, suministra evidentemente un mejor equilibrio proteico para el consumo humano que los productos derivados de otras muchas fuentes. La composición de aminoácidos parece indicar que la lisina no es el aminoácido limitante, sino que otros aminoácidos representan tal papel en la utilización de las proteínas. Así se ha demostrado mediante experimentos relativos a la suplementación con CPP producido en Chile a partir de la merluza (*Merluccius gayi*).

CUADRO I. COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DEL CPP DE PESCADO PRODUCIDO POR EXTRACCIÓN CON SOLVENTES

(Porcentajes de proteínas)

| Aminoácidos | Arenque Suecia ^a | Merluza EE.UU. ^b | Sardina Marruecos ^c |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Alanina | 7,31 | 6,81 | 6,49 |
| Arginina | 7,59 | 7,13 | 8,09 |
| Acido aspártico | 11,20 | 10,35 | 10,37 |
| Cistina | — | 0,77 | 0,36 |
| Acido glutámico | 15,30 | 15,39 | 16,47 |
| Glicina | 6,83 | 8,09 | 5,12 |
| Histidina | 2,38 | 2,08 | 2,04 |
| Isoleucina | 4,47 | 4,56 | 4,26 |
| Leucina | 8,70 | 7,78 | 7,75 |
| Licina | 9,14 | 8,41 | 9,02 |
| Metionina | 2,94 | 3,30 | 2,91 |
| Fenilalanina | 4,48 | 4,24 | 4,42 |
| Prolina | 5,21 | 5,21 | 4,84 |
| Serina | 5,30 | 4,65 | 4,45 |
| Treonina | 5,24 | 4,47 | 4,68 |
| Triptófano | 1,40 | 1,03 | ... |
| Tirosina | 3,17 | 3,35 | 3,05 |
| Valina | 5,18 | 5,26 | 5,09 |

^a Astra Nutrition, Molndal, Suecia.^b Oficina de Pesquerías Comerciales, College Park, Maryland.^c K. Wetherell y C. O. Chichester, Departamento de Ciencia y Tecnología Dietéticas, Universidad de California, Davis, California (datos no publicados).

ESTABILIDAD EN EL ALMACENAJE

Ventaja importante del CPP es su estabilidad en almacenaje. Como el producto tiene un bajo contenido de agua, hidratos de carbono y grasas, estos constituyentes no reaccionan entre sí reduciendo su valor biológico en el grado en que tal fenómeno sucede en otros productos. El cuadro 2 presenta un ejemplo de la estabilidad del CPP producido a base de pescado no graso; dicho cuadro indica que la calidad de la proteína no parece variar significativamente con el paso del tiempo. El lote 5 de dicho cuadro representa un producto almacenado durante más de dos años en sacos de papel a temperatura ambiente. Los lotes 1, 2, 3 y 4 estuvieron en depósito entre 3 meses y un año en condiciones similares. [4] Experimentos recientes con lotes de CPP producidos y almacenados en condiciones similares durante cinco años muestran aproximadamente los mismos valores de utilización neta de proteínas (UNP). [5] Por consiguiente, el producto es estable desde un punto de vista nutricional durante largos períodos. Resultados similares han sido señalados por Rakjat. [6]

CUADRO 2. UTILIZACIÓN NETA DE PROTEÍNAS DE CPP TRAS ALMACENAJE^a

| <i>Lote</i> | <i>Utilización neta de proteína (Porcentaje)</i> |
|-------------|--|
| 1 | 66,9 |
| 2 | 67,9 |
| 3 | 64,3 |
| 4 | 70,7 |
| 5 | 63,5 |

^a Utilización neta de proteínas (UNP) al nivel del 10% de calorías proteicas.

EFFECTO DEL CALOR SOBRE LA COMPOSICION DEL CPP

Aunque los CPP fabricados con pescado magro parecen ser bastante estables en almacenamiento, su adición a productos alimenticios que se someten a temperaturas superiores a la ambiente puede causar ciertas dificultades. El calentamiento de proteínas y aminoácidos en presencia de hidratos de carbono disminuye el contenido de aminoácidos, resultando especialmente significativa la pérdida de lisina o metionina. Se ha observado el descenso del contenido proteico en el pan enriquecido con leche y otras proteínas de elevada proporción de lisina. En la preparación a alta temperatura de productos a base de cereales reforzados con sólidos lácteos se han observado pérdidas notables en la razón de eficiencia proteica (REP). [7] También desciende la calidad nutricional al calentar aminoácidos y caseína juntos o mezclas de diversas proteínas vegetales en presencia de lisina e hidratos de carbono. [8] En ciertos experimentos en los que se añadió CPP para enriquecer el pan, el incremento del valor nutritivo de éste fue menor de lo esperado, demostrándose que si bien la lisina añadida aumentaba el contenido proteico a los valores previstos, la aplicación de calor en presencia de hidratos de carbono parecía alterar la proteína del CPP. Similar efecto se ha notado en el pan enriquecido con leche. [4, 9] El maíz tratado con cal y enriquecido con CPP y utilizado para la preparación de tortillas de maíz mostraba una disminución considerable de la REP como consecuencia de la cocción. Al cocer al vapor la masa se reduce la REP en un 10% aproximadamente, mientras que el calentamiento a 350° F, que es la temperatura de la freidura con mucho aceite, reduce aún más la REP. Sin embargo esos experimentos demostraron que el CPP conservaba su valor biológico mejor que las mezclas enriquecidas con semilla de soja. [10]

UTILIZACION COMO SUPLEMENTO DIETÉTICO

Pocas veces se ha propuesto que el CPP se utilice directamente; la recomendación general ha sido considerarlo como un ingrediente forti-

ficante de alimentos ya existentes, o como componente físicamente inerte, pero de refuerzo nutritivo de nuevos productos alimenticios. Por su naturaleza —polvo inoloro y más bien insípido— parecería apropiado para productos que permitan la adición de rellenos. En cuanto a su consistencia física, las harinas son algo sablonosas y, dado que la proteína es inerte, no forman fácilmente suspensiones en agua en ausencia de emulsificantes y estabilizadores. Tales características hacen difícil su utilización en numerosos productos. La existencia de una proteína de origen marino no desnaturalizada o modificada ampliaría considerablemente la utilidad del CPP. En este sentido, es especialmente prometedora la posibilidad de producir una proteína no desnaturalizada a base de pescado mediante extracción del hexametáfosfato o extracción del agua con adición de lípidos.

Dado que se trata fundamentalmente de un suplemento dietético con alto contenido de lisina, la utilización evidente del CPP producido mediante solventes parecería encontrarse en las mezclas de proteínas con productos de origen vegetal utilizados como alimentos. Así, el pan, la pasta y las tortillas de maíz son muy apropiados como vehículos del CPP. Sin embargo, este puede incorporarse a otros muchos productos de modo que las características físicas de aquél no alteren las propiedades organolépticas del producto. Un caso de tal alteración es el del CPP mezclado y cocido con masa de pan de levadura, pues tiende a degradar la calidad de éste, resultando panes de menor tamaño y de consistencia y color anormales.

ENSAYOS DE ACEPTABILIDAD

En una serie de ensayos realizados con pan al que se habían añadido diferentes proporciones de CPP, las personas que los consumieron, empleados de un hospital universitario, expresaron su juicio sobre la calidad del pan clasificándolo en tres categorías: 1) pan tan bueno como el normal; 2) pan comparable; 3) pan malo. Los resultados, recogidos en el cuadro 3, muestran que el pan con un 3% de CPP apenas se juzga diferente del pan normal; con un 6%, la diferencia comienza a ser notada; y con un 9 y 12% la diferencia de color es claramente visible. En una serie de experimentos realizados con 300 escolares, para quienes el color del pan no tenía importancia, el reforzado con 9% de CPP no sufrió mayor número de rechazos. [11] La aceptabilidad de spaghetti reforzados con CPP se puso a prueba con 150 adultos del personal de un hospital de 150 enfermos. Los spaghetti contenían un 10% de CPP producido en Chile con merluza sometida a un proceso de extracción al hexano-alcohol. El estudio de los restos dejados en los platos mostró que el porcentaje de rechazo de los spaghetti reforzados no era mayor que el de la pasta normal. Un experimento similar se realizó en una escuela en la que los spaghetti eran el plato principal normal (tres veces por semana). En este caso el porcentaje de rechazos fue idéntico al de el producto no reforzado;

esto es, no se apreciaba diferencia. En una prueba realizada en el Brasil, se mezcló a la pasta de macarrones un CPP producido por el método de extracción al isopropanol; los macarrones se sirvieron como uno de los platos de comidas escolares. El análisis de las respuestas indicó que, desde el punto de vista de los escolares, el producto reforzado no presentaba diferencias respecto al normal. [12] Parece, por consiguiente, que en la mayoría de las poblaciones, el pan puede reforzarse con CPP en proporciones moderadas, y la pasta hasta un 10% antes de que se observe un rechazo significativo por parte de los consumidores. Sin embargo, debe notarse que en la mayor parte de los ensayos con pan y pasta, el CPP procedía de pescado magro.

CUADRO 3. ENSAYOS DE ACEPTABILIDAD DE PAN REFORZADO CON DIVERSAS PROPORCIONES DE CCP^a

| Proporción de CPP (Porcentaje) | Bueno | | | Comparable | | | Malo | | |
|-----------------------------------|-------|----|----|------------|---|----|------|---|---|
| | O | M | E | O | M | E | O | M | E |
| 0 | 27 | 27 | 20 | 3 | 3 | 8 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | 22 | 25 | 16 | 7 | 5 | 13 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 20 | 26 | 15 | 8 | 3 | 11 | 2 | 1 | 4 |
| 9 | 14 | 24 | 16 | 12 | 5 | 14 | 4 | 1 | 0 |
| 12 | 18 | 22 | 16 | 5 | 8 | 6 | 7 | 0 | 8 |

^a Se consultaron 90 sujetos: 30 operarios (O); 30 madres (M); 30 estudiantes universitarios (E).

En la India el pure o chapati, alimentos tradicionales indios a base de cereales, parecen ser aceptables a pesar de estar reforzados con un 5% de CPP, que, en estos ensayos, procedía de un pescado magro: *Harpodon nehereus*. Al parecer, en este caso el método de preparación del CPP tuvo cierto influjo sobre su aceptabilidad. Por otra parte, con el pan con un 5% de CPP algunos sujetos notaron cierto olor o sabor a pescado. [13]

Al estudiar la adición de CPP a diferentes tipos de alimentos —tales como sopas, carne, alubias y tortillas a base de trigo— hasta un nivel total de ingestión de 15 gramos de proteínas no se observó rechazo de los alimentos durante el período del ensayo (60 días). La conclusión, por consiguiente, fue que, a dicho nivel de ingestión y en una prueba con niños, no parecía producirse un rechazo significativo del CPP. [14]

La evidente conclusión que puede derivarse de tales experimentos, realizados casi exclusivamente con CPP producido a base de pescado de bajo contenido graso, es que el CPP producido según los métodos corrientes hasta ahora propuestos es aceptado por una alta proporción de la población, y más particularmente por los niños, cuando va mezclado como ingrediente de otros alimentos.

Se han realizado hasta ahora pocos estudios sobre la aceptabilidad del CPP preparado a base de pescado de alto contenido graso. En los

Estados Unidos se pusieron a prueba cuatro recetas en las que el CPP producido con sardinas de Marruecos por el proceso al isopropanol era uno de los ingredientes; la aceptabilidad de tales productos alimenticios fue juzgada por un equipo no especializado. Las recetas se referían a galletas a base de azúcar morena que incluían CPP a los niveles de 0, 3, 5 y 10%; fueron servidas a 25 docentes y estudiantes del Departamento de Ciencia y Tecnología Dietéticas de la Universidad de California, Davis, a las 10 de la mañana y las 3 de la tarde. Los cuatro tipos distintos de galletas se sirvieron en platos separados colocados en una mesa central. Los sujetos no conocían la composición de las galletas. Se observó cuidadosamente a los participantes para conocer sus comentarios sobre la calidad de los distintos tipos de galletas y determinar las que tenían menos éxito y si algunas quedaban sin consumir.

En esta serie de pruebas, todas las muestras fueron consumidas sin comentarios desfavorables, sin embargo, las galletas con un 10% de CPP parecen haber tenido menos aceptación. En otro ensayo más organizado se pidió a 25 docentes del mismo Departamento que probaran los cuatro tipos de galletas, sin indicarles cuáles habían sido preparadas con CPP. Las instrucciones dadas eran que expresaran sus observaciones sobre la impresión que en ellos producían los distintos sabores. Los sujetos del experimento hallaron que las que contenían un 10% eran menos agradables que las de menor proporción de CPP. Sus observaciones, más que al gusto algo extraño se refirieron a la consistencia más sólida y densa de esas galletas. Sin embargo, no se observaron diferencias esenciales entre las que contenían 0, 3 y 5% de CPP. [15]

En otro experimento se preparó pan añadiendo a la masa 3, 5 y 10% de CPP de sardinas de Marruecos y sometiéndolo al juicio de dos grupos de 25 sujetos quienes debían expresar su opinión sobre el sabor de las muestras de pan a ellos sometidas. Aunque se les suministró al mismo tiempo pan normal, con fines de comparación, no se les dijo que el pan reforzado contenía CPP. Como en el caso de las galletas, los grupos hallaron que las muestras con 10% de CPP eran menos agradables que los otros tres tipos tanto desde el punto de vista del gusto como de la consistencia. Las observaciones se refirieron principalmente al color y pequeño tamaño de los panes. En cuatro casos, los sujetos señalaron que el sabor anormal de las muestras con un 10% de CPP era "como de pescado". Es curioso observar, sin embargo, que la fórmula con un 3% de CPP fue preferida por la mitad de los sujetos a la del pan no reforzado, dando como razón que aquella parecía más sustancial, sabrosa y natural que ésta. Se preguntó a los sujetos que preferían la fórmula reforzada qué tipos de pan consumían normalmente, resultando que su consumo normal era de ciertos panes especiales, ya de trigo integral, ya de pan francés, pan fermentado, u otros tipos que difieren señaladamente del tipo normal de pan muy blanco que se produce comercialmente en los Estados Unidos. [15]

En comparación con el CPP producido a base de pescado magro, el CPP de sardinas no parece tener la misma aceptación favorable, aunque no en tal grado que excluya su uso en mezclas con otros alimentos.

Experimentos con animales

Se han realizado considerables experiencias con animales para determinar la eficiencia nutricional del CPP, tanto del producido con pescado graso como con pescado magro. En gran número de estudios se utilizó el CPP para reforzar una dieta representativa de los alimentos corrientes en el país. En casi todos los casos, el CPP, ya fuera de pescado graso o magro, demostró ser equivalente a la caseína en tanto que fuente de proteína. En algunos casos, el CPP parecía causar mejor desarrollo en el animal que el polvo de leche descremada cuando se lo añadía a la mezcla dietética. [16—20]

En un experimento en el que el CPP se administró a ratas como fuente única de proteínas resultó tener en la mayoría de los casos una UNP tan elevada como la de la caseína, y a veces mayor. En una investigación de Schendel, se alimentaron cuatro generaciones de ratas con un régimen en el que el 19% del contenido total de proteínas procedía de un CPP, examinándose los efectos y comparándolos con los que manifestaban las ratas alimentadas con caseína. Se observó que las hembras alimentadas con caseína parecían mostrar una mayor eficiencia nutricional que las que habían recibido una dieta con CPP. Sin embargo, el examen histológico de los órganos no indicó anormalidad o diferencia alguna entre ambos grupos. [21]

En un experimento similar, se alimentó durante seis meses a tres grupos diferentes de ratas ablactadas con CPP en la proporción del 20% calorías proteicas. Al final de dicho período, se determinó el peso de un gran número de sus órganos, y se examinó histológicamente un número aún mayor. Se observó considerable diferencia de peso de los órganos de algunas de las ratas alimentadas con CPP, pero como los estudios histológicos no revelaron alteraciones orgánicas no se dio significado especial a las diferencias de peso. [11]

En una serie de estudios realizados con ratas sobre la razón de eficiencia proteica de diferentes CPP, Morrison encontró considerable variación en la REP de diferentes CPP. En uno de ellos, que había resultado muy deteriorado a consecuencia de la aplicación de calor, la diferencia parecía consistir en la destrucción de la histidina o de la metionina, ya que los animales ganaban considerable peso cuando se añadían esas sustancias a la mezcla deteriorada. [22, 23] La conclusión derivada de esos estudios es que se debe procurar evitar la pérdida del aminoácido limitante (que por otros estudios resulta ser la metionina) durante el proceso de manufactura.

Un estudio sobre la alimentación de ratas con CPP extraído al isopropanol de sardinas de Marruecos reveló que el producto tiene una REP de 2,98 y 3,04 %, en comparación con un producto control a base de caseína que mostró un valor de 2,50 %. En esos experimentos se utilizó un 10 % de proteína en la dieta. El CPP contenía 82,9 % de proteínas. El incremento de peso y la aceptabilidad del producto por los animales en estos estudios resultaron excelentes. No se observaron rechazos del alimento, y los animales mostraron un desarrollo normal. [24]

VALOR NUTRICIONAL DEL CPP COMO SUPLEMENTO DIETÉTICO

Experimentos con niños y adultos

En experimentos realizados con niños y con adultos se ha procurado determinar el efecto de suplementar con CPP el valor nutritivo de la dieta. En un estudio con niños de 9 a 10 años, se utilizó CPP derivado de sardinas grasas para suplementar una dieta de arroz, comprobándose una mejor retención del nitrógeno en la dieta reforzada que en la normal o de control. Todos los sujetos mantuvieron el equilibrio nitrogenado, y la dieta fue aceptada al parecer sin dificultad. [25] De igual manera, las dietas coreanas suplementadas con 10 % de CPP resultaron de una mejor digestión y retención del nitrógeno que una dieta idéntica en la que el CPP fue sustituido por otras fuentes de proteína. [26] En un estudio que comprendió un gran número de niños de nacimiento prematuro, el efecto del CPP pareció ser equivalente al de la caseína y mezclas de aminoácidos. [27]

Graham, a base de un estudio con niños convalecientes desnutridos, ha señalado que una mezcla de 10 % de CPP con 90 % de harina de trigo producía aumentos de peso y retención de nitrógeno indistinguibles de los de la leche. El CPP administrado a esos niños como única fuente de proteína también produjo resultados similares a los de la leche. [28] En otros estudios, el CPP se administró en Chile como fuente única de proteína a niños normales. La fórmula consistía de CPP, azúcares, hidratos de carbono, agua, sales y vitaminas. La mezcla, en forma de suspensión en agua con una concentración de 22,5 % suministraba 90 kcal y 2,4 g de proteína por 100 ml. Doce niños normales de 2½ a 5 meses se alimentaron con esta fórmula por un período de 30 a 90 días, resultando una ingestión diaria promedio de 3,6 g de CPP/kg de peso corporal. La figura 1 muestra el aumento de peso de los niños a los que se administró el CPP como fuente única de proteínas. Las pruebas hematológicas de esos niños indicaron valores normales. Mediante la disminución gradual de la ingestión de proteínas se demostró que 2,5 g de CPP/kg de peso corporal son suficientes para el desarrollo normal, pero que dicho desarrollo disminuía cuando se administraba 2,0 g/kg. Esto corresponde a las magnitudes previsibles en el caso de una fórmula láctea. [11]

En un estudio sobre las propiedades nutritivas del CPP incluido en la dieta de convalecencia a enfermos de "kwashiorkor"¹ se comprobó que la alimentación a base de harinas de maíz suplementada con leche descremada en polvo no producía diferencias estadísticas en cuanto al aumento de peso ni a los niveles de proteínas y aminoácidos en el suero. Dichos resultados señalaban que el CPP puede tener considerable valor para impedir la desnutrición proteica. [29]

Otros experimentos parecieron indicar que se producían problemas de aceptabilidad en otros niños, también enfermos de "kwashiorkor", cuya fuente principal de proteínas era el CPP. Los efectos clínicos y bioquímicos eran similares a los de los alimentados con una dieta que contenía leche descremada, excepto que el aumento de peso era menor en el caso de la dieta con CPP. Como se creyó que esa dieta podía estar escasa en lisina, se añadió dicha substancia, pero ello no resultó en un incremento significativo del peso. [30] Ya se ha señalado anteriormente que el aminoácido límite en la mayoría de los CPP es la metionina, la cual disminuye considerablemente como resultado del calentamiento

Debe notarse que en la preparación de las dietas señaladas por el Dr. Gopalan [30] formaba parte el azúcar, y que se suponía que la lisina era el aminoácido limitante. Es, por consiguiente, posible que en las condiciones en que se desarrolló el experimento anterior con niños enfermos de kwashiorkor, el aminoácido limitante —la metionina— quedase más reducido aún por las operaciones de cocinado y que su deficiencia condujese a un ritmo menor en el incremento de peso.

En una serie de experimentos similares, Graham halló que en lactantes marásmicos entre 5 y 54 meses de edad alimentados a base de harina de trigo reforzada con CPP como única fuente de proteína el aumento de peso era muy semejante al producido por la leche. Sin embargo, se observó una diferencia muy significativa en la capacidad de las dietas con aditivos de CPP para corregir la hipoalbuminaemia. [28] No se han determinado las causas de esta diferencia. En convalecientes, el CPP produjo retenciones nitrogenicas y coeficientes de desarrollo equivalentes a los de alimentados con dietas lácteas.

Los datos hasta ahora reseñados indican el indudable valor nutricional del CPP en animales y humanos normales a partir de la infancia. Sin embargo, desde un punto de vista nutricional, existen ciertos resultados que hasta la fecha no se han explicado enteramente.

¹ "Kwashiorkor" se define en *Webster's Third New International Dictionary* como "grave estado de desnutrición de lactantes y niños que se caracteriza por la falta de desarrollo . . . , causado por una dieta de excesivo contenido de hidratos de carbono y muy bajo porcentaje de proteínas".

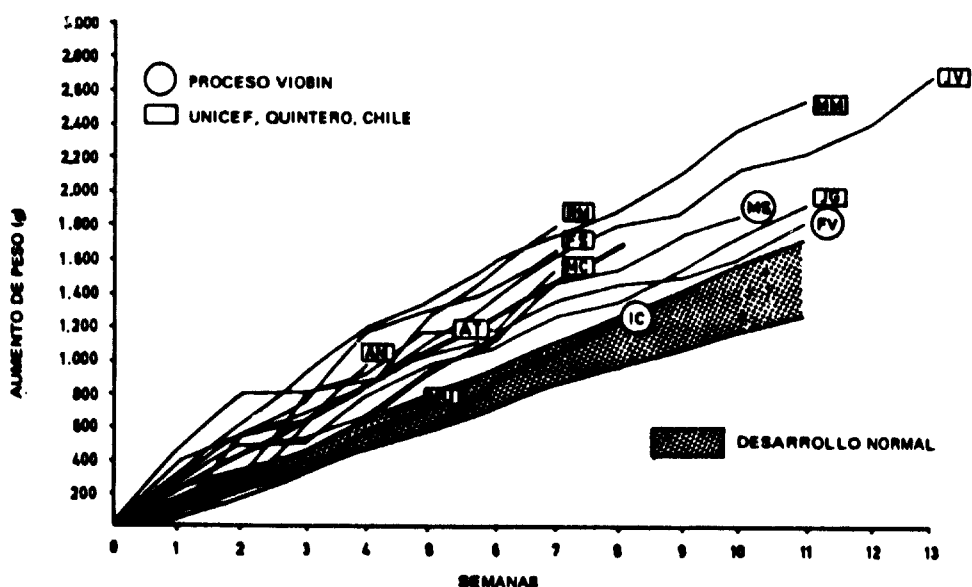


Figura 1. Aumento de peso en doce lactantes a los que se administró CFP como única fuente de proteínas

REFERENCIAS

1. MONCKEBERG, F. (1969) en *Western Hemisphere Nutrition Congress II Proceedings*, páginas 216—220.
2. WEINBERG, B. (1967) en *Fishing News International*, Parte I, enero 1967, páginas 16—22; Parte II, febrero 1967, párrafos 35—39.
3. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, FISH AND WILDLIFE SERVICE, BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES (1966), *Marine Protein Concentrate*, Fishery Leaflet N° 584, Washington, D.C.
4. YÁÑEZ, E., I. BARJA, F. MONCKEBERG, A. MACCIONI y G. DONOSO (1967) en *Food Technology* 21 (16): 20—66.
5. MONCKEBERG, F. y C. O. CHICHESTER, datos inéditos.
6. RAKJAT, L. M. (1958) "Indo-Pacific fish", *Counc. Proc.*, 7 (2/3): 97—99.
7. CHICHESTER, C. O. (1966) en *Eight International Congress of Nutrition*, páginas 31—32.
8. PLANELLA, I., D. F. OWEN, G. SPILLER y C. O. CHICHESTER (1969) en *Western Hemisphere Nutrition Congress II Proceedings*, páginas 110—113.
9. JANSEN, G. R., C. F. HUTCHISON y M. E. ZANETTI (1966) en *Food Technology*, 20 (3): 91—94.
10. SIDWELL, V., citado por B. Weinberg (1967) en *Fishing News International*, Parte I, número de enero, página 20.

11. YAÑEZ, E., D. BALLESTER, A. MACCIONI, R. SPADA, I. BARJA, N. PAK, C. O. CHICHESTER, G. DONOSO y F. MONCKEBERG (1969) en *Journal of Clinical Nutrition (USA)*, 22 (7): 878—886.
12. CRISAN, E., M. WOSKOW y C. O. CHICHESTER, observaciones inéditas.
13. SEN, D. P., T. S. SAYANARAYANA RAO, S. B. KADKOL, M. A. KRISHNASWAMY, S. VENKATA RAO y N. L. LAHIRY (1969) en *Food Technology*, 23: 682.
14. GÓMEZ, F., R. RAMOS-GALVÁN, J. CRAVIOTO, S. FRENK y I. LABARDINI (1958) en *Boletín Médico del Hospital Infantil (México)*, 15 (4): 485—493.
15. WOSKOW, M. y C. O. CHICHESTER, observaciones inéditas.
16. ALCARAZ-BAYAN, A. (1960) en *Philippine Educ. Forum*, 10 (2): 32—40.
17. DESAI, B. L. M., K. HARIHARAN, A. PAUL JAYARAJ, S. VENKAT RAO y M. SWAMINATHAN (1968) en *Journal of Nutrition and Dietetics*, 5 (1): 45—51.
18. GOYCO, J. A. en C. F. ASENJO (1967) en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 17 (3): 241—251.
19. SHURPALCKAR, S. R., A. A. JOSEPH, N. L. LAHIRY, M. N. MOORJANI, M. SWAMINATHAN, N. NATARAJA, A. SREENIVASAN y V. SUBRAHMANYAN (1962) en *Food Science (Mysore, India)*, 11 (2): 57—61.
20. SHURPALCKAR, S. R., A. A. JOSEPH, M. N. MOORJANI, N. L. LAHIRY, K. INDIRAMMA, M. SWAMINATHAN, A. SREENIVASAN y V. SUBRAHMANYAN (1962) en *Food Science (Mysore, India)*, 11 (2): 49—51.
21. SCHENDEL, H. E. y B. C. JOHNSON (1962) en *Journal of Nutrition*, 72: 457—460.
22. MORRISON, A. B. (1963) en *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 41 (7): 1589—1594.
23. MORRISON, A. B. y Z. J. SABRY (1963) en *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 41 (3): 649—655.
24. WETHERELL, K. y C. O. CHICHESTER, datos inéditos.
25. SHURPALCKAR, S. R., V. A. DANIEL, T. R. DORAISWAMY, N. L. LAHIRY, M. N. MOORJANI y M. SWAMINATHAN (1963) en *Indian Journal of Pediatrics*, 30 (187): 272—275.
26. HWANG, WOO IK (1963) en *Korean Medical Journal*, 8 (2): 59.
27. GRÜTTNER, R. y K. H. SCHÄFER (1959) en *Klinische Wochenschrift*, 37: 255—258.
28. GRAHAM, G. G., J. M. BAERTL y A. CORDANO (1966) en *Journal of Clinical Nutrition (USA)*, 18: 16—19.
29. PRETORIUS, P. J. y A. S. WEHMEYER (1964) *Journal of Clinical Nutrition (USA)*, 14: 147—155.
30. SRIKANTIA, S. G. y C. GOPALAN (1966) "Fish protein concentrate in the treatment of kwashiorkor", *Journal of Clinical Nutrition (USA)*, 18: 34—37.

3. UTILIZACION Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO*

Es paradójico, pero no menos verdadero, que en ciertos países en los que son prevalentes la desnutrición y, especialmente, la deficiencia de proteínas se capturan enormes cantidades de pescado para convertirlas en harina y exportarla a los países desarrollados para su utilización como piensos animales. No menos triste es el hecho de que el muy considerable suministro de pescado fresco procedente del mar no forma parte de la dieta de poblaciones que viven a pocos kilómetros de la costa. Ello se explica por la falta de medios de manipulación, almacenaje y transporte del pescado fresco, aunque también influyen los hábitos alimentarios, los tabús y el bajo poder adquisitivo de dichas poblaciones. Finalmente, la falta de flotas pesqueras y de instalaciones de desembarque, que tienen su origen en la escasez de inversiones, imponen barreras a la explotación de la riqueza ictiológica para la alimentación humana.

MEDICIÓN DE LOS VALORES NUTRICIONALES

La eficacia nutricional del CPP se determina tanto mediante estudios de alimentación animal como con investigaciones clínicas con sujetos humanos. En el primer caso, valores tales como la razón de eficiencia proteica (REP), la utilización neta de proteínas (UNP) y el valor biológico (VB) son los índices principales para determinar la efectividad nutricional de las proteínas. En el caso de la alimentación humana, y en especial de los niños, los métodos normalmente aceptados son la determinación del equilibrio nitrogenado y del peso; también se han propuesto como criterios utilizables la albúmina en suero y los niveles de aminoácidos y de enzimas en plasma.

Cuando ya en 1953 la FAO comenzó a investigar el valor nutritivo de la harina de pescado (en esa fecha aún no se había acuñado el término "CPP"), se pudieron observar, por medio de estudios de alimentación animal, amplias variaciones en la utilización neta de las proteínas y en los valores biológicos, variaciones indicadas en el cuadro 1. Tales discrepancias resultaban en parte de diferencias entre las fuentes de suministro

* Memoria presentada en la reunión de expertos por George D. Kapsiotis, Jefe del Grupo de Ciencia de la Alimentación, Dirección de Nutrición, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

de la materia prima, pero principalmente de las referentes a los métodos de procesado, que entonces se encontraban en fase de desarrollo y gradual perfeccionamiento. Esos estudios fueron realizados por encargo de la FAO en los Laboratorios de Bovril Ltd. por el Dr. A. E. Bender. Según los resultados obtenidos en 1958, las muestras de CPP de una misma fuente mostraban una digestibilidad de 95% aproximadamente, en tanto que la UNP variaba entre 64 y 78%, y el VB entre 67 y 80%. [1]

Un criterio muy práctico para calibrar el valor nutricional del CPP es el índice de lisina, debido a la importancia de esta sustancia como suplemento proteico para los cereales deficientes en la misma, tales como el trigo y el maíz, y a la facilidad con que se determina su contenido por análisis químico. Además, sirve para correlacionar muy satisfactoriamente los valores REP y UNP. El índice de lisina de un CPP cuidadosamente procesado es, por lo general, muy elevado. Los valores obtenidos del CPP de sardinas [2] parecen ser más elevados que los del CPP de merluza, pero ambos son bastante superiores al valor por 6,5 g/16 g N establecido como un mínimo por el Grupo Asesor en materia de proteínas FAO/OMS/UNICEF (GAP) en 1957 y modificado en 1961.

El valor del CPP como suplemento proteico de alimentos deficientes en lisina ha quedado demostrado por numerosos investigadores. Metta [3] ha señalado que la REP de la mayoría de las dietas a base de cereales consumidas en la India Oriental mejoraba considerablemente mediante la adición de un 3% de harina de pescado. El Instituto Central de Investigaciones Tecnológicas del Alimento (CFTRI), Mysore, India [4], ha comparado el valor de la harina de pescado, reforzada con calcio y vitaminas y añadida en la proporción del 3% a dietas indias de baja calidad basadas en diferentes cereales y mijos, a la de la leche descremada en polvo añadida al 7,5% como suplemento dietario, la cual suministra la misma cantidad de proteína. Los resultados de esas pruebas mostraron que como suplemento de dietas infantiles basadas en el arroz, el trigo, el *jowar* (*Sorghum vulgare*) y el *ragi* (*Eleusine coracana*), la harina de pescado resultaba en un más satisfactorio crecimiento de los que la consumían que la leche descremada en polvo. Sreenivasan [5] halló que las dietas cereales reforzadas con harina de pescado (sardinas grasas) en la proporción de 2-3% tenían elevado valor nutritivo. Kik [6] ha indicado que la adición de un 3% de CPP al arroz molido aumenta la UNP de éste de 64,1 a 85,9%. Bressani ha obtenido similares resultados en un experimento con ratas [7] utilizando maíz tratado con cal. La REP máxima se obtuvo con un porcentaje del 3%, aunque si bien porcentajes más elevados de CPP no mejoraron significativamente la calidad de la proteína, las ratas a las que se administró tal mezcla ganaron peso como resultado de la mayor proporción de proteína en su alimentación.

En 1957, el UNICEF, de acuerdo con la FAO, organizó y financió un estudio que fue llevado a cabo por el Departamento de Tecnología Alimentaria del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Se

CUADRO I. VALOR NUTRICIO DE HARINAS DE PESCADO A BASE DE MATERIAS PRIMAS DE DIVERSO ORIGEN [1]
(Porcentaje)

| Materia prima | Composición química | | | Valor nutricio | | |
|----------------------------|---------------------|-----------|---------|----------------|----------------|----|
| | Proteína bruta | Minerales | Lípidos | UNP | Digestibilidad | VB |
| Pescado magro | 75,2 | 13,5 | 0,3 | 73 | 93 | 78 |
| Pescado magro | 71,3 | 24,8 | 1,2 | 77 | 96 | 80 |
| Pescado magro | 70,2 | 24,8 | 0,3 | 49 | 93 | 53 |
| Pescado magro | 64,7 | 24,8 | 1,2 | 77 | 94 | 82 |
| Pescado semi-magro | 79,4 | 19,4 | 0,1 | 67 | 94 | 71 |
| Pescado semi-magro | 74,7 | 19,4 | 0,2 | 55 | 96 | 58 |
| Pescado graso | 73,4 | 20,5 | 0,1 | 31 | 68 | 46 |
| Pescado graso | 72,7 | 21,2 | 0,1 | 29 | 81 | 36 |
| Pescado graso | 66,6 | 20,0 | 0,1 | 42 | 71 | 59 |
| Bacalao íntegro | 78,7 | 14,9 | 0,3 | 64 | 95 | 67 |
| Bacalao íntegro | 75,7 | 21,6 | 0,2 | 67 | 95 | 71 |
| Bacalao íntegro | 74,0 | 22,6 | 0,1 | 65 | 95 | 69 |
| Bacalao (filetes) | 89,1 | 4,4 | 0,2 | 64 | 95 | 67 |
| Melanogrammus desviscerado | 73,6 | 19,0 | 0,2 | 69 | 95 | 73 |
| Arenque | 87,0 | 3,1 | 0,3 | 74 | 93 | 79 |
| Arenque | 83,0 | 10,4 | 0,6 | 56 | 94 | 60 |
| Sardina | 81,8 | 9,6 | 0,5 | 70 | 95 | 74 |

trataba de determinar los efectos de las variables introducidas por el procesado sobre la composición y calidad de las proteínas y sobre las características organolépticas del CPP final. Dicha investigación se refería a los métodos de fabricación utilizados en aquel tiempo y sirvió como precursor de los trabajos realizados más tarde por la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos que finalmente condujeron a la utilización por dicho organismo del proceso de extracción al isopropanol.

En la actualidad, aunque los procedimientos utilizados (por ejemplo, el citado procedimiento al isopropanol, el proceso VioBin modificado que ha adoptado la Alpine Marine Industries, el proceso Astra, el proceso SONAFAP y el proceso Halifax) emplean diversas clases de pescado producen todas harinas de alto valor nutricional, si bien con características organolépticas diferentes.

Diversos investigadores se han ocupado de la evaluación del CPP para el tratamiento de la desnutrición infantil. Graham *et al* [8] dirigieron un experimento en el que se alimentó a un grupo de lactantes desnutridos, algunos de los cuales padecían de kwashiorkor¹, con biberón a base de un preparado líquido de harina de trigo reforzada con 10% de harina de pescado desodorada (proceso VioBin). El grupo de control recibió una preparación de leche de vaca reforzada con una mezcla vegetal de alto

¹ Véase nota en la página 31.

valor biológico. Los similares resultados de ambos grupos relativos al aumento de peso y a la retención nitrogenada indicaron que la preparación reforzada con CPP podía ser un excelente sustitutivo de la leche en la alimentación de lactantes y niños. Por el contrario, Srikantia y Gopalan [9] hallaron que la misma harina de pescado (VioBin) administrada a lactantes enfermos de kwashiorkor tenía baja aceptabilidad, resultando insatisfactoria su administración en 15 de los 33 casos tratados. La razón de esta diferencia puede hallarse quizá en que Graham utilizó leche modificada de vaca para iniciar el restablecimiento, estabilizar la composición corporal y obtener un aumento constante de peso, mientras que Srikantia y Gopalan administraron a los lactantes la dieta de CPP inmediatamente y sin preparación alguna.

El CPP de SONAFAP se puso a prueba como alimento infantil en una serie de ensayos realizados por F. Tavill y A. Gonik en un centro de higiene maternal e infantil de Casablanca (Œuvre de secours aux enfants). [10] Los ensayos se realizaron durante un período de seis meses (agosto 1966—enero 1967) con un grupo de 50 bebés ab lactados de 5 a 7 meses de edad, a fin de determinar hasta qué punto podía el CPP servir como aditivo a las dietas básicas de cereales y legumbres para suministrar las necesidades proteicas totales correspondientes a dicha edad. La cantidad total diaria de CPP (véase cuadro 2, SONAFAP, nota d) administrada en dos comidas en el centro, era un poco más de 10 g, máxima permitida a las madres y factor limitativo para la determinación de la aceptabilidad. (Este producto anterior de SONAFAP conservaba cierto olor y sabor a pescado.) El consumo diario de proteínas del grupo no sometido a control se hizo coincidir con el del grupo controlado mediante la administración diaria de 10 g de leche descremada, cantidad basada en el régimen establecido por el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en lo que se refiere a aumento de talla y peso, niveles de urea en sangre e incidencia de enfermedades. Este experimento sirvió para indicar que el CPP puede contribuir considerablemente a la prevención de enfermedades carenciales de proteína en lactantes y ab lactados.

El CPP de sardinas grasas, producido en una planta piloto del Instituto Central de Investigaciones Tecnológicas Alimentarias, Mysore, India, fue probado como aditivo a mezclas vegetales (25% de CPP) administradas durante seis meses a muchachos de 6 a 12 años de edad pertenecientes a grupos de población de bajos ingresos. [11] Se observó un significativo aumento de talla, peso, recuento de hematíes y nivel de hemoglobina en comparación con el grupo de control.

Higiene

El valor nutritivo del CPP, como el de cualquier otro alimento, depende en gran medida de las condiciones higiénicas de su producción.

La materia prima utilizada, las prácticas de manipulación antes, durante y después del procesado, los residuos de solventes y otras sustancias utilizadas, la posible acción mutua entre los tejidos del pescado y las sustancias disolventes son factores que pueden influir adversamente en el valor nutritivo del CPP o hacer peligrosa su utilización.

Por definición, el CPP debe producirse a base de pescado comestible o de sus partes comestibles. Si bien es cierto que hay grupos de pescado cuya carne es tóxica, [12] es muy poco probable que los productores en escala industrial de CPP utilicen tales pescados, ya que por razones económicas la pesca destinada a la producción de CPP debe proceder de extensos bancos de pescado en los que no se encuentran peces tóxicos, que viven y se desarrollan más satisfactoriamente en otros medios ecológicos enteramente diferentes.

Un factor que puede modificar el color del CPP producido a base de sardinas enteras — como sucede en Marruecos — es el contenido intestinal. Por ejemplo, las fábricas de enlatado de sardinas no aceptan la pesca obtenida durante el día, período durante el cual el intestino del animal se halla plenamente cargado de plancton de color verde oscuro. Esas sardinas se envían a las plantas de fabricación de harina de pescado. Por consiguiente, las diferencias de color observadas en el CPP de SONAFAP extraído al etanol y al isopropanol pueden resultar ya de diferencias en la materia prima utilizada ya de las diferentes características de acción de los dos solventes.

Las prácticas de manipulación del pescado antes de la extracción pueden influir definitivamente sobre la calidad del producto final. Como es evidente, la refrigeración del pescado es necesaria desde el momento de la pesca hasta la entrega a la planta de procesado. Todo retraso prolongado tanto en la descarga como en la planta favorece la acción bacteriana sobre las proteínas y la oxidación enzimática de los ácidos grasos insaturados. Las muestras de aceite tomadas de CPP de sardinas y examinadas por métodos cromatográficos de capa delgada indicaron que el estado de esos lípidos era comparable al de un aceite de freído calentado durante varias horas, [13] lo que indica que esos lípidos habían sufrido considerable oxidación bien antes, durante o tras la extracción. Es más, la aplicación la cromatografía de gas-líquido a ese mismo CPP produjo varios picos atribuibles a aminas o mercaptanos, lo que indicaba claramente que el pescado fresco había sufrido ataque bacteriano antes de la extracción. En tales condiciones se produjo reversión de sabor, como era de suponer. El mejor método para evitar tal inconveniente es quizá sumergir el pescado fresco en el solvente utilizado para la extracción inmediatamente después de su descarga o a la llegada a la planta de procesado.

El tipo y procedencia del solvente también puede afectar a la salubridad del CPP. Como regla general, en la extracción de productos alimenticios o de piensos se evita el uso de hidrocarburos clorinados. Es excepción el bcloruro etilénico (1,2-dicloroetano), ya que esta sustancia no parece

reaccionar mayormente con los componentes de los tejidos del pescado. En efecto, la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos permite el uso del dicloruro etilénico como solvente para la producción de CPP, siempre que la extracción se complete con lavados complementarios del CPP con isopropanol. Sin embargo, las investigaciones del Instituto de Tecnología de Massachussets, antes mencionadas, han confirmado que la metionina queda considerablemente reducida por dicho proceso; Morrison [14] ha hallado que tanto la metionina como la histidina resultaban probablemente afectadas por el dicloruro etilénico. Posteriormente, Munro y Morrison [15] señalaron que habían encontrado cloruro clorocolínico, sustancia de elevada causticidad (de LD_{50} de 500 mg/kg), en el CPP tratado con dicloruro etilénico. Los subsiguientes lavados con isopropanol eliminaron al parecer del CPP el cloruro clorocolínico.

Los residuos de solventes son de especial importancia para la salubridad del CPP. Hasta ahora se han establecido límites de tolerancia con respecto al dicloruro etilénico y al isopropanol. Sin embargo, no se han establecido los porcentajes máximos de otros solventes, tales como el n-hexano, utilizados para la extracción de lípidos de los alimentos, incluyendo el CPP.

Otro factor importante de los solventes es su pureza. Las impurezas no volátiles y las que poseen puntos de ebullición mucho más elevados que los de los solventes constituyen un posible peligro. La FAO y la OMS están estudiando en la actualidad este problema. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios consideró esta cuestión durante su reunión de junio de 1970. Dicho Comité se propone establecer especificaciones relativas a la identificación y pureza de los solventes utilizados en la extracción de lípidos de los alimentos, examinando al mismo tiempo la evaluación toxicológica de aquéllos. La finalidad última es alcanzar una determinación de las dosis diarias aceptables con un contenido máximo permisible de residuos.

La reversión del gusto, a menudo observada en el CPP, es un grave inconveniente para su utilización en la alimentación humana. Se afirma que el CPP de corvina (pescado magro) sometida a extracción al isopropanol no presenta esta reversión, pero el CPP de sábalo (pescado graso) revierte al sabor originario después de algún tiempo, a pesar de que el porcentaje de lípidos residuales es el mismo en ambos productos. [16] Las investigaciones preliminares sugieren que este efecto puede deberse a la oxidación de lípidos de diferente composición en ambas especies, y no necesariamente a las aminas residuales.

El uso de solventes calientes, tales como el isopropanol y hasta el n-hexano, junto con la separación al vapor supercalentado, resulta en un producto prácticamente libre de toda contaminación microbiológica. Las muestras de CPP recogidas en condiciones asépticas del recipiente de extracción de la planta de CPP de Agadir durante el período de pruebas mostraron un recuento total de placa inferior a 10 por gramo. La conta-

minación microbiana se produce por lo general en una fase posterior: durante el transporte, molido, tamizado o empaquetado de la harina. Por consiguiente, es imprescindible utilizar equipo y materiales higiénicos para dichas operaciones, y comprobar su asepsia para evitar la contaminación bacteriana y asegurar así la salubridad del CPP.

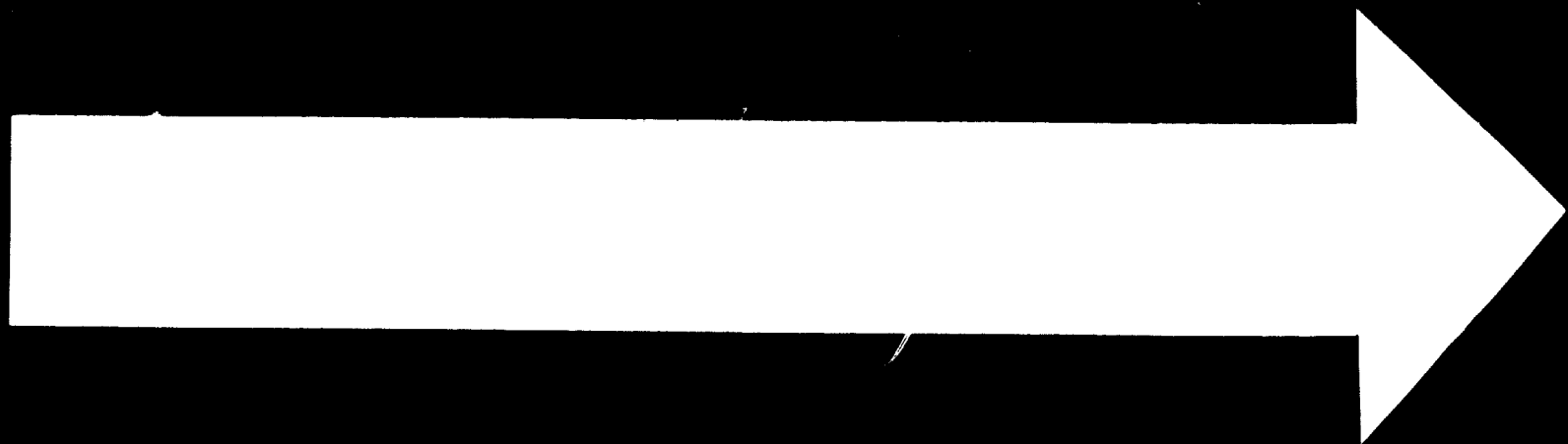
En años recientes se ha prestado especial atención al contenido de fluoruros del CPP. El flúor es un elemento fisiológicamente activo que se añade universalmente en pequeñas dosis (1 ppm) al agua potable para la prevención de la caries dentaria en los niños. Sin embargo, se ha observado que en regiones donde el agua contiene una elevada proporción de fluoruros naturales (8 ppm), las personas entre 15 y 60 años de edad muestran elevada incidencia de descoloración del esmalte dental y de osteoesclerosis. [17] La 22 Asamblea Mundial de la Salud, basándose en un informe del Director General de la OMS, [18] recomendó que se estimule la continuación de las investigaciones sobre la etiología de la caries dentaria, el contenido de fluoruros en los alimentos, los mecanismos de acción de los fluoruros a concentraciones óptimas en el agua potable, y los efectos de la excesiva ingestión de fluoruros de origen natural.

Los concentrados de proteína de pescado contienen distintas proporciones de fluoruros. El cuadro 2, en el que se comparan la composición química y el valor nutricional de diversos CPP, indica que el manufacturado a base de sardinas marroquíes contiene un porcentaje de fluoruros que varían desde 200 ppm hasta un caso de 70,2 ppm. La estricta aplicación de los límites de tolerancia plantearía graves problemas para el CPP de SONFAP; sin embargo, si las espinas pueden eliminarse eficazmente, el contenido de fluoruros resultará considerablemente reducido. [19]

UTILIZACIÓN PARA LA DIETA HUMANA

Los factores más importantes que influyen en la utilización del CPP son su consistencia, características organolépticas y costo. En general, los diversos CPP extraídos a base de solvente tienen una consistencia sablonosa perceptible aun después de un molido extrafino. En cuanto a sus características funcionales, el CPP se muestra enteramente inerte, no ligante y con un muy bajo índice de dispersibilidad. El aumento de su pH mejora sus propiedades de dispersibilidad y solubilidad; a pH 12 resulta casi enteramente soluble.

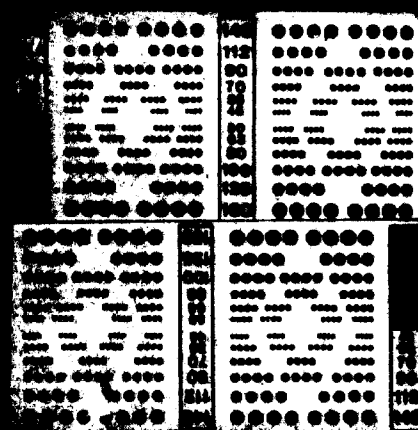
Las investigaciones realizadas en el Instituto de Tecnología de Massachussets por encargo de la Oficina de Pesquerías Comerciales han demostrado el mejoramiento de las características de tal CPP modificado. Se consiguió obtener un producto mediante una mezcla con una proteína aislada de la soja que presentaba una consistencia suave y excelente tenacidad. Sin embargo, la obtención de tales modificaciones de las propiedades del CPP pueden aumentar considerablemente el costo de éste respecto al producto de manufactura normal. Con todo, el CPP modificado podría utilizarse en productos de tipo lácteo para grupos numerosos



27-12-74

2 / 4

74 ST 0053



de consumidores a un costo probablemente comparable y aún inferior al de productos similares que están apareciendo hoy en los mercados del mundo occidental y en Hongkong, Brasil y Singapur.

La dificultad de ligar el CPP a otras sustancias, a menos que se use un aditivo de ligazón, limita las posibilidades de introducir el CPP en las pastas alimenticias. En este respecto, la FAO ha llevado a cabo ciertas investigaciones sobre el CPP de Marruecos en el Laboratorio Técnico Braibanti, Parma, Italia. En el proceso de hervido los spaghetti y otras pastas pierden del 20 al 30% del CPP añadido a la harina de trigo que los compone. Modificando el método de cocinado dicha pérdida puede disminuir hasta un 5% pero es difícil persuadir a los consumidores para que cambien sus costumbres culinarias.

Holme [21] ha señalado que la adición de "5% o más de CPP deteriora la calidad normal del pan. También quedan afectados negativamente el color, el gusto, el volumen y la consistencia". Tal observación puede ser cierta respecto al pan "normal". Sin embargo, el pan de los países de Norteamérica tiene muy poco en común con el que se consume en países donde tal alimento forma la parte esencial de la dieta, por ejemplo, con los panes planos tales como el *baladi* de la República Árabe Unida, el *samoon* del Irak, los *chapatis* de la India y otras tortas delgadas que consisten principalmente en harina de trigo, sal y agua, con muy poca o ninguna levadura. En esos casos, la consistencia, color y volumen apenas sufren modificación como consecuencia de la adición de CPP; por consiguiente, éste podría ser fácilmente aceptado siempre que ni el sabor ni el costo planteen insuperables dificultades. Así, en Marruecos, donde el pan se fabrica con levadura, la adición de 3% de CPP parcialmente desodorado y desgrasado (1,5% de lípidos) fue en general aceptada por los consumidores debido a que el sabor del pescado apenas se notaba. Sin embargo, continuaba la dificultad del costo adicional. En la mayoría de los países en desarrollo y aun en países en fases avanzadas de desarrollo, en los que el pan es parte esencial de la dieta, el precio de éste es cuestión de gran importancia económica, social y hasta política. La mayoría de los gobiernos neutralizan los costos adicionales de la fabricación del pan con subsidios o por otros medios, antes que consentir un aumento del precio de tal alimento. La adición del 3% de CPP al pan, a un costo de la harina de pescado de 42 ¢ por libra, puede aumentar el precio del pan en un 15 ó 20%, aumento muy considerable que puede tener graves repercusiones sociales y políticas. Por otra parte, los gobiernos se muestran a veces reacios a aceptar la carga financiera que suponen estos subsidios.

Dejando a un lado el factor costo, la introducción del CPP en los alimentos básicos de los países en desarrollo puede producir espectaculares beneficios nutricionales. Es posible disimular con facilidad el olor y el sabor de dicho producto utilizando condimentos sintéticos o naturales y especias que sazonan la dieta tradicional de los países tanto en desarrollo como desarrollados. Así y todo, la introducción del CPP en las

comidas caseras o en las mezclas alimenticias a base de proteínas para lactantes y niños presenta numerosos problemas. [22] El método ideal es que la dueña de casa mezcle el CPP con los constituyentes tradicionales de la dieta familiar y del alimento del lactante; pero si bien esto es posible en las sociedades avanzadas, la experiencia ganada en los Estados Unidos donde el CPP sólo puede venderse en paquetes de una libra, indica que tal método no es muy practicable. En los países en desarrollo sería necesaria una larga y difícil labor educativa para enseñar a las madres pertenecientes a los grupos de población de bajos ingresos a adoptar dicho método. Será necesario instruir a la población tanto sobre el valor nutritivo del CPP como sobre la manera de incorporarlo debidamente a las recetas culinarias, ya que el uso de demasiado o demasiado poco CPP contrarresta los efectos beneficiosos de su presencia en la dieta.

La preparación de alimentos para lactantes y niños no presenta problemas especiales en los centros de maternidad y guarderías infantiles ni en los hospitales siempre que el personal encargado de su administración comprenda el valor del CPP. En realidad, dichos centros ofrecen una oportunidad muy conveniente para enseñar a las madres la importancia de incorporar suplementos proteicos al alimento tradicional de los ablactados.

La experiencia ha demostrado que los alimentos infantiles ya preparados y envasados en pequeños paquetes suficientes para cortos períodos (de uno a tres días) encuentran buena aceptación entre las madres. Naturalmente, el precio es factor crítico. El éxito de una campaña de propaganda del CPP dependerá esencialmente de que el precio se ajuste lo más adecuadamente posible al poder de adquisición del sector de la población a que se destina ese alimento. Los hospitales, centros de maternidad y guarderías infantiles pueden adquirir el alimento reforzado en paquetes más grandes, a un precio mucho más reducido.

La introducción del uso del CPP en los programas de alimentación institucionales (esto es, las comidas en escuelas, comedores de fábricas, centros de maternidad, guarderías infantiles, hospitales, orfanatos, prisiones, construcciones públicas y cuarteles) presenta el problema de convencer a las autoridades del valor nutricional del CPP y de la importancia económica de su utilización. El establecimiento de recetas culinarias es un problema menos grave, que puede resolverse fácilmente con imaginación por parte del personal encargado de la preparación de los menús.

CONTROL DE CALIDAD DEL CPP

La necesidad de establecer directrices cuidadosamente preparadas para la selección de materias primas y técnicas de procesado, la composición química, el uso sin riesgos, el valor nutritivo y la salubridad de los diversos concentrados de proteína resultó evidente desde el comienzo del programa conjunto de la FAO, la OMS y UNICEF para el fomento de

CUADRO 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE DIVERSOS CONCENTRADOS DE PROTEÍNAS DE PESCADO

| | FAO 250B ^a | FAO 251B ^a | FAO 260 ^b | FAO 262 ^c | SONA- FAP ^d | SM-5 ^e | CPP (OPC) ^f |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| Agua (%) | 7,9 | 9,0 | 6,54 | 4,63 | 6,5 | 4,4 | 4,5 |
| Proteína bruta (%) (N × 6,25) | 80,9 | 80,9 | 87,98 | 84,51 | 88,0 | 77,7 | 85,0 |
| Lípidos (%) | 1,7 | 1,8 | 0,54 | 0,42 | 0,5 | 0,22 | 0,15 |
| Ceniza (%) | 11,0 | 13,0 | 7,64 | 12,52 | 5,0 | 17,4 | 10,97 |
| Calcio (%) | — | — | — | — | — | 4,8 | 2,95 |
| Fósforo (%) | — | — | — | — | — | 2,9 | 1,79 |
| Lisina asimilable (g/16 g N) (%) | 9,41 | 9,03 | 9,29 | 8,71 | 9,3 | 7,35 | 8,18 |
| REP (caseína 2,50) | — | — | — | — | 2,53 | 2,47 | 2,74 |
| UNP (%) | 73 | 72 | — | — | — | — | — |
| Flúor (ppm) | 200 | 200 | — | — | — | 70,2 | — |

^a CPP de sardinas descabezadas y desvisceradas, Safi, Marruecos (TNO). Véase referencia [2].

^b Sardinas descabezadas y desvisceradas, Agadir, Marruecos (OPC).

^c Sardinas íntegras, Agadir, Marruecos (OPC).

^d CPP de sardinas descabezadas y desvisceradas, Agadir, Marruecos (OPC). Véase referencia [11].

^e Sardinas íntegras de Marruecos, CPP según el proceso OPC. Véase referencia [20].

^f CPP de merluza, valor promedio de 10 muestras según el proceso OPC. Véase referencia [20].

los alimentos proteínicos y la resultante creación del Grupo Asesor en materia de proteínas (GAP). Las primeras especificaciones provisionales relativas a la harina de pescado extraída con solventes —desgrasada y desodorizada— fueron preparadas por la FAO y revisadas por el GAP en 1957. Más tarde fueron revisadas de nuevo por un grupo de trabajo reunido durante la Conferencia Internacional de la FAO sobre el Pescado en la Alimentación, celebrada en Washington, D.C., en 1961, publicándose en un informe titulado “Especificaciones Provisionales relativas a los Concentrados de Proteínas de Pescado”. En la reunión celebrada en Roma en 1962, el GAP acordó que dichas especificaciones podían aplicarse provisionalmente siempre que la estipulación referente al contenido de lípidos de los productos desgrasados y desodorizados se redujese al 2,5%. En esa época, la extracción por solventes no podía reducirse más del 2,5% utilizando los procesos entonces conocidos; por consiguiente, no se pudo disponer de un CPP completamente desodorizado y desgrasado.

Como consecuencia del nuevo proceso de producción de CPP de merluza originado por la Oficina de Pesquerías Comerciales, la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos estableció normas referentes a los aditivos alimentarios, estipulando las condiciones aceptables de sazubridad para el uso del concentrado de proteína de pes-

cado. [19] Sin embargo, dicha reglamentación se limita al CPP producido a base de merluza y especies afines. Con todo, define adecuadamente las condiciones referentes al control de calidad, e introduce elementos no incluidos en las especificaciones provisionales del GAP, tales como los relativos a los residuos de solventes, el contenido de fluoruros y la magnitud mínima de radiación en el caso de los tratamientos térmicos.

REFERENCIAS

1. FAO, NUTRITION DIVISION (1958), "The use of fish flours as human food", *Proc. Nutr. Soc.* 17, 153.
2. KAPSIOTIS, G. D. (1961), *Supplementary report on the processing of edible fish flour*, (inédito).
3. METTA, V. C. (1960), "Nutritional value of fish flour supplements", *J. Amer. Diet. Ass'n.* 37 (3), 234—240.
4. CENTRAL FOOD TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE (INDIA) (1962), Memoria presentada a la reunión del Grupo Asesor en materia de proteínas OMS/FAO/UNICEF (GAP), junio 1961.
5. SREENIVASAN, A. (1963), *Fish flour and its utilization*, Grupo Asesor en materia de proteínas OMS/FAO/UNICEF (GAP) (Documento PAG R. 8/ Add. 14).
6. KIK, M. C. (1965), *Nutritional Improvement of Rice Diets and Effect of Rice on Nutritive Value of Food-stuffs*, Agri. Exp. Station. Univ. of Arkansas, Bull. 698.
7. BRESSANI, R. (1961), "Enrichment of lime-treated cornflour with deodorized fish flour", *Actas de la Conferencia Internacional de la FAO sobre el Pescado en la Alimentación*, Washington, D.C., 266—270.
8. GRAHAM, G. C. *et al.* (1961), "Evaluation of fish flour in the treatment of infantile malnutrition", *Actas de la Conferencia Internacional de la FAO sobre el Pescado en la Alimentación*, Washington, D.C., 271—274.
9. SRIKANTIA, S. G. y C. GOPALAN (1966), "Fish protein concentrate in the treatment of kwashiorkor", *Journal of Clinical Nutrition (USA)*, 18, 34—37.
10. TAVILL, F. y A. GONIK (1967), *Fish protein concentrate in weaning diets* (inédito).
11. LAHIRY, N. L. *et al.* (1967), "Feeding trial on undernourished children with FPC", *Canadian Fisheries Report N° 10*, (Proceedings of the Conference on FPC), 163—166.
12. NIGRELLI, R. F. (1967), "Poisonous fishes and marine biotoxins", *Canadian Fisheries Report N° 10* (Proceedings of the Conference on FPC), 101—105.
13. FAO (1969), información inédita comunicada a la FAO.
14. MORRISON, A. B. (1963) en *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 41 (7), 1589.

15. MUNRO, I. C. y A. B. MORRISON (1967) in *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 45, 1049.
16. SNYDER, D. C. (1967), "Research Progress on FPC", *Canadian Fisheries Reports N° 10* (Proceedings of the Conference on FPC), 73—76.
17. FOOD AND NUTRITION BOARD (1953) *National Research Council Publication 294*, National Academy of Sciences (USA).
18. OMS (1969) en 22a. Asamblea Mundial de la Salud (Doc. A22/P + B/7), 29 mayo 1969.
19. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (USA) (1967) in *Federal Register (United States)* 32 (N° 22, 2 febrero 1967), 1173. *Rules and Regulations*. Subchapter B-Foods and food products, Part 121 — Food additives, Subject D. — Food additives permitted in food for human consumption.
20. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR FISH AND WILDLIFE SERVICE, BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES (1969), Informe relativo al proyecto ONUDI/FAO para Marruecos (inédito).
21. HOLME, J. (1967), "Potential utilization of FPC by the cereal products industry". *Canadian Fisheries Report N° 10* (Proceedings of the Conference on FPC).
22. KATSIOTIS, G. D. (1968), *The potential utilization of FPC with special reference to the Moroccan FPC*, Grupo Asesor en materia de proteínas OMS/FAO/UNICEF (GAP) (Documento R. 8/A.d. 19).

4. RECURSOS POTENCIALES PARA LA PRODUCCION INDUSTRIAL DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO*

SELECCIÓN DE ESPECIES PARA LA PRODUCCIÓN DE CPP PARA CONSUMO HUMANO

Aunque la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos únicamente permite el uso, dentro del territorio del país, del *red hake (Urophycis chuss)* como materia prima para la producción de CPP de alta calidad (extraído con solventes) para consumo humano directo, la proteína de los tejidos de todos los pescados contiene la misma combinación de aminoácidos, y por consiguiente, presenta idéntico valor nutricional (excluyendo el aceite del pescado). Para que el CPP de uso alimentario se convierta en un producto de utilización general, será preciso que la selección de las especies ictiológicas utilizadas como materia prima sea amplia y flexible. El mismo método de procesado puede aplicarse a todas clases de pescado, por lo que el precio de la materia prima pasa a ser una de las más importantes consideraciones en la producción industrial de CPP para consumo humano. Como en el caso de la producción de harinas de pescado para piensos animales, sólo aquellas especies muy abundantes y de fácil pesca con aparejos de elevado rendimiento pueden considerarse materia prima adecuada como base de una industria de producción de CPP. Toda pesquería debe determinar con exactitud las especies de pescado que pueden capturarse a un costo suficientemente bajo. Otra razón que explica la necesidad de la flexibilidad en la elección de la materia prima es que numerosas pesquerías sólo pueden suministrar cantidades suficientes de pescado cuando la pesca tiene carácter mixto. En especial, en los países tropicales, las capturas que más probablemente se emplearán para la producción de CPP consistirán en diversas especies (incluyendo variedades que generalmente son devueltas al mar por las embarcaciones pesqueras).

Algunos de los tipos de pescado a que nos referimos a continuación al describir los recursos utilizables para la producción de harinas, pueden

* Memoria presentada en la reunión de expertos por Rudolf Kreuzer, Jefe de la Subdirección de productos pesqueros y mercadeo, Dirección de Industrias Pesqueras, Departamento de Pesca, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

emplearse también para la producción industrial de CPP extraído con solventes para consumo humano directo siempre que, en años por venir, exista un mercado para tales productos.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PESCADO [1]

Durante los siete a nueve años últimos, la captura mundial de pescado ha aumentado en un 7% anual, en tanto que el aumento demográfico humano ha sido sólo del 2,0%. El aumento de dicha captura ha sido desigual tanto en lo que se refiere a los tipos de especies como a su distribución geográfica. Una parte considerable de la pesca adicional se ha empleado para su reducción en forma de harinas y aceites.

El elevado incremento de las capturas obtenidas en el Noroeste de Europa, se debe principalmente a los perfeccionamientos tecnológicos para la localización de la pesca, que han permitido una más económica explotación de ciertas variedades pelágicas, primordialmente utilizadas para la producción de harinas. Un pesquero moderno de arrastre consume la mitad del tiempo en alta mar en la búsqueda del pescado, proporción que aumenta considerablemente cuando la pesca se efectúa con redes de cerco de jareta. Por consiguiente, resulta evidente la importancia de los adelantos de los métodos de localización de la pesca. La aplicación de modernas técnicas pesqueras es uno de los factores que explican la extraordinaria expansión de la pesca peruana de la anchoveta que, a su vez, ha sido la causa principal del incremento promedio de la pesquería en América Latina en un 25,9% de 1958 a 1965, el más elevado que se conoce con referencia a un período de siete años en la historia moderna de la pesquería.

La aplicación de métodos modernos de localización de la pesca y de captura de la misma ha sido factor importante para promover la rápida expansión de las actividades pesqueras en la costa occidental sudamericana. Sin embargo, factor aún más importante es la existencia de un mercado en rápida expansión para la harina de pescado, debido al crecimiento en los países en desarrollo de la cría de cerdos y aves de corral en escala industrial.

Otras consideraciones importantes son la reciente introducción de las operaciones de pesca en mares distantes, y el perfeccionamiento de los métodos de congelación en alta mar y de producción de harina de pescado a bordo de las naves pesqueras. Tales progresos son la causa del rápido incremento de las capturas de algunos países mediterráneos, del Japón y de la URSS.

El porcentaje de crecimiento de las capturas en los países en desarrollo, en general más elevado que en los países desarrollados, varía considerablemente. En los casos de Perú y de Angola, el elevado porcentaje es resultado del rápido desarrollo de las industrias de reducción del pescado; en otros países, revela la influencia de la motorización de las

embarcaciones de tipo tradicional y otros progresos técnicos, así como la mejor capacitación de los pescadores y la expansión de la comercialización del pescado. En algunos países se han introducido las operaciones industriales en alta mar. Es de prever que en tanto que en los países desarrollados el índice de crecimiento de la pesquería irá en descenso, en los países en desarrollo dicho índice continuará aumentando.

La figura 1 presenta la captura mundial total de pescado marino, crustáceos y moluscos de las diversas regiones oceánicas en 1968.

El potencial de los grupos de especies actualmente importantes es aproximadamente como sigue:

| | <i>Millones de toneladas</i> |
|--|----------------------------------|
| Especies pelágicas de gran tamaño (principalmente atún) | 3 |
| Especies abisales (bacalao, brema, etc.) | 43 |
| Especies de banco (arenque, anchoa, etc.) | 61 |
| Crustáceos (camarón, etc.), excluyendo el crustáceo plactónico antártico <i>krill</i> | 2 |
| Cefalópodos | 9 |

La demanda de pescado para la producción de harina se calcula en 38 millones de toneladas para 1985, y la de pescado para consumo directo en 70 millones de toneladas. Para satisfacer tal demanda será necesario hacer uso de recursos no explotados hasta ahora, tal como los pequeños peces pelágicos y el *krill* antártico. La captura potencial de este último se ha estimado en 50 millones de toneladas anuales o más.

RECURSOS DE POSIBLE UTILIZACIÓN INDUSTRIAL

Océano Atlántico: región noreste [2]

Incluye algunas de las zonas pesqueras de más antigua explotación del mundo, tales como las que se extienden frente a las costas de Islandia y de Noruega en el Mar del Norte y el Mar Báltico. Acontecimiento importante en los últimos diez años ha sido el establecimiento de pesquerías cuya captura se reserva específicamente para la producción de harinas. Las capturas incluyen arenques, sardinetas, capelanes y escombro. Además, en la actualidad también se capturan ciertos tipos de pesca que hasta ahora no interesaban como la anguila de arena (*Ammodytes* spp.) y la punta noruega (*Trisopterus esmarkii*).

En los países costeros de la región noroeste del Océano Atlántico, se usa principalmente el arenque para la producción de harina, aunque también se utiliza en cantidades apreciables en algunos países para el consumo humano directo. La pesca es muy intensa a excepción de la

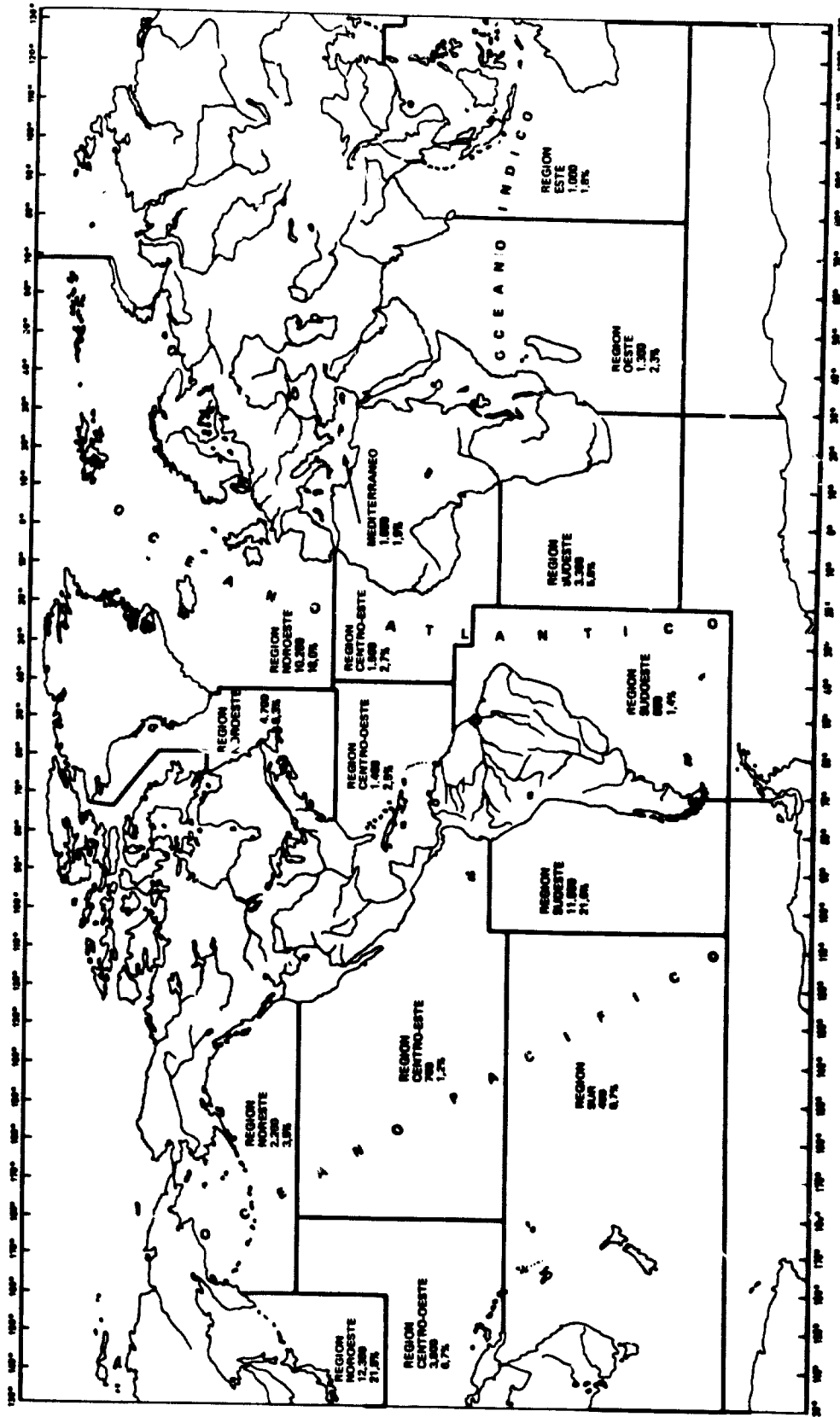


Figura 1. Captura mundial de pescado en las zonas oceánicas más importantes durante 1968 (en miles de toneladas y como porcentaje del volumen de la captura mundial)

realizada en las aguas al oeste de las Islas Británicas, que tienen un potencial de 200.000 toneladas de pescado.

La pesca de la sardineta en el Mar del Norte es una industria costera. Gran parte de la captura se utiliza para la producción de harina. En ciertas zonas puede aumentarse aún la captura de este pescado. En 1965, se pescaron 75.000 toneladas, pero la producción potencial puede alcanzar por lo menos a 150.000.

La caballa se explota comercialmente en el Kattegat, el Skagerak y en las aguas meridionales del Mar del Norte. Como resultado de la expansión de la pesca noruega con redes de cerco de jareta en 1963, y años siguientes, se ha producido un aumento muy considerable de la captura de la caballa (1964, 40.000 toneladas; 1966, 500.000 toneladas; 1967, 870.000 toneladas; 1968, 780.000 toneladas). Este pescado se utiliza principalmente para la producción de harinas. La disminución de la captura en 1968 parece indicar que las reservas han alcanzado su punto de exportación óptima, y que la cifra de captura anual sostenida puede encontrarse entre 500.000 y 700.000 toneladas. Se conoce muy poco acerca de las reservas de caballa en otras zonas de la región noroeste del Atlántico por ejemplo en las aguas meridionales (aproximadamente 30.000 toneladas según el Consejo Internacional para la Exploración del Mar).

La pesca de la variante *Trachurus trachurus* en el Mar del Norte alcanza a 5.000 toneladas al año, lo cual se encuentra muy por debajo de la posible cifra de captura mantenida. En las aguas meridionales, esta especie tiene mayor importancia y en 1966 se pescaron 100.000 toneladas frente a la costa de Portugal. Se estima que esa captura podía incrementarse en cierta medida.

La producción en mayores cantidades de harina de pescado exigirá el desarrollo de pesquerías para la captura de especies menos explotadas y de menor interés comercial, tales como los capelanes (*Mallotus* spp.) la anguila de arena (*Ammodytes* spp.), la pouta noruega (*Trisopterus ermarkii*), el argentino (*Argentina* spp.) el merlán azul (*Gadus poutassou*) y los macrúridos.

El capelán, especie de la región septentrional del Atlántico norte, se ha pescado en años recientes para fines industriales. En 1967, se pescaron 50.000 toneladas frente a las costas de Islandia, 500.000 toneladas al norte de Noruega y otras 500.000 frente a las costas de la URSS. En 1962, la captura total en toda esta región ascendió únicamente a 3.500 toneladas.

En fecha reciente, nuevas actividades de pesquería, desarrolladas especialmente en el Mar del Norte, han comenzado la explotación de las reservas de la anguila de arena y de la pouta noruega para su elaboración industrial. El volumen de la captura ha variado, alcanzando un máximo en 1967 de 210.000 toneladas y un mínimo en 1965 inferior a 70.000 toneladas. Parecen existir otras reservas con buenas perspectivas al oeste de

las Islas Británicas y frente a la costa norte de Escocia. La pesca de la pouta noruega (incluyendo posiblemente algunos róbalo) no ha alcanzado 500.000 toneladas en 1968.

Una de las especies de poco interés comercial en la actualidad es el merlán azul, con un potencial de captura de unas 300.000 toneladas en la zona al noroeste de Irlanda y al noroeste de Escocia. Los argentinos *A. silus* y *A. sphyraena* son otras especies sin explotar del Mar del Norte. Los argentinos y los macrúridos se han encontrado a profundidades entre 200 y 1.000 metros en las aguas al oeste de las Islas Británicas, pero la magnitud probable de su captura no parece justificar el establecimiento de una pesquería para la producción de harina de pescado.

Océano Atlántico: región centro-este [3]

Incluye desde la costa de Marruecos al norte y las aguas alrededor de las Islas del Cabo Verde y el Golfo de Guinea al sur.

En 1968, la captura de pescado pelágico en la zona norte, desde el Estrecho de Gíoraltar hasta Dakar, fue la siguiente:

Pescado pelágico de pequeño tamaño: 280 toneladas — principalmente sardinias descargadas en Marruecos pero también pequeñas cantidades de *Sardinella* spp. descargada en Senegal.

Pescado pelágico de tamaño medio: 100.000 toneladas — principalmente caballa (*Trachurus* spp.), *Temnodon salator* y caballa, capturados principalmente por las naves de arrastre de la URSS y otros países de Europa Oriental.

Cefalópodos: 150.000 toneladas — capturados principalmente por pesqueros españoles y japoneses, se incluyen el calamar, el puipo, y la jibia.

En la zona meridional (desde Dakar al río Congo) las pesquerías pelágicas costeras explotan principalmente *Ethmologa fimbriata* y *Sardinella*. Las especies de esta última se encuentran siempre presentes en los lugares en los que hay corrientes ascendentes. Son, por consiguiente, muy abundantes frente al Senegal, la Costa de Marfil, Ghana, Gabón, la República Popular del Congo y Angola septentrional. Parece posible el aumento del volumen de captura de *Sardinella*. En la actualidad, gracias a un

número de proyectos FAO/PNUD (Fondo Especial) se están realizando estudios sobre las especies pelágicas principalmente *Sardinella*, en diversos países del Africa Occidental.

Es difícil realizar un cálculo cuantitativo del potencial de los recursos pelágicos, aunque puede decirse que ninguna de esas especies ha sido explotada a fondo. La captura de sardina frente a las Costas de Marruecos ha aumentado en 1966 a 280.000 toneladas (100.000 toneladas en años anteriores), pero es demasiado pronto para saber qué efecto puede tener este aumento de captura sobre las reservas. El potencial de los bancos de sardina al sur de Gibraltar se estima en 400.000 toneladas. Las restantes especies pelágicas de la región centro-este del Atlántico pueden poseer un potencial similar de varios centenares de miles (pero probablemente no millones) de toneladas. El cuadro 1 resume las estimaciones del potencial de las especies pelágicas.

CUADRO 1. ESTIMACIONES DE LA CAPTURA POTENCIAL DE PESCADO PELÁGICO EN LA ZONA CENTRO-ESTE DEL ATLÁNTICO
(Miles de toneladas)

| | Al Norte de 10° N | | Al Sur de 10° N | |
|-------------------------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|
| | 1966 | Potencial | 1966 | Potencial |
| Sardina | 280 | 400 | — | — |
| Anchoa | — | 400 | — | (× 100) |
| <i>Sardinella</i> | 30 | 100 (?) | 70 | (× 100) |
| Escombro, caballa, etc. | 100 | 200—500 | — | — |

Sería quizá posible aumentar la captura de escombro, caballa y otros pescados pelágicos de gran tamaño. Sin embargo, tal tipo de pesquería ha aumentado rápidamente en fecha reciente y aún faltan datos para estimar con mayor exactitud el efecto que las capturas actuales puedan tener sobre las reservas. La pesca actual de escombro, caballa, etc., podrá con toda probabilidad aumentarse de dos a cinco veces, esto, hasta un total de 200.000 a 500.000 toneladas.

Las reservas de anchoa frente a Ghana y la Costa de Oro (*Anchoviella guineensis*) están aún por explotar. Será necesario realizar una pesca exploratoria detallada para determinar si el pescado puede descamarse a un costo suficientemente bajo para servir de base a una industria de producción de harina.

Entre las especies abisales, hay muchas de bajo valor económico, tales como los elasmobranquios, algunos peces roncadores en el norte y *Brachydentereus auritus* en el sur, que pudieran suministrar la principal materia prima para una industria de harina de pescado si se pueden pescar económicamente. Los cefalópodos y algunos pescados de pequeño tamaño tales como los mictiofidios representan importantes recursos de alta mar.

Atlántico: región sudeste [4]

Se extiende desde la desembocadura del río Congo (6° C) alrededor de la Costa del Cabo de Buena Esperanza hasta el suroeste de Durban (30° S). Las aguas del Antártico al sur del paralelo 50° S quedan fuera de esta región: En ella se encuentran las extensas pesquerías de sardinias y de *maasbanker* (*Trachurus*) de Africa del Sur, Africa del Suroeste y Angola; además los navíos soviéticos capturan aquí pescado pelágico. Este pescado pelágico sirve de base a industrias de harina de pescado en gran escala.

El *pilchard* (*Sardinops ocellata*) es la especie pelágica costera más importante de esta región. La captura potencial de especies pelágicas se recoge en el cuadro 2.

Hay indicaciones de la existencia de otras especies aún no explotadas comercialmente, tales como el sauro (*Scombrosox saurus*), los mictofidios y el calamar (*Loligo regnandi*). Estos dos últimos no se hallan únicamente en aguas cercanas a la costa, como las especies antes tratadas. La intensidad de la explotación de esos recursos dependerá de la posibilidad de extender las pesquerías. Las reservas de mictofidios son grandes pero su explotación comercial necesitaría ciertos avances tecnológicos para que resultara viable económicamente.

El potencial total de la región del sudeste del Atlántico puede estimarse en 8 millones de toneladas, la del noreste en 15 millones y la del noroeste en 6 millones de toneladas.

Océano Indico: aguas costeras [5]

Incluyen las zonas de aguas someras del Océano Indico desde Madagascar a Australia, comprendiendo el Mar Arábigo y el Golfo de Aden. Las pesquerías costeras de la mayoría de los países que bordean el Océano Indico corresponde en general a un nivel subdesarrollado de mera

CUADRO 2. ESTIMACIONES DE LA CAPTURA POTENCIAL DE ESPECIES PELÁGICAS Y ANGUILAS DE ARENA EN LA REGIÓN SUDESTE DEL ATLÁNTICO
(En miles de toneladas)

| Especie | 1967 | Potencial | | | Total |
|-------------------|-------|-----------|--------------------|-----------|-------|
| | | Angola | Sudoeste de Africa | Sudáfrica | |
| <i>Snoek</i> | 15 | — | 20 | 20 | 40 |
| <i>Pilchard</i> | 1.106 | 200 | 2.000 | 150—300 | 2.500 |
| Anchoa | 300 | 200 | (× 10) | 200—750 | 700 |
| <i>Maasbanker</i> | 195 | 800 | 200 | 150—400 | 1.000 |
| Caballa | 140 | — | (× 10) | 50—150 | 150 |
| <i>Sardinella</i> | — | 1.000 | (× 10) | (× 1) | 1.000 |
| Arenque redondo | — | — | — | (× 100) | 300 |
| Anguila de arena | — | — | — | (× 10) | 50 |
| | 1.740 | 2.000 | 2.300 | 1.300 | 5.600 |

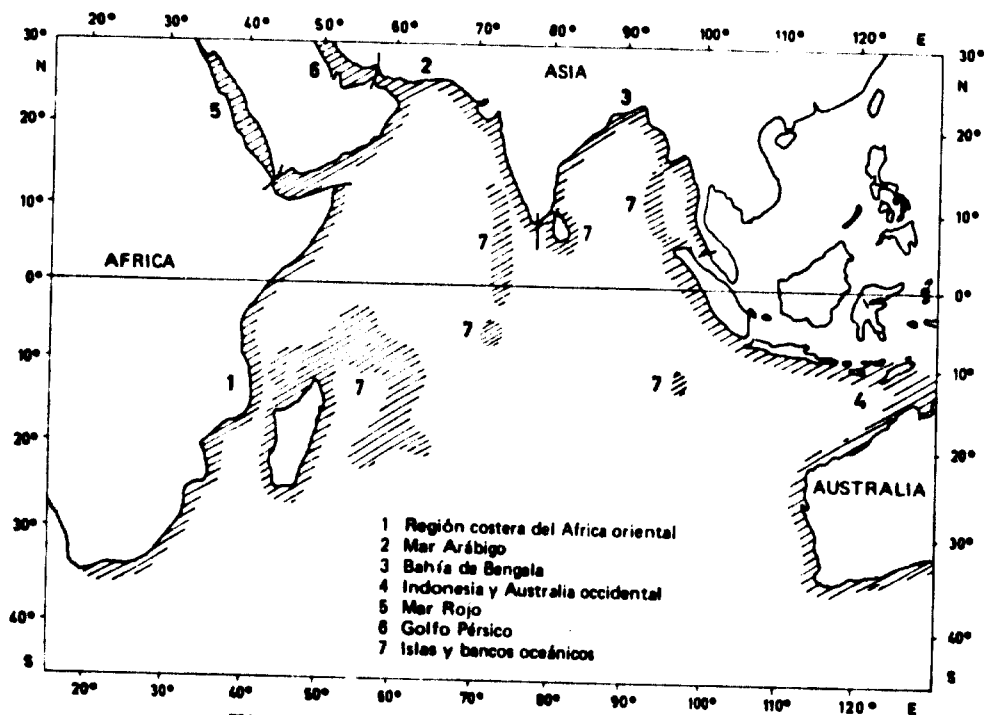


Figura 2. Aguas costeras del Océano Indico

subsistencia y utilizan aparejos muy primitivos. En muchas partes especialmente a lo largo de la costa del Africa oriental, la pesca se realiza en embarcaciones no motorizadas, apenas penetra mar adentro y se limita a las aguas de poca profundidad. Otros factores que contribuyen a la deficiente producción de esta región son la falta de instalaciones de depósito y distribución del pescado en los puertos de descarga, las fluctuaciones en los suministros, el precio del hielo y la falta de mercados apropiados debido al bajo poder de adquisición de gran parte de la población de esos países.

Algunas de las especies ictiológicas de uso comercial en la actualidad, como los atunes de mayor tamaño (aleta amarilla, albacor, etc.) en alta mar, y algunas especies abisales y camarones cercanos a la costa están ya bien explotadas. Las más favorables oportunidades para el aumento de la pesca en el Océano Indico las ofrecen las especies menos conocidas o accesibles. Estas comprenden los peces pelágicos (sardinias y anchoas) del noroeste del Océano Indico, los sauros y los pequeños peces linterna (mictofidios) de alta mar, y otras especies. Sin embargo, la captura de las mismas exigirá métodos perfeccionados de tecnología pesquera, conservación, elaboración y comercialización de pescado.

Océano Pacífico: región centro-oeste [7]

Incluye las siguientes extensiones de agua no muy profunda (menos de 200 metros): Mar Amarillo y Mar de la China Oriental, Estrecho de

Formosa y región costera de la China Meridional, Golfo de Tonkin (hasta 15° N), Golfo de Tailandia (desde el Cabo de Camboya hasta la frontera Malasio-Tailandesa), Mar de la China Meridional (desde 15° N al ecuador), el Mar de Java (desde el ecuador hasta Bali), Golfo de Carpentaria y Mar de Arafura meridional. Otras aguas someras se encuentran también a lo largo de la costa sudoccidental de Java, alrededor de las islas de Ryukyu y de Filipinas, y rodeando Nueva Guinea Oriental y las islas Salomón.

Las especies pelágicas de mayor importancia comercial del Mar Amarillo y del Mar de la China Oriental son variedades de la caballa. Las estimaciones del rendimiento actual de las capturas de especies pelágicas en aguas meridionales de la región centro oeste del Pacífico son sólo aproximadas debido a la carencia de datos referentes de numerosas localidades. La región mejor estudiada es el Golfo de Tailandia, donde la pesquería tiene bastante importancia y la captura podría probablemente doblarse. La captura potencial de especies pelágicas en aguas de poca profundidad (hasta 50 m) de esta región se estima entre un millón y 5 millones de toneladas.

A profundidades entre 50 y 200 m, las especies pelágicas son probablemente más abundantes. Además, las especies de fondo pueden ofrecer un potencial semejante, lo que resultaría en una captura total de un millón de toneladas aproximadamente. Sin embargo, no se sabe si resulta posible la explotación comercial.

Las operaciones de pesca realizadas en las zonas que rodean las islas es del tipo subsistencial, excepto en las islas Ryukyu y en Filipinas, donde existen pesquerías comerciales de cierta importancia. En la zona isleña, los recursos pesqueros de las aguas más profundas no han sido explotados plenamente, debido a la inadecuación de las embarcaciones y aparejos y a los problemas de comercialización. Tales aguas contienen especies pelágicas tales como la caballa y la alosa.

Océano Pacífico: región noroeste [8]

Los estudios sobre esta región, que incluye el Japón, indican que sólo ciertas especies pelágicas, tales como la anchoa, podrían explotarse mucho más intensamente. La intensa pesquería costera de sauros y caballas puede resultar antieconómica en ausencia de nuevos perfeccionamientos tecnológicos.

Por otra parte, la anguila de arena (*Ammodytes personatus*) es una especie abundante en las cercanías del Japón que pudiera ser explotada más intensamente. En años recientes ha disminuido la demanda para el consumo humano de esta especie, que se ha usado, sin embargo, últimamente para la producción de harina de pescado, principalmente en relación con el desarrollo del cultivo ictiológico.

Océano Pacífico: región noroeste [9] y centro oeste [10]

Esta región se extiende desde el Mar de Bering hasta el norte del Perú. En ella, las especies pelágicas representan el recurso potencial más importante. Tiene especial interés la anchoa, aún por explotar frente a las costas de California y de México. Cuando disminuyeron las reservas de sardinas de California se produjo un aumento de las de anchoa hasta tal punto que este recurso pudo servir de base a una industria de producción de harina que procesaba capturas de hasta 2 millones de toneladas. Sin embargo, por diversas razones —por ejemplo, para proteger el suministro de presas para la pesca deportiva— no se ha desarrollado una pesquería de anchoa de importancia.

Una pequeña pesquería en el Golfo de Panamá suministra en la actualidad pescado a las fábricas de harina instaladas principalmente en Panamá. Esta industria utiliza unas 60.000 toneladas de materia prima, consistente en sus tres cuartas partes en anchoveta y el resto en arenque (*Opisthonema libertate*). Se calcula que las reservas del último son superiores a las de la anchoveta. En el Golfo de Panamá podría incrementarse la captura de especies pelágicas hasta unas 150.000 a 250.000 toneladas. La captura potencial de especies pelágicas en la zona tropical, que se extiende desde la costa de México central hasta el norte del Perú, podrá alcanzar aproximadamente de medio millón a un millón de toneladas.

Las especies de fondo capturadas por los pesqueros de arrastre que persiguen el camarón a lo largo de la costa pacífica desde México a Colombia son abandonadas. Se estima que la captura de este pescado desechado alcanza la cifra de 200.000 a 500.000 toneladas frente a la costa de México y de 100.000 a 250.000 frente a la de América Central. Durante los últimos diez años se han realizado diversos intentos para hacer uso de este pescado de desecho para la fabricación de harina o para otros fines, ensayos que han resultado antieconómicos.

Mediante el uso de adecuadas técnicas de pesquería podrían capturarse mayores cantidades de pescado de fondo, estimándose que la captura potencial en la zona meridional de esta región podría alcanzar un millón de toneladas.

Océano Atlántico: región noroeste [11, 12]

Incluye la costa oriental del Canadá, donde se proyecta construir una planta para la fabricación de CPP para el consumo humano, con una capacidad de elaboración de 200 toneladas de materia prima por día, usando como material principal cortes de filete de bacalao. Otras capturas posibles para la producción de CPP son las especies costeras que hoy se utilizan para la fabricación de harinas, principalmente los arenques, las anguilas de arena y el pescado de desecho capturado por las embarcaciones de arrastre a la pesca del bacalao y similares. Actualmente, los

arrastreros abandonan las especies comerciales cuyos ejemplares no alcanzan cierto tamaño, así como las especies no comercializables como son la liza, el cazón, la corvina, la anguila pouta, el granadero, el cuervo de mar, el coto espinoso y otros. Además, es posible —aunque de momento antieconómico— explotar más intensamente las reservas de anguila de arena y de argentinos, y en aguas más profundas las de granaderos, peces linterna, barracudinaz y otras especies.

Océano Atlántico: región centro oeste [13]

Incluye el Golfo de México, el Mar Caribe y las costas atlánticas de Sudamérica. También en esta zona el pescado sin valor comercial capturado por los arrastreros de camarón podría encontrar utilización. Las cantidades que abandonan los arrastreros norteamericanos pueden alcanzar la cifra de 600.000 toneladas, calculándose que los pesqueros de camarón de otras naciones abandonan asimismo similares cantidades.

La captura total de la pesquería de menhaden por los pesqueros de los Estados Unidos en el Golfo de México se utiliza para la producción de harina de pescado. Aunque en los años punta se captura más de un millón de toneladas, las reservas están disminuyendo. Las de anchoa y ciertas variedades de arenque parecen ser extensas, pero hasta ahora siguen sin explotar. La pesquería potencial anual de variedades pelágicas se calcula en un millón de toneladas en el Golfo de México y de 750.000 frente a la costa atlántica de los Estados Unidos.

El Mar Caribe parece menos productivo que el Golfo de México, excepto frente a la costa oriental del continente sudamericano.

La pesquería principal de variedades pelágicas (excluyendo el atún) se desarrolla a lo largo de la costa de Venezuela, donde se capturan actualmente unas 40.000 toneladas de sardina (*Sardinella anchovia*) y cantidades menores de anchoa (*Centegraulis edentelus*) ya arenque redondo (*Opistonema oglinum*). No parece haber razones que impidan una mayor explotación de las reservas de sardina, pero es probable que otras especies ofrezcan mejores posibilidades para mejorar la magnitud de las capturas.

En la región frente a la costa de los Estados Unidos, podría explotarse más extensamente la anguila de arena (*Ammodytes americanus*).

PRODUCTOS ELABORADOS DE LAS PESQUERÍAS Y EL CPP

El suministro de pescado es la clave de la expansión de las industrias de elaboración de ese producto en diversas regiones del mundo, incluyendo los países en desarrollo. La información existente sobre los recursos debe suplementarse mediante el conocimiento tanto de las instalaciones y equipo de que se dispone para la captura y descarga de la pesca como del costo de la materia prima. También debe tomarse en consideración el nivel de desarrollo tecnológico y de educación del país determinado.

Otro problema de máxima importancia y gran complejidad relacionado con la producción de concentrados de proteína de pescado es su comercialización. El CPP comprende una extensa gama de productos, que tienen sus correspondientes y diversos mercados; por tal razón, es necesario, desde un principio, establecer las adecuadas especificaciones del producto.

La harina de pescado representa el CPP de consumo más común; su producción mundial alcanzó en 1968 casi la cifra de 5 millones de toneladas. El mercado para dicho producto se está extendiendo, debido principalmente al uso del CPP en mezclas alimentarias de producción industrial. En el Japón, la manufactura de tales mezclas para piensos animales consumió 382.039 toneladas de harina de pescado en 1967, y 466.665 en 1968. Además, se calcula en 55.000 toneladas la cantidad de harina de pescado utilizada en los piensos mixtos para la alimentación de peces. En 1968, sólo se usaron 60.000 toneladas de harina de pescado para la alimentación directa de animales.

Según la circular de la FAO titulada "Perspectivas para el Desarrollo de las Pesquerías Mundiales en 1975 y 1985", la demanda de harina de pescado excederá gradualmente a su suministro, en especial si su precio, en relación con el de otros productos competidores, permanece suficientemente estable. La demanda mundial total de harina de pescado estimada para el año 1985 alcanza la cifra de 8,5 millones de toneladas. El consumo en los países en desarrollo llegó en 1965 a 326.000 toneladas, estimándose que la demanda en los mismos en 1985 alcanzará 1,56 millones de toneladas.

Ciertos productos con un mercado limitado, pero evidentemente en expansión, son los CPP para consumo humano, extraídos con solventes y usando como materia prima harinas de pescado o pescado crudo. Estos CPP no tienen que ser necesariamente por entero insípidos.

Por lo que se refiere al CPP para el consumo humano, no existe hasta ahora un mercado para dicho producto en el sector alimentario, ni se dispone de información alguna que indique posibilidades de comercialización de un CCP refinado para el consumo humano directo. Por consiguiente, es necesaria una extensa investigación mercadológica. Además, hasta ahora no se ha intentado evaluar los mercados desde un punto de vista de la rentabilidad. En los Estados Unidos, donde se han llevado a cabo intensas investigaciones tecnológicas, no se han realizado esfuerzos positivos por crear un mercado para el CPP para consumo humano. En otros países no existen los medios para llevar a cabo investigaciones de mercado y ensayos de aceptabilidad. En la mayoría de los países en desarrollo, la industria alimentaria no es lo suficientemente extensa ni desarrollada para hacer uso, como suplemento proteico, de cantidades considerables de CPP, cuya extracción sea costosa. La República Unida de Tanzania se propone usar el CPP para reforzar la

harina de maíz, pero, debido a diversas dificultades, se ha retrasado la puesta en marcha de este proyecto.

Sería posible realizar un gran avance si en países desarrollados se utilizase el CPP para su incorporación a ciertos alimentos de consumo humano preparados industrialmente. Sin embargo, el CPP tendría que competir con otros productos tales como la leche descremada en polvo y los derivados de la soja. En este sentido, como se sabe, sería necesario mejorar las propiedades funcionales del CPP, pero hasta ahora no se han realizado investigaciones a fondo en este respecto.

Aunque la producción del CPP se ha considerado desde el punto de vista de su viabilidad económica, como no existe manufactura industrial en gran escala no es posible establecer cálculos realistas del costo. Con la excepción de una reducida producción de CPP de consumo humano para los programas de ayuda, todas las plantas de CPP establecidas originariamente para manufacturar productos para el consumo humano o bien producen actualmente CPP extraído con solventes para su utilización como piensos, o bien han suspendido sus operaciones. La manufactura exclusiva para los programas de ayuda puede mantener en operación algunas plantas, pero no puede ser considerada como base sólida de una industria. Por consiguiente, la producción industrial de CPP para consumo humano extraído con solventes no será viable a menos que se desarrollen suficientes mercados para el mismo.

En diversos países puede existir demanda de cantidades relativamente pequeñas de CPP de consumo humano a bajo precio, como suplemento alimenticio o para uso como condimento. Actualmente, en algunos institutos de investigación se están considerando, diversos métodos de producción de CPP de diferentes tipos y para varios fines, pareciendo probable que en un futuro próximo se cuente con productos de bajo precio para consumo humano que no necesiten grandes suministros centralizados de pescado y que pueden adaptarse a las costumbres alimenticias de ciertos países.

Una gran ventaja del CPP es que se trata de una proteína animal de alto valor biológico que no necesita la adición de aminoácidos. Otra ventaja estriba en que se pueden usar como materia prima variedades de pescado que hasta ahora se han desechado o utilizado insuficientemente; en este sentido, sería útil hacer uso de recursos pesqueros que por su escasa extensión o por otras razones no son apropiados para la producción de harinas de pescado.

La medida en que los países en desarrollo podrán, en un futuro próximo, lanzarse a la manufactura comercial de CPP de consumo humano dependerá del proceso empleado, de la existencia de materia prima a bajo costo, y de la creación de un mercado para el producto. En vista del bajo poder adquisitivo de los consumidores en los países desarrollados, será necesario reducir el costo de la materia prima, del procesado y de la distribución para obtener un producto muy barato.

También debe prestarse suficiente atención a la comercialización y promoción de los productos, estableciendo estrecha colaboración entre los tecnólogos y los expertos en comercialización en el momento en que el CPP y los productos alimenticios reforzados con el mismo se introduzcan en un mercado. Finalmente, el CPP es sólo uno de los numerosos productos del pescado y su desarrollo debe ser considerado dentro del marco general de la extensión del consumo de los productos derivados de tal materia prima.

REFERENCIAS

1. FAO (1969), "Prospects for world fishery development in 1975 and 1985", *FAO Fishery Circular* (118).
2. FAO (1967), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Northeast Atlantic" (draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.6, Rev. 1).
3. FAO (1967), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Eastern Central Atlantic" (draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.4, Rev. 1).
4. FAO (1969), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Southeast Atlantic" (draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.11).
5. FAO (1968), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Indian Ocean Coastal Waters" (draft compiled by R. S. Shomura), *FAO Fishery Circular* (109.10).
6. FAO (1968), "Catches and landings, 1967", *Yearbook Fish. Statis.* (24).
7. FAO (1968), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Western Central Pacific" (draft compiled by R. S. Shomura and J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.9).
8. FAO (1969), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Northwest Pacific" (draft compiled by Y. Fukuda), *FAO Fishery Circular* (109.14).
9. FAO (1969), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Northeast Pacific" (first draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.12).
10. FAO (1969), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Eastern Central Pacific" (draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.15).
11. FAO (1967), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Northwest Atlantic" (first draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.5).
12. DEPARTMENT OF FISHERIES OF CANADA (1968), *Canadian Fisheries Report* número 10 (Actas de la Conferencia sobre concentrado de proteína de pescado).
13. FAO (1969), "Area reviews on living resources of the World's Ocean, Western Central Atlantic" (draft compiled by J. A. Gulland), *FAO Fishery Circular* (109.16).

5. PRODUCCION DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO A BASE DE SARDINAS DE MARRUECOS*

Entre una mitad y una tercera parte de la población mundial sufre carencia de proteínas, la cual según pruebas fehacientes, puede producir en la primera infancia permanentes y funestas consecuencias sobre el desarrollo mental.

La posible contribución del concentrado de proteína de pescado para remediar tal carencia queda probada por el hecho de que una tonelada de proteína de elevada calidad basta para complementar suficientemente la dieta proteínica diaria de 100.000 personas. Además, la producción en gran escala de CPP no es difícil, ya que la tecnología necesaria no presenta gran complicación. Por añadidura, las pesquerías capturan en la actualidad suficiente cantidad de pescado de pequeño tamaño para uso industrial. Tales capturas comprenden más del 40% de la pesquería mundial, y si fueran transformadas en CPP suministrarían proteína directamente utilizable para suplementar la dieta de 750 millones de personas.

En consecuencia, existen tanto la demanda y los recursos como los conocimientos técnicos necesarios para establecer una industria en gran escala de CPP. Y es razonable presumir que los beneficios derivados de la utilización del CPP conducirán finalmente a extender de manera considerable la producción de éste.

Por desgracia, los grupos de población que más necesitan aditivos proteicos a su dieta ignoran generalmente dicha necesidad por lo tanto no se hallan dispuestos a pagar un precio más elevado por un pan que tiene el mismo aspecto y sabor que el ordinario. Además, ciertas sospechas y rumores, añadidas a la resistencia general del público a modificar sus costumbres alimentarias tradicionales, dificulta la aceptación de nuevos alimentos. En consecuencia, debido a los problemas que presenta la comercialización del CPP, muchos fabricantes y distribuidores muy capaces se resisten a realizar inversiones para la manufactura de dicho producto. Para fomentar efectivamente industria tan valiosa será necesario emplear en generosas proporciones tiempo, paciencia, habilidad y dinero.

* Memoria presentada en la reunión de expertos por John H. Blake, anteriormente consultor privado, Portola Valley, Calif., EE.UU. En la actualidad, el Sr. Blake es Supervisor de Programa, Bechtel Corporation, San Francisco, Calif., EE.UU.

Sin embargo, aquí no vamos a considerar los obstáculos políticos, sociales y económicos que levantan una barrera entre el CPP y aquellos que más lo necesitan, sino que vamos a ocuparnos de los problemas —mucho más simples— de su producción, y, más especialmente, de la tecnología de la manufactura por extracción con alcohol de un CCP neutro desde un punto de vista organoléptico y de bajo contenido graso.

HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN DE CPP EN MARRUECOS

El proyecto de producir CPP para consumo humano en Marruecos se inició hace unos 10 años. La Société de l'Union d'Azote, de Safi, tomó a su cargo el desarrollo de un proceso y construyó una planta piloto capaz de producir 500 kg diarios de producto a base de la sardina de Marruecos (*Sardina pilchardus*).

Como el material producido por la planta piloto se consideró enteramente aceptable, higiénico y altamente nutritivo, en 1964 el Gobierno de Marruecos, en cooperación con la Union d'Azote financió la construcción de una planta para la producción comercial, situada en Agadir. Para explotar dicha empresa se creó la SONAFAP (Société Nationale de Farinc de Poisson).

La planta se construyó tomando como modelo la más pequeña de Safi, que había tenido tan buen éxito, y en ella se utilizó un proceso cuyas etapas principales eran las siguientes:

- a) Por medio de un proceso de hervido, prensado y secado, el pescado se transformaba en harina en una pequeña planta de reducción;
- b) La harina se sometía a un proceso de extracción con alcohol etílico y a continuación con hexano;
- c) Tras la extracción, la harina se secaba en vacío, luego se molía, se tamizaba y se empaquetaba.

Desgraciadamente, la calidad del producto de la nueva planta no era tan buena como la de la planta piloto. Aunque la harina cumplía todos los requisitos higiénicos y nutricionales, daba un color, sabor y olor indeseados a los alimentos con los que se mezclaba. El resultado fue que la planta de extracción sólo llevó a cabo dos campañas para lanzar el producto, sacando al mercado 32 toneladas en 1965 y 143 en 1966.

A petición del Gobierno de Marruecos, las Naciones Unidas enviaron una misión a Agadir a principios de 1967 para hacer una evaluación de la planta y asesorar sobre el curso de acción.

Dicha misión recomendó que se llevara a cabo un programa de investigaciones en cuatro fases sobre la viabilidad de producir comercialmente CPP aprovechando para el perfeccionamiento del proceso las labores desarrolladas hasta entonces. La primera fase de los experimentos

demostró que se podía producir un CPP aceptable con sardinas sometidas a extracción con alcohol isopropílico. Durante la segunda fase de desarrollo, las instalaciones existentes se utilizan con carácter de planta piloto para producir de 20 a 40 toneladas de CPP de alta calidad y obtener así suficientes datos técnicos que permitan proyectar una planta de funcionamiento económico, y estimar las inversiones necesarias y los costos de producción.

La tercera etapa consistirá en un estudio del potencial mercado para el CPP y de los posibles usos de dicho producto; durante la cuarta fase se establecerán planes detallados para la transformación de la planta actual. Estas etapas finales deberían iniciarse en 1970.

Primeros resultados

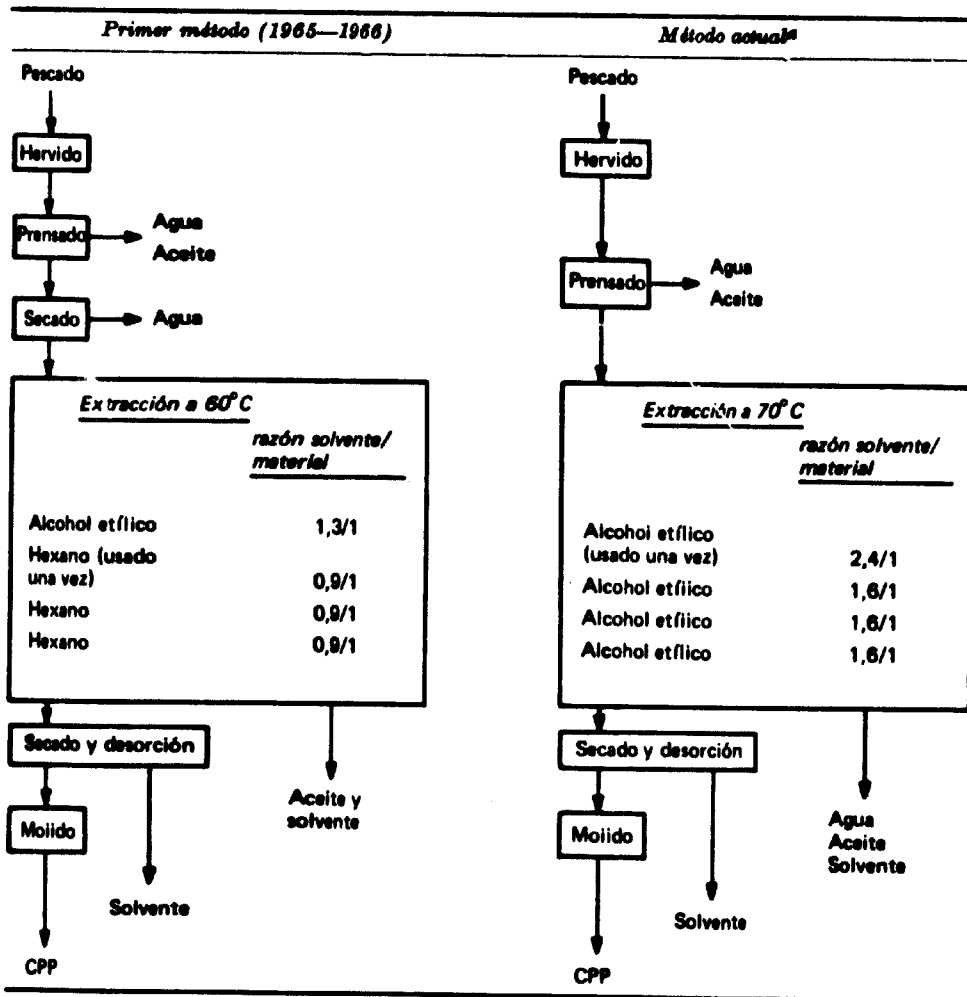
Como se ha dicho, la planta de SONAFAP se estableció originariamente para extraer harina de pescado (hervido, prensado y secado) con alcohol etílico, seguido de hexano. En 14 horas se procesaba un lote de unas dos toneladas y media, lo que daba un ritmo de producción de 4 toneladas de CPP cada 24 horas aproximadamente. La primera columna del cuadro 1 muestra la secuencia de operaciones, los solventes y las condiciones de su aplicación.

A pesar de que el CPP así obtenido conservaba excesivo olor y sabor, dicho producto tenía buenas propiedades: era higiénico, sano y nutritivo, con una razón de eficiencia proteica (REP) más elevada que la de la caseína e igual a la de otros CPP de alta calidad. (El cuadro 2 contiene algunos datos pertinentes.) En 1965 se extrajeron algunos lotes a base de sardinas descabezadas y desviceradas, pero el elevado costo de este tipo de operación obligó a SONAFAP a utilizar el pescado entero para la mayoría de su producción. El producto resultante del pescado íntegro era más oscuro y con un contenido más bajo de proteína, pero la calidad de ésta era excelente. El más bajo porcentaje de lípidos del CPP de pescado descabezado y desvicerado pudo haber sido resultado de una extracción con mayores cantidades de solvente. Las pruebas para la presencia de diversos tipos de bacterias (incluyendo enterococos, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococos*, *Clostridium* y otros gérmenes patógenos) resultaron totalmente negativas.

El olor y el sabor se debían con toda seguridad al elevado contenido de lípido del producto, que alcanzaba un 0,8%; en especial el ligero pero desagradable y persistente regusto a barniz es característico de los líquidos oxidados.

Cuando tal CPP se incorporaba a productos de panadería en la proporción en seco del 4 al 5%, no todos los consumidores percibieron dicho regusto. Es posible que el producto se haya criticado con excesiva severidad. Quizá hubiera sido posible conseguir una buena venta del producto como concentrado de pescado para aquellos consumidores que no rechazan el gusto del mismo, y también para uso general incorporado a

CUADRO 1. PLANTA DE SONAFAP PARA LA PRODUCCIÓN DE CPP



^a El alcohol etílico fue más tarde sustituido por el isopropílico.

sopas, salsas, galletas y ciertos productos de cereales, siempre que su proporción fuera baja, no superior por ejemplo a un 1,3%.

EL PROYECTO ACTUAL

El propósito de los experimentos en la planta de SONAFAP era verificar si podía producirse un CPP con muy poco olor y sabor; manufacturar unas 300 toneladas de un producto de elevada calidad para estudios de comercialización y de verificación de su aceptabilidad; y obtener los datos técnicos necesarios para mejorar la planta existente.

Como el gusto desagradable del producto anterior era probablemente consecuencia de la oxidación de los lípidos durante el secado del pescado en la primera fase del proceso, la modificación lógica del mismo era omitir dicho secado y alimentar directamente con torta prensada

CUADRO 2. COMPOSICIÓN DEL CPP PRODUCIDO POR SONAFAP EN 1965 Y 1966
(Las cifras indican porcentajes)

| N° de la muestra | Pescado descabezado y desviscerado | | | Pescado entero |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| | FAO 260/E(7) (1965) | FAO 261/E(8) (1965) | FAO 262/E(6) (1965) | |
| Proteína (N × 6,25) | 88,5 | 88,0 | 84,5 | 79—80 |
| Lisina — presente (% de proteína) | 8,8 | 9,3 | 8,7 | 7,4 |
| H ₂ O | 5,1 | 6,5 | 4,6 | 2—4 |
| Lípidos | 0,52 | 0,54 | 0,42 | 0,8 |
| Ceniza | 8,7 | 7,6 | 12,5 | 13,0 |

(de pescado hervido y prensado) el sistema de extracción. Además, como el alcohol caliente —ya sea etílico o isopropílico— es un excelente solvente para dichos lípidos y por añadidura licúa fácilmente la torta prensada, se abandonó también el uso del hexano. El cuadro 1 presenta una comparación de este método con el anterior.

La extracción a base de torta prensada necesita más solvente que cuando se emplea harina seca, pero como los lípidos no oxidados son más solubles, resulta un producto de mejor calidad. Por otra parte, la torta prensada necesita mucho menos solvente que el pescado crudo para un volumen dado de producción de CPP. Si se comparan las cantidades de solvente necesarias para producir CPP a partir de harina seca, de torta prensada y de pescado crudo (cuadro 3), resulta evidente que el mismo sistema de extracción y de recuperación del solvente puede producir el doble de CPP empleando torta prensada que empleando pescado crudo.

Otro tipo de argumento es que el hervido y prensado es probablemente un método más económico que la extracción por solvente para eliminar la mayor parte del agua y del aceite del pescado graso. Tampoco conviene olvidar que la mayoría de las especies económicas y especialmente adecuadas para la producción de CPP son de alto contenido graso.

CUADRO 3. SOLVENTE NECESARIO PARA LA PRODUCCIÓN DE 15 KG DE CPP
UTILIZANDO EL PESCADO EN DIVERSAS FORMAS
(Base: 100 kg de pescado crudo)

| | Harina de pescado | Torta prensada | Pescado crudo |
|--|----------------------|-------------------|------------------|
| Cantidad extraída (kg) | 18,4 | 34,0 | 100,0 |
| Contenido graso (kg) | 1,7 | 1,7 | 10,0 |
| Contenido de agua (kg) | 1,5 | 17,1 | 72,0 |
| Solvente limpio (kg) | 74,0 | 102,0 | 200,0 |
| Cociente solvente/material | 4/1 | 3/1 | 2/1 |
| Producción de CPP expresada en números índice | 2,7 | 2,0 | 1,0 |

Descripción detallada de la planta de SONAFAP

La figura 1 muestra los principales componentes del equipo de la planta y la secuencia de operaciones. El pescado, tras hervido y eliminación de la mayor parte del agua y del aceite en una prensa, pasa por un desintegrador en el que los grandes trozos de la torta húmeda quedan desmenuzados en fragmentos de 0,5 a 1 cm. En la planta actual se utiliza equipo ordinario para esta fase del proceso, y las condiciones higiénicas del mismo no son suficientes más que para una producción limitada de tipo experimental. El uso de tal equipo no puede recomendarse para operaciones de producción en mayor escala.

A continuación se pesan lotes de una a dos toneladas de torta prensada y se cargan en el extractor. Este consiste en un cilindro horizontal giratorio mezclador, rodeado de una camisa de vapor (véase figura 2) para calentar la mezcla, con unas mangas filtrantes para desaguar la miscela (mezcla de solvente y grasas) y retener los sólidos, y unas juntas rotatorias en el eje que permiten la entrada del solvente y del vapor de agua y la salida de gases y del condensado. Para filtrar y eliminar la miscela, se detiene la rotación del cilindro y, por medio de una boca en el fondo de éste, se empalma una manga de succión. Este cilindro extractor

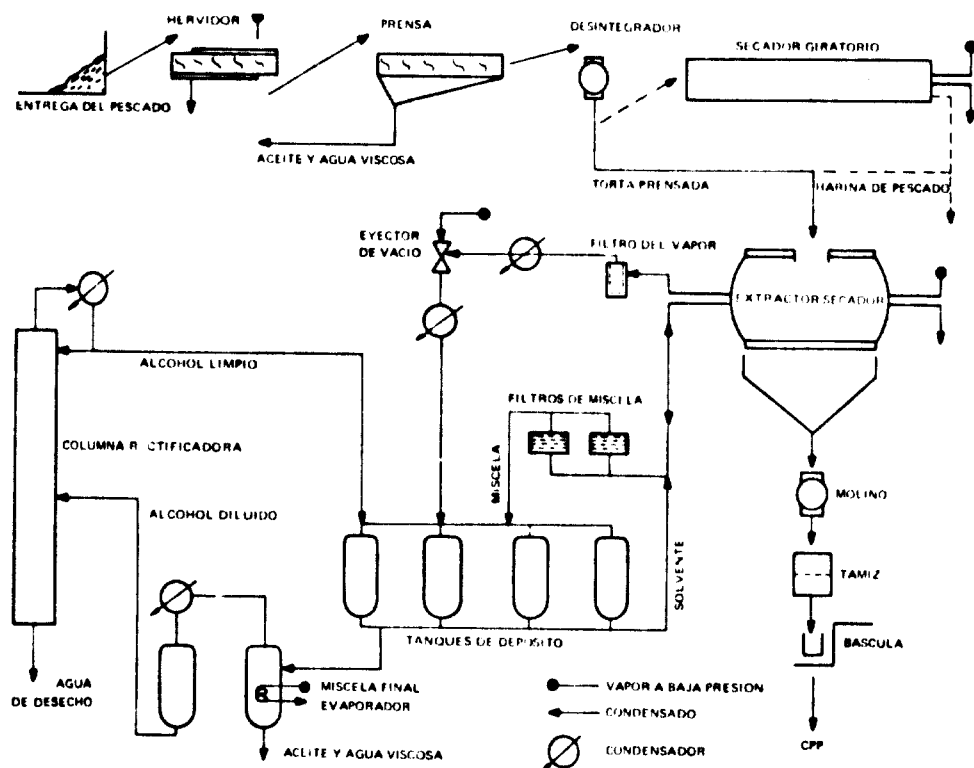


Figura 1. Diagrama del equipo y secuencia de operaciones de la planta de SONAFAP

también puede utilizarse como secador de vacío cuando ha terminado el ciclo de extracción.

La secuencia característica de las operaciones de extracción y secado es como sigue:

- a) Lavado con solvente (ya utilizado) en la proporción (en peso) de 2,5 solvente/1 torta de pescado, y mezclado a 70° C durante 15 minutos antes de filtrar y eliminar la mezcla de solvente y grasas;
- b) Lavado triple con solvente en la proporción (en peso) de 1,6 solvente/1 torta de pescado, y mezclado durante 15 minutos a 70° C antes de cada filtrado;
- c) Secado a presión atmosférica y temperatura hasta 90° C, continuando luego a 500 milímetros de vacío a 105° C. Rociado con vapor mientras la temperatura es superior a 95° C. Tiempo de rociado varía entre 30 y 90 minutos.

Ese tratamiento produce un CPP con un contenido del 0,3%, o menos, de lípidos y 3% de agua, a partir de torta prensada con un 5-6% de lípidos y 50% de agua. Los cuadros 4 y 5 describen los resultados en mayor detalle.

Dos de los criterios de calidad más importantes tienen una base subjetiva: el olor y el gusto. Además de someterlo a algunas pruebas sencillas para evaluar dichos factores organolépticos, el producto se utilizó en diversas recetas para estudiar dichas características en condiciones de uso normal. La adición de 5% de CPP de inferior calidad en la masa para galletas (200 gr mantequilla, 200 gr azúcar, y 500 gr harina) apenas produjo un gusto perceptible, pero el color de las galletas era notablemente más oscuro que el normal.

En otras galletas sin levadura (harina, agua y una cantidad mínima de aceite y sal), la adición de un máximo de 7% de CPP no produjo gusto

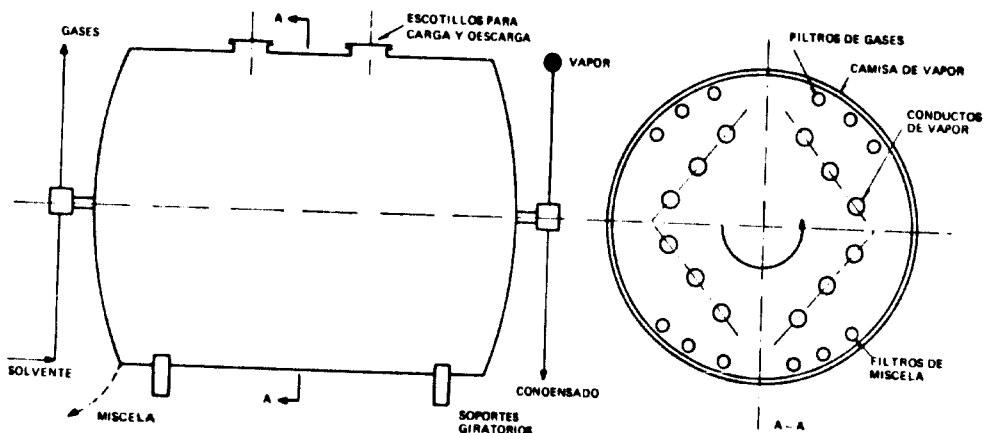


Figura 2. Extractor-secador de 10 m³ utilizado en la producción de CPP

CUADRO 4. PRODUCCIÓN DE CPP CON ALCOHOL ETÍLICO (E)

| Número del lote Fecha: (Día/mes) | E-7a 17/9 | E-8b 20/9 | E-9c 25/9 | E-10d 1/10 | E-13e 6/10 | E-14f 7/10 | E-15g 8/10 | E-16h 9/10 | E-21i 17/10 | E-22j 18/10 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Torta prensada (kg) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Lípidos (%) | 6,6 | 7,0 | | 6,0 | 7,1 | 7,2 | 6,9 | | 7,3 | 7,0 |
| H ₂ O (%) | 46,2 | 44,8 | | 50,5 | 47,0 | 45,9 | 45,5 | | 48,5 | 48,6 |
| Extracción | | | | | | | | | | |
| Fase 1 | 3.000 M-3 | 3.000 M-3 | Como | Como | Como | Como | Como | Como | Como | Como |
| Fase 2 | 2.000 M-0 | 2.000 M-0 | en | en | en | en | en | en | en | en |
| Fase 3 | 2.000 M-0 | 2.000 M-0 | E-8 | E-8 | E-8 | E-8 | E-8 | E-8 | E-8 | E-8 |
| Fase 4 | 2.000 M-0 | 2.000 M-0 | | | | | | | | |
| Fase 5 | 2.000 M-0 | 2.000 M-0 | | | | | | | | |
| CPP (kg) | 485 | 450 | 442 | 450 | 435 | 456 | 456 | 431 | 445 | 483 |
| Lípidos (%) | 0,18 | 0,25 | 0,28 | 0,29 | 0,28 | 0,33 | 0,30 | 0,32 | 0,36 | 0,36 |
| H ₂ O (%) | 2,6 | 2,9 | 3,8 | 3,4 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 4,3 | 3,7 | 4,5 |

Nota: M-3 - litros de solvente ya utilizado; M-0 - litros de solvente nuevo.

a Pescado lavado; 2 kg de ácido cítrico añadidos al último lavado.

b Pescado lavado; 2 kg de ácido cítrico añadidos al último lavado.

c Pescado excelente, lavado. Contenido graso - 14,4%; agua - 64,0%. Interrupción del vapor a 110° C.

d Pescado excelente, peso medio - 20,3 g; sin lavar. Partículas mínimas de centrifugadora incluidas en la torta. Interrupción del vapor a 105° C.

e Interrupción del vapor a 105° C.

f Interrupción del vapor a 105° C.

g Interrupción del vapor a 105° C.

h Pescado excelente, peso medio - 31 g. Interrupción del vapor a 100° C.

i Sardinas pequeñas, calidad regular a mala. Interrupción del vapor a 100° C.

j Sardinas muy buenas, peso medio - 20 g. Interrupción del vapor a 100° C.

CUADRO 5. PRODUCCIÓN DE CPP CON ALCOHOL ISOPROPÍLICO (AIP)

| N° del lote | IP-1 ^a | IP-2 ^b | IP-3 ^c | IP-4 ^d | IP-5 ^e | IP-6 ^f | IP-11 ^g | IP-13 ^h | IP-16 ⁱ | IP-17 ^j |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Fecha: (Día/mes) | 22/10 | 23/10 | 24/10 | 25/10 | 27/10 | 4/11 | 7/11 | 16/11 | 17/11 | 29/11 |
| Torta prensada (kg) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.520 | 2.000 | 2.000 | 1.800 | 2.000 |
| Lípidos (%) | 6,47 | 7,2 | 7,2 | 6,2 | 6,3 | 6,9 | 7,2 | 6,4 | 6,0 | 6,6 |
| H ₂ O (%) | 48,1 | 47,3 | 48,5 | 51,5 | 48,7 | 49,0 | 47,5 | 50,0 | 52,6 | 51,5 |
| Extracción | | | | | | | | | | |
| Fase 1 | 3.000 M-3 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | 4.500 M-3 | 6.000 M-3 | Como en IP-11 | Como en IP-11 | Como en IP-11 |
| Fase 2 | 2.000 M-0 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | 3.000 M-0 | 4.000 M-0 | Como en IP-11 | Como en IP-11 | Como en IP-11 |
| Fase 3 | 2.000 M-0 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | 3.000 M-0 | 4.000 M-0 | Como en IP-11 | Como en IP-11 | Como en IP-11 |
| Fase 4 | 2.000 M-0 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | Como en IP-1 | 3.000 M-0 | 4.000 M-0 | Como en IP-11 | Como en IP-11 | Como en IP-11 |
| CPP (kg) | 465 | 440 | 447 | 405 | 437 | 664 | 888 | 875 | 800 | 850 |
| Lípidos (%) | 0,16 | 0,15 | 0,29 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| H ₂ O (%) | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 3,7 | 3,3 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 1,3 | 1,9 |

Nota: M-3 = litros de solvente ya utilizado; M-0 = litros de solvente nuevo.

- a Sardinas excelentes, peso medio — 30 g. 100 AIP en cada fase. Rociado con vapor 1 hora. Color del CPP más claro. Olor a pescado tras almacenaje.
- b Rociado con vapor 1 hora. Filtros nuevos, cambiados por primera vez después del lote E-1.
- c Sardinas excelentes y algunas anchoas. Aproximadamente 1 kg de ácido cítrico y d, ácido ascórbico añadido en la fase 4. Rociado con vapor 1 hora. Seis filtros cambiados por estar demasiado tensos.
- d Caballa fresca, peso medio — 50 g. Aproximadamente 1 kg de ácido cítrico y de ácido ascórbico añadido en la fase 4. Rociado con vapor 1 hora.
- e Sardinas diversas y 10% de anchoas; 0,5 kg de ácido ascórbico añadido a la fase 4. Rociado con vapor 1 hora. Nuevos filtros limpios.
- f Sardinas excelentes. Rociado con vapor 1 hora. IP-6 a IP-10 empaquetados en bolsas de plástico de 4 kg.
- g Rociado con vapor 1 1/2 horas.
- h 2 kg de ácido cítrico y 0,66 de BHT añadidos a la fase 4. Rociado con vapor 1 1/2 horas. 3 interrupciones para vacío. Rociado con vapor a 105° C.
- i 2 kg de ácido cítrico y 0,66 de BHT añadidos a la fase 4. Rociado con vapor 2 horas. 3 interrupciones para vacío.

u olor a pescado, pero las galletas eran algo más duras y su color bastante más gris que las corrientes.

La adición de un 3 a un 5% de este CPP en la pastelería de horno de consistencia basta o de pasta coloreada muy bien puede pasar desapercibida.

Con referencia a la posibilidad de contaminación del producto, el recuento total de bacterias resultó menor a 10.000/g, revelándose negativas las pruebas de la presencia de *E. coli*, enterococos, *Salmonella* y estafilococos. Sin embargo, la primera muestra, tomada antes de limpiar el sistema, mostró 70 bacilos coliformes/g. Debido a la acción del alcohol caliente y a la temperatura utilizada en la operación de secado así como a la desorción del alcohol (véase cuadro 6), el producto tiene aspecto limpio, a pesar del carácter antiestético de las operaciones de hervido y prensado del pescado.

Cuando se usa pescado fresco y los sólidos no se calientan excesivamente en la fase de secado, el factor indicativo de la calidad del producto es el contenido de lípidos. El CPP manufacturado a base de pescado fresco y que posea un contenido de lípidos inferior al 0,3% tendrá muy poco olor o sabor a pescado. Aumentando el número de fases de extracción y la proporción del solvente con relación al pescado se puede hacer disminuir el contenido de lípidos desde 1% hasta un mínimo de 0,1%.

La oxidación de pescados pequeños y grasos, como las sardinas, se produce con una rapidez sorprendente. Si este tipo de pescado se ha conservado en congelación, se ha dejado al sol o se ha procesado demasiado tiempo después de la pesca, aún una muy prolongada extracción no eliminará el perceptible gusto en el CPP de los lípidos oxidados.

El contenido de proteínas del CPP depende del pescado mismo y de las sustancias solubles eliminadas en el licor resultante del prensado. En las muestras estudiadas, dicho contenido variaba entre el 78 y el 82%. A fin de disminuir en lo posible la pérdida de proteína en el licor de prensado, se debe utilizar la menor cantidad posible de vapor en la caldera.

El hervido no parece deteriorar la proteína; aún en el caso de la producción de 1966 se obtuvo una REP elevada (3,14, en comparación con 3,00 en la caseína). Los resultados de este proceso mostraron que si la temperatura de secado se mantiene por debajo de 120°C, el valor nutritivo de la proteína del pescado apenas sufre como consecuencia de la extracción y del secado. [1]

El color del CPP producido con sardinas por este procedimiento es un marrón claro. Aunque sería de desear un color más claro todavía, no puede conseguirse ni siquiera variando las condiciones del proceso o utilizando aditivos tales como los ácidos ascórbico o cítrico.

Las sardinas contienen numerosas sustancias de color oscuro que, después del hervido, resultan ser en su mayor parte insolubles en el

CUADRO 6. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL CPP^a

| Núm. de la muestra | E-6 | E-7 | E-10 | IP-1 | IP-2 | IP-3 | IP-6 | IP-7 | IP-8 | Indicaciones provisionales OMS/TNO |
|----------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------------|
| Total bact. aeróbicas/g | 1.000 | 1.000 | 300 | 800 | 500 | 100 | 500 | 100 | 300 | <100.000 |
| Esporas aeróbicas/g | 70 | 60 | 30 | 20 | 10 | 10 | <10 | <10 | <10 | Como el recuento aeróbico |
| Total bact. anaeróbicas/g | 1.000 | 80 | 40 | 20 | 10 | 10 | <10 | <10 | <10 | <10.000 |
| Esporas de motios/g | 40 | 10 | 20 | <10 | 10 | <10 | <10 | 10 | <10 | <10 |
| <i>Salmonella</i> spp./25 g | — | — | — | — | — | — | — | — | — | <10 |
| <i>Shigella</i> spp./25 g | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>E. Coli</i> /10 g | Pos. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Enterobacteriaceae</i> /0,1 g | Pos. | Pos. | Pos. | — | — | — | — | — | — | — |
| Bact. sulfitorreductoras/g | 30 | 20 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 100 |
| <i>Streptococci</i> /g | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 100 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> /g | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 100 |

^a Análisis de los Laboratorios TNO. Zeist, Holanda.

alcohol. También es posible que el contacto con el acerodulce de la planta influya sobre el color del producto. Es de observar que la planta actual es casi enteramente de acero dulce.

Además del contenido de lípidos, la única característica fundamental del producto que puede controlarse directamente durante el procesado es el contenido bacteriano. Es necesario aplicar las más estrictas reglas de limpieza e higiene no sólo en el manejo del producto sino también en el resto de la planta para evitar la contaminación de las zonas de ésta por las que pasa dicho producto. El tratamiento con alcohol caliente esteriliza efectivamente la proteína de pescado, siendo esencial mantener el producto limpio después de su descarga del secador.

El empaquetado en bolsas impermeables de polietileno de cierto espesor mantiene seco el producto; todo contacto con la humedad resulta en una rápida deterioración del mismo y en la producción de malos olores.

No se pudo percibir diferencia alguna de calidad entre el CPP preparado con alcohol etílico y el preparado con alcohol isopropílico. Después de la extracción con éste, es esencial desorber el solvente muy a fondo de los sólidos secos, lo cual se consigue rociando con vapor, operación que resulta especialmente eficaz si se hace oscilar la presión del vapor durante el rociado. El cuadro 7 contiene un análisis de calidad del CPP producido por SONAFAP.

Durante las fases iniciales de la producción con alcohol etílico, las reservas disponibles de este solvente eran muy reducidas. El esquema de extracción descrito en los cuadros 4 y 5 se estableció para poder obtener un rendimiento razonable teniendo en cuenta esta limitación.

Aunque una extracción por fases a contracorriente es el método más eficaz de utilizar el solvente, en un sistema de lotes como el empleado es necesario almacenar el solvente usado ya una o dos veces para su utilización posterior; desgraciadamente no se disponía de suficiente solvente para aplicar esta práctica. Cuando más tarde en el curso del programa experimental llegaron los suministros de alcohol isopropílico, se prefirió aplazar los ensayos de extracción a contracorriente a fin de producir la mayor cantidad posible de CPP en el corto período de tiempo de que se disponía.

El grado de separación de la miscela y los sólidos entre las sucesivas fases de extracción tiene considerable efecto sobre el contenido en lípidos del producto final. La miscela que se adhiere a los sólidos tras una fase añade sus propios lípidos disueltos a los que deben eliminarse durante las fases siguientes.

La miscela se desagua desde el fondo del extractor a través de unas mangas cubiertas de género que hacen de filtro. Como tales mangas están montadas ligeramente encima del fondo del recipiente, y como no es posible exprimir o prensar los sólidos, siempre queda mucho líquido

CUADRO 7. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL CPP DE SONAFAP^a

| Núm. de la muestra | E-6 | E-7 | E-10 | IP-1 | IP-3 | IP-3 | IP-6 | IP-7 | IP-8 |
|---|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|
| Agua (%) | 3,6 | 4,1 | 3,9 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 3,2 | 4,0 | 3,9 |
| Proteína cruda (%) | 79,1 | 80,1 | 82,7 | 81,4 | 82,3 | 81,9 | 83,1 | 81,2 | 81,4 |
| Grasas cruda (%) (Weibull) | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,12 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,04 |
| Ceniza (%) | 19,0 | 18,3 | 17,2 | 16,9 | 15,9 | 15,9 | 17,0 | 16,5 | 15,7 |
| REP real (muestra de caseína) | 2,59 | 2,54 | 2,58 | | | | | 2,76 | |
| REP, caseína = 3,0 | 2,36 | 2,36 | 2,36 | | | | | 2,50 | |
| Flujo de vapor a la camisa del reactor cortado a: | 3,04 | 3,23 | 3,21 | | | | | 3,31 | |
| Residuo de AIP (ppm) ^b | 100° C | 100° C | 105° C | | | | | | |
| Fluor (ppm) | | | | 3,000 | | | | | |
| Cloro (%) | | | | 110 | 111 | | 94 | 92 | |
| Lisina presente (g/100 g) | | | 6,3 | 0,20 | 0,20 | | 0,12 | 0,12 | |
| Metionina (g/100 g) | | | 2,7 | | | | | 2,7 | |

^a Análisis de TNO, Zeist, Holanda.

^b Análisis de BCF, EE.UU.

dentro del extractor. Después de la primera fase de extracción, los sólidos retienen 1,6 veces su propio peso de miscela, retención que se reduce tras la última fase a 1,3. Si la separación se realizara mediante centrifugadora, los sólidos sólo retendrían 0,6-0,7 veces su peso de miscela. Es útil señalar que con los sólidos de torta prensada esta separación es más efectiva y rápida en cuanto se utiliza pescado crudo.

El aumento de la concentración de lípidos del CPP entre los lotes E-16 y E-2^o (cuadro 4) parece ser efecto de un filtrado menos efectivo entre fases. El género filtrante, que no se había ampliado desde el lote E-1 se iba atascando, por lo que el tiempo de desagüe de la miscela del extractor resultó insuficiente en el procesado de todos los lotes. Con el lote IP-1 (cuadro 5) se puso especial cuidado en completar cada filtrado; antes de IP-2 e IP-3 se cambiaron los filtros, resultando la extracción más fluida.

Con lotes grandes, el residuo de miscela que quedaba en el fondo del extractor después de cada filtrado resultó proporcionalmente reducido, lo que a su vez produjo el que las concentraciones finales del líquido disminuyeran después del lote IP-5. La cantidad de torta prensada sometida a extracción aumentó de 1.000 a 2.000 kilogramos en este punto.

El descenso del contenido de lípidos del CPP a partir del lote IP-1 se debió también en parte a una mayor efectividad del alcohol isopropílico (AIP) en tanto que solvente. El 1 se extrajo enteramente con un 100% de alcohol, utilizándose cantidades menores de alcohol, más concentrados que el azeótropo, en los lotes sucesivos hasta el IP-8 aproximadamente.

Las mayores concentraciones de solutos no volátiles (casi todos aceites) en la primera miscela de las extracciones realizadas con AIP prueban que se trata de un solvente más poderoso; después del lote IP-3, la primera miscela contenía siempre más agua que el azeótropo. (Véase cuadro 8). Desgraciadamente, el efecto del AIP queda en parte enmascarado por el proceso de filtrado perfeccionado que se introdujo al mismo tiempo.

No se observó mejora alguna en la extracción cuando los sólidos se lavaban durante 30 minutos en cada fase, en vez de 15 minutos. Por consiguiente, la distribución de los lípidos entre los sólidos y el solvente alcanza su equilibrio al parecer en menos de 15 minutos.

Como se ha dicho antes, el extractor también sirve como secador de los lotes gracias al calor que se suministra mediante una camisa de vapor y 12 tubos internos de 100 mm de diámetro que recorren horizontalmente el extractor y por los que fluye también vapor. La rotación del extractor pone a los sólidos en contacto con las superficies así calentadas.

El secado se realizó a la presión atmosférica y a temperaturas hasta de 90° C; durante el período de secado se evaporó la mayor parte del solvente. El calentamiento continuó bajo 500 mm de vacío hasta 105° C, o, en algunos casos, hasta 110° C, y aún 115° C. Después de alcanzar 95° C, el secador se roció con vapor por lo menos durante 30 minutos.

El secado duró generalmente de dos a cuatro horas, según el volumen del lote.

En el momento en que escribimos esta memoria sólo se conocen algunos análisis del residuo de alcohol isopropílico que permanece en las muestras: 3.000 ppm en el caso de IP-1, y 2.000 ppm en el de IP-10. Como ambos residuos son demasiado elevados, será necesario aplicar un rociado más largo y obtener un mejor contacto entre el vapor y el CPP. Es posible que una temperatura más elevada (quizá hasta 130° C) fuera asimismo beneficiosa.

Con referencia al rendimiento, 1.000 kg de torta prensada produjeron como término medio 446 kg de CPP, mientras que se necesitaban unas 2,8 toneladas de pescado para producir una tonelada de torta. Esto da un rendimiento general del 16% de CPP a partir del pescado crudo.

Un análisis químico del pescado crudo da las cifras siguientes: lípidos, 14%; volátiles (en agua), 66%; sólidos (por diferencia), 20%. Por tanto, el rendimiento de "sólidos" en forma de CPP es de un 80%.

El análisis cuantitativo de las sardinas de la región de Agadir dio los siguientes promedios: grasas, 11%; proteína, 15,7%; otras sustancias orgánicas, 0,8%; sustancias inorgánicas, 3,5%. [2] El contenido de grasas varía según la estación, pero el porcentaje de agua más grasas es generalmente constante.

Se efectúa la evaporación de la mistela final, que es la más concentrada, a la presión atmosférica con objeto de separar el alcohol y

CUADRO 8. CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS NO VOLÁTILES TOTALES EN LA MISCELA DE LAS DIVERSAS FASES DE EXTRACCIÓN, Y CONTENIDO EN LÍPIDOS DEL CPP (Porcentaje)

| Lote núm. ^a | Fase de extracción | | | | Contenido de lípidos del CPP |
|------------------------|--------------------|------|------|------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| E-9 | 1,26 | 0,66 | 0,44 | 0,20 | 0,28 |
| E-13 | 1,77 | 0,90 | 0,60 | 0,30 | 0,28 |
| E-17 | 2,61 | 1,38 | 0,54 | 0,29 | 0,36 |
| E-19 | 1,83 | 1,14 | | | 0,39 |
| E-21 | 1,95 | 1,26 | 0,75 | | 0,36 |
| IP-1 | 2,28 | 0,77 | 0,24 | 0,08 | 0,16 |
| IP-3 | 2,34 | 0,72 | 0,31 | 0,19 | 0,29 ^b |
| IP-4 | 2,20 | 0,88 | 0,44 | 0,15 | 0,18 |
| IP-5 | 2,33 | 0,79 | 0,35 | 0,16 | 0,18 |
| IP-6 | 2,75 | 0,93 | 0,82 | 0,14 | 0,12 |
| IP-7 | 2,34 | 0,86 | 0,33 | 0,09 | 0,16 |

^a E - Lotes sometidos a extracción con alcohol etílico.

IP - Lotes sometidos a extracción con alcohol isopropílico.

^b Sometido a extracción durante 36 horas en aparatos BBS, en comparación con 8 horas en otros casos.

la mayor parte del agua del aceite, los sólidos y las sustancias disueltas. A continuación se separan el agua y el alcohol por rectificación, en la que la corriente superior del alcohol limpio tiene una concentración próxima al azeótropo.

El evaporador es simplemente un cilindro vertical de 5.000 litros de capacidad con un serpentín de 50 mm de diámetro en el fondo para el vapor. Terminado el procesado de dos lotes de CPP, el licor del fondo (aceite y agua) se descarga con vapor y se vierte en barriles.

La columna de rectificación está construida especialmente para el alcohol etílico y tiene 24 bandejas de burgujero en la sección de rectificación y 15 en la sección de extracción. El calor se suministra por inyección directa del vapor en el fondo de la columna, la cual mide 1.100 mm de diámetro y 8,7 m de altura.

La separación del AIP del agua mediante rectificación es más fácil que la del alcohol etílico. Para demostrar esto, se han trazado en la figura 3 las curvas de las constantes del equilibrio de evaporización (y/x : y es la concentración del alcohol en la fase vapor en equilibrio, y x su concentración en la fase líquida) para ambos alcoholes a bajas concentraciones y a concentraciones próximas al azeótropo. Queda claro que el AIP es considerablemente más volátil que el alcohol etílico en ambos casos, por los que, en teoría, se precisan menos fases para alcanzar una separación dada. Si bien no se intentó analizar en detalle el funcionamiento de la columna de rectificación de SONAFAP, se halló que una tasa útil de rendimiento era la siguiente: 1.000 litros por hora de destilado superior con un contenido de 92 a 93% de alcohol etílico (azeótropo, 95,6%) y licor del fondo con 0,11 a 0,12% de alcohol etílico. Con AIP, la columna funcionó satisfactoriamente con 1.000—1.100 litros por hora de destilado superior al 86—87% de AIP (azeótropo, 87,7%), y fondos con 0,05% aproximadamente de AIP.

Al ir avanzando la extracción, el pH de la mezcla se fue elevando por etapas desde 6,5 a 8,0; el solvente condensado procedente de las operaciones de secado y de extracción por vapor presentaba un pH aún más elevado: de 8,0 a 8,5. También el pH del alcohol diluido destilado del evaporador era más elevado que el de la alimentación: 7,5—8,0 contra 6,5—7,0.

Otros autores han observado ya que el olor a pescado aparece frecuentemente en CPP para cuya producción se han empleado solventes ya usados anteriormente. [1] Esos olores proceden principalmente de aminas volátiles y explican gran parte del aumento de pH observado aquí.

Se añadió ácido fosfórico al alcohol diluido procedente del evaporador antes de su rectificación, procurándose mantener su pH en 6,0—6,5 al ser alimentado a la columna. Para mantener el pH a tan bajo nivel si necesitaron 10 miliequivalentes de ácido fosfórico (suponiendo dos equivalentes por mole) por cada litro de alcohol diluido. El ácido fosfórico

convierte las aminas volátiles en sus sales fosfatadas no volátiles, causando así su eliminación del sistema junto con el licor del fondo de la columna. No se observó pérdida de solvente, cuya calidad tampoco parece deteriorarse con el repetido uso.

No se encontraron problemas importantes para la recuperación del solvente aunque se había producido considerable cantidad de espuma dentro del evaporador en las campañas previas en 1965 y 1966. En fases

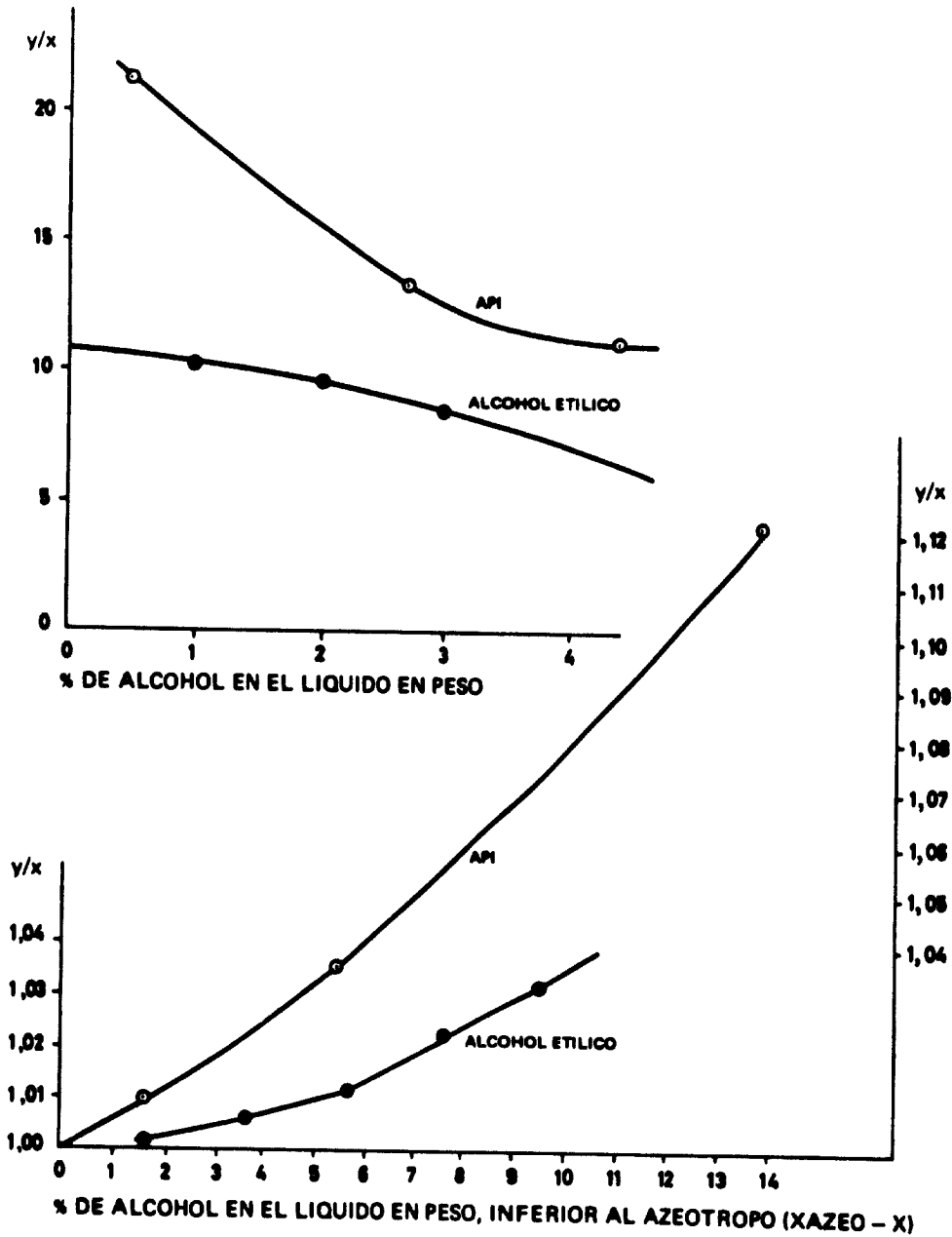


Figura 3. Volatilidad relativa del alcohol y del agua

posteriores no se tropezó con obstáculos de este tipo, excepto por una pequeña cantidad de espumeo. Es posible que el aceite más viscoso extraído de la harina seca fuera la causa de la espuma en las operaciones previas.

La espuma se produjo cuando el evaporador se alimentó con soluciones que contenían muy bajas concentraciones de alcohol después de haberse lavado los tanques con agua. Sin embargo, fue muy fácil suprimir la espuma añadiendo un poco de aceite lubricante, que contiene un compuesto antiespuma (Esso Estor HF 40).

Se procuró tratar el producto con antioxidantes para evitar la aparición de sabores producidos por oxidación del bajo contenido de lípidos residuales en el CPP. Así, se añadió ascórbico o BHT (antioxidante de uso con aceites y grasas) en una proporción del 0,05% al solvente limpio que entraba para la última fase de extracción. De esta manera, los sólidos tendían a "extraer" el antioxidante del solvente según éste iba desplazándose en el proceso de extracción a contracorriente. Como la obtención de un contacto efectivo con lípidos contenidos en sólidos es muy difícil por medio del uso de antioxidantes, el método propuesto debiera resultar muy efectivo, ya que permite que el agente permee los sólidos. Sin embargo, aún no ha transcurrido suficiente tiempo para juzgar los resultados.

Este uso de BHT para impedir el gusto rancio en las harinas de pescado con un contenido de 1% de lípidos aproximadamente debiera ser estudiado más a fondo, ya que puede producirse mediante extracción por solvente un concentrado de ese tipo más económicamente que el CPP de bajo contenido graso.

La obtención de las adecuadas condiciones higiénicas en la primera parte del proceso —hervido, prensado y fase de desintegración— presentó un cierto problema. Si bien para la producción de harinas para piensos el equipo de SONAFAP es excelente, se precisan mejores condiciones higiénicas para la de alimentos para consumo humano.

En teoría, la caldera de hervido, la prensa, el desintegrador, y los mecanismos de transporte con ellos relacionados deben ser de acero inoxidable, lo que hace posible la limpieza de los residuos sólidos de pescado al terminar las operaciones del día. Además, todo el equipo debe estar dispuesto de tal manera que los desagües sean perfectos, eliminándose todos los estrangulamientos en los que pudieran acumularse los sólidos de pesaado.

Aparte del hecho de que las condiciones higiénicas de la planta durante la fase inicial de producción no eran todo lo satisfactorias que hubiera sido de desear, el producto estaba casi enteramente libre de bacterias nocivas, lo que demostró la eficacia de la extracción con alcohol caliente. Además, debe notarse que la primera parte de la planta siempre se mantuvo en operación durante períodos suficientes para quedar total-

mente purgada y alcanzar la temperatura de funcionamiento antes de que la torta prensada llegase a la fase de extracción.

Las muestras de miscela indicaron que la solubilidad de los lípidos en alcohol decrece grandemente al descender la temperatura. Al enfriar una muestra de una miscela final con alcohol etílico, que había estado en contacto con la torta a 70° C, comenzó a enturbiarse a 65°—60° C y quedó enteramente turbia a 45°—50° C. Esta observación indica que la solubilidad de algunos componentes lípidos es baja hasta temperaturas de unos 65° C. La miscela final del experimento contenía un 77% de alcohol etílico; los lípidos resultaron algo más solubles en un alcohol de mayor concentración.

Para la eficacia del procedimiento es importante extraer a una temperatura próxima al punto de bullición del solvente, temperatura que debe mantenerse mientras se filtran los sólidos y la miscela (o se separan por otros medios) entre las fases de la extracción.

El agua y el aceite extraídos del evaporador resultaron ligeramente ácidos: pH 6,5. El aceite, aunque más oscuro que el obtenido de la prensa, parecía ser de calidad utilizable. El aceite obtenido de la extracción con harina de pescado era negro y viscoso —casi un breá—, lo que es otra prueba más de la polimerización inducida por oxidación en el secador de harina de pescado.

En el curso de estos trabajos se produjo CPP con otros pescados además de las sardinas. La caballa se utilizó para el lote IP-4, y el E-19 era una mezcla aproximada de 50% de anchoas, 20% de caballa y 30% de sardinas. Además, vario lotes se fabricaron a base de sardinas con un 10% de anchoas. Estos pescados no plantearon problemas de procesado, resultando un CPP al parecer equivalente al de las sardinas. El CPP de caballa tenía un color ligeramente más claro debido al tono menos oscuro de la carne del pescado. Es muy probable que pueda fabricarse CPP de buena calidad a partir de cualquier pescado comestible.

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PLANTAS DE CPP A BASE DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTE

La experiencia adquirida con la operación de la planta de SONAFAP ha resultado en ciertas nociones sobre el diseño de plantas para la extracción a base de torta prensada. En primer lugar, el extractor (y probablemente también el secador) deben ser alimentados continuamente. El equipo puede ser de menores dimensiones y la operación más simple y más económica que en el caso de un sistema de producción de lotes. La extracción debe hacerse a contracorriente, con tres, o posiblemente cuatro, fases de contacto. La figura 4 indica un número bastante limitado de etapas de los procesos y contiene algunas de las secuencias de operaciones necesarias para la producción de cinco toneladas diarias de CPP.

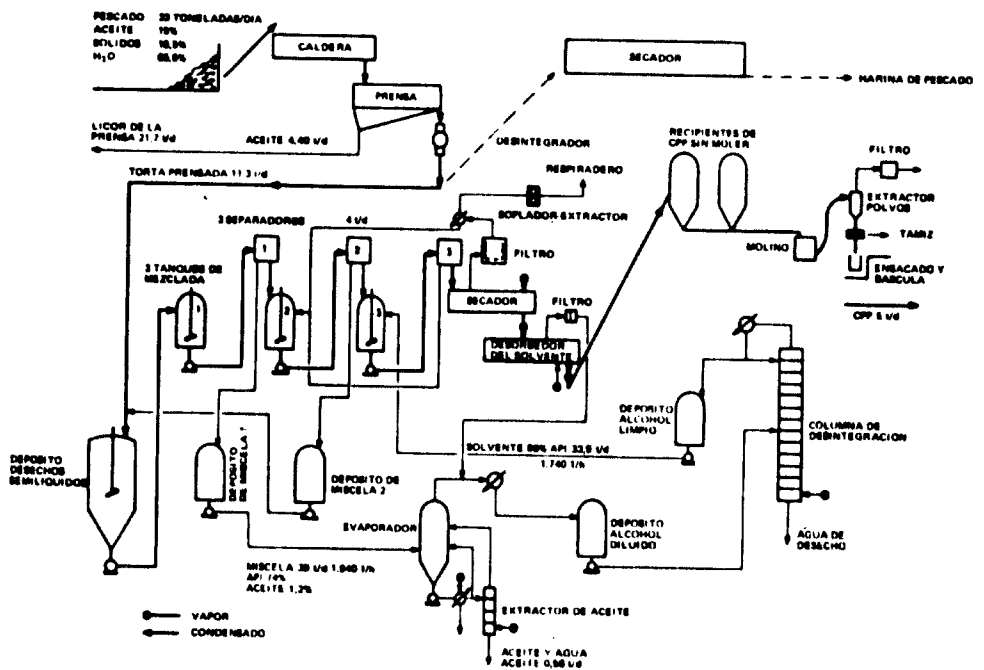


Figura 4. Proceso de manufactura de CPP a partir de torta prensada

Como el pescado es un producto muy perecedero, debe ser procesado antes que transcurran muy pocas horas después de su llegada a la planta. Por dicha razón, la caldera y la prensa deben tener una capacidad varias veces superior a la del sector de extracción con solvente: quizá de 5 a 7 toneladas de pescado fresco por hora en este caso. Para la más económica utilización de dicho equipo, debe suministrarse un secador para producir harina de pescado en las ocasiones en las que la torta de prensa no se necesita para el proceso de extracción.

Para el almacenaje de la torta prensada debe existir un tanque en el que ésta se mezcla con alcohol (en realidad, con miscela de la segunda fase de extracción). La posibilidad de almacenar torta durante uno o dos días permitiría la operación continua del extractor.

La figura 4 señala la efectividad de la caldera de hervido y de la prensa para eliminar el agua y el aceite: así puede eliminarse casi el 90% del aceite con anterioridad a la fase de extracción.

Se suponen tres etapas de extracción y una proporción de solvente y torta prensada de 3 a 1. Si la separación de la miscela y de los sólidos entre las distintas fases es completa, de modo que los sólidos húmedos contengan menos del 50% de solvente, la proporción de éste puede ser menor, rindiendo un CPP con 0,3 de lípidos. Además, el uso de una cuarta fase de extracción reduciría las necesidades de solvente a 2,5 a 1 o menos.

La separación entre las fases de extracción puede obtenerse de diversas maneras: por centrifugación, prensa de tornillo, tamices, filtros y aún por sedimentación.

Después de salir del secador y del desorbedor, el CPP debe ser manejado con extremo cuidado para evitar toda contaminación. Se recomienda su almacenaje en varias tinas bien protegidas, de manera que el molido y el empaquetado puedan realizarse por un solo turno. Esto permitiría una mejor vigilancia de dichas operaciones de importancia crítica, aunque también supondría un molino de más grandes dimensiones.

La figura 4 muestra un evaporador usado en este proceso para separar el alcohol y el agua del aceite y de los sólidos de pescado en la miscela. Sin embargo es probable que la miscela pudiera alimentarse directamente a una columna, en cuyo fondo el alcohol pudiera ser extraído del aceite y del agua. Tal método, que debiera probarse experimentalmente, simplificaría el proceso y disminuiría considerablemente las necesidades de vapor.

RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENTE PRODUCCIÓN DE CPP

Al considerar la fabricación de CPP, es necesario estudiar los efectos de diversos factores sobre el costo del producto final. En el pasado se ha tendido a descuidar un número de importantes consideraciones que a continuación enumeramos en orden aproximado de importancia:

- 1) Es esencial el suministro de suficiente pescado a bajo costo, necesidad evidente a la que sin embargo no siempre se ha prestado la suficiente atención. Los peces de menor costo son los pequeños clupeoides —sardinias, anchoas, arenques, etc.— que se reúnen en grandes bancos y pueden ser pescados muy eficazmente por el procedimiento de las redes de arrastre. Debido a su bajo costo, suministran la mayor parte de la materia prima para la harina de pescado.

Aunque el elevado contenido graso de las variedades clupeoides puede complicar el procesado de las mismas para obtener CPP y resultar en un producto más oscuro que el fabricado con pescado blanco, el subproducto de tal manufactura —el aceite— puede reducir considerablemente el costo del CPP.

- 2) La calidad del pescado debe ser buena. En las épocas calurosas, los pescados clupeoides se deterioran considerablemente dentro de las 12 horas a partir de su captura. La mayor parte de esos pescados son pequeños, con carne y tejidos delicados, por lo que los enzimas nocivos contenidos en sus entrañas se dispersan más fácilmente que en los pescados de mayor tamaño. Además, por razones de economía, las capturas se manejan en grandes lotes, lo que ocasiona la inutilización de numerosos pescados y acelera la putrefacción.

Esos factores exigen que la planta esté ubicada en un lugar en el que el pescado pueda desembarcarse y procesarse a las muy

pocas horas de su captura. Los métodos de refrigeración permiten el uso de flotas pesqueras de más largo alcance, pero estos pescados pequeños sufren graves deterioros al ser golpeados por el agua de mar refrigerada que se utiliza para su conservación. Asimismo, la conservación en hielo o mediante congelación del pescado es por lo general demasiado costosa para permitir una producción económica del CPP.

El pescado conservado en depósitos de congelación sufre la oxidación de sus lípidos, denominada "quemadura de congelado", lo cual origina un sabor desagradable que no puede ser eliminado mediante la extracción con alcohol.

En los países en desarrollo existen generalmente cantidades considerables de pescado costero, siendo Marruecos especialmente favorecido en este respecto ya que sus aguas costeras contienen grandes reservas de sardinas.

- 3) La proximidad a una planta de fabricación de harina de pescado es esencial. Durante mucho tiempo todavía la producción de harina de pescado excederá grandemente a la de CPP. Por consiguiente, para justificar la existencia de flotas pesqueras que alimenten la fabricación de CPP cuando el pescado es escaso, es necesario que exista una planta de harina de pescado para absorber el exceso de pesca cuando se produzcan grandes capturas. Además, el pescado de calidad inferior puede suministrarse a la planta de harina, cuya producción encuentra la necesaria demanda en el mercado para mantener una flota lo suficientemente grande para poder ser eficiente.

La mayoría de las plantas de harina de pescado se hallan equipadas para utilizar los subproductos (aceites y aguas viscosas) de una planta de CPP; esta posibilidad puede ahorrar costos y reducir los desechos inútiles. También se pueden obtener economías organizando la utilización en común de las instalaciones de una planta de CPP y de una fábrica en mayor escala de harina de pescado, ya que en la operación de ambas se pueden utilizar los mismos sistemas de canalización del vapor y del agua, de fuerza eléctrica y de eliminación de desechos.

- 4) La existencia de eficientes instalaciones portuarias para la descarga del pescado en la planta misma representan una gran ventaja. El transporte del pescado en camiones del puerto a la planta de fabricación es costoso y perjudica la calidad de aquél debido al tiempo necesario para el transporte, el calor sufrido durante el mismo y las operaciones de manipulación.
- 5) Finalmente, es ventajosa la ubicación de la planta cerca de otras instalaciones industriales. La existencia de mano de obra calificada, combustible, suministros, electricidad y transporte es

importante para la económica operación en la planta. Aunque algunas ciudades pequeñas con puerto disponen probablemente de todos esos elementos en grado suficiente, una planta de producción de CPP no puede considerarse empresa adecuada para una aldea o una región que no posea una infraestructura industrial.

REFERENCIAS

1. United States Bureau of Commercial Fisheries, National Center for Fish Protein Concentrate (comunicación personal).
2. DEGERO, J. B. (1961), "Composition Biochimique de la Sardine", *Bull. Inst. Pêches Maritime du Maroc*, 6, 69, número de marzo.

6. OBSERVACIONES SOBRE LA ELABORACION DE PESCADO*

ELABORACIÓN EN EL MAR [1—5]

En formas simples, la elaboración de pescado en el mar se viene efectuando desde hace mucho tiempo. Ya en el siglo XVI, los pescadores portugueses preparaban a bordo grandes cantidades de pescado salado [6]; y la historia de la elaboración, el envasado e incluso la congelación de la ballena en alta mar es ya muy larga. Con todo, la enorme extensión de las operaciones de elaboración y conservación del pescado en alta mar puede considerarse fenómeno propio de los años posteriores a la segunda guerra mundial. Esa extensión se ha producido a raíz de la creciente escasez de las especies que tradicionalmente vienen consumiendo los países pesqueros que emplean técnicas avanzadas de pesca y que son expertos consumidores —especies que sólo pueden pescarse bien con barcos dotados de equipos de congelación—, junto con el aumento de la producción pesquera en países que tradicionalmente no se han dedicado a la pesca de altura.

El agotamiento de las especies actúa como factor decisivo del desarrollo de la elaboración en alta mar; [7] pero también contribuyen a ello otros factores de orden económico. Por ejemplo, hay ciertas especies cuya pesca es estacional o de tan corta duración que la elaboración en tierra resulta entieconómica. Ahora bien, en tales casos conviene examinar la industria pesquera en función de la industria alimentaria en su conjunto; pues tal vez haya otros tipos de productos —frutas, legumbres y hortalizas, por ejemplo— cuya cosecha se efectúe en temporadas complementarias y que puedan envasarse o congelarse en instalaciones comunes; en cuyo caso será más ventajoso proceder a la elaboración del pescado en tierra que en el mar.

Otro factor que ha contribuido al desarrollo de la elaboración en alta mar es la falta de bases costeras, como ocurre en algunas regiones del norte del Océano Pacífico y del Océano Atlántico, en donde el clima y las comunicaciones plantean considerables problemas. El grado de elaboración depende de la índole del proceso global de conservación; pero, en general, los gastos de elaboración en tierra son mucho más bajos. Casi todas las operaciones pesqueras en alta mar suponen en alguna medida un comienzo de elaboración, como por ejemplo, la evisceración previa a la refrigeración.

* Documento presentado en la reunión por Noel R. Jones, Jefe del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Alimentación, Instituto de Productos Tropicales, Londres, Reino Unido.

Uno de los incentivos de la elaboración en el mar es que en el barco-factoría no influyen los factores que determinan la situación local en tierra —por ejemplo, los problemas laborales— o su influencia es menos acusada. Además, el pescador comprende más fácilmente, que su intervención en la operación debe estar coordinada con la del elaborador, y éste está, por consiguiente, menos expuesto a lo que pudieran considerarse poco racionales de los pescadores locales. Por último, la movilidad —es decir, la posibilidad de dirigirse a otras zonas de pesca— es importante ventaja para un pescador, aunque la explotación de barcos-factoría o de barcos-frigorífico de gran radio de acción puede ocasionar problemas con las autoridades encargadas del control marítimo o conflictos con los intereses pesqueros locales.

En el mar pueden llevarse a cabo diversas operaciones de elaboración: el procedimiento que se adopte depende de las especies de que se trate. Algunas son susceptibles de elaboración por diferentes procedimientos; los clupeiformes, por ejemplo, se pueden curar con sal, congelar o envasar en el mar. Pero las necesarias operaciones de elaboración previas a la conservación definitiva pueden diferir, incluso dentro de una determinada especie y, en mayor medida, de especie a especie; ejemplos son la congelación de los filetes de pescados de carne blanca y el envasado del cangrejo real. Por esa razón, en el presente trabajo sólo se examinan los procedimientos de interés general o cuya importancia económica es cada vez mayor, como la elaboración primaria y la congelación en el mar con miras a la elaboración secundaria o a la venta directa en tierra. [2, 8]

*Elaboración preliminar: lavado, descamación,
descabezamiento y evisceración [3]*

En general, el descabezamiento y la evisceración son procedimientos aplicables a gran número de especies destinadas a elaboración ulterior o para el consumo directo en mercados que los adquieren rápidamente. Con todo, hay mercados que exigen el pescado intacto; además, la evisceración no mejora necesariamente las cualidades de conservación de todas las especies que se someten a refrigeración o congelación.

Desde hace algunos años se dispone de equipo técnicamente adecuado para el lavado y la descamación (este último constituido con frecuencia por un tambor rotatorio reticulado) de algunas especies. Las máquinas que se emplean para el descabezamiento y, más recientemente, para la evisceración de muchas especies son también aceptables desde el punto de vista económico. Para muchas especies también se dispone de máquinas que combinan esas operaciones con la preparación adecuada de filetes.

Los resultados obtenidos con ese tipo general de equipo de elaboración de pescado difieren de los que se logran mediante la operación manual, según las características del pescado de que se trate. A veces es preciso sopesar la ventaja de los mejores precios obtenidos gracias a la calidad superior lograda mediante la operación manual y la reducción de los

gastos cuando se utilizan máquinas ya que entonces se necesita menos tripulación. Y ambos factores deben examinarse en función de la necesidad de espacio para la elaboración y para el almacenamiento, que puede determinar la duración del viaje cuando no se dispone de medios de trasbordo.

Almacenamiento intermedio previo a la elaboración secundaria a bordo
[2, 3, 9—11]

Uno de los primeros cálculos que realizan los proyectistas de barcos-factoría es el del almacenamiento intermedio de corta o, a veces, de larga duración. En los comienzos se pensaba que el problema se reducía esencialmente a demorar lo más posible la entrega del pescado al elaborador limitando a un máximo los deterioros. Pero luego fue comprendiendo cada vez mejor que para producir, por ejemplo, filetes congelados de la más alta calidad es necesario realizar la operación en determinados períodos y en condiciones especiales de enfriamiento a fin de evitar el desangrado y la rigidez cadavérica [2, 12]. No hay un método de enfriamiento que sea preferible a los demás; pero cada vez resulta más evidente que el agua de mar refrigerada, además de presentar muchas ventajas económicas en relación con el enfriamiento de corta duración, no ocasiona la disminución de la calidad resultante de la pérdida de sales. La utilización para el almacenamiento de más larga duración (aproximadamente de un día) de hielo común hecho con agua dulce reporta ventajas en cuanto a la calidad, pero en las operaciones integradas de elaboración en el mar se utiliza más frecuentemente agua de mar refrigerada.

Este tipo de almacenamiento intermedio se aplica mayormente, con toda probabilidad, a procesos que suponen la congelación en el mar, [2] aunque también tiene importancia para otros procesos. Por ejemplo, cuando la desecación del pescado se efectúa en el mar, es necesario evitar las contracciones que ocurren durante el paso al estado de rigidez, pues modifican el volumen de los tejidos y, en consecuencia, pueden influir desfavorablemente en la economía del desecado. Es evidente que cuando se trata de operaciones de envasado debe concederse a estos aspectos más atención de la que comúnmente se les presta, especialmente en regiones de clima tropical donde a veces se ha tropezado con dificultades al producirse descomposición.

Preparación de filetes [2, 12]

La preparación de filetes es una operación fundamental en varios procedimientos de elaboración de pescado. Existen en uso común máquinas de un alto grado de eficacia para el trabajo en el mar; algunas realizan varias operaciones diferentes, como la evisceración, el desollamiento y otras.

El empleo de máquinas para realizar esas operaciones puede reportar importantes economías ya que puede disminuirse la tripulación; pero algunas máquinas no pueden preparar bien filetes de pescado en estado

de rigidez; además la manipulación del pescado fileteado en estado previo a la rigidez, como el filete húmedo plantea problemas. Por ejemplo, los filetes sometidos a temperaturas elevadas o manipulados bruscamente pierden con frecuencia peso debido a la contracción; lo que, naturalmente, puede resultar en importantes pérdidas económicas. Además, algunos consumidores rechazan los filetes muy contraídos.

En consecuencia, el control del grado de rigidez del pescado fileteado en el mar con anterioridad al rigor mortis puede ser decisivo para el resultado económico de la operación. El tipo de almacenamiento intermedio mencionado anteriormente es por lo general inadecuado para el pescado íntegro. El enfriamiento de corta duración en agua puede constituir un tratamiento aceptable para algunos filetes, aunque podría presentar riesgos microbiológicos desaprobados por las autoridades sanitarias (y otras dificultades técnicas en los distintos tipos de inmersión, con excepción de las más breves). Para la manutención de filetes obtenidos antes del estado de rigidez parece preferible el tratamiento mediante aire enfriado.

Congelación

La congelación de pescado en el mar fue objeto de un examen pormenorizado en la Conferencia Técnica de la FAO en 1967. [13] El tema se examinó también dentro del cuadro general de los problemas de refrigeración de alimentos en países en desarrollo en una reunión de expertos de la ONUDI celebrada en Viena en 1969 [14] Por eso consideramos que en el presente trabajo no es necesario tratar esta cuestión en detalle. Pero cabe señalar que las rápidas innovaciones introducidas en este sector en el último decenio figuran entre las más importantes de la industria pesquera. No sólo han establecido las bases de nuevos procedimientos de distribución y de elaboración terciaria en tierra, sino que también permiten esperar una considerable ampliación del almacenamiento intermedio para las operaciones de fabricación a bordo (aunque cabe dudar de que estas últimas reemplacen en gran medida la producción en el mar de pescado congelado destinado a la distribución directa o a su elaboración adicional en tierra).

En una evaluación de las técnicas modernas para la congelación de pescado íntegro en alta mar, Ranken [3] señala que en los comienzos lo que se procuraba era la mínima modificación de las instalaciones de los buques pesqueros de rastreo en comparación con las utilizadas en los métodos tradicionales de congelación, pero que en estos últimos tiempos de lo que se trata fundamentalmente es de "limitar el capital, los gastos de explotación y los problemas de tripulación relacionados con los buques congeladores, dejando que las pertinentes operaciones de elaboración se ejecuten en tierra, en la mayor medida posible, donde pueden realizarse mucho más económicamente en gran escala, con mano de obra

más barata y apropiada, empleando incluso mujeres, y en forma más disciplinada y controlada". En la práctica, la situación es muy diferente de un país a otro o de una a otra empresa, y pueden aducirse argumentos de igual peso basados en el menor costo del almacenamiento y el transporte marítimo en favor de la ejecución total en algunos casos de las operaciones de preparación de filetes y de congelación en el mar [15], especialmente cuando se trata de pesquerías en regiones alejadas donde no se cuenta con plantas de elaboración en tierra.

Los métodos óptimos de congelación en el mar están determinados en gran medida por la clase de producto que se desea obtener.

La congelación en salmuera [4] presenta ventajas económicas cuando el producto puede soportar ese tratamiento, como ocurre con el atún para envasado. Pero muchos productos congelados toleran sólo una limitada cantidad de sal, pues pueden adquirir por impregnación sabores no apetecibles de "pescado salado" (sobre todo si son deficientes las condiciones de almacenamiento del producto congelado); por lo general, también se produce más rápidamente la rancidez oxidativa.

Por lo común, el pescado se congela en el mar en congeladores de chapa o de corriente de aire. [4] En algunos buques pesqueros de rastreo con equipo de congelación —especialmente en barcos japoneses— se utiliza un tipo de "semi-corriente de aire" que combina elementos de ambos sistemas.

Los congeladores de corriente de aire se prestan a más adaptaciones que los congeladores de chapa para las operaciones en el mar, pero son menos económicos en algunos aspectos, sobre todo en lo que respecta al espacio necesario en relación con la capacidad de producción. Ranken [3] examina los procedimientos básicos de congelación en el mar en relación con el tipo de buques y con la estructura de la actividad pesquera en conjunto. El congelador vertical de chapa ha resultado eficiente para la congelación de pescado íntegro prestándose muy bien a una organización vertical de las operaciones de elaboración a bordo. Los congeladores horizontales de chapa resultan ventajosos para la congelación "en bloque" (por ejemplo, de filetes). En algunas situaciones ofrecen ventajas reales (junto con los sistemas de semicorriente de aire) sobre los sistemas verticales. En algunos barcos europeos pueden realizarse dos tipos de congelación: congelación de filetes y de pescado íntegro, por ejemplo. En algunos barcos japoneses esta adaptabilidad abarca la congelación de carne de pescado picada para procesos secundarios de elaboración correspondientes a la producción en tierra de embutido de pescado o "kamaboko" (véase más adelante).

Hoy se dispone de suficientes conocimientos en lo que respecta a los límites de tiempo y temperatura para el almacenamiento subsiguiente a la congelación, así como sobre la conveniencia de que las temperaturas sean de -30°C o inferiores para cualquier tipo de almacenamiento de

larga duración. Actualmente esas son las temperaturas que por lo común se suponen al proyectar buques pesqueros de rastreo y congeladores.

La posible utilización de nitrógeno líquido como refrigerante para la congelación de pescado, tanto en el mar como en tierra, suscita en la actualidad gran interés [16, 17]. Se ha sugerido que ese procedimiento, de aplicarse a la congelación de pescado en el mar, tal vez fuese especialmente adecuado para la preparación, por ejemplo, de filetes separados de congelado rápido, habiéndose señalado que, en comparación con otros sistemas de congelación, son bajas las inversiones iniciales en concepto de equipo de congelación. Se espera con gran interés el resultado de nuevos ensayos, especialmente la información obtenida sobre la relación entre gastos de explotación y de capital en operaciones que se realicen en el mar.

Descongelación [18—20]

En estos últimos años se ha prestado creciente atención a los problemas económicos de la descongelación en función del control de la calidad y de la rapidez y la adaptabilidad. Para hacer ese tipo de cálculos se han tomado fundamentalmente como base las operaciones de descongelación en tierra correspondientes a la reelaboración y al transporte y venta de filete "fresco" al consumidor. Con todo, pueden aplicarse consideraciones un tanto similares a la proyectada utilización del almacenamiento intermedio del producto congelado, de mayor duración que el almacenamiento en refrigeración mencionado anteriormente, para las capturas pesqueras realizadas durante una noche y destinadas a su envasado en barcos factorías. Actualmente se considera que es probable que las mejoras que supone este tipo de almacenamiento intermedio, comparado con el almacenamiento por refrigeración, sólo resulten económicas para productos de pesquería del más alto valor, tales como los mariscos enlatados.

Merrit ha realizado una comparación, desde el punto de vista económico, de los descongeladores por inyección de agua, de resistencia dieléctrica y eléctrica, de similar capacidad de producción. Parecería que, para muchos usos, un solo descongelador de circulación de agua de horno de diseño Torry presenta ventajas, especialmente en los casos en que al aire ambiente tiene temperatura elevada; los sistemas dieléctricos continuos quizá ofrezcan ventajas decisivas en relación con la economía de espacio en las operaciones a bordo.

Virtualmente, ese equipo, si bien es adecuado para el pescado congelado antes de la rigidez, podría causar dificultades si se utilizase para el pescado congelado en estado de rigidez, con las pérdidas económicas consiguientes producidas por el "escurrimiento". Con todo, hoy se dispone de considerable experiencia sobre esas técnicas para evitar tales pérdidas; [2] la utilización de ese tipo de almacenamiento intermedio en operaciones realizadas en barcos factorías no debería plantear problemas si se confía a personal competente en control de calidad.

Enlatado [1]

El enlatado en factorías flotantes se realiza en la actualidad principalmente en barcos japoneses, rusos y norteamericanos que operan en el Pacífico Norte, y se aplica a capturas de salmón y crustáceos de alto valor. En ciertas condiciones, el enlatado de especies de menor valor — como algunos pescados parecidos a la sardina — también puede resultar interesante económicamente. Como ocurre con los modernos buques pesqueros de rastreo, esos barcos disponen de una gran variedad de maquinaria y equipo especializados. La mayoría de las operaciones de enlatado en el mar se realizan en buques nodriza de grandes dimensiones.

Aunque el mejoramiento de la calidad mediante la utilización de aditivos está todavía en sus comienzos en cuanto a su aplicación en los buques pesqueros de rastreo y congeladores, hay grandes posibilidades de que tales técnicas ayuden a ampliar los mercados de productos enlatados. Mediante su uso es posible modificar el sabor, la consistencia y la apariencia del pescado.

Actualmente, para reducir los gastos en concepto de tripulación, puede introducirse un alto grado de automatización en las operaciones de enlatado. Además de los elevados costos que suponen la tripulación y las necesidades de espacio para su alojamiento y para el equipo, otro factor importante relacionado con el enlatado es la disponibilidad de agua dulce. Anteriormente, en los Estados Unidos, para llevar agua a algunas factorías de conserva de pescado alejadas de la costa se utilizaban barcazas. Hoy en día, los modernos barcos factorías que operan en alta mar emplean equipos de destilación en gran escala.

Salado y desecación [2, 6, 21]

La salazón fue el primer proceso de conservación que se aplicó en el mar, y hoy continúa desempeñando importante papel en algunas pesquerías.

En la tradicional pesca portuguesa de la dorada en los Bancos Grandes, la captura se realiza, durante el día, con cebos, y está a cargo de pescadores que operan aisladamente en pequeños botes desprendidos de las goletas nodrizas. Por la noche, en el barco nodriza, se procede a abrir el pescado, lavarlo y colocarlo en barriles entre capas de sal. Si bien algunos pescadores de otros países ejercen también ese tipo de pesca, llena de azares, existe una tendencia cada vez más marcada a sustituirlo por el método de los buques pesqueros de rastreo-saladores, dado que la salazón sigue empleándose, a pesar del rápido desarrollo de la industria de la congelación en alta mar y de las actividades con ella relacionadas.

La salazón en el mar de especies clupeiformes (más bien que de "peces de carne blanca") se realiza en forma directa por medio de embar-

caciones pequeñas o de barcos nodriza acompañados de pequeñas embarcaciones

El pescado curado por procesos de salazón continúa teniendo gran aceptación entre el público consumidor en muchos lugares, aunque su consumo ha disminuido rápidamente en otros debido a la competencia de nuevos productos de pescado y de otros alimentos de bajo costo.

En algunos países continúa también la demanda de otros productos de pescado desecado, del tipo "bacalao"; pero tradicionalmente la preparación de estos productos se viene realizando en tierra. En estos últimos años se ha procurado producir en el mar este tipo de pescado desecado, utilizando secadores de túnel especialmente adaptados al caso. Los índices de calentamiento y desecación se controlan cuidadosamente dentro de límites prefijados. Se esperan con interés otras informaciones sobre las innovaciones en estas técnicas, especialmente respecto a las evidentes ventajas económicas de este tipo de operación.

Observaciones finales sobre la elaboración en el mar

Si bien el enlatado y la salazón continúan teniendo importancia como técnicas de elaboración del pescado en el mar, la congelación ha alcanzado pareja importancia en el último decenio, y puede preverse que en muchos países habrá de sustituir incluso a las operaciones tradicionales de los buques pesqueros que conservan la pesca con hielo.

Las operaciones correspondientes a la elaboración primaria y a la conservación pueden realizarse ahora en el mar recurriendo en gran medida a la automatización. Asimismo, la investigación bioquímica, combinada con la de la ingeniería de refrigeración y desecación, han permitido adoptar formas satisfactorias de operación con relación a algunas especies de importancia económica. Hoy se dispone de información sobre tales técnicas, particularmente en relación con las especies de aguas frías y de aguas templadas; pero se carece de orientación adecuada respecto a muchas especies de aguas más templadas, especialmente sobre algunas que revisten interés para países en desarrollo situados en la zona tropical. [2]

La operación de barcos-factoría (sobre todo de buques pesqueros de rastreo-factoría) exige una estrecha colaboración entre quienes realizan la captura y quienes tienen a su cargo las etapas finales de la operación. De ser necesario, para que la elaboración pueda realizarse ajustándose a los requisitos establecidos en materia de calidad, habrá de reducirse el tamaño promedio de las capturas. Tal decisión supone la consideración previa de las detalladas evaluaciones de la relación entre calidad y precio.

Los planificadores interesados en proyectar programas de elaboración y conservación en el mar, al evaluar la viabilidad económica de dichos programas, deben considerar en detalle las preferencias de los consumidores respecto a los productos de pescado, así como la existencia de ade-

cuados conocimientos técnicos. Cabe mencionar aquí la reciente introducción en Africa Occidental de la industria de congelación en el mar.

Las preferencias del público consumidor en materia de productos de pescado muestran grandes diferencias. En los países en desarrollo muchos consumidores prefieren el pescado íntegro en vez del pescado en filetes o desviscerado. En algunos casos no aprecian el sabor del pescado si no es curado. En los países desarrollados varían también las preferencias del público en materia de presentación; por eso, cuando se procura establecer industrias de exportación, es preciso conocer esas preferencias, sobre todo en relación con especies no muy bien conocidas.

Más necesaria aún que la cooperación con la industria de elaboración de pescado instalada en tierra es quizá la estrecha colaboración entre el personal de planificación y proyección industriales, el tecnólogo de a bordo y el biólogo especializado en pesquería. Los cálculos de la rentabilidad relativa de la explotación en tierra y la explotación en el mar dependen en definitiva de estimaciones fidedignas sobre la potencial productividad de la pesquería; y la solución de los problemas que deben resolverse diariamente para atender a los requisitos en materia de calidad se ve facilitada en gran medida por la exactitud de las previsiones sobre el estado fisiológico general y de nutrición de las capturas.

PRODUCTOS DE PESCADO FERMENTADOS: AUTOLISADOS E HIDROLISADOS

La atribución de creciente importancia al problema de la escasez de proteínas, en las consideraciones sobre los recursos alimentarios mundiales, ha suscitado una serie de estudios sobre las posibilidades de mejorar la explotación de los recursos pesqueros. Entre esos estudios figuran evaluaciones científicas y tecnológicas de procedimientos de conservación de pescado tradicionales en el Asia sudoriental, encaminadas a difundir la aplicación de esos procedimientos sin modificaciones, o a incorporarlos a métodos más complejos y modernos que suponen la modificación del sabor utilizando agentes microbianos. En esta labor han participado diversos grupos de los Estados Unidos, Francia, el Reino Unido y otras naciones.

Hemos mencionado anteriormente que las preferencias de los consumidores son muy diversas. En muchos países en desarrollo se prefieren los productos fuertemente sazonados más que el sabor natural, relativamente delicado o moderadamente dulce, de la carne de pescado no curado, que es el que se aprecia en los Estados Unidos, en la mayoría de los países europeos y en el Japón. [22] En el Asia sudoriental, se utilizan con frecuencia técnicas de conservación fermentativa para producir pastas y salsas de pescado con marcado sabor a queso, combinado con otras características. De ese modo se agrega un complemento apetecible y de valor nutritivo a una dieta a base de arroz que de otro modo resultaría monótona; [23, 24] y el bajo costo de los procedimientos de conservación

es un factor decisivo en relación con el consumo de pescado en poblaciones de bajos ingresos que no podrían adquirir productos que implicasen gastos de enlatado, congelación o incluso de refrigeración.

En otras partes se prefieren productos menos sazonados, preparados en forma análoga, pero no sometidos a procesos de fermentación tan intensos como los que se aplican en el Asia sudoriental. Así, en Escandinavia se efectúa la elaboración comercial del arenque y la trucha fermentados mediante bacterias; pero esos productos se presentan en su estructura natural y no se venden como pastas o salsas.

Pastas de pescado fermentado [24—28]

Por lo común, los pescados (con frecuencia los clupeiformes) se limpian y luego se mezclan con sal en la proporción de una parte de sal y tres de pescado. Van Veen [24] señala que en Filipinas, para efectuar el proceso de maduración, se utilizan tinajas de arcilla y latas de cierre hermético. Dicho autor ha comprobado el uso de barriles y tinajas de madera en el Asia sudoriental.

Muchas veces la fermentación se debe, al parecer, a la actividad de las enzimas de los tejidos más que a la de la microflora. En la práctica, esto depende de la amplitud de la evisceración.

Los métodos específicos de preparación difieren mucho de un país a otro según la índole de las materias primas y las costumbres locales. El procedimiento básico mencionado anteriormente es el que corresponde al *bagoong* de Filipinas, mientras que en Tailandia se utilizan también como materia prima los camarones pequeños.

El *prahoc* de la República Khmer se prepara con pescado eviscerado, descabezado y desescamado, deshecho con los pies. El material se somete a fermentación con sal, bajo presión, en contacto con hojas de banana; y luego se lo hace secar parcialmente y fermentar al sol durante un día. Tras una nueva maceración se agrega más sal, y la masa se mantiene en jarras herméticamente cerradas por el espacio de hasta un mes.

Este procedimiento de fermentación anaeróbica se utiliza por lo común en la producción de muchas pastas de pescado, pero también se aplican otros diferentes. En Indonesia, algunas pastas de camarones o de plancton, por ejemplo el *trassi*, se fermentan al sol, anaeróbicamente, disponiéndolas en capas delgadas, ligeramente saladas.

A esos productos, para su venta, se les agrega a menudo colorantes y especias. En muchos casos el pescado se mezcla también con materiales de origen vegetal durante la fermentación o después de ella, como por ejemplo en la preparación del *padec* de Laos (que contiene salvado de arroz) y el *phauk*, de la República Khmer (que contiene arroz fermentado con levaduras).

En algunos tipos de fermentación se emplean también enzimas de origen vegetal. Por ejemplo, el *mam-cu-sak* contiene pescados pequeños,

fermentados anaeróbicamente en presencia de hidrato de carbono agregado en forma de arroz tostado y mezclado frecuentemente con papaya o ananá para facilitar la proteólisis. No cabe duda de que la reciente aplicación de preparaciones adecuadas de enzimas de hongo en la fermentación de pescado, en Filipinas, es susceptible de amplia utilización en ese tipo de material.

Salsas de pescado fermentado [23, 24, 29—33]

Las salsas de pescado suelen prepararse en las mismas regiones en que se producen pastas de pescado; también se encuentran en algunas partes de China. Su alto contenido en sal pone un límite a su ingestión y, en consecuencia, a su contribución general a la dieta; pero su utilización como condimentos de platos de arroz está muy difundida en toda el Asia sudoriental.

En las salsas de pescado la desintegración parcial de las pastas es mayor y los productos son líquidos salados, con aroma a queso y alto contenido en aminoácidos libres. Si bien gran parte de la producción de salsas de pescado se consume en el país, otra parte se exporta desde Hong Kong a los países de occidente.

Entre estas salsas de pescado, la más conocida y examinada es probablemente el *nouc-mam* de Laos, la República Khmer y la República de Viet-Nam. Otras salsas, como el *nouc-mam mioc* de Tailandia, se hacen de manera algo similar, pero el *patis* de Filipinas se hace con el licor escurrido de la pasta de *bagoong*, preparada a base de camarones. Del mismo modo, los licores concentrados obtenidos en la producción de pescado salado (por ejemplo el *tak-tray* de la República Khmer) tampoco pueden compararse, estrictamente, con las salsas de pescado fermentado.

La cantidad de salsa de pescado producida en operaciones aisladas varía mucho. En el tipo más simple de producción, se emplean pescados pequeños que se deshacen con las manos o con los pies, se salan e introducen en vasijas que se cierran herméticamente y se mantienen enterradas durante meses o años. Efectuada la maduración, se decantan o tamizan los licores.

En las operaciones en gran escala se utilizan grandes tinas. La proporción de sal es mayor que la utilizada en la producción de pasta (5 partes de sal para 6 partes de pescado). En la operación descrita por Van Veen [24] los pescados se disponen en capas colmando una tina, y por encima se pone una última capa de sal. Se extrae la totalidad o una parte del licor sanguinolento que se acumula durante los tres primeros días, aproximadamente, y se lo deja al aire libre, para que se decante un poco. Los pescados, cuyo volumen se ha reducido, se rocían con el licor restante, que se deja acumular hasta una altura de 10 cm, y se los prensa con "artículos de cestería lastrados". En el procedimiento observado por

dicho autor, se utilizaban sacos de arpillera lastrados para crear condiciones similares a la anaerobiosis.

El proceso de fermentación tiene lugar entonces durante meses o años según las especies, el tamaño de los pescados y el contenido en sal. Para producir *nouc-mam* de la mejor calidad, el licor se extrae directamente. Por lo común, el residuo es sometido a un proceso de extracción en el que se emplea agua de mar en ebullición. El extracto así obtenido se deslíe con el licor y con materiales que contienen hidrato de carbono (como azúcar quemada, melazas, etc.) para darle una coloración parda y mejorar la estabilidad de la calidad mediante la disminución del pH en la fermentación secundaria.

Se ha avanzado en el conocimiento de la química, la microbiología y la bioquímica de la fermentación de pescado y en la racionalización de los procedimientos básicos de elaboración y su adaptación a la explotación de nuevos productos de pesquerías; pero quedan por aclarar aspectos fundamentales del control de la lisis en los tejidos de los pescados, especialmente de los de especies tropicales. No obstante, cabe esperar que en la explotación comercial se realizarán grandes avances en los próximos años, en función de los trabajos que proseguirán en Filipinas y en otras partes. El Instituto de Productos Tropicales, en colaboración con otros institutos de Africa occidental y Asia sudoriental realiza un estudio de las normas de aceptación y calidad.

Otros hidrolisados [34]

La utilización de ácido y el empleo controlado de la autólisis en la preparación de ensilajes de pescado y concentrados de aminoácidos vienen practicándose desde hace algún tiempo. Evidentemente estos procesos son susceptibles de nuevas aplicaciones, posiblemente en combinación con métodos de fermentación, en la esfera de la producción de extracto de levadura/carne.

SALCHICHAS DE PESCADO [35—41]

Aunque en algunos países se ha desplegado gran actividad elaborando salchichas a base de pescado y sucedáneos de la carne y lanzándolos a la venta para ver qué aceptación tenían, la explotación comercial en gran escala de estos productos sólo se ha emprendido recientemente y sobre todo en el Japón. En dicho país esta industria se estableció en 1953; su rápido desarrollo se debió a la absorción de las empresas más pequeñas por las grandes compañías pesqueras, asegurándose así una explotación plenamente integrada.

Kamaboko

La industria actual de la salchicha en el Japón se dedica fundamentalmente a la producción de *kamaboko*, que se considera una especie

de "pastelón de carne", aunque para un occidental se asemeja más a una gelatina blanca o translúcida moldeada. Es, esencialmente, un gel de miosina extraído de las fibras musculares del pescado. Los procedimientos técnicos de su elaboración fueron ideados por bioquímicos japoneses, especialmente por W. Shimizu, especializados en el estudio de los músculos del pescado. Los principios de fabricación son esencialmente los mismos que los de la salchicha, a que nos referimos a continuación, con la diferencia de que se omiten algunos aditivos, especialmente la grasa de cerdo.

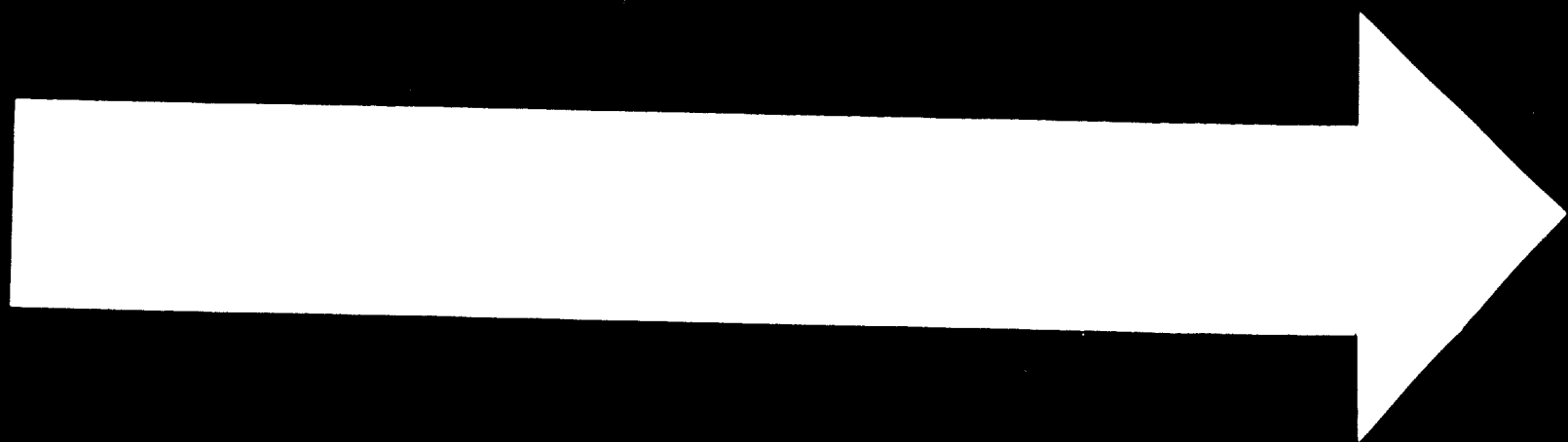
Salchichas y jamones de pescado

Aunque en la elaboración de salchichas se prefiere utilizar el atún y en la preparación de *kamaboko*, el roncador, debido a su color o a la estabilidad de la miosina, pueden también utilizarse la mayoría de las especies, incluso la carne de ballena. Salvo que se utilice carne picada congelada en el mar cuya calidad resulte aceptable, se parte de pescado crudo con el que se hacen filetes, que se cortan en pedazos, se pican, y se someten a refrigeración, agregando alrededor de un 3% de cloruro de sodio y los aditivos que corresponda (polifosfatos, almidón, conservadores químicos como ácido sórbico, glutamato monosódico, colorantes, especias, etc.). Por último, al efectuar el desmenuzamiento se agrega grasa de cerdo. En la producción de jamones de pescado, se agrega también en esta etapa carne de atún previamente curada y desecada.

La mezcla así desmenuzada pasa luego a una embudidora y cerradora de tripas, parcial o totalmente automática. La utilización de "tripas" de cloruro de vinilideno e hidrocloreuro de caucho fue una etapa decisiva en el desarrollo de la industria. Una vez selladas con alambre de aluminio, las salchichas pasan automáticamente a una termopasteurizadora. Amano menciona un régimen de calentamiento de 85° C durante 20 minutos para salchichas de 3 cm de diámetro, seguido de un calentamiento en agua a 90° C durante 50 minutos. Las salchichas pasan luego a un tanque de refrigeración.

No cabe duda de que el éxito con que se ha desarrollado la industria de la salchicha de pescado en el Japón se debe en gran medida a que en ese país se consume mucho pescado y se fabrican "tripas" que pueden soportar el tratamiento de pasteurización, y también a la actitud tolerante de las entidades encargadas de la salud pública con respecto a los aditivos químicos.

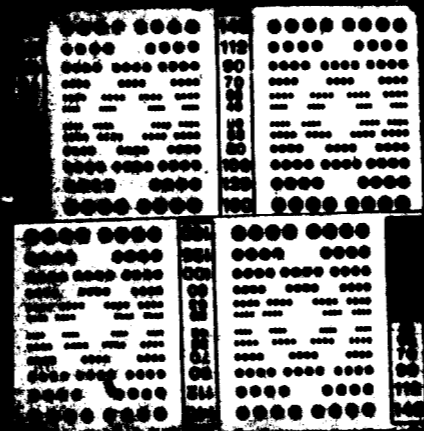
Sin embargo, esta industria se enfrenta con algunos problemas de carácter microbiológico, y podría aducirse que es más conveniente proceder a la refrigeración de la salchicha para su comercialización que utilizar conservadores químicos cuyo uso podría llegar a prohibirse si se modificara la legislación sanitaria. Ahora bien, en la práctica, el problema que se presenta en esas condiciones es el de la estabilidad del almidón.



27-12-74

3 / 4

74ST 00053



Como es obvio, los países que piensen establecer la industria de la salchicha de pescado deben mantenerse muy al tanto de las novedades que haya en cuanto a la consistencia de las películas usadas como "tripa" y a la hermeticidad del producto. En el Japón, la utilización de aditivos prolonga la duración del producto en estanterías durante más de tres semanas, permitiendo su transporte a mercados rurales distantes. Las salchichas no tratadas duran sólo tres días a la temperatura ambiente; y dos semanas si se las somete a refrigeración.

La eficacia de algunos aditivos ha sido puesta en duda, incluso en el Japón. Amano y Ukiyama, [42] por ejemplo, estudiaron el efecto de concentraciones de compuestos de nitrofurano, cuyo uso está legalmente autorizado, en la germinación de esporos de *B. ponthothenticus*, que causan la deterioración por reblandecimiento, y comprobaron que no impiden dicha germinación. En la salchicha de pescado se han observado también otros tipos de deterioro causados por otros bacilos.

SALAZÓN [22, 43—50]

La salazón, en cuanto medio de conservación, asume diferentes formas. En una sesión anterior de este trabajo se señaló que la adición de sal es parte integrante del proceso de fermentación. En la Rusia medieval, se sometía al arenque a un procedimiento similar, colocando apretadamente los pescados en barriles que se enterraban a una temperatura de 0° C. La salazón en seco puede considerarse una forma de desecación simple. En el Asia sudoriental se aplica a los pescados del tipo caballa otro procedimiento de salazón que consiste en hervirlos en salmuera. Otros métodos son la colocación en salmuera en frío y la salazón del pescado en trozos para su desecación.

Con excepción del proceso del curado en salmuera caliente y de aquel en que se emplea la desecación externa, los requisitos fundamentales de la conservación en sal son en gran medida los mismos cuando se usa sal granulada o salmuera. El procedimiento tiene por finalidad introducir sal en el grado de concentración necesario para suprimir la proliferación de la microflora que origina deterioro, y al mismo tiempo, permitir la maduración del sabor impidiendo efectos oxidativos no convenientes. Para ello, cuando se trata de especies grasas, es preciso colocar los pescados lo más apretadamente posible en barriles, si es que se utilizan barriles. El procedimiento que se emplea para las especies no grasas consiste todavía, por lo general, en salarlos en montones.

Salazón de especies grasas como el arenque

Murata y Ohoishi [47] han propuesto la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Contenido en sal (\%)}}{\text{Contenido en agua (\%) - 35}} \times 100 = 50$$

en la condición aceptable en que la concentración de sal y el menor contenido en agua se combinan para lograr un producto sin deterioro, de aspecto agradable.

Para su conservación en sal, los pescados pueden colocarse en tinas, cubas o barriles. Los recipientes de gran tamaño tienen ventajas evidentes en la manutención de capturas de gran volumen, como las que suelen lograrse en las pesquerías de clupeiformes; pero su utilización presenta inconvenientes cuando se trata de especies de carne blanda, pues las fuertes presiones pueden ocasionar daños. Con todo, estas desventajas tal vez queden compensadas por la ventaja que supone la facilidad en el enfriado, mediante hielo machacado, por ejemplo; y ese tipo de conservación en grandes cantidades facilita también la introducción de salmuera por bombeo para mejorar la eficacia de la salazón en húmedo.

Los barriles, por ser el tipo de recipiente más adecuado para las operaciones de a bordo, vienen utilizándose en todo el mundo cada vez en mayor cantidad. Voskresensky [22] señala dos modos fundamentales de realizar la salazón en barriles: el acondicionamiento compacto, en barriles que se cierran herméticamente una vez que el pescado se ha puesto en sal y que ya no se vuelven a abrir; y otro tipo de acondicionamiento menos apretado, que responde a las premuras de las tareas de a bordo, que se completa después rellenando el barril con pescados capturados en el mismo día.

Los procedimientos de salazón del arenque y otras especies son muy diversos, pues varían conforme al volumen y el estado fisiológico de las capturas, y a la premura de la tarea, que es mucho mayor en un buque-factoría con horas punta de gran actividad que en una planta de salazón situada en tierra. Los pescadores holandeses proceden a una evisceración parcial del pescado y lo acondicionan apretadamente, con una concentración de sal elevada (16—20%), mientras que en Islandia, en las operaciones con base en tierra, se emplea un 22% de sal en pescado descabezado. En Escocia, en las operaciones en tierra, el arenque se acondiciona primero en forma bastante holgada y luego se reacondiciona. Para salar peces jóvenes se emplean concentraciones de sal relativamente bajas, con excelentes resultados. En la flota rusa de alta mar se utiliza el arenque entero, acondicionándolo en forma holgada, conforme a un procedimiento combinado de salazón en seco y en salmuera. Los noruegos vuelven a salar en tierra el pescado acondicionado en el mar en forma similar al procedimiento holandés. En ésta, como en otras formas de elaboración, cuando se trata de conservar especies nuevas, es conveniente utilizar un procedimiento flexible en vez de adoptar en forma dogmática métodos modelo.

Salazón de pescado de carne blanca

El bacalao y otros gádidos curados mediante procesos de salado son productos comerciales de importancia que ocupan aún una posición

destacada en grandes mercados del mundo, y es indudable que el procedimiento fundamental utilizado para la conservación de pescado de carne blanca podría aplicarse en gran medida en otras pesquerías.

Por lo común, los pescados que no están en muy buen estado se salan para evitar su pérdida total. Pero la experiencia indica en forma evidente que para producir buen pescado salado es esencial utilizar materia prima de buena calidad.

Al igual que en las especies grasas, los procedimientos de salazón varían. En la "salazón en verde", los pescados se abren por la mitad y se disponen en capas alternas de pescado y sal, de modo que la sal esté en contacto con la carne más bien que con la piel. Tras el drenaje del licor, se deja secar el pescado luego de desprender la sal adherida. En la salazón mediante baño en salmuera, se utiliza un procedimiento similar, pero se coloca el pescado en barriles o tanques y se le deja en una salmuera muy concentrada en tanto que, por ósmosis, la carne del pescado va perdiendo agua.

Con frecuencia, después de la salazón se procede a la desecación; y el grado de salazón dependerá en parte de las condiciones ulteriores de desecación. La salazón en seco en ambientes tropicales hace disminuir en varios grados el contenido de humedad del pescado. Así, en el mercado de Singapur el contenido en agua del pescado es del 36—65%; y en Adén, en el pescado desecado en la atmósfera seca del Golfo de México o del Mar Rojo, oscila entre el 33 y el 69%. [45]

En Singapur, en donde el grado de humedad es más elevado, el pescado dura solamente unas pocas semanas, mientras que el pescado que procede de Adén suele venderse en Ceilán y en el Africa oriental tres meses después de su elaboración. Cabe señalar que el principal factor determinante de la conservación es la pérdida de agua, por ósmosis. La destrucción directa de la microflora por la acción de la sal tiene importancia secundaria. El pescado curado con mucha sal es difícil de desecar en las zonas tropicales húmedas, pues tiende más bien a absorber humedad.

A este respecto, Van Klaveren y Legendre [43] hacen indicaciones sobre la necesidad de tener en cuenta los efectos de la alta temperatura al determinar el grado de concentración de sal necesario para impedir la proliferación de bacterias en las condiciones propias del clima canadiense. Evidentemente, para lograr resultados óptimos deben combinarse varios factores. Van Klaveren y Legendre observan también que los importadores del Mediterráneo que adquieren pescado salado del Canadá exigen productos de primera calidad y están dispuestos a pagar el precio correspondiente. La calidad del pescado salado depende de una serie de factores, como la materia prima y la pureza de la sal. Cole y Greenwood-Barton [45] señalan que si la salazón del pescado se hace con cloruro de sodio puro se obtiene de preferencia un artículo esponjoso y blando, de color amarillo pálido, sin el sabor característico del pescado salado. Señalan que la sal que se vende en el comercio contiene siempre pequeñas

cantidades de sales de calcio y de magnesio que blanquean y endurecen el pescado, dándole un sabor amargo apreciado por muchos consumidores de pescado salado. Sin embargo, el autor del presente trabajo ha observado que si se utilizan sales obtenidas por evaporación solar como las que se venden en bruto en el comercio, el pescado puede obtener un color oscuro muy desagradable; y ha visto también pruebas comerciales de salmuera purificada con un porcentaje de cobre inadmisiblemente alto. La presencia de indicios de sales de cobre [49] y de hierro provoca reacciones carbonilo-amino, produciendo decoloraciones y malos sabores. A este respecto, bien puede ser que las opiniones de Cole den una idea demasiado simplista de la situación; en definitiva, parecería ser que, para muchos consumidores que prefieren pescado deshidratado que se asemeje al pescado en estado original, cuanto más pura sea la sal que se utilice, mejor será el producto.

SECADO Y DESHIDRATACIÓN [43, 51—53]

A muchas especies de pescado se las somete a un secado más intenso luego de su salazón. A continuación se examinan los procedimientos más simples de secado, especialmente los que guardan relación con la salazón y el ahumado, y se incluye también una breve referencia a determinados aspectos de la deshidratación en vacío y a la producción de harina de pescado. Por considerarlo adecuado, se da al término deshidratación una acepción diferente de la del término secado, empleándolo con su sentido técnico de proceso de secado mediante operaciones reguladas no naturales. [52]

Al elaborar fórmulas matemáticas correspondientes al proceso de secado, Jason [52] y otros autores han tenido en cuenta los factores que regulan el movimiento de salida del agua del pescado, junto con los que regulan el ingreso del calor. En la práctica (aunque esta afirmación tal vez comporte una simplificación excesiva, meramente teórica) las etapas iniciales de secado se caracterizan por una fase de ritmo constante, seguida de otra de ritmo decreciente en la que la difusión interna es el factor limitativo. Al parecer, la falta de datos fundamentales de carácter físico sobre la estructura del músculo del pescado limita las posibilidades de análisis teórico de algunos procesos de secado. En pocas palabras, puede considerarse que el ritmo de salida del agua depende de su remoción del medio que rodea la superficie, de su mezcla con el medio o la atmósfera en la superficie, y de su flujo desde el interior hacia su superficie. En los métodos de secado más tradicionales, la transferencia de calor al pescado depende, a su vez, de diversos factores, como la transmisión de calor dentro del sistema, la entalpia parcial de solución, y la emisión de calor de la fuente, junto con su transmisión a la superficie. Con todo, hay que reconocer que la importancia relativa de los diferentes factores varía ampliamente en la práctica, según la especie del pescado y la índole de la operación de secado. Así, las características de secado de músculos

congelados y no congelados son totalmente diferentes; el músculo no congelado continúa siendo un gel durante gran parte de la operación de secado, comportándose en gran medida como un medio isotrópico, mientras que el músculo congelado se comporta en forma anisótropa. El estudio de Jason [52] brinda un excelente examen pormenorizado de coeficientes de difusión, así como consideraciones sobre la densidad y la conductibilidad térmica como factores del régimen de secado.

Secado natural [46, 54]

En muchos países, el método que más se utiliza es el secado al aire en las condiciones atmosféricas normales. Por lo general, se procede a abrir el pescado y eviscerarlo; a veces se le corta luego la cabeza y se lo cuelga en un caballete de secar. En Escandinavia, los pescados se cuelgan de a dos en barras; el secado requiere con frecuencia de dos a seis semanas. En las regiones tropicales, para secar el pescado suele ponerse al sol, a veces sobre bastidores o caballetes, y a menudo sobre la arena. [45]

Las temperaturas elevadas son convenientes en algunos sentidos, pero pueden producir el deterioro del pescado en proporción inadmisibles e ir acompañadas de los daños que causan las moscas. Por eso en Noruega, por ejemplo, la elaboración de bacalao se emprende sobre todo en la primavera, antes de la aparición de las moscas.

Antes, el secado final del pescado salado se efectuaba mediante secado natural. En cambio, el bacalao salado suele ahora secarse por medios artificiales. En el proceso anterior, el contenido de humedad se reducía gradualmente del 55—60 %, después de la salazón, al 20—45 %.

El bacalao y el pescado salado cuentan todavía con una demanda considerable en las zonas del Mediterráneo y en muchos países tropicales. En las regiones tropicales, la infestación ocasionada por insectos puede plantear un problema de gran importancia, sobre todo para el pescado desecado que se elabora en el país.

Mediante técnicas adecuadas de secado y manutención pueden eliminarse algunas de las deficiencias de calidad características del pescado salado, seco, preparado o almacenado en condiciones tropicales [45]. Así, la coloración rosada ocasionada por microorganismos halófilos puede evitarse si se reduce rápidamente el contenido de humedad y si en la etapa de salado se recurre a una técnica de inmersión en salmuera concentrada.

Al mismo tiempo, corresponde señalar que el grado de aceptación del pescado salado, deshidratado y desecado, es sumamente diverso según los países. [8] Como se indicó en la sección sobre productos fermentados, las poblaciones de muchos países en desarrollo prefieren el pescado de fuerte sabor. Un tipo de pescado que una población europea o norteamericana estimaría de excelente calidad, bien puede ser rechazado por otras para quienes sabría a rancio o descompuesto. En realidad, la

fermentación parcial es parte integrante de algunas operaciones de secado del Africa occidental.

En esas condiciones, en la práctica, el secado natural suele complementarse encendiendo fuego y utilizando bidones de petróleo a modo de hornos. Esos procedimientos de secado son muy comunes en las regiones tropicales húmedas. Pero hace poco se ha señalado que esa forma de elaboración tal vez contribuya a la elevada proporción de carcinomas hepáticos primarios en algunos países, debido a la contaminación del pescado por hidrocarburos policíclicos y a la formación de nitrosaminas. [8]

Secado en túnel

El factor decisivo para la obtención de un secado satisfactorio en túnel es la regulación de la temperatura, la humedad y la velocidad del aire. La regulación de la temperatura es imprescindible debido a que el ritmo de secado debe medirse para evitar los efectos nocivos de temperaturas elevadas, sobre todo al comienzo de la operación, bajo la forma de "desintegración" y modificaciones irreversibles de las proteínas, que afectan el proceso de reconstitución. La humedad deja sentir su efecto tanto sobre el ritmo de secado como sobre la apariencia final. Linton y Wood [55] hallaron que el ritmo de secado aumentaba si la circulación del aire era llevada a velocidades de hasta 200 a 300 pies por segundo. Si se sobrepasaba ese índice, aumentaban los gastos en concepto de energía, sin aceleración apreciable del ritmo de secado.

Como se indicó anteriormente en el presente artículo, se vienen utilizando en alta mar, a título experimental, secadores de túnel especialmente adaptados para la producción de pescado desecado, del tipo bacalao. Con todo, hasta ahora esos secadores se emplean sobre todo en tierra, a menudo en las etapas finales de la producción de pescado salado.

En general, la deshidratación del pescado ligeramente salado resulta muchísimo más difícil que la del material intensamente salado.

Se han descrito diversos diseños, que por lo general suponen el empleo de vagonetas o bastidores para disponer los pescados en bandejas. El diseño de Linton y Wood permite la realimentación de una parte del aire desecador, que puede calentarse directamente mediante vapor, si lo hay. En condiciones de elevada humedad relativa ambiente no será posible obtener el secado a menos que se utilice algún sistema de deshumidización. En el Canadá se ha venido empleando cloruro de litio, pero resulta costoso. Con mayor frecuencia se aplica al sistema de preenfriamiento por debajo del punto de condensación antes de hacer pasar el aire por el calefactor, o se utiliza alúmina activada o gel de sílice. Un antiguo sistema europeo empleaba ácido sulfúrico como desecante. [56]

En algunos casos, a la inversa, puede ser necesario humedecer el aire que ingresa, pues la apariencia del producto se resiente si el índice de humedad del aire desecador es demasiado bajo.

Las condiciones adecuadas de temperatura y humedad varían constantemente a lo largo del proceso de secado según la especie del pescado y el producto que se desea obtener. Huelga decir que, al igual que en otras formas de elaboración y conservación de pescado, las consideraciones sobre la calidad deben sopesarse con criterio económico en función de posibles variaciones del régimen de secado.

La mayor parte de las actividades experimentales vienen realizándose con especies de aguas templadas o frías. Las temperaturas de secado suelen ser del orden de 25° C, aunque varían en función de las condiciones de secado necesarias, como ya se indicó anteriormente. Muchas especies tropicales pueden soportar durante la operación temperaturas mucho más elevadas.

En el secado de pescado salado se utilizan algunas prácticas auxiliares. Así, en la producción de bacalao salado, por ejemplo, cuando se procede al secado de material recientemente salado la superficie del pescado cobra una aspereza indeseable. Para evitarlo, luego de realizar la salazón se lava el pescado y se lo dispone en pilas. El peso aplana y alisa el producto haciendo escurrir la salmuera y ampliando el área superficial expuesta al aire; y el tiempo de secado disminuye. Puede aplicarse un procedimiento similar en la fase más avanzada de la operación de secado. La velocidad de evaporación del agua disminuye cuando la superficie del pescado se ha secado; y la remoción del agua restante puede requerir mucho tiempo, especialmente cuando se trata de pescados grandes. Por eso se los retira periódicamente del secador y se los dispone en pilas (sin lavarlos), pues de ese modo el agua que resta en las zonas interiores del pescado va difundiéndose en forma uniforme hacia la superficie. Mediante esta operación, que se conoce con el nombre de "expresión por apilamiento", se logra reducir considerablemente la permanencia del pescado en el secador.

Así pues, es evidente que existe una gran variedad de condiciones de operación, y que el control automático continuamente variable presenta considerables ventajas, por lo menos en teoría, sobre el manejo manual del secador y del pescado. Pero en la práctica, en el secado comercial de pescado salado se aplica por lo común un régimen intermedio de temperatura y humedad fijas, sin climatización regulada, cuyo costo puede resultar prohibitivo. Pese a ello, se han ideado sistemas totalmente automáticos para uso comercial. Por ejemplo, Legendre, [51] ha ideado un proceso de secado artificial de pescado salado con regulación por termostato; y Jason, de la Estación Experimental Torry, de Aberdeen, en colaboración con una importante empresa naviera británica, ha contribuido a instalar un secador de túnel programado. No cabe duda de que, en condiciones de regulación estricta, tales como la que ejerce el sistema canadiense a termostato, es posible secar perfectamente el pescado a temperaturas externas de condensación tan altas que, normalmente, impedirían toda operación manual de tipo comercial.

Secado de picadillos con aire caliente [57]

Durante la segunda guerra mundial se llevó a cabo una considerable labor de investigación y desarrollo tecnológico en materia de desecación de picadillo de pescado para consumo humano. En algunos aspectos, los problemas que surgieron fueron similares a los que se plantean en la elaboración comercial de harina de pescado, y guardan relación con algunos procesos utilizados en la producción de harina de muy alta calidad. En cambio, como ocurre con otros procedimientos de deshidratación —que es el tema que estamos examinando— los problemas relacionados con la reconstitución son más importantes que en la producción de harina de pescado.

Aunque en las especies de los elasmobranchios mantenidas en almacén aparecen sabores amoniacales —lo mismo cuando se trata de pescado desecado como de pescado que conserva su humedad— puede utilizarse cualquier clase de material siempre que sea fresco y que antes de la elaboración no haya sufrido oxidación lípida. En los procesos fundamentales analizados por Cutting y otros autores, [57] se lava el pescado, se lo descabeza, se lo eviscera y se lo corta en filetes; y sólo se utilizan los filetes.

El filete se cuece luego directamente en vapor a presión, a una presión de 2 lb por pulgada² durante aproximadamente 30 minutos, o bien se lo reduce a picadillo y éste se cuece en forma similar. La eliminación del agua se produce a razón de aproximadamente un 20 a un 40%, y también se pierden algunos elementos nutritivos, tal como ocurre con el "agua viscosa" o los "solubles" en la producción de harina de pescado.

Se procede luego a enfriar el pescado y picarlo en trocitos de media pulgada para extenderlos sobre bandejas de secado a razón de 2 libras por pie², formando así un lecho granulado. En esta etapa no se procede a exprimir el material, pues esta operación daría por resultado un producto de defectuosa reconstitución. Por la misma razón, es aconsejable no practicar el secado de hojuelas.

El secado se realiza regulando al comienzo la humedad relativa a temperaturas que oscilan entre 85° y 65° C (medidas con termómetro de bola húmeda para temperaturas superiores a 50° C). Pueden emplearse corrientes de aire de muy baja velocidad, como ser del orden de 10 a 15 pies por segundo. El material desecado es enlatado en atmósfera de nitrógeno. El período en que se conserva apto para el consumo oscila entre varios años, si se lo mantiene a 10° C, y unos pocos meses si la temperatura es de 37° C.

Los procedimientos descritos no difieren de los sistemas mecanizados para la elaboración de harina de pescado. [34] Las diferencias consisten fundamentalmente en el grado de elaboración inicial, y en las precauciones durante el proceso de secado para evitar deterioros y temperaturas elevadas que ocasionen deficiencias en cuanto a la reconstitución.

Digamos, a modo de comparación, que en las operaciones comerciales de elaboración de harina suelen utilizarse como materia prima pescado de baja calidad y desperdicios. Los pescados de carne blanca pueden secarse directamente al calor irradiado por combustión, sin previa cocción; y si las temperaturas de entrada son elevadas pueden evitarse las dificultades que plantea el agua viscosa. Un procedimiento más en uso consiste en exprimir el material picado y cocido para extraerle el agua y recuperar el aceite, y en calentar luego la masa (a una temperatura de unos 100° C a la salida).

La pérdida de sustancias solubles en los procedimientos de secado por aire caliente implica una considerable merma de elementos nutritivos. En muchos procedimientos de elaboración de harina se evita esta pérdida, ya sea haciendo recircular dichos elementos en la harina que se está secando o extrayéndolos directamente en forma de solubles condensados.

Secado en cilindro giratorio y secado a presión entre planchas calientes

Aunque está patentado desde 1922, el sistema de secado en cilindro giratorio [58] ha tenido al parecer limitada aplicación. Cutting y otros autores [57] han proporcionado información sobre picadillos desecados en cilindro giratorio. La reconstitución de los productos era excelente, pero había dificultad en obtener un material uniforme. Pese a ello, su agradable contextura al introducirlo en la boca, un poco parecida a la del pescado que acaba de cocerse, difiere en mucho de la impresión que causan otros productos; y quizá valiese la pena examinar con mayor detenimiento esta posibilidad.

En el Japón, se emplea una variante del secado de grasa que consiste en secar y freír bajo presión, entre dos planchas calientes, rodajas de calamares preelaboradas.

Secado en aceite o grasa

Sparre [34] ha proporcionado información sobre un sistema de deshidratación en vacío, en aceite caliente, que resulta excelente para la transferencia de calor en la elaboración de harina de pescado. Dicho autor hace notar que al exprimir el material para obtener aceite puro y tortas relativamente exentas de grasa se tropieza con dificultades, y que el buen resultado está pendiente de los adelantos en la extracción por solventes. Existe un procedimiento patentado [59] para secar productos alimenticios en general, que consiste en calentarlos en aceite o grasa, a 80° C, a presión reducida; pero, al parecer, no ha tenido aplicación comercial. Se han propuesto procedimientos para extraer la grasa por drenaje, centrifugación o mediante solventes. Se afirma que los tiempos de secado son de unas dos horas.

Extracción por solvente, extracción por vía húmeda [60]

El procedimiento fundamental de secado conforme al proceso de extracción por vía húmeda es similar en algunos aspectos a la deshidratación en aceite, pero difiere esencialmente en que, en el proceso de extracción por vía húmeda, el solvente se agrega directamente al producto mojado, y la mezcla agua/solvente se evapora en forma azeotrópica.

Secado por congelación y secado por congelación acelerado

El desarrollo del secado por congelación en cuanto procedimiento comercial para conservar alimentos, fue, en lo esencial, una derivación de la precedente aplicación del proceso danés denominado *pressfish*. [61] Con arreglo a este último, los pescados se colocaban entre planchas de caldeo en una cámara al vacío. Pero como la presión del vapor de agua en el sistema sobrepasaba siempre la del hielo a la más alta temperatura en que el pescado se mantiene congelado ($\sim -1^\circ \text{C}$), el pescado no quedaba secado por congelación. No obstante, considerando las posibilidades básicas del proceso, la Fábrica Experimental de Aberdeen, del Ministerio británico de Agricultura, Pesca y Alimentación, [53] con el aporte de la investigación aplicada a cargo de la Estación de Investigación Torry [62—65] realizó nuevos ensayos y aplicaciones; y finalmente se obtuvieron productos de excelente calidad.

En la operación original, se ejercía presión sobre el producto durante el secado mediante la manipulación hidráulica de las planchas de caldeo, a fin de aumentar la densidad volumétrica. En la práctica, este procedimiento tenía efectos perjudiciales sobre las propiedades que hacen posible la reconstitución, y por eso dejó de utilizárselo. Para asegurar la transferencia uniforme de calor en el comienzo del proceso, se prestó atención a la alimentación del secador con filetes de espesor uniforme, y para ello se ideó un equipo de corte apropiado. Pero pronto se comprendió que el secado de rodajas era más ventajoso que el de filetes, pues el vapor de agua pasaba más rápidamente a lo largo de las fibras musculares que a su través. El pescado congelado puede cortarse más fácilmente en rodajas de espesor uniforme. Los tiempos de secado fueron del orden de unas 11 horas para un espesor de 1,7 cm.

Cuando se observó que el régimen de la pérdida de vapor entre la plancha y el pescado constituía un factor limitativo, se colocaron entre ambos unas mallas de aluminio, con lo que se redujeron los tiempos en un 40%, aproximadamente. La afluencia de calor era la adecuada, y la salida de vapor aumentaba a través de los intersticios de la malla. Al mismo tiempo se eliminaron las dificultades surgidas al producirse efectos de descongelación parcial, que habían ocasionado daños al pescado. Se idearon nuevas modificaciones del diseño de la plancha para mejorar la circulación del calor, pero algunas tienen limitado valor comercial pues plantean problemas de limpieza.

Los excelentes resultados obtenidos en la aplicación comercial de técnicas de secado acelerado por congelación se han limitado, en gran medida, a productos pesqueros de elevado precio, como el camarón, cuya calidad suele ser excelente luego de su reconstitución. Estas técnicas, aplicadas a productos de bajo costo, como las rodajas de bacalao deshidratado, han dado resultados menos satisfactorios.

Consideraciones sobre la calidad en el mercado del pescado desecado y deshidratado

Algunos de los "defectos" de los productos a que nos referimos en esta sección tienen menos importancia para algunos sectores de consumidores (o incluso son recibidos con agrado), pero el ama de casa, por lo general, prefiere un producto desecado de buen aspecto, que no tenga olor extraño, y que al prepararlo y cocinarlo se reconstituya en forma excelente.

Las decoloraciones causadas por el ataque microbiano (como el "rosado" y el "pardo" del pescado salado) pueden evitarse, así como la reducción, prestando adecuada atención a la higiene de la fábrica y utilizando procesos de secado y envasado correctos, a fin de asegurar la permanencia de un bajo contenido en humedad. La mayoría de las decoloraciones comunes en los productos de pescado desecado son un efecto de la reacción amino-carbonilo. Con frecuencia, el carbonilo es aportado a esas reacciones por las hexosas y pentosas libres o fosforiladas del músculo. En las especies grasas, los productos de la oxidación lípida pueden aportar carbonilo.

Si bien las reacciones amino-azúcar pueden suprimirse en las últimas etapas agregando sulfito, tal vez pueda estimarse que el empleo de esos aditivos no es conveniente desde el punto de vista nutritivo. En la actualidad se estima que la elaboración previa, procediendo a la lixiviación con agua, es al parecer la mejor forma de preservación. Poco puede hacerse cuando la oxidación lípida se produce en productos de más bajo costo, como no sea recurrir a la extracción por solventes o a los antioxidantes, cuando esta operación resulta viable desde el punto de vista toxicológico o económico. Cuando esas reacciones ocurren en productos más delicados, tal como la cooxidación de pigmento carotenoideo en camarones secados por congelación, el problema puede resolverse mejorando el envasado o interrumpiendo el vacío con nitrógeno.

Hasta cierto punto, al proceder al envasado de productos más delicados, pueden combinarse medidas para evitar diferentes tipos de reacciones que causan deterioro. Así, un grado muy elevado de deshidratación ofrece ventajas para prevenir la reacción amino-azúcar, en tanto una pequeña cantidad de agua en el producto tiene importantes propiedades antioxidantes.

En cuanto a los productos deshidratados menos elaborados, juegan otros factores que guardan una relación mucho mayor con la aceptabilidad y las pérdidas. Si bien en algunos países en desarrollo, como en ciertas regiones de Africa oriental, el problema que plantean los insectos no es grave, en otras, como en la zona del lago Chad, por ejemplo, las pérdidas que ocasiona el ataque de los insectos son enormes. Es sabido que la lucha adecuada contra el deterioro bacteriano en las etapas iniciales del secado y antes del mismo puede reducir considerablemente el ataque ulterior; pero no cabe duda de que la introducción de nuevos perfeccionamientos en el envasado puede constituir una importante contribución para evitar pérdidas de esa índole en el desecado de productos pesqueros más simples.

En relación con muchos productos desecados, la calidad de la reconstitución asume importancia. Como las reacciones amino-carbónilo influyen en parte en esa reconstitución, es aconsejable regular la concentración de cobre de la sal utilizada en el proceso de elaboración. Con todo, en muchos casos es más importante evitar la "desnaturalización" de proteínas y las reacciones de agregación durante la elaboración y el almacenamiento, prestando especial atención a la temperatura en el punto crítico de contenido en humedad.

Se acepta, por lo común, que las temperaturas excesivamente elevadas pueden ocasionar daños a las proteínas durante el proceso de elaboración disminuyendo la calidad del producto desde el punto de vista nutritivo y organoléptico; pero el acuerdo es menor en cuanto a la importancia de ese tipo de reacciones a las temperaturas más bajas que se emplean en la producción y almacenamiento de pescado desecado. Ahora bien, las consideraciones sobre el valor nutritivo tienen una importancia considerable en relación con la explotación racional de los recursos pesqueros. La fácil salida de un producto para consumo humano en el mercado bien puede no guardar relación directa con su valor nutritivo, pero la harina de pescado se vende cada vez más en función de su calidad nutritiva.

AHUMADO [67—74]

Al examinar el secado del pescado corresponde hacer referencia al ahumado, pues incluso un ahumado muy ligero durante el secado incide de modo fundamental en el proceso que se desarrolla en el pescado, sobre todo en su superficie. En la forma en que dicho proceso se lleva comúnmente a cabo, tanto la remoción física del agua, que se opera junto con la salazón o la conservación en salmuera, como la impregnación del pescado con humo, contribuyen cada cual por su parte a la conservación general.

En el proceso de ahumado, el material previamente salado se seca en presencia de un complejo sistema de gases y partículas. El grado de salazón varía según el plazo de conservación que se desee obtener. En

los mercados de los países occidentales los pescados muy intensamente curados tienen menos salida que antes; pero interesan aún en los países con escasos medios de transporte y refrigeración.

Las propiedades físicas y químicas del humo de la madera han sido objeto de considerable investigación, y al mismo tiempo se ha realizado una excelente labor de desarrollo de hornos perfeccionados. Con todo, en muchos países las modalidades de la operación se han modificado poco a través de los siglos. En muchos casos se utilizan todavía hogares o las formas más simples de chimeneas.

En los países occidentales se acepta como una verdad común que en la elaboración de pescado ahumado de calidad, como el que exigen sus mercados, debe utilizarse pescado fresco, cuidadosamente manipulado. Pero en muchos países de África es corriente ahumar el pescado deteriorado para evitar su completa pérdida; y el producto tiene fácil salida. Por eso, entre los productos secos ahumados existe una gran variedad de sabores. También los procedimientos de preparación difieren mucho, pero en general se parte el pescado antes de salarlo y ahumarlo. La salazón se hace en salmuera o con sal seca, como se indicó anteriormente.

Los procesos de ahumado, en sí mismos, pueden clasificarse en dos grandes grupos. En la preparación de productos ahumados en frío, como el arenque, las temperaturas no pasan de 30° C; pero en la preparación de productos ahumados en caliente como el *Kieler Sprotten*, la temperatura de ahumado llega hasta 100° C o más. La carne de este último producto se cuece, mientras que la carne de productos ahumados en frío sigue siendo esencialmente cruda. La pérdida de humedad varía según el producto. Los arenques pierden comúnmente del 15 al 20% de humedad durante el ahumado; pero en la elaboración de productos ahumados en caliente, se realiza un secado preliminar a una temperatura más baja para reducir la humedad en un 20%. Esto evita el ablandamiento excesivo en el subsiguiente proceso de cocido en el horno.

Para su ahumado, el pescado se cuelga dentro de un horno, ya sea en forma fija o en dispositivos móviles. La clase de madera utilizada varía según las especies en elaboración. Ahora bien, en general, el sabor de los productos depende más de la cantidad de humo que de la clase de madera. Se han ideado algunos sistemas automáticos o semiautomáticos de producción de humo.

Se utilizan generalmente dos tipos de hornos: de chimenea y mecánico. Los diseños de hornos del primer tipo son sumamente diferentes, y su funcionamiento es todo un arte, pues la corriente de aire, la temperatura y la humedad son difíciles de regular. Al pescado se lo da vuelta muchas veces dentro del horno para lograr que la impregnación del producto sea uniforme.

Muchos productores industriales de pescado ahumado emplean hornos mecánicos que controlan variables fundamentales, como la cantidad de humo, la temperatura, la corriente de aire y la humedad. Muchos

funcionan en forma discontinua, aunque se han hecho ensayos para aplicar sistemas de alimentación continua. Otros procedimientos emplean concentrados y líquidos que contienen productos químicos del humo; el pescado se sumerge primeramente en el concentrado y luego se seca en la forma tradicional.

La comercialización de productos ahumados ligeramente curados puede tropezar con dificultades, pues la acción conservadora del humo y de la sal tiene un alcance limitado, ya que ante una microflora que ocasione deterioro puede producirse rápidamente una nueva contaminación. Evidentemente, el hielo no puede utilizarse como medio de preservación; el recurso posible consiste en valerse de la refrigeración. De ser necesario, el pescado ahumado puede almacenarse en frío; pero en los países que no disponen de una cadena adecuada de refrigeración, es preferible continuar utilizando las técnicas tradicionales de ahumado en caliente, con las modificaciones del caso.

REFERENCIAS

1. JUL, M. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 4, Academic Press, Nueva York y Londres, p. 437.
2. JONES, N. R. (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TFI/67/R/3).
3. RANKEN, M. B. F. (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TFI/67/R/12).
4. MERRITT, J. H. (1969), *Refrigeration on Fishing Vessels*, Fishing News (Books) Ltd., Londres.
5. CHUPAKHIN, V. y V. DORMENKO (sin fecha), *Fish Processing Equipment*, MIR Publishers, Moscú.
6. VILLIERS, A. (1951). *The Quest of the Schooner Argus*, Scribner, Nueva York.
7. HEEN, E. (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TFI/67/R/5).
8. JONES, N. R. (1965), *Organisation for Economic Co-operation and Development Meeting on Fish Technology*, Scheveningen, 1965.
9. MERRITT, J. H. (1966) in *Fish Quality at Sea*, Grampian Press, Londres, p. 24.
10. ROACH, S. W., J. S. M. HARRISON, H. L. A. TARR, W. A. McCALLUM, M. S. CHAN y A. W. LANE (1961), *Fisheries Research Board of Canada. Bulletin No. 126*.
11. PETERS, J. A., J. W. SLAVIN, C. J. CARLSON y D. W. BAKER (1965), *Organisation for Economic Co-operation and Development Meeting on Fish Technology*, Scheveningen, 1965.

12. JONES, N. R. (1966) en: *Fish Quality at Sea*, Grampian Press, Londres, p. 81.
13. *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967. Según referencia de R. KREUZER, Ed. (1969) en: *Freezing and Irradiation of Fish*, Fishing News (Books) Ltd., Londres.
14. Report of the UNIDO Expert Group Meeting on the Scientific Approaches to the Problems of Preservation and Refrigeration of Food in Developing Countries, Vienna, 1969 (mimeo).
15. *Fish Quality at Sea*, Grampian Press, Londres, 1965.
16. BREYER, F., R. C. WAGNER y J. SELIBER (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TF1/67/0/28).
17. RASMUSEN, C. L. (1969) en: *Freezing and Irradiation of Fish*, Fishing News (Books) Ltd., Londres, p. 233.
18. MERRITT, J. H. (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TF1/61/R/4).
19. CREPERY, J. R. y MAIREY (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TF1/67/039).
20. MACCALLUM, W. A. y K. SEPIC (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TF1/67/R/2).
21. VOSKRESENSKY, N. A. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Londres y Nueva York, p. 107.
22. JONES, N. R. (1969), "Fish Preservation", UNIDO Expert Group Meeting on the Scientific Approaches to the Problems of Preservation and Refrigeration of Food in Developing Countries, Vienna, 1969 (ID/WG. 28/7) (mimeo).
23. VAN VEEN, A. G. (1962) en: *Advances in Food Research* (Nueva York) (publicación irregular), 209.
24. VAN VEEN, A. G. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Londres y Nueva York, p. 227.
25. HAMM, W. S. y J. A. CLAGUE (1950), *US Fish and Wildlife Service, Research Report, No. 24*.
26. UYENCO, V., P. RODRIGUEZ y R. TARUC (1953) en: *Philippine Journal of Fisheries*, 2, 85.
27. MARTIN, C. y J. SILIT (1952), *Proceedings of the FAO Indo-Pacific Fisheries Council*, Quezon City, Filipinas, 11, 258.
28. MARTIN, C. y J. SILIT (1955) en: *Philippines Journal of Fisheries*, 3, 39.
29. WESTENBERG, J. (1941) en: *Inst. Sea Fisheries Batavia Comm.*, 6, 16.
30. ROSE, E. (1918) en: *Bull. econ. Indochine (Saigon)*, 20, 155.
31. LAFONT, R. (1950) en: *Bull. econ. Indochine (Saigon)*, 53, 259.
32. TRUONG TAN QUAN (1951) en: *Industria Conservera* (Vigo, España), 17, 149.
33. NGO BA THANK (1957) en: *Pacific Science Association. Ninth Congress. Proceedings*, 5, 139.
34. SPARRE, T. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Londres y Nueva York, p. 411.

35. OKADA, M. (1967), *FAO Technical Conference on the Freezing and Irradiation of Fish*, Madrid, 1967 (paper TFI/67/0/14).
36. IKEUCHI, T. y W. SHIMIZU (1963) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 29, 151, 157, 258.
37. MIGITA, M. y M. OKADA (1963) en: *Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory* (Tokio), 36, 21.
38. AMANO, K. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Nueva York y Londres, p. 265.
39. YOKOSEKI, M. (1957) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 23, 539.
40. YOKOSEKI, M. (1959) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 25, 581.
41. SHIMIZU, Y., W. SHIMIZU y T. IKEUCHI (1954) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 20, 209.
42. AMANO, K. y H. UCHIYAMA (1963), paper presented to the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1963. Citado por K. Amano.
43. VAN KLAVEREN, F. W. y R. LEGENDRE (1965) en: G. Borgstrom, Ed. (1965), *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Nueva York y Londres, p. 133.
44. JARVIS, N. D. (1950), *US Fish and Wildlife Service, Report No. 18*.
45. COLE, R. C. y L. H. GREENWOOD-BARTON (1965) en: *Tropical Science* (Londres), 7, 165.
46. CUTTING, C. L. (1955) en: *Fish Saving: a History of Fish Processing from Ancient to Modern Times*, Leonard Hill, Londres.
47. MURATA, K. y K. OHOISHI (1953) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 19, 579.
48. RULEV, I. E. (1958) en: *Rybnoe Khoziaistvo* (Moscú), 34, (8), 65.
49. ARNESEN, G. (1954) en: *Aegir* (Reykjavik, Islandia), 47, (6), 98.
50. FOUGÈRE, H. (1952), *Fisheries Research Board of Canada, Report, Atlantic Coast Station*, 52, 15.
51. LEGENDRE, R. J. (1958) en: *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 15, 543.
52. JASON, A. C. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3, Academic Press, Nueva York y Londres, p. 1.
53. HANSON, S. W. F. (1961), *The Accelerated Freeze Drying (AFD) Method of Food Preservation*, H. M. Stationary Office, Londres.
54. MARUCHI, T. y Y. HINO (1957) en: *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* (Tokio), 23, 320.
55. LINTON, E. P. y A. L. WOOD (1945) en: *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 6, 380.
56. TRESSLER, D. K. en: D. K. Tressler, Ed., *Marine Products of Commerce*, Chemical Catalog Co., Nueva York, p. 374.
57. CUTTING, C. L., C. A. REAY y J. M. SHEWAN (1956) en: *Dehydration of Fish*, Department of Scientific and Industrial Research, Special Report No. 62, H.M. Stationery Office, Londres.

58. TOWNSEND, C. S. (1922), Improvements relating to fish foods, British Patent No. 197,729, Londres.
59. PLATT, B. S. y C. R. C. HEARD, Improvements in and relating to the treatment for preservation and storage of vegetable and other edible material, British Patent No. 528,611, Londres.
60. LOVERN, J. A. (1966) en: *Advances in Chemistry*, 57, 37.
61. HAY, J. M. (1955) en: *J. Sci. Fd. Agri.*, 6, 433.
62. CONNELL, J. J. (1959) en: *Fundamental Aspects of the Dehydration of Foodstuffs*, Soc. Chem. Ind., Londres, p. 167.
63. JASON, A. C. (1959) en: *Fundamental Aspects of the Dehydration of Foodstuffs*, Soc. Chem. Ind., Londres, p. 103.
64. JONES, N. R., *Non-enzymic Browning Reactions in Foods*, C. R. Comm. Tech. Sucrierie, Londres, p. 170.
65. JONES, N. P. (1954) en: *Nature* (Londres), 174, 605.
66. DALGLEISH, J. H. y H. P. THOMPSON, Provisional British Patent No. 27044/58.
67. CUTTING, C. L. (1965) en: G. Borgstrom, Ed., *Fish as Food*, Vol. 3., Academic Press, Nueva York y Londres, p. 55.
68. CUTTING, C. L., "The Torry Research Station Controlled Fish Smoking Kiln", *Food Investigation Leaflet, No. 10*, Department of Scientific and Industrial Research, Londres.
69. ANDERSON, C. L. y R. K. PETERSON (1948) en: D. K. TRESSLER y J. M., Lemon, Eds., *Marine Products of Commerce*, 2nd ed., Reinhold, Nueva York, p. 394.
70. BRAMSAES, F. y H. PETERSON (1953) en: M. Jul y M. Kondrup, Eds., *The Technology of Herring Utilisation*, Greig, Bergen, p. 266.
71. LINTON, E. P. y A. L. WOOD (1944) in *Fisheries Research Board of Canada, Progress Reports, Atlantic Coast Stations*, 34, 10.
72. NICOL, D. L. (1957) Improvements in and relating to the production of smoke, British Patent No. 781,591, Londres.
73. SHEWAN, J. M. (1949) en: *Chemistry and Industry* (Londres), 501.
74. TILGNER, D. J. en: *Food Manufacture*, 32, 365.

7. DESCRIPCION DE PLANTAS OPERACIONALES DE FABRICACION DE CPP*

Aunque la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos ha autorizado dos procesos para la producción de CPP, uno a base de un solo solvente y el segundo de dos solventes, las dos plantas que funcionan en los Estados Unidos utilizan el proceso VioBin a base de dos solventes. Son la Alpine Marine Protein Industries, Inc., New Bedford, Massachusetts, que puede procesar más de 100 toneladas diarias de pescado íntegro húmedo, y la Cape Flattery Company, Neah Bay, Washington, que puede procesar 200 toneladas cortas diarias de pescado íntegro húmedo.

La planta de New Bedford produce actualmente CPP bajo contrato con USAID (Agencia para el Desarrollo Internacional (Estados Unidos)). La fábrica de Cape Flattery también funciona bajo contrato para producir un suplemento de alto valor biológico para piensos animales. Ambas plantas utilizan el proceso basado en la eliminación del agua presente en el pescado mediante destilación azeotrópica en dicloruro etilénico. La mayor dificultad que se presenta en el funcionamiento de dichas plantas es el limitado suministro de pescado (merluza) para la producción de CPP.

El proceso básico es una combinación de las operaciones de extracción con solvente y destilación azeotrópica para separar el agua y el aceite de los tejidos del pescado que contienen proteína. El solvente es el dicloruro etilénico (DCE). La extracción y la destilación se producen a una temperatura de 159° F, no destruyéndose por consiguiente los aminoácidos de elevada calidad que componen la proteína animal. El rendimiento es mucho más elevado que en el caso de los métodos de reducción del pescado, ya que no se produce pérdida de proteínas, solubles en agua. El valor biológico es más elevado debido a que se retienen esos factores, incluidos de una manera amplia dentro de la categoría de los "factores de crecimiento no identificados".

Recientemente se ha realizado un estudio comparativo entre el proceso a base de un solo solvente y cinco fases de extracción y el proceso VioBin en el que se usa dicloruro etilénico como punto de partida, seguido

* Memoria presentada en la reunión de expertos por James S. Tolin, Presidente, Marine Protein Inc., Panorama City, Calif., EE.UU.

de extracción en tres fases utilizando alcohol isopropílico (AIP) al 91%. Con el proceso VioBin se obtiene un rendimiento más elevado, lo que en el caso de una planta que procese 200 toneladas diarias de pescado (en este caso arenque) representa una diferencia de 3,56 toneladas diarias de CPP. En un año de 200 días de funcionamiento y al precio de 30¢ por libra, la diferencia asciende a 427.200 dólares anuales. La mayor pérdida de material durante el proceso a base de un solo solvente se produce sobre todo debido a la solubilidad de ciertas proteínas en el alcohol diluido durante la primera y segunda fase de la extracción.

El extractor es el recipiente primario del sistema VioBin y en él debe mantenerse la temperatura adecuada para separar los líquidos de las proteínas húmedas mediante la ebullición del pescado triturado en un solvente miscible con agua. A dicha temperatura, el vapor de agua procedente de los tejidos del pescado se elimina en forma de un azeótropo heterogéneo con el vapor del solvente. A la temperatura de ebullición del azeótropo, la suma de la presión del vapor de agua y de la del solvente es igual a la presión total: 1 atmósfera. Así el agua se separa de los aceites no volátiles del pescado con tal efectividad que no se forma una emulsión agua-aceite. La separación del aceite de pescado de una emulsión de agua-alcohol-aceite de pescado es un proceso muy costoso. El líquido remanente, llamada miscela, es una solución del aceite en el solvente. Este se recupera de la miscela, separándolo del aceite por evaporación, filtrándolo y finalmente extrayendo el aceite con vapor. La pérdida de solvente es inferior al 1% del peso del producto. La magnitud del residuo de aceite tiene bastante importancia.

Al ser eliminados el agua y el aceite en el extractor aumenta la densidad de los sólidos del pescado, que caen hacia el fondo del extractor cuando su peso específico es superior al del DCE y son entonces conducidos a una lavadora de agitación donde se ponen en contacto de nuevo con solvente limpio. Después de este lavado, se transportan los sólidos, húmedos aún con DCE, a secadores de vacío calentados por camisas de vapor. En esos secadores el DCE adherido y absorbido por los sólidos, se elimina por evaporación y tras varias aplicaciones de vapor de purga. (En esta fase el producto contiene 300—500 ppm de DCE.) El CPP se muele a continuación y se tamiza y almacena, o se envía a la segunda etapa del proceso que consiste en una instalación para la extracción del AIP encaminada a eliminar aún más el olor a pescado, lo que permite que el producto se ajuste a las especificaciones de la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos.

Los vapores del solvente (vapor de DCE y de agua), desprendidos del extractor en la primera etapa del proceso y de los evaporadores y secadores, se condensan y envían a un decantador, que separa el agua y permite recircular el solvente para otros usos. Los vapores extraídos de la bomba de vacío y de los varios recipientes del proceso se alimentan a

un sistema de recuperación de solvente para poder utilizar de nuevo pequeñas cantidades del mismo, que de otra manera se perderían.

La segunda etapa del proceso, que consiste en la extracción del AIP, es muy parecida a la utilizada en la planta de Agadir. La instalación de extracción de alcohol de la planta de New Bedford funciona esencialmente combinando el CPP producido en la primera etapa de la planta con un solvente compuesto de AIP y agua para extraer aún más las sustancias que imparten olor y sabor al material. El CPP pasa de cámara en cámara a contracorriente del flujo del solvente. La eliminación de éste se realiza casi de la misma manera que en la primera etapa. Para la operación de secado se utilizan dos cámaras de eliminación del solvente; mientras en una de ellas se está secando el material, en la otra se va acumulando el continuo flujo de sólidos escurridos procedentes del extractor.

Como en la primera etapa, el alcohol y parte del DCE se recuperan por medio de un sistema de especial diseño. El costo de someter a extracción con AIP los sólidos primarios es de 3 a 4 ¢ por libra.

El proceso VioBin, especialmente en lo que se refiere a la separación continua de grasas y de agua de los tejidos húmedos, se basa en las premisas siguientes:

Numerosas sustancias, especialmente de origen animal, contienen una elevada proporción de agua, ya sea en forma de fluido intercelular o dentro de las células mismas como fluido intracelular. Cuando el contenido de agua en los tejidos es superior a un 20% se dificulta grandemente o se llega a impedir el uso de un solvente miscible con agua para la eliminación de las grasas de dicho tejido.

Una mezcla azeotrópica o azeótropo presenta la propiedad de que su punto de ebullición es inferior al de los dos líquidos que la forman.

El solvente y el agua deben formar un azeótropo que elimine una proporción considerable de agua en relación a la cantidad de solvente destilado a la temperatura de operación. Entre los solventes de este tipo, el preferido es el dicloruro etilénico (DCE), que tiene un punto de ebullición a la presión atmosférica de 83,5° C; un azeótropo de agua y DCE hierve a 70,5° C.

El solvente no debe reaccionar con los constituyentes del tejido en las condiciones de operación, y debe poder eliminarse del CPP por evaporación sin dejar residuos nocivos o tóxicos.

En los Estados Unidos y en los mercados subvencionados por USAID está sólo permitida la venta de los productos manufacturados de acuerdo con procesos aprobados por la Administración de Alimentos y Drogas. La consideración de los conocimientos adquiridos sobre la producción del CPP parecen indicar que el proceso VioBin es el más adecuado para la producción en gran escala.

Se ha venido trabajando sobre dicho proceso continuamente desde 1958 pero sólo a partir de mediados de 1967 han pasado esos trabajos

de la fase de laboratorio a la de fabricación en una planta con una capacidad suficiente para que la producción resulte económica. Se ha demostrado ya que los concentrados de proteína de pescado pueden fabricarse económicamente en gran escala a base del pescado entero y húmedo y haciendo óptimo uso de los diversos solventes.

La Marine Protein, Inc. ha realizado considerables esfuerzos dirigidos al establecimiento de criterios de diseño para una planta establecida en la costa y una planta suplementaria a bordo, capaz de procesar 200 toneladas diarias de pescado fresco. Esas plantas funcionan a base del proceso de doble solvente, pero lo mismo hubieran podido ser construidas para el proceso de solvente único si dicho proceso se encontrara suficientemente desarrollado.

Son numerosas las ventajas de una planta a bordo de un barco. La más notable es el aumento de los días de producción por año y la economía de los costos del desembarco del pescado. Sin embargo, antes de entrar a fondo en una comparación de los méritos relativos de las plantas a bordo y de las de tierra debería realizarse un estudio de viabilidad que analizara cuidadosamente todos los factores pertinentes, tales como la ubicación, el suministro de pescado, la utilización de los procesos, el suministro de la mano de obra y del transporte, con el fin de determinar las condiciones óptimas de cada situación en particular.

8. DESCRIPCIÓN DE UN PROYECTO DE PLANTA DE DEMOSTRACIÓN DE LA OFICINA DE PESQUERÍAS COMERCIALES DE LOS ESTADOS UNIDOS*

El objetivo de la planta que se propone construir en Aberdeen, Washington, es demostrar la viabilidad del proceso de extracción con alcohol isopropílico para fabricar CPP en escala casi comercial, y obtener así datos sobre el costo y los procesos técnicos. El contratista, Ocean Harvesters of Los Angeles, California, representa dos compañías: SWECO, encargada de proyectar y construir la planta, y Star Kist Foods, encargada de su funcionamiento.

La planta se ha proyectado para una capacidad de 50 toneladas cortas diarias de pescado crudo; como funcionará 24 horas por día el promedio de procesado será de más 2 toneladas cortas de pescado por hora. La planta producirá de 7.5 a 8 toneladas cortas de CPP por día.

El sistema de extracción será del tipo de fases a contracorriente. La duración promedio del contacto del material con los solventes en cada fase será de 15 minutos, separándose entre ellas la miscela y los sólidos por medio de una pantalla vibratoria SWECO. La miscela restante se exprimirá de los sólidos mediante una presa de tornillo.

El sistema de recuperación del solvente consiste en una columna única de destilación en la que el alcohol azeotrópico fluye en la parte superior, y el aceite, las materias solubles y el agua salen por el fondo. Este sistema ha sido cuidadosamente comprobado: con él el solvente se recupera y recicla. El CPP húmedo se seca, eliminándose de él el solvente, se muele y se empaqueta de manera semejante a la que se aplica en la planta de Agadir. Los planos de la planta de Aberdeen están ya completos, los primeros trabajos se iniciaron el 8 de diciembre de 1969, proyectándose comenzar la operación de la planta el 1° de agosto de 1970.

* Memoria presentada en la reunión de expertos por George M. Knobl, Jr., Director Adjunto de Investigación, Centro Nacional de Concentrados de Proteínas de Pescado, Oficina de Pesquerías Comerciales, Servicio de Caza y Pesca, Departamento del Interior, College Park, Md., EE.UU.

9. PRODUCCION EN NORUEGA DE HARINA DE PESCADO DE BAJO CONTENIDO GRASO*

A raíz de un año en que hubo gran exceso de pescado en Noruega y en el que las plantas de elaboración resultaron insuficientes, los fabricantes de harinas de pescado iniciaron un plan de manufactura de dicho producto. Para ello desarrollaron el proceso Pescamino, confiando en los expertos conocimientos del Sr. Eric Hayne y basándose en la experiencia de los productores de Suecia.

El desgrase del arenque y la caballa planteó inicialmente un problema, pues, sometiendo esas variedades de pescado a cocción y prensado, es difícil obtener una harina con un contenido graso inferior al 7 o el 8%. El problema de conseguir un proceso de extracción homogéneo se resolvió modificando en parte el proceso de la fábrica Lurgi, y combinando los procesos que se aplican a la soja y al afrecho de arroz. Este procedimiento exige el preacondicionamiento de la harina, restituyendo su humedad y formando gránulos con la consistencia adecuada para ser arrastrados en una extracción a contracorriente con hexano. En esta operación se utiliza el sistema de roto-disco para desecado al vapor empleado para elaborar harina de pescado corriente; el producto final se compone, en parte, de harina obtenida directamente de la caballa o el arenque frescos y, en parte, de harina almacenada por un período de hasta tres meses.

La planta Pescamino comenzó a funcionar en mayo de 1969. El análisis por el método Soxhlet de la harina de pescado revela un 80,8% de proteína, 8% de humedad, 10,5% de ceniza y 0,3% de grasa. La harina contiene 1,3% de sal y 0,19% de amoníaco. Los demás componentes son los habituales en la harina de pescado. Este proceso de extracción no ocasiona destrucción de elementos y, como elimina en gran medida la grasa, el producto tiene un sabor aceptable, incluso para el consumo humano.

El costo medio de producción en los primeros meses fue de \$ 18 por tonelada de producto extraído, incluido el costo de la corriente de vapor (procedente de una fábrica próxima de productos de pescado), la energía eléctrica, el envasado, los salarios, el mantenimiento, etc. La inversión inicial destinada al edificio y al equipo para la planta fue de \$ 350.000.

* Memoria presentada en la reunión por Gerdt Løvold, Gerente, Pescamino Ltd. A/S, Oslo (Noruega).

La fábrica funciona sobre una base estrictamente comercial y produce 50 toneladas de harina de pescado por día, o aproximadamente entre mil y dos mil toneladas por mes, cuya venta se efectúa con arreglo a contrata. El producto, que se vende a 3 ¢ más por libra que el precio corriente de la harina de pescado, tiene dos mercados principales: como alimento para animales domésticos y como un sucedáneo de la leche en la alimentación de terneros. La empresa efectúa la producción para estos mercados en colaboración con una compañía sueca (Lactomeen), que posee un importante laboratorio para la mezcla y combinación. El producto se viene vendiendo también en gran cantidad en el Reino Unido como pienso para lechones, y en Dinamarca como alimento para alevines de salmón.

Uno de los problemas que se plantean en relación con la posibilidad de mejorar la harina de pescado en Noruega para destinarla al consumo humano es el de los requisitos higiénicos de algunos de los procedimientos de elaboración. Otra dificultad proviene de la escasez de materia prima. Se ha apelado al recurso de utilizar fábricas flotantes. Pero la experiencia de la fábrica Astra ha demostrado que si bien las fábricas flotautes son adecuadas en relación con la producción de harina de pescado, no se las puede utilizar para llevar a cabo procesos de extracción, debido al movimiento del mar y a otras causas.

La compañía Pescamino emplea un barco de carga equipado con maquinaria sumamente moderna para producir harina de pescado. La harina fresca es llevada a tierra; una parte se destina a la venta directa y otra se utiliza para la extracción. La empresa proyecta, como actividad paralela, la fabricación de un producto más elaborado destinado al consumo humano.

10. EL PROCESO HALIFAX BASADO EN EL EMPLEO DEL ISOPROPANOL PARA LA FABRICACION DE CPP*

A comienzos del decenio de 1950 se iniciaron los trabajos en el laboratorio de Halifax encaminados al desarrollo de un concentrado de proteínas de pescado desgrasado y desodorizado, que resultase apropiado para el consumo humano. Se intentaron dos enfoques diferentes: la hidrólisis enzimica y la extracción por solvente. Aquí no examinaremos las investigaciones realizadas sobre la hidrólisis enzimica.

El trabajo sobre los concentrados de proteína de pescado extraídos mediante solvente quedó polarizado en torno a una investigación sobre el empleo del isopropanol. Anteriores estudios habían demostrado la eficacia de este solvente para la extracción a partir de las huevas de pescado. Sus características hacen de él una substancia idónea para la extracción de grasas, materias solubles en agua y agua, del pescado. Es relativamente atóxico para el ser humano, y no se combina con los componentes del pescado para formar compuestos tóxicos. El isopropanol, se consigue fácilmente a un costo relativamente bajo, es de fácil manejo, no resulta corrosivo para el equipo, y está sometido a muy pocas restricciones estatales para su empleo comercial.

La investigación versó sobre la extracción a partir de pescado desmenuzado para producir un producto insípido e inodoro. El Dr. Guttman describe el procedimiento (que es esencialmente el mismo que el presentado en el Informe Provisional número 67 de 1957) en el informe anual del Laboratorio referente a 1955-1956. Hacia aquellas fechas, el método se encontraba aún en su fase experimental de laboratorio.

El proceso Guttman-Vandenheuvel-Gunnarsson fue adoptado para su empleo a escala experimental en 1958, siendo durante los dos años siguientes sometido a detalladas pruebas. Enumeramos a continuación sus rasgos esenciales:

- 1) Lavar la materia prima y desechar cabezas;
- 2) Desmenuzar a un cuarto de pulgada o menos;
- 3) Añadir dos partes (en peso) de agua y pH 5,5 H_3PO_4 ;
- 4) Calentar a 76° C, removiendo durante 30 minutos;

* Memoria presentada en la reunión de expertos por David R. Idler, Director de Investigación de la Región Atlántica, Junta de Investigaciones Pesqueras del Canadá, Halifax, Nueva Escocia, Canadá.

- 5) Filtrar, lavar en agua caliente;
- 6) Añadir isopropanol (AIP) hasta un 70%;
- 7) Lavar con AIP de un 80%;
- 8) Repetir (6);
- 9) Repetir (7);
- 10) Secar la torta;
- 11) Tamizar a: CPP, productos intermedios, espumas;
- 12) Moler a dimensión de tamiz de un $\frac{1}{32}$ de pulgada.

Pudieron comprobarse variaciones importantes en el color de los lotes de CPP (figura 1), lo que posiblemente reflejaba alteraciones estacionales dentro de una misma especie (figura 2).

Se tropezó con una gran dificultad en el filtrado o centrifugado de la masa gelatinosa formada al añadir agua y ácido al pescado desmenuzado. Este problema había sido previsto por Gunnarsson, quien creyó que la centrifugación lo resolvería. Si bien algunos lotes resultaron satisfactorios, otros conservaban olor a pescado debido probablemente a un lavado insuficiente; y, al volverse la torta centrifugada completamente impermeable al agua, hubo de interrumpirse la elaboración de algunos otros lotes.

Era necesario, por consiguiente, modificar el proceso. Sin embargo, pese a las limitaciones del mismo, se produjo y distribuyó durante este período una cantidad considerable de CPP de alta calidad.

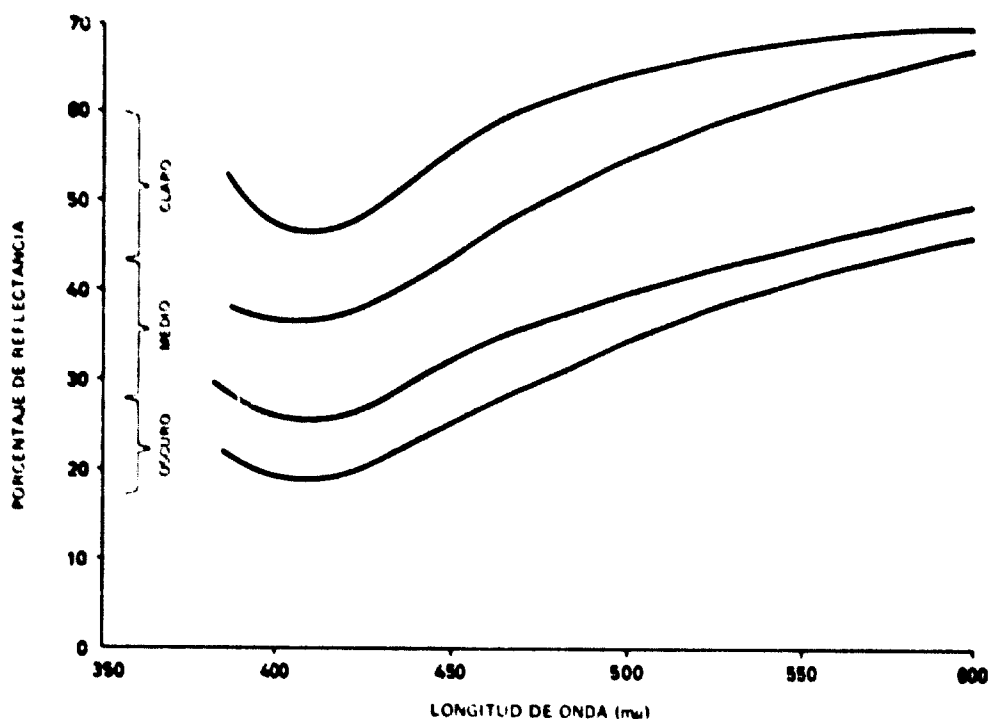


Figura 1. Curvas típicas de reflectancia (indicadoras de color) de varias muestras de concentrado de proteína de pescado

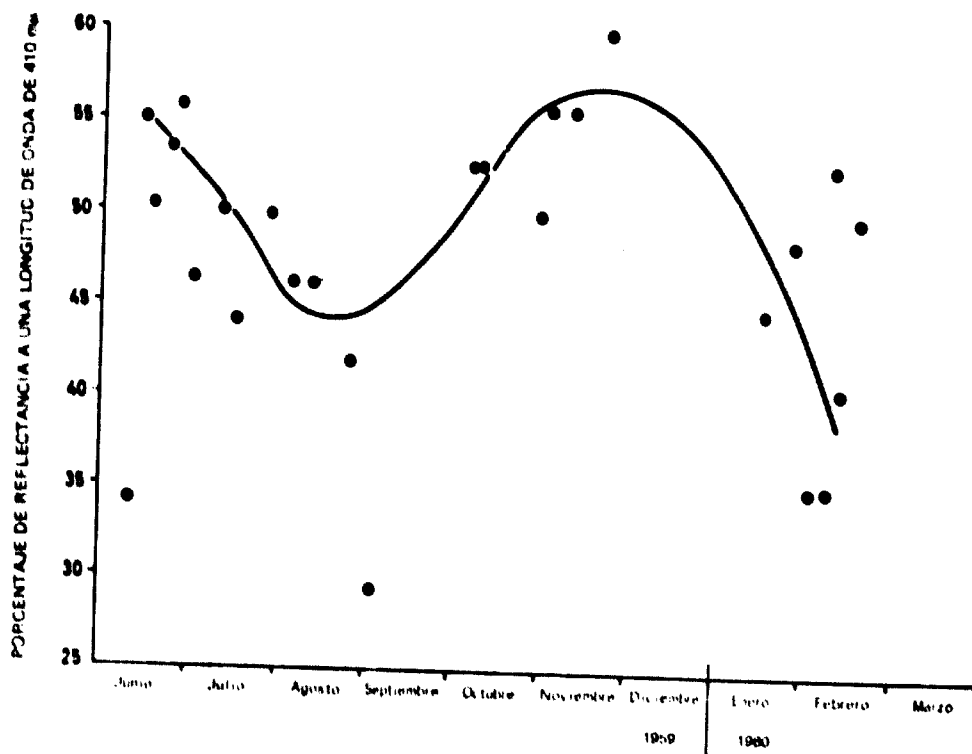


Figura 2. Variaciones de color del concentrado de proteína de pescado según el mes de captura del pez

La extracción con agua se introdujo en un principio para eliminar las materias solubles en agua antes de proceder a la extracción de los lípidos con isopropanol. En un experimento por separado se hizo un estudio sobre las proteínas del músculo de bacalao, libre en lo posible de otros componentes, utilizándose diversas mezclas de isopropanol y agua para la extracción de grasas, de materias solubles en agua y de proteínas (figura 3). Resultó evidente que el isopropanol extraía eficazmente las materias solubles en agua si contenía de un 15 a un 20% o más de agua. Las grasas se extraían óptimamente cuando el isopropanol contenía de un 20 a un 30% de agua. No se extraían prácticamente proteínas a no ser que el contenido de agua superase el 20%, extrayéndose muy pocas con un contenido de agua del 25 al 30%.

Se veía ahora con claridad cuál había de ser la solución de los problemas planteados por la extracción con agua, y a partir de este momento la extracción se realizó con isopropanol del 70%. Este procedimiento produjo una masa porosa parecida a una mezcla de serrín fino y agua, al tiempo que eliminaba por completo los problemas relacionados con la centrifugación y con los diversos olores a pescado. También suministró un procedimiento para la preservación de la materia prima, que hasta entonces había mostrado una gran propensión a deteriorarse.

El método de Power-Damberg perfeccionado, empleado para la preparación de CPP a partir del bacalao y de otras especies afines, tal como aparece escrito en el *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, volumen 19: 1039–1045, 1962, es como sigue:

Fase 1: Se desmenuzan filetes limpios y frescos de bacalao (o de otra especie similar) en trozos de un cuarto de pulgada en un molino de 1,5 HP (véase figura 4). Se añade la cantidad necesaria de isopropanol al 99%, hasta formar una mezcla de 70 partes de isopropanol y 30 de agua, valiéndose del agua ya existente en el pescado. Esto requiere aproximadamente unos 19 galones imperiales de isopropanol del 99% por cada 100 lb de pescado en filetes. Se remueve la mezcla durante 15 minutos en un tanque de acero inoxidable, durante cuyo proceso se añade el suficiente ácido fosfórico al 20%, para elevar el pH a 5,5. Esto hidroliza parcialmente el tejido conectivo, incrementando la solubilidad del colágeno y de la gelatina. El alcohol deshidrata y desnaturaliza ligeramente la carne del pescado, cuya consistencia de pasta suave pasa a ser de partículas granulares. Esto hace posible el empleo de una trituradora ultrarrápida para reducir aún más el tamaño de dichas partículas. La mezcla de alcohol y de carne de pescado es pasada a continuación por una trituradora Fitzpatrick provista de un tamiz con orificios de $\frac{1}{8}$ de pulgada de diámetro.

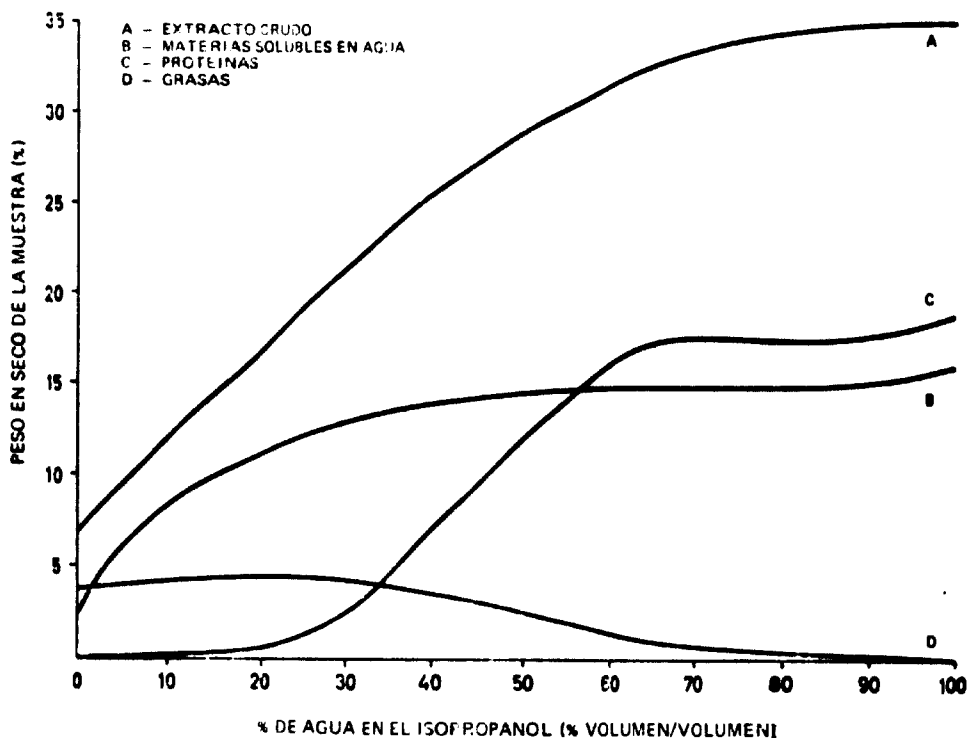


Figura 3. Efectos del grado de concentración del isopropanol sobre la extracción de materias solubles en agua, de proteínas y de grasas del músculo de bacalao

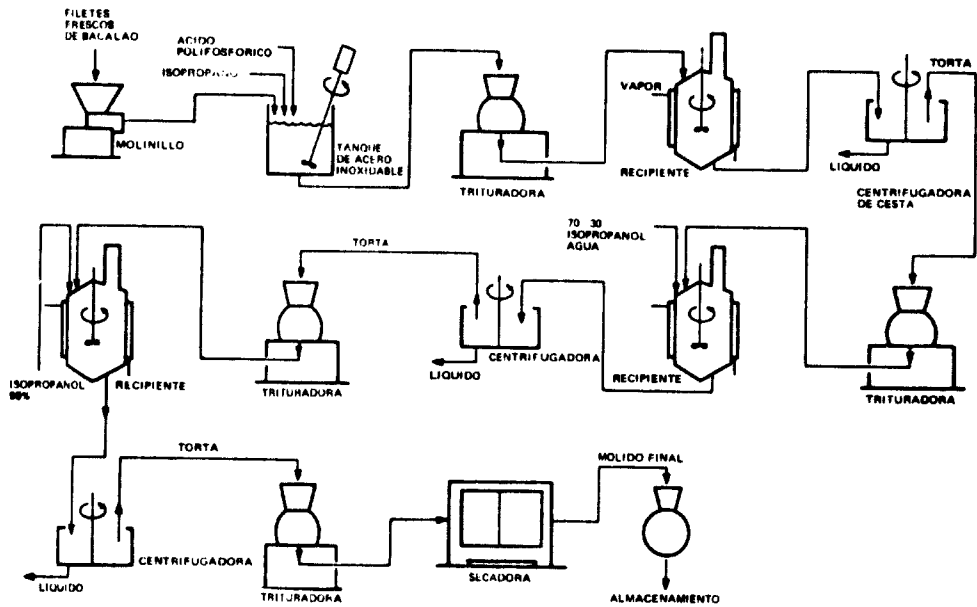


Figura 4. Diagrama de un proceso de fabricación de concentrado de proteína de pescado

Fase 2: Se introduce el material en un recipiente de reacción de 30 galones de cabida y se le mantiene a una temperatura de 178° a 180° F, removiéndolo continuamente durante 30 minutos. Se utilizan refrigerantes de vidrio de reflujo para evitar las pérdidas de alcohol. Se bombea a continuación el material a una centrifugadora de cesta para la separación del líquido. En este punto la torta contiene de un 45 a un 50% de líquido, y se extrae de ella aproximadamente un 94% de las grasas y un 72% de las materias solubles en agua que se quiere eliminar. Se muele a continuación la torta pasándola por una trituradora Fitzpatrick, provista esta vez de un tamiz con orificios de $1/2$ pulgada².

Fase 3: Se devuelve la torta desmenuzada al recipiente de reacción con 10 galones de una mezcla de 70 partes de isopropanol y 30 de agua destilada, por cada 100 lb de material de partida. Se mantiene la temperatura de la mezcla entre 178° y 180° F conservándola en esa temperatura durante 15 minutos y removiéndola continuamente. Se la bombea seguidamente a la centrifugadora de cesta para eliminar el líquido. Tras esta operación se han extraído aproximadamente un 97,5% de las grasas y un 98% de las materias solubles en agua cuya eliminación se persigue. Se vuelve a desmenuzar la torta en la trituradora Fitzpatrick, sirviéndose de un tamiz con orificios de $1/2$ pulgada².

Fase 4: A continuación se introduce el material en el recipiente de reacción con isopropanol al 99%, y se vuelve a calentar durante 15 minutos a una temperatura de unos 178° a 180° F, removiéndolo continuamente.

En esta extracción se utilizan 10 galones imperiales de isopropanol por cada 100 lb de material de partida. Se bombea seguidamente el lodo resultante a la centrifugadora para la separación del líquido. Se introducen a continuación otros 4 galones imperiales de isopropanol al 99% en el recipiente, donde se calientan a una temperatura de 178° a 180° F y se bombean a continuación a la centrifugadora para limpiar así los sólidos residuales procedentes del recipiente, de la bomba y de las conducciones y para lavar la torta. Se desmenuza seguidamente la torta en la trituradora Fitzpatrick.

Tras este proceso de extracción, el contenido de grasas es inferior al 0,6% (normalmente de un 0,016% a un 0,04%) medido por extracción con una mezcla de metanol y cloroformo (método de Bligh and Dyer). La extracción con éter en un aparato Soxhlet produce un CPP con un contenido inferior de grasa.

Fase 5: Se seca a continuación la torta desmenuzada en bandejas, utilizándose un secador de diseño tipo arcón en el que se sopla sobre las bandejas aire caliente a una temperatura entre 100° y 110° F aproximadamente. El secado suele requerir de unas 24 a unas 36 horas según cuáles sean las condiciones climáticas locales. Se elimina el alcohol y se reduce la humedad a un 3 ó un 4%. Tras el secado, se muele finalmente la torta hasta formar harina en un desintegrador Reitz, utilizándose un tamiz con orificios de 0,032 pulgadas. A continuación se envasa herméticamente el producto final en bolsas de polietileno.

El empleo de isopropanol al 99% para la extracción final produjo una torta que resultó más fácil de secar, eliminándose así el riesgo de deterioro del material que existe durante un período prolongado de secado. El ácido puede eliminarse si se utiliza un material muy fresco como punto de partida. Sin embargo, la experiencia indica que el producto acabado tendrá un olor a peseado o experimentará una reversión de sabor si no se utiliza ácido. En los casos en que se ha utilizado ácido, tanto el color como el sabor han resultado siempre satisfactorios.

Se ha modificado el proceso para su aplicación a especies de mayor contenido graso. En este caso se eleva el volumen de isopropanol lo más posible durante la segunda extracción. El arenque sometido a doble extracción mostró un contenido de grasas de un 1%; una tercera extracción redujo esta cifra por debajo del 0,1%, en comparación con el 0,02—0,056% conseguido cuando se emplean pescados magros. Todos estos valores están muy por debajo del contenido de grasa que se considera satisfactorio para los CPP de óptima calidad.

Se ha preparado CPP con filetes de bacalao, recortes de filetes, tortas prensadas de recortes de filetes, bacalaos enteros, bacalaos enteros desvicerados, bacalaos desvicerados y descabezados, arenques jóvenes y maduros, capelanes, rayas enteras y lijas enteras. Todos esos productos han resultado satisfactorios desde el punto de vista del color, sabor y olor.

El secado al aire deja un residuo de isopropanol de aproximadamente el 1 al 1,2%; el secado al vacío elimina tan sólo una parte muy pequeña del alcohol residual. Pero la limpieza al vapor y el proceso de rescado reducen los residuos de solvente a unas 250 ppm o menos.

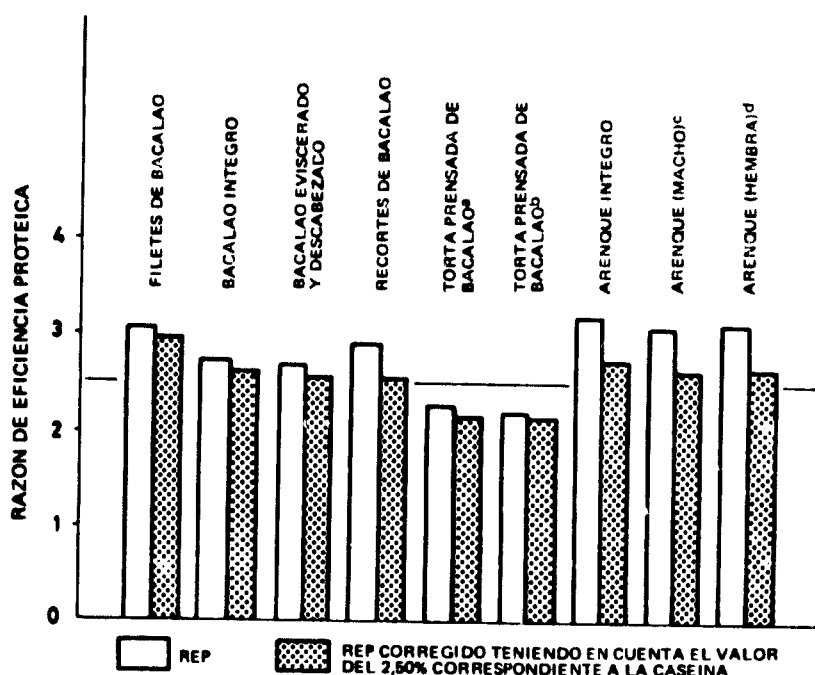
La extracción de las espinas o de parte de ellas del pescado crudo antes de su elaboración contribuye a elevar la riqueza proteínica del producto final y a reducir su contenido de fluoruro.

El cuadro 1 contiene un análisis aproximativo de los concentrados de proteínas de pescado fabricados con diversas materias primas. El contenido proteínico es más elevado cuando se emplean filetes. El bacalao íntegro da un concentrado de proteínas de un 84,7% y los recortes de bacalao de un 87,2%; los arenques íntegros dan un porcentaje de un 89,7% de proteínas. Las grasas residuales suelen situarse entre un 0,02% y un 0,056% para pescados magros, llegando a elevarse hasta un 0,18% para los arenques.

CUADRO 1. ANÁLISIS APROXIMATIVO DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE PESCADO ELABORADO CON BACALAO Y CON ARENQUES
(Porcentaje)

| Materias primas | Proteínas (en seco) | Humedad | Ceniza | Fibra | Grasa (extracción con éter) | Grasa (extracción con mezcla de cloro- formo y metanol) |
|--|------------------------|---------|--------|-------|-----------------------------------|--|
| Filetes de bacalao | 92,9 | 4,64 | 1,89 | 0,50 | 0,02 | 0,033 |
| Bacalao íntegro | 84,7 | 7,62 | 14,6 | 0,88 | 0,02 | 0,056 |
| Bacalao desvis- cerado y des- cabezado | 90,26 | 5,25 | 8,37 | 0,81 | 0,02 | 0,02 |
| Recortes de ba- calao | 87,2 | 3,54 | 11,42 | 0,34 | 0,039 | 0,04 |
| Arenques enteros | 89,7 | 8,24 | 7,13 | 0,94 | 0,09 | 0,18 |

El valor nutritivo de los concentrados de proteínas es elevado. La razón de eficiencia proteica (REP) de todas las muestras (figura 5) es más elevada que las correspondientes a la caseína, con la salvedad de las muestras producidas con torta prensada, donde la pérdida de materiales proteínicos durante el prensado origina probablemente el descenso en la calidad de las proteínas. La torta prensada cocida con vapor a presión inyectado directamente en el material reportó el nivel más bajo de REP como resultado del efecto extractivo del condensado de vapor. Las REP más altas se consiguieron con concentrados producidos con filetes de bacalao, arenques enteros y bacalaos enteros. Las REP de estos concentrados fueron de 2,97, 2,74 y 2,64 respectivamente. Los concentrados



^a Recortes de bacalao cocidos con calor indirecto y prensados a un 60% de humedad.

^b Recortes de bacalao cocidos con vapor a presión y prensados a un 60% de humedad.

^c Arenques (macho) justo antes del desove; gónadas 19,5% del peso total.

^d Arenques (hembra) justo antes del desove; gónadas 22% del peso total.

Figura 5. Razón de eficiencia proteica de CPP elaborado con bacalao y con arenque

proteínicos elaborados con bacalao desviscerado y descabezado y con recortes de bacalao registran valores intermedios de REP de un 2,58% y un 2,57%, respectivamente, comparados con el 2,5% que se consigue con la caseína. Las muestras de concentrados proteínicos producidos a partir de dos tipos de tortas prensadas de recortes de bacalao dieron los valores de REP más bajos de 2,19 y 2,12, respectivamente, es decir, bastante inferiores a los valores conseguidos con la caseína.

La lisina presente expresada, como porcentaje del contenido proteínico, resulta también altamente satisfactoria. Dicho porcentaje se sitúa entre 6,14 y 10,1% (véase cuadro 2). Con la excepción de los concentrados preparados con hembras de arenque maduras justo antes del desove, todos los valores son superiores al mínimo de 6,5% recomendado por la FAO en sus especificaciones provisionales de 1961.

La Junta de Investigaciones Pesqueras y el Departamento de Comercio e Industria han venido cooperando con miras a conseguir la aprobación de la Dirección de Fármacos y de Productos Alimenticios de los CPP destinados al consumo humano en Canadá. Se han completado con éxito los ensayos químicos, nutricionales y toxicológicos que exige el Gobierno canadiense para otorgar su aprobación.

CUADRO 2. LISINA Y VALORES DE LISINA DISPONIBLES EN EL CPP
FABRICADO CON BACALAO Y CON ARENQUES
(Porcentaje)

| | Lisina | Contenido de lisina como por- centaje del conte- nido proteínico | Lisina disponible | Lisina disponible como porcentaje del contenido proteínico |
|--|--------|---|-------------------|---|
| Filetes de bacalao | 12,6 | 14,2 | 8,49 | 9,58 |
| Bacalao íntegro | 11,5 | 14,7 | 7,87 | 10,1 |
| Bacalao desvisce- rado y descabe- zado | 11,7 | 13,3 | 7,04 | 8,23 |
| Recortes de bacalao | 7,7 | 9,1 | 7,5 | 8,9 |
| Arenques ^a | 11,6 | 14,1 | 5,82 | 7,07 |
| Arenque (macho) ^b | 11,2 | 15,03 | 6,28 | 8,43 |
| Arenque (hembra) ^c | 9,63 | 11,3 | 5,13 | 6,14 |

a Mezcla de arenques no maduros.

b Arenques (macho) justo antes del desove.

c Arenques (hembra) justo antes del desove.

La solicitud de aprobación presentada a la Dirección de Fármacos y de Productos Alimenticios fue formulada en favor de los concentrados de proteínas de pescado elaborados con cuatro materias primas: arenques íntegros, capelanes íntegros, y recortes de bacalao y de lubina (es decir, con los restos del pescado ya desviscerado después de haberse cortado los filetes). La aprobación fue también solicitada para especies afines a las anteriores y para los concentrados de proteínas de pescado elaborados con merluza, basándose en la aprobación que este concentrado de proteínas de pescado había recibido de los organismos competentes de los Estados Unidos. También se tenía proyectado conseguir la aprobación de concentrados de proteínas de pescado elaborados con una gama más amplia de especies comestibles. Las especies consideradas son principalmente especies no aprovechadas en la actualidad en Canadá para la alimentación, como, por ejemplo, la raya, la lija, la anguila, el lenguado, el rodaballo, la platija y otras muchas especies subutilizadas.

Los recursos marinos subutilizados del Canadá pudieran ser de inestimable importancia para la producción económica de CPP. Entre las grandes cantidades de peces comestibles capturados por los buques pesqueros de rastreo, se pesca también gran cantidad de peces no comestibles que se tiran al mar ya muertos o moribundos. Mediante su conversión en CPP estas especies actualmente desaprovechadas pudieran suministrar proteínas de alta calidad de otro modo desperdiciadas. Entre las especies comestibles, que rara vez se capturan, figuran la anguila, los argeninos, la merluza y los elasmobranquios.

El establecimiento de una industria de producción de CPP ayudaría tanto a los pescadores como a los consumidores. Los buques pesqueros podrían completar su carga mixta (peces comestibles y peces para su conversión en CPP) más rápidamente y hacer por consiguiente viajes

más cortos, lo que mejoraría la calidad y la frescura del pescado. Además, las especies que actualmente se capturan para la producción de piensos podrían obtener precios más elevados si se las pudiera transformar en productos apropiados para el consumo humano.

El Gobierno Federal ha establecido un comité interdepartamental sobre concentrados de proteínas de pescado para promover en Canadá la aplicación comercial del proceso basado en el isopropanol. Hay diversos subcomités encargados de presentar informes sobre cuestiones relativas a la investigación y a la comercialización a dicho comité.

El año pasado, Cardinal Proteins Ltd., cuya casa central está en Halifax, dio a conocer sus planes para proceder a la construcción en Canso, Nueva Escocia, de una planta comercial para la fabricación de concentrados de proteína de pescado. Se utilizará el proceso Halifax basado en el isopropanol. Se ha proyectado para esta planta una capacidad inicial de 200 toneladas de pescado fresco al día, lo que reportará un rendimiento de 30 toneladas diarias de concentrados de proteínas. La materia prima estará formada por trozos de arenque, bacalao y lubina, y de otras especies comestibles no aprovechadas actualmente para la alimentación humana. Se había previsto la puesta en marcha de esta planta, valorada en 5 millones de dólares canadienses, para mediados de 1970. El precio de venta del producto se había calculado en unos 35 centavos por lb. Los expertos científicos de la Junta de Investigaciones Pesqueras del Canadá han cooperado estrechamente con ingenieros de la empresa en la proyección de esta planta y prosiguen su labor de investigación en lo referente al proceso. A medida que se vaya adquiriendo más experiencia se espera introducir importantes modificaciones en esta planta, que ha de servir como prototipo.

Mientras tanto, en el laboratorio de Halifax prosigue la investigación sobre concentrados de proteínas de pescado; se han desarrollado métodos para determinar los residuos de fluoruro en los CPP, y se llevan a cabo estudios sobre cierto número de especies marinas para determinar el contenido de fluoruro en cada una de las partes del pez. Se ha desarrollado un método de cromatografía gaseosa que permite determinar con rapidez los residuos de alcohol. Prosiguen también las investigaciones para mejorar la eficacia del proceso de extracción, y se ha demostrado que la mezcla azeotrópica de isopropanol y agua, fácilmente recuperable por simple destilación, puede utilizarse eficazmente en el proceso de extracción, incluso para especies con mucha grasa, como el arenque. Se está estudiando la posibilidad de producir concentrados de proteínas de pescado con diversas características físicas que permitan la preparación de pastas con agua y su coagulación al calor; un CPP con características de esa índole pudiera ser empleado para productos de tipo cárnico. De hecho, los concentrados de proteína de pescado no son un producto, sino más bien una gran variedad de productos, cada uno de ellos elaborado para atender a una necesidad específica. El Sr. Jack Davis, Ministro Federal

de Pesquerías y de Silvicultura, comparó la producción de CPP con la operación de reducción de la madera a pasta de celulosa en las industrias forestales.

Una gran ventaja de los CPP debidamente envasados, con respecto a los productos piscícolas convencionales, reside en su conservación prácticamente ilimitada bajo cualquier condición ambiental. Esto tiene gran importancia en aquellos países en los que la refrigeración es costosa. La naturaleza estable del producto es otro factor positivo que facilita la comercialización sistemática del mismo.

Se espera que la planta de Canso sea precursora de muchas empresas similares en Canadá y en otras partes del mundo. Gracias a ella, los recursos canadienses en materia de proteínas de origen marino podrán contribuir más activamente a la resolución del problema de la escasez mundial de proteínas de alta calidad.

11. ASPECTOS DE LA PLANIFICACION DE INSTALACIONES DE FABRICACION DE CPP*

Para planificar una planta de CPP es preciso que los objetivos de la misma estén claramente definidos, objetivos que serán distintos en cada caso. Al considerarlos deben tenerse en cuenta factores tales como el suministro de materias primas, la especificación del producto en relación con las necesidades del mercado, el factor costos y la utilización de los subproductos.

El proceso de extracción con isopropanol puede aplicarse a escala comercial con cierta flexibilidad que permite atender a las necesidades concretas de cada proyecto. Como ejemplos de las características adaptables de dicho proceso citaremos el almacenamiento de las materias primas, la eliminación de las espinas, las técnicas para la extracción de las proteínas y el molido y la desodorización.

El suministro adecuado de pescado, que no entrañe peligro de que se agoten las existencias del mismo es quizá el factor más importante para el éxito de una planta de CPP. Han de desarrollarse también adecuadas técnicas de captura. La planta debe contar con los servicios de una flota pesquera capaz de abastecerla con regularidad con pesca que reúna las condiciones precisas de calidad y cantidad. La localización de la planta, su capacidad, los métodos de almacenamiento y manutención del pescado, el tamaño de las instalaciones de almacenamiento y el propio proceso de fabricación han de decidirse en relación con el potencial suministro de pescado.

Los diversos mercados y las diversas utilizaciones del producto exigen del mismo características diferentes en lo que respecta a su contenido mineral, estructura granulométrica, composición en oligoelementos, solubilidad, poder de dispersión, termocoagulabilidad, sabor, color y otros factores. Para cada planta habrá que considerar dónde se piensa comercializar el CPP, las principales utilizaciones del mismo y las características que prefieran los consumidores y los organismos sanitarios competentes. Esa información servirá para determinar las especificaciones del producto y el diseño de la planta. De otro modo pudiera adoptarse un proceso de fabricación que resultara en productos inadecuados para las futuras

* Memoria presentada en la reunión de expertos por Arnold Carsten, Especialista y Supervisor de la Nenniger y Chénevert Inc., Montreal (Canadá).

necesidades. La tecnología ya ha alcanzado un nivel que permite, introducir variaciones y efectuar el control de determinadas cualidades funcionales de los CPP durante su fabricación, incluso a escala comercial, sin poner en peligro la calidad del producto.

El método de fabricación y el grado de complejidad del equipo pueden, dentro de ciertos límites, adaptarse para obtener un producto a un precio que el mercado pueda soportar y que está condicionado por el costo de las materias primas. Se han citado muchas cifras en estos últimos años relativas a los gastos de instalación y de producción de las plantas de CPP. Dichas cifras difieren considerablemente ya que dependen de factores más directamente afectados por las circunstancias concretas de un determinado proyecto que por las necesidades en materias primas y en energía del proceso que se haya seleccionado. La partida más importante del costo de producción de los CPP corresponde al costo de las materias primas, pero otros factores, tales como el almacenamiento y mantención de los materiales, los suministros de solvente, las medidas de higiene, el control de la contaminación, la elaboración de subproductos y el costo de construcción, para mencionar sólo algunos, pueden repercutir considerablemente sobre la economía global del proyecto. No debe prestarse demasiada importancia a cifras que no hayan sido debidamente corroboradas, ni deben formularse conclusiones sobre la base de cifras cuya aplicabilidad no haya quedado determinada.

La fabricación de CPP puede resultar en cierto número de subproductos tales como el aceite de pescado, la harina de pescado y de espina de pescado y otros productos solubles en polvo. Para determinar qué criterios básicos deben presidir al diseño de una fábrica de CPP debe tenerse una noción muy clara de cuáles hayan de ser los efluentes resultantes y de qué manera pueden integrarse las instalaciones para su tratamiento dentro del proceso de fabricación de CPP, para obtener el mejor aprovechamiento de dichos efluentes.

Por ejemplo, últimamente se ha hablado bastante de las técnicas de almacenamiento de pescado crudo en agua de mar refrigerada para amortiguar así las fluctuaciones en el suministro de la materia prima y para aprovechar ese método de almacenamiento en fases subsiguientes del proceso. Sin embargo, el agua utilizada contendría materias orgánicas, y si los reglamentos para el control de la contaminación impidiesen dar salida al agua contaminada, o las instalaciones para su tratamiento fuesen demasiado costosas o no hubiese mercado para las materias recuperadas, este problema, aparentemente sin importancia, exigiría una revisión considerable del proyectado proceso de fabricación.

Este ejemplo nos sirve para ilustrar la futilidad de intentar desarrollar un proceso único y menos aún un diseño único de planta, para ser aplicado en todas partes. Esto no significa, sin embargo, que los resultados de la labor de desarrollo de prototipos efectuada en Agadir o en otros lugares no pueda servir de base para futuras plantas de CPP, sino simple-

mente que los rápidos avances en los conocimientos científicos y tecnológicos sobre los CPP permiten ya la adaptación de las instalaciones a las particulares circunstancias de cada lugar. Esta flexibilidad irá aumentando a medida que una serie de procesos actualmente en período experimental vayan entrando en su fase de explotación comercial. Esos procesos no son forzosamente competitivos, ya que lo que persiguen es el desarrollo de una gama de productos lo más diversa posible.

Los procesos más avanzados se basan en la extracción por solvente; cierto número de ellos, tales como el desarrollado por la Oficina de Pesquerías Comerciales de los Estados Unidos, por la Junta de Investigaciones Pesqueras del Canadá, por la empresa comercial VioBin y otras entidades pueden aplicarse ya a escala comercial.

Nuestro trabajo trata de la extracción con alcohol isopropílico, que es uno de los dos procedimientos aprobados hasta la fecha por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos. Nos ocupamos de este proceso para demostrar la posibilidad de producir CPP de la mejor calidad a escala comercial y para que se pueda también apreciar la flexibilidad alcanzada por este método de manufactura en circunstancias de muy diversa índole. Las únicas plantas de este tipo actualmente en funcionamiento son algunas plantas experimentales y una planta comercial para la fabricación de harina de pescado para consumo humano. Sin embargo, está ya completado el diseño del proceso para la primera instalación comercial, y es seguro, habida cuenta de los numerosos ensayos efectuados con el equipo y en plantas experimentales, que no se tropezará con problemas insuperables en la utilización de este proceso.

Se sabe ya por cuánto tiempo y bajo qué condiciones puede conservarse el pescado y los productos intermedios en el solvente sin necesidad de refrigeración. Esto significa que pueden construirse instalaciones para recibir el pescado según determinados calendarios de entrega del mismo y que es posible enviar los productos intermedios a una planta de extracción localizada centralmente.

La extracción no tiene por qué iniciarse a partir del pescado desmenuzado. Según cuáles sean las circunstancias de la planta, el proceso de extracción puede ir precedido de la separación mecánica de las espinas o de la cocción y extracción del aceite y de los productos solubles por procedimientos convencionales.

El procedimiento de extracción ofrece en sí un alto grado de flexibilidad con respecto al número de las fases de la misma, a las condiciones del proceso, a las técnicas de contacto y separación y a otros elementos similares. El diseño de la planta puede de este modo adaptarse al empleo de distintas materias primas y a la obtención de productos con especificaciones muy concretas.

Se han considerado diversas técnicas para el molido final y para la clasificación de los CPP. Dichas técnicas difieren grandemente en cuanto

a sus resultados y a su costo. Pueden también servir para eliminar parcialmente las espinas, a no ser que esto se haya hecho en una fase anterior del proceso. La eliminación parcial o completa de las espinas no sólo limita el contenido de fluoruro del producto de modo que éste pueda satisfacer los requisitos exigidos por los organismos sanitarios competentes, sino que aumenta también la gama de las aplicaciones posibles del producto. Nuevamente se presenta aquí una oportunidad de adaptar el proceso a cierto tipo de especificaciones.

La desodorización del solvente antes de su reciclado puede resultar cara. El problema ya no reviste gravedad hoy, pero antes de seguir adelante es preciso determinar qué resultados cabe esperar con un funcionamiento de la planta de tipo continuo. Puede emplearse uno de los procedimientos siguientes, o la combinación, de ellos: el tratamiento de ácido, la destilación fraccional y la adsorción. Los compuestos odoríferos pueden eliminarse también en otras fases del proceso, y más concretamente mediante el control del pH durante la extracción mediante la limpieza al vapor durante la eliminación de solventes en el producto. Los efectos y los aspectos económicos de todas esas medidas se hallan mutuamente relacionados y dependen asimismo de otras variables del proceso. La complejidad del sistema de desodorización debe enfocarse por consiguiente a la luz del proceso en su conjunto así como de las aplicaciones previstas del producto.

Las anteriores consideraciones procuran servir de estímulo para una discusión para sacar a luz cuantos conocimientos puedan ser útiles para una aplicación comercial de estos métodos, y mostrar que es preferible adoptar un procedimiento flexible y no desarrollar un tipo de planta de CPP cuya utilidad vaya a quedar limitada por la inclusión de componentes que aún no están a punto. El autor de este trabajo no está autorizado para publicar la labor llevada a cabo para determinados clientes. Sin embargo, facilitará gustoso datos tecnológicos para cualquier proyecto cuando así se le solicite.

12. PRODUCCION EXPERIMENTAL DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO EN CHILE UTILIZANDO EL ISOBUTANOL*

Como ha señalado Oswald A. Roels en la memoria 1 de esta publicación, Chile reúne condiciones ideales para el desarrollo de una industria de CPP, pues posee un extenso litoral marítimo, su población aprecia el valor nutritivo del pescado, y existe la necesidad de enriquecer con proteínas su régimen alimenticio, constituido fundamentalmente por hidratos de carbono y grasas. Inicialmente se procuró producir CPP en Chile mediante un proceso de extracción a base de etanol y/o hexano. Tras ese ensayo, se emprendió la producción experimental de CPP empleando como solvente el isobutanol. El isobutanol tiene la ventaja de que se puede producir en Chile, en tanto que otros solventes, como el hexano, el isopropanol y el dicloruro de etileno deben importarse.

El proceso utilizado era similar al ideado por Levin. [1, 2] El pescado fue sometido a un proceso de extracción mediante solvente; el agua, el solvente y las sustancias volátiles se destilaban en forma continua y a temperatura constante. El producto de la destilación pasó por dos fases inmiscibles: una rica en agua, y la otra en solvente, al que se hizo recircular como reflujo.

Como materia prima se utilizó exclusivamente merluza chilena (*Merluccius gayi*), sometiéndola a elaboración dentro de las 20 horas subsiguientes a su pesca. En el cuadro siguiente figura la composición promedio de la merluza. A lo largo del período de labor (marzo a julio) se apreciaron notables variaciones en dicha composición. El contenido en grasa variaba del 4 al 22%, en seco. Esas cifras pueden parecer elevadas para un pescado magro, pero concuerdan con las suministradas por Yáñez y otros autores. [3]

Cuando la provisión de pescado fresco era discontinua se procedía a desmenuzar la materia prima conservándola luego en isobutanol durante no más de una semana, período de absoluta inocuidad conforme a lo especificado por el Departamento del Interior, Estados Unidos. Este trata-

* Memoria presentada en la reunión por P. Hevia, Fernando Acevedo Bonzi y S. Kaiser, de la Universidad Católica de Valparaíso (Chile). El Sr. Hevia pertenece al Instituto de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad; el Sr. Bonzi es Jefe del Departamento de Investigación de la Escuela de Ingeniería de la Universidad.

COMPOSICIÓN DE LA MERLUZA
(Porcentaje)

| Lote | Proteína ^a | Ceniza | Grasa |
|------|-----------------------|--------|-------|
| 1 | 66,1 | 14,4 | 19,5 |
| 2 | 64,9 | 14,1 | 21,0 |
| 3-4 | 67,5 | 14,3 | 18,2 |
| 7-8 | 75,7 | 14,4 | 9,9 |

^a N×6,25.

Nota: Todos los análisis se realizaron conforme a métodos de la Asociación de químicos agrícolas oficiales.

miento preliminar, al evitar los apelmazamientos facilitaba la extracción. Se utilizó como disolvente el isobutanol Merck de graduación técnica (2-metil-1-propanol).

El isobutanol es parcialmente miscible en agua, lo que tiene la ventaja de que elimina un 50% aproximadamente del agua, en un proceso continuo de destilación y decantación, economizando energía y mejorando progresivamente el contacto entre el solvente y la grasa. El isobutanol penetra en las células mejor que los solventes no miscibles, y evita la pérdida de valiosas sustancias solubles. El análisis cromatográfico del solvente utilizado no reveló la presencia de aminoácidos.

Además de su miscibilidad parcial, el isobutanol tiene la propiedad de la destilación azeotrópica con agua a 89,2° C, temperatura considerablemente inferior a 108° C, punto de ebullición del solvente puro. En consecuencia, la extracción-destilación se efectúa a una temperatura casi constante de aproximadamente 91° C.

Aunque una temperatura de 91° C pueda parecer excesivamente elevada en relación con la conservación del valor nutritivo del pescado, estudios efectuados por Yáñez *et al.* [4] han demostrado que se mantenía el valor nutritivo del material aun después de desecarlo a 105° C.

Otra ventaja del isobutanol es que su elevado punto de ebullición en estado puro elimina las dificultades de manutención que plantean otros solventes más volátiles. Por último, el isobutanol no es muy tóxico. [5, 6]

El proceso utilizado consta de seis operaciones básicas: lavado, desmenuzamiento, extracción, filtración, desecación y molido. Tras lavar con agua dulce aproximadamente dos kilos de pescado entero fresco, se procede a desmenuzarlo y homogeneizarlo en un triturador-homogenizador Hobart de 3/4 hp durante cinco minutos. Transformado así en una pasta, el pescado pasa al extractor-destilador, compuesto por un matraz de vidrio de 10 litros al que se aplica una velocidad de agitación variable, un refrigerante de reflujo, un recipiente para el producto de destilación enfriado externamente con agua, y una camisa de calentamiento de 1.000 W con regulador de temperatura.

La primera extracción se practica a la temperatura ambiente durante treinta minutos y luego a la temperatura de ebullición ($89,2^{\circ}$ — 91° C) durante cuatro horas, utilizando tres kilos de solvente por cada kilo de pescado. El extracto de pescado se lava luego dos veces con solvente frío. El contenido final en grasa, en estado húmedo, es del 0,3%.

La operación siguiente, el filtrado, se realiza a una presión absoluta de 100 mm Hg a través de un lecho de carbón activado. Las partículas sólidas se someten a desecación en un agitador de vidrio calentado externamente con agua a 60° — 65° C, a una presión absoluta de 25 mm Hg. Este procedimiento de secado resultó ineficaz, pues se necesitan 18 horas para que el contenido en humedad descienda del 45 al 3—4%. Para la operación final, el molido, se utiliza una trituradora de martillos Mikro Sampill.

El problema de la recuperación del solvente no se ha estudiado a fondo, pero algunos experimentos indican que esta operación es factible. La destilación de la solución de disolvente y grasa se efectuó en instrumentos de vidrio de uso común en laboratorios, utilizando una columna de purificación de carbón activado de 35 cm de altura por 6 cm de diámetro. El carbón sirve tanto para absorber sustancias olorosas como para lograr una mejor rectificación.

Mediante este método se obtuvo una harina refinada, de color amarillo-gris claro, inodora, con sólo un ligero sabor a pescado. Este producto demostró poseer gran estabilidad; tras varios meses de almacenamiento en botellas de vidrio a la temperatura ambiente no se observaron alteraciones. Tampoco se registraron modificaciones en una muestra almacenada durante dos meses, a 60° C, en un plato plano colocado en un horno de circulación forzada.

Mediante este proceso se obtuvo un 17% de CPP, sin variaciones importantes. La composición del CPP así obtenido era la siguiente en estado líquido: proteína, 80%; ceniza, 16%; grasa, 0,3%; sustancias volátiles, 4%. Se utilizaron los métodos de análisis de la AOAC; los resultados que figuran en el cuadro corresponden a las cifras medias de 8 lotes de pescado.

La calidad biológica se midió en función de la razón de eficiencia proteica (REP); la del CPP era 2,9; la de la caseína, 2,9. La digestibilidad de la pepsina era de 97,2%, y el contenido de lisina disponible, del 7,5%. Se realizaron pruebas de determinación de la REP conforme al método de Chapman, [8] en 10 ratas sometidas a una dieta normal de caseína.

En conjunto, el resultado de este experimento fue positivo. El isobutanol demostró poseer cualidades valiosas como desgrasante y desodorizante, y el producto final poseía buenas cualidades organolépticas y nutritivas.

El valor REP del CPP era equivalente al de la prueba testigo hecha con caseína; en otras palabras: muy satisfactorio. Los valores de digesti-

bilidad de la pepsina y de la lisina presentes eran también satisfactorios. Los tres valores eran similares a los obtenidos mediante otros procesos (Brody; [9] Departamento del Interior, Estados Unidos; [10] Power; [11] Yáñez *et al.* [4]), y superiores a los valores mínimos recomendados en las especificaciones provisionales de la FAO en relación con los CPP. [12]

Para evaluar en forma definitiva este procedimiento deberían realizarse nuevos estudios sobre los aspectos toxicológicos, la estabilidad durante el almacenamiento y los factores económicos relacionados con la optimización del proceso, como son los costos de producción a escala industrial.

REFERENCIAS

1. LEVIN, E. y R. K. FINN (1955), "A process for dehydrating and defatting tissues at low temperature", *Chemical Engineering Progress*, 51, 223—225.
2. LEVIN, E. (1959), "Fish flour and fish meal by azeotropic solvent processing", *Food Technology*, 13, 132—135.
3. YÁÑEZ, E., I. BARJA, F. MONCKEBERG, A. MACCIONI, y G. DONOSO (1967), "The fish protein concentrate story: No. 6. Quintero fish protein concentrate: protein quality and use in foods", *Food Technology* 21, 1604—1606.
4. YÁÑEZ, E., D. BALLESTER, I. BARJA, N. PAK, A. REID, E. TRABUCCO, I. PENNACHIOTTI, L. MASSON, N. MELLA, J. VINAGRE, D. CERDA, H. SCHMIDT-HEBBEL, J. V. SANTA MARIA y J. DONOSO (1967). "Estudio biológico de nuevas fuentes de proteínas para consumo humano", *Nutrición, Bromatología, Toxicología*, 6 (3), página 87.
5. KIRK, R. E. y D. F. OTHMER (1948), *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 2, The Interscience Encyclopedia, Inc., Nueva York, página 674.
6. TREON, J. F. (1963), "Alcohols", en F. A. Patty, Ed., *Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol. II, Interscience Publishers, Nueva York, páginas 1447 a 1449.
7. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (1965), *Official Methods of Analysis*, 10^o edición.
8. CHAPMAN, D. G., R. CASTILLO y J. A. CAMPBELL (1959), "Evaluation of protein in foods", *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 679—686.
9. BRODY, J. (1965), *Fishery By-products Technology*, The Avi Publishing Company, Inc., Westport, páginas 210—211.
10. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, FISH AND WILDLIFE SERVICE, BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES (1966), *Marine Protein Concentrate*. Fisheries Leaflet No. 584, Washington, D.C., página 3.

11. POWER, H. F. (1962), "An improved method for the preparation of fish protein concentrates from cod", *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 19, 1039—1045.
12. FAO (1961), "Tentative specifications for fish protein concentrates", *Actas de la Conferencia Internacional de la FAO sobre el Pescado en la Alimentación*, Washington, D.C.

13. PROTEOLISADO DE SARDINAS*

El Instituto Científico Marroquí de Pesca Marítima emprendió en 1965 un estudio sobre la producción de un proteolisado a base de sardinas marroquíes. Partiendo de resultados experimentales altamente alentadores, dicho Instituto decidió colaborar con las empresas privadas con la finalidad de organizar y financiar una industria.

El proteolisado se produce sometiendo la materia prima (*Sardina pilchardus* o cualquier otro pescado o restos de pescado) a un delicado proceso en el que se emplean varios encimas en un medio ácido.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CONCENTRADOS DE PROTEÍNA PROCEDENTES DE SARDINAS, CARNE Y LECHE

| | <i>Proteolisado de sardina</i> | <i>Harina de carne</i> | <i>Leche en polvo</i> |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | (Porcentaje) | |
| Total de proteína | 75—95 | 69,50 | 30,00 |
| Ceniza | 5,5—15 | 5,84 | 4,00 |
| Agua | 4 | 11,00 | 8,00 |
| Lípidos | 0,50 | 5,84 | 18,00 |
| Aminoácidos esenciales | | | |
| Isoleucina | 4,00 | 6,00 | 8,50 |
| Lisina | 8,25 | 7,50 | 7,25 |
| Leucina | 6,70 | 7,00 | 11,00 |
| Metionina | 2,10 | 2,30 | 3,40 |
| Histidina | 2,54 | 2,90 | 2,60 |
| Fenilalanina | 3,40 | 1,30 | 5,70 |
| Treonina | 3,50 | 3,30 | 4,50 |
| Vitaminas | | mg/100 g | |
| A | 0,80 | 0,004 | 0,06 |
| B ₁ | 0,055 | 0,05 | 0,05 |
| B ₂ | 0,30 | 0,20 | 0,20 |
| B ₁₂ | 0,018 | — | — |
| PP | 0,48 | Indicios | 0,40 |
| B ₆ | 0,15 | — | — |

* Memoria presentada en la reunión de expertos por B. de Gero y O. Skiredj. El Sr. de Gero es jefe de la Estación Océanographique, Institut Scientifique Marocain de la Pêche Maritime, Casablanca, Marruecos. El Sr. Skiredj es Director General de la Société Privée de Développement Economique, Rabat, Marruecos.

El producto presenta íntegras las propiedades orgánicas, biológicas y metabólicas naturales, y puede, por consiguiente, ser asimilado por el organismo humano. Tiene en común con el tejido humano y la estructura de la célula que es producido de acuerdo con un principio biológico. Como indica el cuadro supra, el producto contiene todos los aminoácidos indispensables y todos los biocatalizadores (vitaminas), con la excepción de la vitamina C.

El proteolisado de sardina es un polvo blanquecino con un olor parecido al de la leche en polvo; su sabor depende del porcentaje de aminoácidos libres.

Su precio, basado en el costo de 0,055 dirhams el kilo de sardinas, es aproximadamente de 1,80 a 2 dirhams el kilo. Los gastos de capital para equipar una planta de una capacidad de 1.000 toneladas anuales son de 3,5 a 4 millones de dirhams.

14. ANALISIS, ENSAYOS Y APLICACIONES DEL CONCENTRADO DE PROTEINA DE PESCADO*

En 1961, la Oficina de Pesca Comercial de los Estados Unidos inició un amplio programa de investigación con el fin de estudiar simultáneamente tres métodos distintos (físico, biológico y químico) de producir concentrado de proteína de pescado (CPP) a partir de pescado entero. El empleo de pescado entero se consideró esencial, ya que las operaciones de elaboración tales como filetear o eviscerar los pescados, aumentarían el costo del producto y, por consiguiente, limitarían su utilización por personas de ingresos reducidos en tanto que proteína complementaria.

En las etapas iniciales de este programa de investigación resultó evidente que la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos no aprobaría que el CPP elaborado a partir de pescado entero se distribuyera y vendiera en los Estados Unidos si su valor no quedaba suficientemente probado. Por lo tanto, el Secretario del Interior indicó al Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado que dedicara principalmente sus esfuerzos a recopilar los datos necesarios para que la Administración de Alimentos y Drogas evaluase el empleo de pescado entero para la elaboración de CPP. Había que seleccionar y proyectar un método de producción de CPP, y examinar de manera exhaustiva el producto a fin de evaluar su comestibilidad, su estabilidad y su valor nutritivo.

Basándose en trabajos anteriores, y en particular en los realizados por los investigadores canadienses, el Centro seleccionó un método químico (extracción por solvente) en el cual se utiliza el isopropanol. Se eligió el isopropanol porque se sabía que se trata de una sustancia muy eficaz para extraer el agua y la grasa del pescado crudo. Como se prepara mediante un proceso sintético, su pureza se podía controlar cuidadosamente. Además, se sabía que el precio del isopropanol era razonable, que se trataba de una sustancia bacterioestática eficaz y que su empleo en la elaboración de alimentos no ofrecía riesgos.

* Documento presentado a la reunión por Virginia D. Sidwell, especialista en nutrición humana, Bruce R. Stillings, nutricionista, y George M. Knobl, Jr., director de investigaciones interino, del Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado de la Oficina de Pesca Comercial, del Servicio de Caza y Pesca del Departamento del Interior de los Estados Unidos, College Park, Md., Estados Unidos.

El pescado seleccionado para fabricar CPP fue el *Urophycis chuss* (conocido en los Estados Unidos como *red hake*, y al que denominaremos "merluza roja" en el presente texto) pescado magro poco utilizado y poco consumido, que se agrupa en bancos. Pareció pues que, empleando esta especie, podría elaborarse rápidamente un método satisfactorio.

En el proyecto acelerado relativo al CPP, se elaboró un proceso que cabe definir como una extracción intermitente a contra corriente de tres fases. [1] La labor realizada en la Oficina de Pesca Comercial demostró que el CPP puede producirse a partir de pescado entero mediante extracción por solvente, con un costo relativamente bajo. También demostró que el CPP producido era muy nutritivo, seguro y saludable y que, por consiguiente, resultaría totalmente satisfactorio para el consumo humano, en tanto que complemento de la ración alimentaria. Se presentó a la Administración de Alimentos y Drogas una solicitud en la cual figuraban esos resultados y el 2 de febrero de 1967 dicha Administración aprobó el proceso de fabricación del CPP a partir de la merluza roja.

Desde entonces, el Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado se ha dedicado a efectuar investigaciones para convencer a la Administración de Alimentos y Drogas de que hiciera extensiva su aprobación del CPP fabricado a partir de la merluza roja y peces afines a otros peces que existen en grandes cantidades y son comestibles, pero que se utilizan poco para el consumo humano. El Centro ha elaborado CPP a partir de las especies siguientes: alosa (*Alosa pseudoharengus*), menhaden del Atlántico (*Brevoortia tyrannus*), arenque del Atlántico (*Clupea harengus harengus*), anchoa del norte (*Engraulis mordax*) y *ocean pout* (*Macrozoarces americanus*). Los datos obtenidos a partir de experimentos realizados con esas especies adicionales se han evaluado y se presentarán (en breve) a la Administración de Alimentos y Drogas con la esperanza de obtener su autorización para producir CPP a partir de esas especies y de otras afines.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

El grupo de investigadores estudió extensamente en el Centro la composición química del CPP. El análisis no quedó limitado a los microcomponentes normales, sino que también abarcó a los microcomponentes, con inclusión de los compuestos que producen el sabor.

El cuadro 1 indica la composición cuantitativa de diez muestras representativas de CPP, que se elaboraron a partir de 10 partidas diferentes de merluza roja. La proteína bruta representó, como promedio, el 80,86%; las sustancias volátiles, el 7,71%; las cenizas, el 13,5%; y los lípidos, el 0,18%. Por lo general, la composición de las muestras resultó bastante uniforme. El cuadro 2 indica que la composición cuantitativa de 6 partidas de CPP de menhaden del Atlántico también resultó uniforme. El porcentaje de sustancias volátiles fue aproximadamente la mitad del contenido en el CPP de "merluza roja". El contenido de

CUADRO 1. COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE MUESTRAS DE CPP PREPARADAS A PARTIR DE 10 PARTIDAS DE 150 LIBRAS DE MERLUZA ROJA
(Porcentaje)

| Muestra | Proteína bruta (N x 6,25) | Sustancias volátiles | Cenizas | Lípidos |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|---------|---------|
| 1 | 81,78 | 7,55 | 14,35 | 0,17 |
| 2 | 81,26 | 7,38 | 13,72 | 0,15 |
| 3 | 78,04 | 10,78 | 13,06 | 0,17 |
| 4 | 80,74 | 7,58 | 13,80 | 0,13 |
| 5 | 80,63 | 7,53 | 13,22 | 0,19 |
| 6 | 79,30 | 8,91 | 13,42 | 0,15 |
| 7 | 81,85 | 6,25 | 13,48 | 0,21 |
| 8 | 82,28 | 7,67 | 12,92 | 0,19 |
| 9 | 81,17 | 6,74 | 13,47 | 0,19 |
| 10 | 81,53 | 6,72 | 13,56 | 0,22 |
| Valor medio | 80,86 | 7,71 | 13,50 | 0,18 |
| Desviación normal | 1,2876 | 1,2953 | 0,4055 | 0,0283 |
| Error estándar medio | 0,4072 | 0,4096 | 0,1282 | 0,0090 |

proteína bruta de ese pescado, que tiene más espinas, fue, como promedio, inferior y el porcentaje de cenizas fue aproximadamente un 6% más elevado. El porcentaje de sustancias volátiles fue inferior en el menhaden que en la merluza roja porque se utilizó un sistema de eliminación de disolventes distinto.

En el cuadro 3 se indica la composición cuantitativa del CPP elaborado a partir de otras especies de pescado. Como cabía esperar, se

CUADRO 2. COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE MUESTRAS DE CPP PREPARADAS A PARTIR DE 6 PARTIDAS DE MENHADEN DEL ATLÁNTICO
(Porcentaje)

| Muestra | Proteína bruta (N x 6,25) | Sustancias volátiles | Cenizas | Lípidos |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|---------|---------|
| 1 | 78,44 | 3,80 | 19,56 | 0,16 |
| 2 | 78,01 | 3,60 | 20,06 | 0,29 |
| 3 | 78,14 | 3,55 | 19,51 | 0,26 |
| 4 | 78,75 | 3,66 | 19,41 | 0,13 |
| 5 | 77,77 | 4,48 | 19,56 | 0,15 |
| 6 | 80,01 | 3,68 | 18,39 | 0,10 |
| Valor medio | 78,52 | 3,80 | 19,42 | 0,18 |
| Desviación normal | 0,81 | 0,34 | 0,55 | 0,08 |
| Error estándar medio | 0,33 | 0,14 | 0,22 | 0,03 |

encontró que la composición de los CPP elaborados a partir de distintas especies de pescado era más variada que la del CPP elaborado a partir de distintas partidas de la misma especie. El CPP de *ocean pout* y el CPP de alosa contenían el mayor porcentaje de proteína bruta. La cantidad de lípidos residuales que contenían todas las muestras era inferior al 0,30%. La composición del CPP de sardina de Marruecos era comparable a la del CPP de merluza roja.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE MUESTRAS DE CPP PREPARADAS A PARTIR DE DIVERSAS ESPECIES DE PESCADO
(Porcentaje)

| <i>Especies</i> | <i>Proteína bruta (N x 6,25)</i> | <i>Sustancias volátiles</i> | <i>Cenizas</i> | <i>Lípidos</i> |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Merluza roja | 80,9 | 7,7 | 13,5 | 0,18 |
| Menhaden del Atlántico | 78,5 | 3,8 | 19,4 | 0,18 |
| Arenque del Atlántico | 87,5 | 5,9 | 10,8 | 0,19 |
| Anchoa del norte | 80,0 | 6,1 | 16,8 | 0,07 |
| <i>Ocean pout</i> | 86,0 | 1,5 | 15,0 | 0,24 |
| Alosa | 86,0 | 2,3 | 15,7 | 0,09 |
| Sardina de Marruecos | 79,7 | 4,4 | --- | 0,21 |

La composición en aminoácidos se ha utilizado a menudo como indicador del valor nutritivo del CPP. El cuadro 4 indica la composición en aminoácidos de los CPP elaborados a partir de diversas especies de pescado, y la que corresponde al huevo entero. Se considera que la proteína del huevo entero es una proteína natural de gran valor nutritivo. Los distintos CPP sostuvieron favorablemente la comparación con el huevo entero. Las diferencias más evidentes fueron los valores, más bajos, correspondientes al triptófano y a la cistina.

VALOR NUTRITIVO DEL CPP

Los datos procedentes de análisis químicos de las distintas clases de CPP son meras indicaciones de su valor nutritivo. Es necesario realizar estudios sobre alimentación animal para evaluar la utilización de la proteína del CPP, tanto si el CPP constituye una fuente única de proteínas como si no es más que un complemento.

Valor nutritivo del CPP en tanto que única fuente de proteína

En los estudios realizados en el Centro, el CPP se incorporó a la alimentación de ratas normales recién destetadas de forma que representara el 10% del contenido de proteínas de las raciones alimentarias que

CUADRO 4. COMPOSICIÓN EN AMINOÁCIDOS ESENCIALES DEL CPP PREPARADO A PARTIR DE DIVERSAS ESPECIES DE PESCADO Y DEL HUEVO ENTERO EN POLVO
(Porcentaje de proteína)

| | Huevo entero | Merluza roja | Merluzen del Atlántico | Aloas | Anchoa del Norte | Arenque del Atlántico | Ocean pour | Sardinias de Marruecos |
|--------------|--------------|--------------|------------------------|-------|------------------|-----------------------|------------|------------------------|
| Lisina | 6,40 | 8,28 | 7,89 | 8,19 | 8,06 | 8,53 | 7,93 | 8,58 |
| Histidina | 2,40 | 2,05 | 2,29 | 2,08 | 2,31 | 2,13 | 1,99 | 2,82 |
| Arginina | 6,56 | 6,47 | 6,44 | 6,31 | 6,25 | 6,12 | 6,89 | 6,26 |
| Treonina | 4,98 | 4,15 | 3,96 | 4,05 | 4,23 | 4,23 | 4,10 | 4,14 |
| Valina | 7,42 | 4,88 | 5,13 | 4,96 | 5,06 | 5,45 | 4,52 | 5,20 |
| Metionina | 3,14 | 2,93 | 2,96 | 3,03 | 3,05 | 3,19 | 2,91 | 3,06 |
| Cistina | 2,34 | 0,86 | 0,58 | 0,65 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | — |
| Isoleucina | 6,64 | 4,33 | 4,12 | 4,25 | 4,34 | 4,37 | 4,00 | 4,40 |
| Leucina | 8,90 | 7,54 | 6,95 | 7,25 | 7,38 | 7,62 | 6,64 | 7,18 |
| Fenilalanina | 5,78 | 4,49 | 3,84 | 4,06 | 3,98 | 4,05 | 3,69 | 4,14 |
| Triptófano | 1,65 | 0,97 | 1,11 | 1,27 | 1,31 | 1,20 | 1,12 | 0,97 |

se dieron a esos animales durante 28 días. Se utilizó como control una alimentación que contenía un 10% de proteínas de caseína. Se registraron el aumento de peso y la ingestión de alimentos de las ratas y se calculó la REP (relación de eficiencia de la proteína). El cuadro 5 resume los valores de la REP, obtenidos evaluando el CPP de la merluza roja y el CPP de menhaden del Atlántico. En general, los valores de la REP fueron iguales o mejores que los de la caseína. Como promedio, los valores correspondientes a 22 muestras de CPP de merluza roja fueron, desde el punto de vista estadístico, notablemente mejores que el de la caseína. El CPP menhaden del Atlántico dio resultados comparables a los de la caseína.

CUADRO 5. VALORES CORRESPONDIENTES A LA REP DEL CPP PREPARADO A PARTIR DE VARIAS PARTIDAS DE MERLUZA ROJA Y MENHADEN DEL ATLÁNTICO, EN COMPARACIÓN CON LA CASEÍNA

| | Núm. de análisis | Relación de eficiencia de la proteína (media) ^a | Rama |
|-------------------------------|---------------------|---|-------------|
| CPP de merluza roja | 22 | 3,29 ^b | 2,93 - 3,63 |
| CPP de menhaden del Atlántico | 6 | 3,05 | 2,97 - 3,11 |
| Caseína | 8 | 3,00 | ... |

^a Los valores se han ajustado para su comparación con el valor de 3,00 asignado a la caseína.

^b En este caso, la superioridad con respecto a la caseína es estadísticamente significativa.

En otro estudio, se comparó el valor nutritivo de muestras aisladas de CPP elaboradas a partir de siete especies de pescado distintas. En el cuadro 6 se ve que el valor nutritivo del CPP elaborado a partir de las diversas especies de pescado también resultó igual o mejor que el de la caseína. El CPP de anchoa del Norte resultó ser el más nutritivo. El CPP elaborado a partir del menhaden del Atlántico, *ocean pout*, y sardinas de Marruecos resultó comparable a la caseína. Los resultados de esas investigaciones demuestran que el CPP preparado por el método de extracción con isopropanol tendrá probablemente un valor nutritivo igual o superior al de la caseína.

Stillings *et al.* [2] llevaron a cabo una serie de experimentos para jerarquizar la limitación de los aminoácidos esenciales contenidos en el CPP de merluza roja entera producido mediante extracción por isopropanol. Las raciones alimentarias se prepararon de forma que contuviera 1,28% de nitrógeno procedente del CPP y 0,32% de nitrógeno procedente de diversas combinaciones de aminoácidos. Con ellas, se alimentaron ratas recién destetadas durante 4 semanas; se determinaron el aumento de peso, la ingestión de alimentos y la REP. Se analizaron dos muestras diferentes de CPP de merluza roja preparadas mediante

CUADRO 6. VALOR NUTRITIVO DEL CPP PREPARADO A PARTIR DE VARIAS ESPECIES DE PESCADO, EN COMPARACIÓN CON LA CASEÍNA

| | Aumento de peso diario (medio) (gr) | Ingestión diaria de alimentos (medio) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a |
|------------------------|---|---|--|
| Merluza roja | 5,21 | 14,8 | 3,19 |
| Menhaden del Atlántico | 4,60 | 13,9 | 3,05 |
| Arenque del Atlántico | 5,32 | 15,0 | 3,15 |
| Anchoa del norte | 5,18 | 14,6 | 3,25 |
| <i>Ocean pout</i> | 4,68 | 13,8 | 3,06 |
| Alosa | 5,28 | 15,2 | 3,17 |
| Sardina de Marruecos | 4,98 | 15,7 | 2,96 |
| Caseína | 4,85 | 18,0 | 8,00 |

^a Relación de eficiencia de la proteína = $\frac{\text{aumento de peso}}{\text{proteínas consumidas}}$. Los valores se han ajustado con el valor de 3,00 asignado a la caseína.

el mismo proceso y los aminoácidos se clasificaron por orden decreciente, conforme a su limitación: *a*) metionina; *b*) histidina, triptófano y treonina; *c*) valina, isoleucina y fenilalanina; *d*) leucina, lisina y arginina.

Valor nutritivo del CPP utilizado como complemento proteínico

El concentrado de proteína de pescado está destinado a ser utilizado únicamente como complemento proteínico y no como sola fuente de proteínas. Nunca se insistirá bastante sobre este punto. Se han llevado a cabo muchos estudios nutricionales sobre el efecto que tiene la complementación de diversas fuentes de proteínas vegetales con concentrado de proteína de pescado. Se han obtenido en todos los casos aumentos considerables del valor nutritivo. Los resultados de un estudio, [3] en que se sustituyó la harina de trigo con 5 a 25% de CPP lo demuestran. Se incorporaron estas mezclas, en una proporción que representaba el 10% de las proteínas de la ración, a la alimentación que se dio a ratas recién destetadas durante cuatro semanas. En el cuadro 7 figuran los resultados de esta alimentación experimental. El hecho de complementar la harina de trigo con un 15% de CPP de merluza roja hizo que aumentaran notablemente el peso, la ingestión de alimentos y la REP. La complementación en proporciones mayores influyó poco más en las diversas variables estudiadas.

APLICACIONES DEL CPP EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Pan

Se ha publicado muy poca información sobre las modificaciones que experimentan la reología de las masas y las características del pan el-

CUADRO 7. VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE TRIGO ENRIQUECIDA CON CPP EN LA ALIMENTACIÓN DE RATAS CON RACIONES QUE CONTIENEN UN 10% DE PROTEÍNAS

| Fuente de proteínas | | Aumento diario de peso (medio) (gr) | Ingestión diaria de alimentos (media) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a |
|---------------------|---------|-------------------------------------|--|--|
| Trigo (%) | CPP (%) | | | |
| 100 | | 0,90 | 8,45 | 0,92 |
| 95 | 5 | 3,17 | 13,34 | 2,07 |
| 90 | 10 | 4,70 | 15,55 | 2,65 |
| 85 | 15 | 5,79 | 16,64 | 3,04 |
| 80 | 20 | 5,77 | 16,86 | 2,99 |
| 75 | 25 | 5,43 | 15,58 | 3,06 |
| 0 | 100 | 5,75 | 16,10 | 3,13 |
| Caseína | | 4,85 | 14,24 | 3,00 |

^a Relación de eficiencia de la proteína = $\frac{\text{aumento de peso}}{\text{proteínas consumidas}}$. Los valores se han ajustado para su comparación con el valor de 3,00 asignado a la caseína.

borado a partir de harina que contenga diversas cantidades de CPP. Por consiguiente, el Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado llevó a cabo unos estudios en los cuales se utilizó el CPP producido a partir de merluza roja y de otras especies de pescado para examinar esas variaciones.

Pan enriquecido con CPP de merluza roja

En este estudio [4] se prepararon mezclas de harina de trigo con un elevado contenido de proteínas con 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de CPP de merluza roja. Según se ve en el cuadro 8, cada vez que se aumentó la proporción de CPP en la harina, hubo que aumentar también la cantidad de agua añadida para que la masa adquiriera el mismo aumento de volumen. Es decir, que el contenido de agua de la masa pasó de 59% para un 0% de CPP a 70,2% para un 20% de CPP. Se requirió menos agua (68%) para la mezcla que contenía un 25% de CPP. La sustitución de 5% de harina por CPP aumentó considerablemente la estabilidad de la masa; entre el 5 y el 20% de CPP, su estabilidad permaneció casi constante y aumentó cuando se utilizó en la mezcla un 25% de CCP.

El índice de tolerancia y la caída en 20 minutos son índices que señalan la velocidad de disgregación de la masa. El índice de tolerancia se midió a los cinco minutos de haber alcanzado su punto máximo la curva del farinógrafo. La caída a los 20 minutos se mide 20 minutos después de haber añadido por primera vez el agua a las mezclas de harina. Ambos índices indicaron que la adición de CPP mejoraba la estabilidad de la masa.

CUADRO 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS MASAS HECHAS CON MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO Y DISTINTOS PORCENTAJES DE CPP (SEGÚN LA CURVA DEL FARINÓGRAFO BRABENDER)

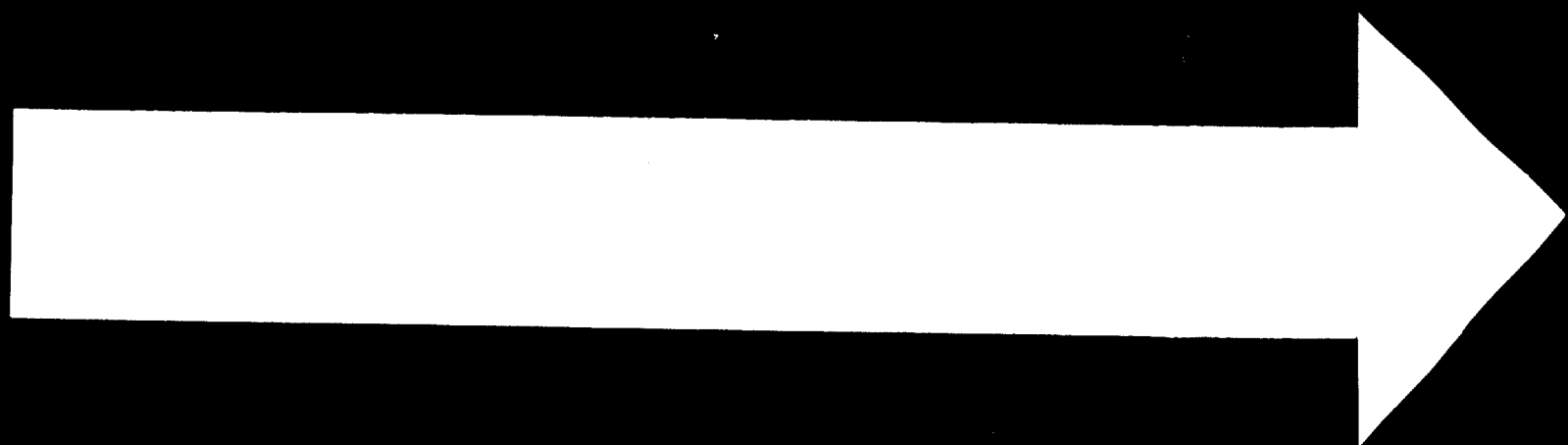
| Porcentaje de CPP con respecto a la harina de trigo | Porcentaje de absorción | Tiempo de subida inicial (minutos) | Estabilidad (minutos) | Tiempo en la cima (minutos) | Índice de tolerancia (UB) | Caida en 20 minutos (UB) |
|---|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 0 | 59,0 | 1,2 | 10,8 | 5,5 | 30,0 | 70,0 |
| 5 | 61,0 | 2,0 | 17,2 | 8,5 | 20,0 | 50,0 |
| 10 | 63,6 | 2,2 | 18,2 | 10,2 | 20,0 | 30,0 |
| 15 | 67,6 | 4,2 | 16,8 | 10,0 | 20,0 | 30,0 |
| 20 | 70,2 | 4,0 | 18,0 | 10,0 | — | — |
| 25 | 68,0 | 4,0 | 44,0 | 7,0 | 20,0 | — |

Nota: UB - Unidades Brabender

CUADRO 9. CONSISTENCIA DE LAS MASAS HECHAS A PARTIR DE MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO CON DIVERSOS PORCENTAJES DE CPP, DESPUÉS DE PERÍODOS DE REPOSO DE 45 Y DE 180 MINUTOS

| Porcentaje de CPP con respecto a la harina de trigo | Extensión total a los | | Resistencia máxima a los | | Área de la zona de debajo, de la curva a los | |
|---|-----------------------|------------------|--------------------------|------------------|---|--------------------------------|
| | 45 min. (mm) | 180 min. (mm) | 45 min. (UB) | 180 min. (UB) | 45 min. (cm ²) | 180 min. (cm ²) |
| 0 | 185 | 150 | 460 | 580 | 116 | 104 |
| 5 | 178 | 148 | 480 | 660 | 114 | 125 |
| 10 | 102 | 130 | 530 | 700 | 103 | 116 |
| 15 | 105 | 118 | 520 | 740 | 73 | 113 |
| 20 | 98 | 95 | 515 | 680 | 72 | 91 |
| 25 | 68 | 68 | 850 | 880 | 82 | 78 |

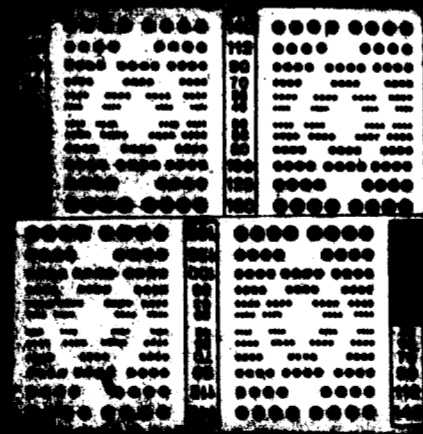
Nota: UB = Unidades Brabender.



27-12-74

4 / 4

74ST0053



En el cuadro 9 se indican los valores obtenidos para la consistencia de las masas con CPP. Para las masas con 0 y 5% de CPP, la extensibilidad al final del período de relajación de 180 minutos era inferior que al final del período de relajación de 45 minutos. La extensibilidad aumentaba para las masas con 10 y 15% de CPP pero permanecía constante para las masas con 20 y 25% de CPP.

La adición de CPP aumentó la resistencia de la masa a la deformación, es decir, la rigidez y desmenuzabilidad de la masa, a juzgar por la altura de la curva. Al fin del período de reposo de 45 minutos, la resistencia aumentó al añadir un 5% de CPP y, a continuación, permaneció casi constante para las masas con 10 a 20% de CPP. Al añadir 25% de CPP, aumentó la resistencia a la deformación. Al final del período de reposo de 180 minutos, la resistencia máxima aumentó con cada incremento de CPP, salvo en lo que respecta a la masa que contenía un 20% de CPP.

La energía necesaria para lograr la disgregación de la masa en una dirección predeterminada es proporcional al área de la zona que queda por bajo de la curva. Al final del período de reposo de 45 minutos, la cantidad de energía necesaria para disgregar la masa era aproximadamente la misma para las masas con 0 y 5% de CPP. Esa cantidad disminuía cuando se añadía a la masa 10, 15 y 20% de CPP. La cantidad de energía necesaria para la masa con 25% de CPP era algo mayor.

Después de un período de relajación de 180 minutos, se necesitaba más energía para disgregar las masas con 5 a 15% de CPP que para disgregar las que no contenían CPP. La energía necesaria para disgregar las masas con 20 y 25% de CPP era inferior a la que se necesitaba para la masa sin CPP.

El volumen del pan que contenía diversas cantidades de CPP disminuyó notablemente con cada incremento de CPP: desde el 12% de reducción para un 5% de CPP hasta el 36% para un 25% de CPP. La pérdida de volumen señalada en los estudios era algo superior a la pérdida indicada por los investigadores de Sudáfrica, [5] que utilizaron harina de pescado, con una riqueza proteínica del 90%, y acetato de calcio, en una preparación similar a la que se utilizó en el Centro. En los ensayos sud-africanos, el volumen del pan disminuyó en un 3-5% para un enriquecimiento con CPP del 5%; y en un 8-18% para un enriquecimiento del 10%. Estas diferencias no se deben sólo a la adición de CPP sino también a la calidad de la harina de trigo utilizada en los ensayos.

En el cuadro 10 se dan los resultados de la evaluación sensorial. El color del pan se oscureció con cada adición de CPP a la preparación. La apariencia de la miga de pan que contenía 5 ó 10% de CPP gustó casi tanto a los jurados como la del pan normal sin CPP. La apariencia del pan que contenía 15, 20 ó 25% de CPP resultó menos aceptable.

En este examen, la textura se refería en primer lugar a la sensación que se experimentaba al llevarse el pan a la boca y al mascararlo, ya que a los encargados de juzgar esas cualidades se les habían vendado los ojos.

CUADRO 10. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN ENRIQUECIDO CON DIVERSOS PORCENTAJES DE CPP

| CPP (Porcentaje) | Apariencia | Textura | Sabor |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,3 ± 0,12 ^a | 3,0 ± 0,08 ^a | 3,1 ± 0,06 ^a |
| 5 | 3,0 ± 0,16 | 2,8 ± 0,13 | 2,8 ± 0,19 |
| 10 | 2,8 ± 0,14 | 2,6 ± 0,16 | 2,8 ± 0,14 |
| 15 | 2,6 ± 0,16 | 2,0 ± 0,16 | 2,1 ± 0,25 |
| 20 | 2,3 ± 0,17 | 2,4 ± 0,18 | 2,4 ± 0,12 |
| 25 | 1,8 ± 0,13 | 1,5 ± 0,15 | 1,4 ± 0,12 |

^a Error estándar medio.

En efecto, las personas que dirigían las pruebas no querían que el color del pan influyera en la evaluación de la textura y el sabor. Los participantes encontraron muy poca diferencia entre el pan sin CPP y el pan que contenía 5 ó 10% de CPP. El pan que contenía un 10% de CPP tenía una textura algo blanda, y esta característica se acentuaba al aumentar la cantidad de CPP en el pan.

El sabor típico del pan disminuía al aumentar la cantidad de CPP. Los participantes prefirieron el sabor del pan con 5 ó 10% de CPP, así como el del pan sin CPP. El pan que contenía cantidades de CPP superiores resultó menos aceptable.

En Chile, Donoso *et al.* [6] encontraron que los participantes aceptaban igual de bien el pan enriquecido con un 3% de harina de pescado que el que no contenía harina de pescado. Cuando se llegaba a la proporción

CUADRO 11. VALOR NUTRITIVO DEL PAN ENRIQUECIDO CON CPP E INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN EN UNA CANTIDAD EQUIVALENTE YA SEA AL 10% DE LA PROTEÍNA YA SEA AL 80% EN PESO DE LA RACIÓN ALIMENTARIA

| Mezclas utilizadas para hacer el pan | Trigo (%) | CPP (%) | Raciones con un 10% de proteína | | Raciones con un 80%, en peso, de pan | |
|--------------------------------------|-----------|---------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| | | | Aumento de peso diario (medio) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a | Aumento de peso diario (medio) | Aumento de peso por ingestión de pan (gr/100 gr) |
| | 100 | 0 | 1,13 | 1,13 | 1,07 | 16,4 |
| | 95 | 5 | 2,89 | 2,04 | 4,20 | 37,6 |
| | 90 | 10 | 4,31 | 2,53 | 5,93 | 51,4 |
| | 85 | 15 | 4,98 | 2,86 | 6,22 | 56,3 |
| | 80 | 20 | 5,24 | 3,04 | 6,39 | 58,4 |
| | 75 | 25 | 5,99 | 3,35 | 6,34 | 58,1 |
| | Caseína | | 5,84 | 3,28 | | |

^a Relación de eficiencia de la proteína = $\frac{\text{aumento de peso}}{\text{proteínas consumidas}}$

CUADRO 12. CONTENIDO DE PROTEÍNA BRUTA Y DE LISINA DEL PAN ENRIQUECIDO CON CPP

| Porcentaje de CCP con respecto a la masa de pan | Porcentaje de proteína bruta ($N \times 6,25$) con respecto a la materia seca | Porcentaje de Lisina | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------------|
| | | con respecto a la proteína bruta | con respecto al cálculo teórico |
| 0 | 16,0 | 1,97 | 97 |
| 5 | 19,6 | 3,32 | 97 |
| 10 | 23,2 | 4,35 | 100 |
| 15 | 27,4 | 5,09 | 101 |
| 20 | 31,7 | 5,36 | 97 |
| 25 | 34,5 | 6,06 | 102 |

del 6% de harina de pescado, el color influía más que el sabor en la aceptabilidad del pan. El pan con 9 ó 12% de harina de pescado era aceptable, pero se consideraba que su color, su sabor y su textura eran distintos de los del pan ordinario.

Stillings *et al.* [7] llevaron a cabo un estudio sobre alimentación animal para determinar el valor nutritivo del pan enriquecido. Dicho pan se incorporó a las raciones alimentarias de dos maneras distintas. Primero, se prepararon las raciones de forma que contuvieran un 1,6% de nitrógeno procedente de las muestras de pan. En segundo lugar, se prepararon las raciones de forma que contuvieran un 80%, en peso, de diversas muestras de pan. Ambas raciones tenían el mismo valor calórico. En el cuadro 11 se indican los resultados de este estudio. Se vio que el valor nutritivo de las raciones que contenían un 1,6% de nitrógeno procedente del pan aumentaba cada vez que se añadía CPP. Las raciones que contenían un 80% de pan con 10% de CPP produjeron aumentos de peso casi máximos. El cuadro 12 indica que se perdió muy poca lisina durante la transformación de la mezcla de harina de trigo y CPP en pan.

Morrison y Campbell [8] comunicaron que la adición de 10% de CPP al pan blanco elevaba la REP en un 198%. Yáñez *et al.* [9] encontraron que 6% de CPP producía un aumento del valor de la proteína del pan similar al que se obtenía con 12% de materia sólida de la leche en polvo. Sin embargo, durante el horneado del pan, se observó que la calidad de la proteína disminuía algo con ambos complementos (CPP o materia sólida de leche en polvo).

Pan enriquecido con CPP elaborado a partir de otras especies de pescado

También con CPP elaborado a partir de otras especies de pescado e incorporado al pan en proporción del 10% se hicieron ensayos evaluados por un jurado, que comparó este pan con el pan que contenía un 10% de CPP de "merluza roja". Los resultados de ese experimento figuran en

CUADRO 13. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN ENRIQUECIDO CON 10% DE CPP ELABORADO CON DIVERSAS ESPECIES DE PESCADO

| <i>Especie</i> | <i>Apariencia</i> | <i>Sabor</i> | <i>Textura</i> |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Merluza roja (control) | 2,8 ± 0,13 ^a | 3,0 ± 0,21 ^a | 3,0 ± 0,26 ^a |
| <i>Ocean pout</i> | 2,5 ± 0,22 | 2,5 ± 0,17 | 2,4 ± 0,48 |
| Anchoa | 1,5 ± 0,17 | 2,4 ± 0,20 | 2,5 ± 0,27 |
| Arenque | 2,3 ± 0,30 | 2,8 ± 0,33 | 3,0 ± 0,21 |
| Menhaden del Atlántico | 2,1 ± 0,18 | 2,5 ± 0,22 | 1,9 ± 0,23 |
| Alosa | 1,9 ± 0,07 | 2,1 ± 0,23 | 2,3 ± 0,33 |

^a Error estándar medio.

el cuadro 13. El sabor y la textura del pan fueron, como término medio, casi tan aceptables como el pan hecho con CPP de merluza roja. Se aceptó menos bien la textura del pan con CPP de menhaden. Se formularon fuertes objeciones contra la apariencia del pan que contenía CPP de anchoa y CPP de alosa, cuyo color era bastante gris.

Pasta alimenticia

Pasta enriquecida con CPP de merluza roja

Se utilizó sémola y diversas cantidades de CPP de merluza roja (0, 3, 6, 9 y 12%) para elaborar diversos tipos de pasta alimenticia. [10] A la mezcla de sémola y CPP se fue añadiendo agua hasta que la masa resultó fluida, aunque cohesiva si se la sometía a presión. Se extruyó la mezcla y la pasta resultante se dejó secar al aire durante una noche.

El color de la pasta se oscureció cada vez que se le añadía CPP de merluza roja y pasó de un amarillo brillante para la pasta de sémola sola a un amarillo grisáceo oscuro para la que contenía 12% de CPP de merluza roja. Durante la cocción, gran parte del color oscuro pasó al agua de cocción.

En el cuadro 14 se indica el porcentaje de sólidos y proteína contenidos en el agua de cocción. El porcentaje de sólidos permaneció aproximadamente igual con todos los tiempos de cocción (8, 18 y 28 minutos), independientemente de la cantidad de CPP que contuviese la pasta. Sin embargo, los sólidos que contenía el agua de cocción aumentaron a medida que aumentaba el tiempo de cocción. Las proteínas contenidas en el agua de cocción aumentaron al aumentar la cantidad de CPP en la pasta; se encontró que la cantidad máxima correspondía al tiempo de cocción de 28 minutos.

El cuadro 15 indica el efecto que la adición de CPP tiene sobre el aumento de volumen y la absorción de agua de la pasta durante la cocción. Según se vió, la adición de 3, 6 y 9% de CPP retrasó el aumento de volumen de la pasta después de un tiempo de cocción de 8 minutos, a pesar de que ésta había absorbido la misma cantidad de agua que la

CUADRO 14 PORCENTAJE DE SÓLIDOS Y PROTEÍNAS QUE PERMANECEN EN EL AGUA UNA VEZ COCIDA LA PASTA

| Composición de la pasta Sólidos (Porcentaje) | CPP (Porcentaje) | Tiempo de cocción | | | | | |
|--|---------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | | 8 minutos | | 18 minutos | | 28 minutos | |
| | | Sólidos | Proteínas | Sólidos | Proteínas | Sólidos | Proteínas |
| 100 | 0 | 0,6 | 0,057 | 0,9 | 0,064 | 1,0 | 0,085 |
| 97 | 3 | 0,7 | 0,065 | 0,8 | 0,090 | 1,0 | 0,091 |
| 94 | 6 | 0,7 | 0,080 | 1,1 | 0,101 | 1,1 | 0,098 |
| 91 | 9 | 0,6 | 0,085 | 1,0 | 0,104 | 1,0 | 0,104 |
| 88 | 12 | 0,8 | 0,091 | 1,1 | 0,100 | 1,1 | 0,121 |

CUADRO 15. AUMENTO DE VOLUMEN Y PESO DE LA PASTA HECLA CON SÉMOLA Y DIVERSAS CANTIDADES DE CPP, DESPUÉS DE SU COCCIÓN

| Composición de la pasta Sémola (Porcentaje) | CPP (Porcentaje) | Tiempo de cocción | | | | | |
|---|---------------------|-------------------|------|------------|------|------------|------|
| | | 8 minutos | | 18 minutos | | 28 minutos | |
| | | Volumen | Peso | Volumen | Peso | Volumen | Peso |
| 0 | 0 | 111 | 165 | 166 | 271 | 179 | 342 |
| 97 | 3 | 101 | 166 | 150 | 271 | 183 | 346 |
| 94 | 6 | 105 | 167 | 153 | 271 | 162 | 354 |
| 91 | 9 | 100 | 163 | 133 | 269 | 143 | 334 |
| 88 | 12 | 136 | 164 | 164 | 275 | 179 | 338 |

pasta de control. Al final del tiempo de cocción de 18 minutos, la pasta que contenía 9% de CPP no aumentó tanto de volumen como la pasta enriquecida con más o menos CPP. Al final de los 28 minutos, la pasta con 9 y 12% de CPP se había vuelto bastante pastosa y ya no conservaba su forma.

Se llevó a cabo una evaluación sensorial de la pasta que contenía las distintas cantidades de CPP de merluza roja. Cuando el CPP es uno de los ingredientes de un producto alimenticio, hay más probabilidades de descubrir su olor cuando el alimento está caliente. Por consiguiente, se sirvió la pasta en agua destilada caliente y ligeramente salada. No se encontraron diferencias entre las pastas que contenían 0 y 3% de CPP. Unos pocos participantes fueron capaces de distinguir una ligera diferencia de olor en las pastas que contenían 6 y 9% de CPP. Había una marcada diferencia de olor en la pasta con un 12% de CPP. A los participantes les gustó el sabor de la pasta de sémola con 0, 3 y 6% de CPP, pero les desagradó marcadamente la que contenía 12% de CPP. La adición de 3% de CPP a la sémola no modificó la textura de la pasta cocida. Cantidades de 6 y 9% de CPP tendieron a endurecer la pasta pero con un 12% de CPP la pasta cocida alcanzó el mismo grado de dureza que con el 0% de CPP.

En el cuadro 16 se indican los resultados de una evaluación nutricional de las mezclas de sémola y CPP de merluza roja antes y después de su transformación en pasta alimenticia. El valor nutritivo aumentó al añadirse CPP a la sémola. Al transformar en pasta las diversas mezclas de sémola y CPP de merluza roja, se produjo una ligera disminución del valor nutritivo. [11]

Kwee *et al.* [12] encontraron que se podían fabricar pastas nutritivas y aceptables a partir de mezclas de cantidades variables de harina de maíz, soja, arroz y tapioca con 10 ó 20% de CPP de merluza roja y 15 a 25% de sémola. La pasta que contenía una proporción elevada de harina de arroz resultó particularmente aceptable. Las otras muestras, que contenían maíz, soja y tapioca como ingredientes básicos, también resultaron aceptables, salvo las que contenían un 60% de maíz y un 10% de arroz; un 35 de soja y un 25% de tapioca; y un 60% de tapioca y un 10% de soja. La pasta que contenía un porcentaje más elevado de tapioca tendía a ser demasiado blanda. Las pérdidas debidas a la cocción fueron elevadas para la pasta que contenía batata en polvo. Las mayores pérdidas de proteínas en el agua de cocción se observaron para la pasta que contenía porcentajes elevados de soja. En la mayoría de los casos, el valor nutritivo de la pasta cocida era igual o mejor que el de la caseína.

Pasta enriquecida con CPP elaborada a partir de otras especies de pescado

La pasta fabricada con 10% de CPP de otras especies de pescado también se evaluó (véase el cuadro 17). El color de los productos finales variaba debido a que los CPP utilizados para preparar la pasta tenían

CUADRO 16. VALOR NUTRITIVO DE LAS MEZCLAS DE SÉMOLA Y DIVERSAS CANTIDADES DE CPP DE MERLUZA ROJA ANTES Y DESPUÉS DE SU TRANSFORMACIÓN EN PASTA ALIMENTICIA

| Fuente de proteínas | | Antes de su transformación | | Después de su transformación | |
|------------------------|---------------------|---|---|---|---|
| Sémola (Porcentaje) | CPP (Porcentaje) | Aumento de peso diario (medio) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a | Aumento de peso diario (medio) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a |
| 100 | 0 | 0,85 | 0,98 | 0,81 | 0,90 |
| 97 | 3 | 2,47 | 1,90 | 2,31 | 1,83 |
| 94 | 6 | 4,20 | 2,52 | 3,80 | 2,38 |
| 91 | 9 | 5,12 | 2,91 | 4,74 | 2,69 |
| 88 | 12 | 5,56 | 3,12 | 4,98 | 2,94 |
| | Caséina | 5,93 | 3,60 | 4,78 | 3,00 |

^a Relación de eficiencia de la proteína = $\frac{\text{aumento de peso}}{\text{proteínas consumidas}}$. Todos los valores se han ajustado para su comparación con el valor de 3,00 asignado a la caséina.

colores distintos. Las pastas fabricadas con CPP de alosa, de anchoa y de arenque resultaron especialmente oscuras. Al cocerlas, los colores se aclararon notablemente pero las pastas cocidas conservaron un tono gris. Las pastas elaboradas con CPP de *ocean pout* y CPP de menhaden del Atlántico resultaron tan aceptables como la pasta elaborada con CPP de merluza roja.

CUADRO 17. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PASTA CON UN 10% DE CPP DE DISTINTAS ESPECIES DE PESCADO, UNA VEZ COCIDA

| <i>Fuente de CPP</i> | <i>Apariencia</i> | <i>Textura</i> | <i>Sabor</i> | <i>Olor</i> |
|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Merluza roja (control) | $3,0 \pm 0,00^a$ | $6,1 \pm 0,81^a$ | $3,0 \pm 0,41^a$ | $2,8 \pm 0,29^a$ |
| <i>Ocean pout</i> | $3,1 \pm 0,28$ | $4,2 \pm 0,49$ | $2,8 \pm 0,20$ | $2,8 \pm 0,30$ |
| Anchoa | $1,0 \pm 0,00$ | $5,6 \pm 0,69$ | $2,5 \pm 0,25$ | $2,5 \pm 0,22$ |
| Arenque | $1,8 \pm 0,13$ | $5,2 \pm 0,59$ | $2,9 \pm 0,31$ | $2,9 \pm 0,23$ |
| Menhaden del Atlántico | $2,6 \pm 0,27$ | $4,4 \pm 0,62$ | $3,0 \pm 0,15$ | $2,8 \pm 0,32$ |
| Alosa | $1,5 \pm 0,22$ | $6,1 \pm 0,48$ | $2,7 \pm 0,26$ | $2,8 \pm 0,24$ |

^a Error estándar medio.

En este caso, se entiende por textura el grado de dureza que tiene la pasta una vez cocida durante 10 minutos en agua hirviendo. Se evaluó la pasta comparándola con una escala de 9 puntos: 1, dura; 5, *al dente*; y 9, blanda. Los resultados indicaron que la pasta hecha con CPP de merluza roja era un poco más blanda que las otras. Sin embargo, las diferencias no eran estadísticamente significativas.

Para eliminar la influencia del color en la evaluación del sabor y del olor, esta parte de la evaluación se hizo en una habitación oscura. Los participantes no encontraron diferencias notables en el sabor o el olor de las pastas que contenían los distintos CPP.

Galletas saladas

Se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto que la adición de CPP de merluza roja a las galletas saladas tenía sobre su aceptabilidad y su valor nutritivo. Las galletas se elaboraron en la planta experimental de la National Biscuit Company, conforme a la fórmula que esta empresa utilizaba normalmente. Se añadió el CPP a la preparación en proporciones de 0, 4, 8, 12 y 16%, que sustituían la misma cantidad de harina de trigo. Hubo que añadir un poco más de agua para que la masa adquiriera la consistencia adecuada pero, por lo demás, los ingredientes y los procedimientos de elaboración fueron los mismos. En el cuadro 18 se indica la composición cuantitativa de las galletas saladas enriquecidas.

CUADRO 18. COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE GALLETAS SALADAS CON DIVERSAS PROPORCIONES DE CPP

| Contenido de CPP (Porcentajes) | Proteína (6,25×N) | Humedad | Materias grasas ^a | Cenizas |
|-----------------------------------|----------------------|---------|------------------------------|---------|
| 0 | 9,4 | 3,6 | 10,0 | 3,4 |
| 4 | 12,0 | 3,2 | 9,4 | 3,8 |
| 8 | 15,3 | 2,7 | 9,6 | 4,0 |
| 12 | 17,9 | 3,1 | 9,8 | 4,5 |
| 16 | 20,2 | 2,3 | 10,1 | 4,9 |

^a Determinadas mediante extracción por éter.

Al sustituir el 12% de la harina por CPP el contenido de proteína de la galleta salada casi duplicó.

Se calculó el valor nutritivo de las galletas saladas en un estudio sobre alimentación de las ratas, en el cual las raciones alimentarias de los animales contenían 8% de proteínas procedentes de las galletas saladas, de caseína o de CPP de merluza roja. En el cuadro 19 se ve que se obtuvieron aumentos considerables de peso, ingestión de alimento y valores de la REP cuando las galletas saladas se enriquecieron con 4, 8 y 12% de CPP. No hubo un incremento notable al pasar del enriquecimiento con 12% al de 16% de CPP. En todos los casos, los resultados fueron inferiores a los que se obtuvieron para la caseína o el CPP de merluza roja solos.

En el cuadro 20 se indican los resultados de la evaluación sensorial. La apariencia de las galletas saladas enriquecidas fue menos aceptable que la de las galletas no enriquecidas. Sin embargo, la textura y el sabor

CUADRO 19. VALOR NUTRITIVO DE LAS GALLETAS SALADAS ENRIQUECIDAS CON DIVERSAS PROPORCIONES DE CPP E INCORPORADAS A LAS RACIONES ALIMENTARIAS EN UNA PROPORCIÓN DEL 8% DE LA PROTEÍNA

| Contenido de CPP (Porcentajes) | Aumento de peso diario (medio) (gr) | Ingestión diaria de alimento (medio) (gr) | Relación de eficiencia de la proteína ^a |
|-----------------------------------|---|---|---|
| 0 | 0,32 ± 0,02 ^b | 6,57 ± 0,20 ^b | 0,61 ± 0,04 ^b |
| 4 | 1,34 ± 0,04 | 10,28 ± 0,46 | 1,75 ± 0,05 |
| 8 | 1,95 ± 0,07 | 10,89 ± 0,26 | 2,31 ± 0,05 |
| 12 | 2,75 ± 0,13 | 12,80 ± 0,43 | 2,75 ± 0,05 |
| 16 | 2,87 ± 0,08 | 12,83 ± 0,22 | 2,77 ± 0,04 |
| Caseína | 2,98 ± 0,11 | 12,22 ± 0,39 | 3,01 ± 0,10 |
| CPP | 3,48 ± 0,08 | 12,92 ± 0,22 | 3,34 ± 0,07 |

^a Relación de eficiencia de la proteína = $\frac{\text{aumento de peso}}{\text{proteínas consumidas}}$.

^b Error estándar medio.

CUADRO 20. VALORES MEDIOS CORRESPONDIENTES A 50 EVALUACIONES SENSORIALES DE GALLETAS SALADAS QUE CONTENÍAN DIVERSOS PORCENTAJES DE CPP

| Porcentaje de CPP con respecto a la harina | Apariencia | Textura | Sabor |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,9 ± 0,15 ^a | 3,1 ± 0,11 ^a | 3,0 ± 0,10 ^a |
| 4 | 3,4 ± 0,11 | 2,9 ± 0,08 | 2,9 ± 0,09 |
| 8 | 3,1 ± 0,10 | 2,9 ± 0,08 | 2,7 ± 0,08 |
| 12 | 2,8 ± 0,08 | 2,7 ± 0,10 | 2,8 ± 0,11 |
| 16 | 2,1 ± 0,12 | 2,3 ± 0,12 | 2,4 ± 0,13 |

^a Error estándar medio.

de las galletas saladas enriquecidas con 4, 8 y 12% de CPP fueron casi tan aceptables como los de las galletas saladas no enriquecidas. Al parecer, la adición de CPP a las galletas saladas hizo que éstas resultaran más quebradizas y se desmenuzaran más fácilmente. La adición de CPP en proporción del 4 y del 8% confería a las galletas saladas un sabor de camarones.

Galletas

Las galletas no tienen un contenido de proteínas muy elevado pero se comen en grandes cantidades como postre ligero o merienda y, por consiguiente, pueden contribuir considerablemente a la alimentación de las personas, y especialmente de los niños.

Galletas enriquecidas con CPP de merluza roja

En el cuadro 21 figura la fórmula utilizada para determinar el valor nutritivo de un galleta enriquecida con CPP. La adición de 10% en peso de CPP, en sustitución de la misma cantidad de harina, no sólo hizo que

CUADRO 21. FÓRMULA PARA UNA GALLETAS
CON MANTEQUILLA
(Gramos)

| | |
|-------------------------|------------------|
| Mantequilla o margarina | 110 |
| Azúcar | 200 |
| Huevo | 50 |
| Agua | 60 |
| Vainilla | 4 |
| Harina para dulces | 222 ^a |
| Sal | 1 |
| Levadura en polvo | 7 |

^a Se sustituyó la harina por CPP en proporciones de 5, 10 y 15 por ciento en peso, respectivamente.

el contenido bruto de proteínas aumentara, pasando del 5,4% al 8,1%, sino que no produjo ninguna modificación indeseable o inaceptable en el sabor, el olor o la apariencia. Las dos modificaciones evidentes fueron: a) a medida que aumentaba la proporción de CPP, disminuía en el grado de dulzura de las galletas, y b) el color pasó de un amarillo brillante a un amarillo grisáceo. Se determinó el valor nutritivo de las galletas que contenían 0 y 10% de CPP en un ensayo de alimentación. Se dio a unas ratas una mezcla de galletas, vitaminas y minerales. Las galletas que no contenían CPP tuvieron una REP de 0,9, mientras que las que contenían un 10% de CPP alcanzaron una REP de 2,3. En este estudio, la dieta de control (caseína) tenía un valor de 3,1. [13]

Galletas enriquecidas con CPP de otras especies de pescado

Se utilizó una galleta dulce suave para evaluar los efectos que tenía la adición de CPP preparada a partir de diversas especies de pescado sobre las características sensoriales. Se utilizó la misma fórmula que la que se da en la sección 10—50 del *Cereal Laboratory Methods* de la Asociación Americana de Químicos de los Cereales. [14] Se añadió CPP en proporciones de 5 ó 10%, en sustitución de la misma cantidad de harina. En una proporción del 5%, el CPP no alteró notablemente las características sensoriales de la galleta.

En el cuadro 22 figuran los resultados de la evaluación sensorial cuando se utilizó un 10% de CPP. La apariencia de las galletas hechas con CPP de anchoas y CPP de alosa fueron menos aceptables que la de la muestra de control. Sin embargo, no se encontraron diferencias notables ni en el sabor ni en la textura de las galletas.

Las características sensoriales de las galletas se modificaron a veces cuando se añadió CPP en una proporción del 10%. Sin embargo, los productos siguieron siendo bastante aceptables para los participantes en las pruebas. Las ligeras observaciones que se hicieron al sabor se podían superar mediante la adición de elementos aromatizantes.

CUADRO 22. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS CON UN 10% DE CPP DE DIVERSAS ESPECIES DE PESCADO

| <i>Fuente de CPP</i> | <i>Apariencia</i> | <i>Sabor</i> | <i>Textura</i> |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Merluza roja (control) | 2,9 ± 0,23 ^a | 2,8 ± 0,13 ^a | 2,9 ± 0,18 ^a |
| <i>Ocean pout</i> | 2,9 ± 0,23 | 3,1 ± 0,23 | 2,3 ± 0,39 |
| Anchoa | 1,6 ± 0,22 | 2,6 ± 0,26 | 2,6 ± 0,36 |
| Arenque | 2,2 ± 0,13 | 2,4 ± 0,26 | 2,8 ± 0,25 |
| Menhaden del Atlántico | 3,1 ± 0,38 | 2,7 ± 0,33 | 2,8 ± 0,36 |
| Alosa | 1,4 ± 0,16 | 2,1 ± 0,23 | 2,7 ± 0,36 |

^a Error estándar medio.

Bebida de CPP

Se está estudiando una fórmula para una bebida de CPP de merluza roja con objeto de elaborar un producto que se pueda deshidratar por aspersión y reconstituir cuando haya que usarlo.

El concentrado de proteínas de pescado debe utilizarse para preparar una bebida atrayente, sabrosa y nutritiva. La composición de la preparación ensayada en el Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado es comparable a la leche de vaca por su contenido de proteínas y materias grasas, pero contiene el doble de hidratos de carbono. Se utilizó un estabilizador-emulsificador en la preparación a fin de convertirla en una suspensión estable. La bebida, tal como se había preparado, fue luego desecada; y se examinó la materia resultante. El polvo se disolvió en la lengua y no dejó ningún residuo arenoso. Puede utilizarse como base de alimentos infantiles preparados y también cabe añadirle aromatizantes y colorantes a fin de hacerla más atractiva para los grupos de mayor edad. El polvo con sabor de chocolate tiene un sabor muy aceptable; es más: podría utilizarse con modificaciones menores para hacer bombones o postres helados.

Cuarenta y cuatro gramos de polvo diluido en 200 gramos de agua constituirán una bebida comparable a un vaso de ocho onzas de leche (cuadro 23). El valor calórico de la bebida de CPP de "merluza roja" es superior al de la leche de vaca, pues contiene más hidratos de carbono y más aminoácidos esenciales (lisina y metionina); además, contiene el doble de arginina que la leche; el contenido de los demás aminoácidos es igual o un poco inferior que el de la leche de vaca.

Un estudio preliminar del valor nutritivo de la bebida de CPP demostró que éste era superior al de la caseína y algo inferior al del CPP utilizado para elaborar la bebida.

Sopas

Las sopas ofrecen una gran variedad de posibilidades en materia de sabores y combinaciones. Pueden prepararse únicamente a partir de CPP con adición de especias, aromatizantes y sustancias similares, o a partir de una mezcla de CPP con legumbres o verduras y hortalizas o ambas cosas a la vez. Como las legumbres desempeñan un papel importante en la alimentación de muchas poblaciones, en tanto que fuente de proteína, las preparaciones en las cuales el CPP se combine con legumbres pueden resultar muy útiles.

El laboratorio del Centro sólo ha llevado a cabo para esta categoría de alimentos estudios limitados. Por ejemplo, los estudios realizados sobre la sopa de guisantes secos y de tomates indican que es posible preparar productos muy agradables si se utiliza una fórmula y unos aromatizantes adecuados.

CUADRO 23. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y DEL VALOR CALÓRICO DE UNA PORCIÓN DE 8 ONZAS FLUIDAS (244 gr) DE BEBIDA DE CPP Y DE LECHE ENTERA

| | Bebida de CPP ^a | Leche ^b |
|----------------------|----------------------------|--------------------|
| Proteínas (gr) | 9,2 | 8,5 |
| Materias grasas (gr) | 12,0 | 11,9 |
| Lisina (gr) | 0,762 | 0,664 |
| Metionina (gr) | 0,298 | 0,210 |
| Treonina (gr) | 0,398 | 0,393 |
| Valina (gr) | 0,458 | 0,586 |
| Fenilalanina (gr) | 0,369 | 0,415 |
| Histidina (gr) | 0,180 | 0,224 |
| Arginina (gr) | 0,628 | 0,312 |
| Triptófano (gr) | 0,089 | 0,120 |
| Leucina (gr) | 0,674 | 0,839 |
| Isoleucina (gr) | 0,402 | 0,544 |
| Calorías | 221,0 | 158,0 |

^a Los valores de los aminoácidos que se indican son promedios de 35 análisis, del CPP utilizado en la bebida, salvo con respecto al triptófano (11 análisis).

^b Los valores correspondientes a la composición se tomaron de "Amino Acid Content in Foods", Informe núm. 4, Home Economics Research Division, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, D. C., 1957

Se hicieron diversos experimentos para liofilizar sopas. El color, la textura y el sabor del producto resultaron buenos. Las composiciones cuantitativas indicadas en el cuadro 24 son los valores correspondientes a las sopas deshidratadas. La sopa de CPP se preparó utilizando el CPP como única fuente de proteínas. La sopa de guisantes fue una combinación de proteínas de legumbres y CPP.

En una evaluación sensorial de la sopa de guisantes que contenía diversas proporciones de CPP de merluza roja, a los jurados les gustó tanto la sopa que contenía 5 ó 10% de CPP de merluza roja como la que no contenía CPP.

Treinta y cuatro gramos de la sopa de CPP en polvo diluidos en 170 gr de agua darán una base de sopa marrón que contiene 8,9 gr de proteínas. Una porción similar de sopa de guisantes proporcionará 8,3 gr de proteínas.

CUADRO 24. COMPOSICIÓN DE LA SOPA LIOFILIZADA CON CPP
(Porcentaje)

| Producto | Proteína bruta (N x 6,25) | Materias grasas ^a | Cenizas | Humedad |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---------|---------|
| Sopa de CPI ^a | 26,2 | 29,5 | 7,9 | 20,9 |
| Sopa de guisantes | 24,0 | 31,0 | 8,5 | 4,0 |

^a Determinado por extracción con éter.

RESUMEN

Estudios realizados en el Centro Nacional de Concentrados de Proteína de Pescado han demostrado que el CPP puede prepararse a partir de diversas especies de pescado mediante un proceso de extracción con isopropanol. La composición del CPP elaborado a partir de distintas especies de pescado varió ligeramente más que la del que se había producido a partir de las mismas especies. Sin embargo, el contenido de proteínas osciló normalmente entre el 80 y el 85% y el contenido en materias grasas resultó inferior al 0,3%. El valor nutritivo del CPP era igual o ligeramente superior al de la caseína.

Varios estudios examinaron los efectos que tenía la incorporación de CPP en diversos productos alimenticios tales como pan, pasta alimenticia, galletas saladas y ordinarias, bebidas y sopas. Todos ellos indicaron que, introduciendo modificaciones de menor importancia en las fórmulas de preparación, el CPP se podía incorporar fácilmente a los productos alimenticios en proporciones de 5 y 10% sin que se alteraran notablemente las características sensoriales de los productos. Al mismo tiempo, la adición de CPP a los productos alimenticios mejora considerablemente su valor nutritivo.

REFERENCIAS

1. U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, FISH AND WILDLIFE SERVICE, BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES (1966), *Marine Protein Concentrate*, Fishery Leaflet No. 584, Washington, D.C.
2. STILLINGS, B. R., O. A. HAMMERLE y D. G. SNYDER (1969), "Sequence of limiting amino acids in fish protein concentrate produced by isopropyl alcohol extraction of red-hake (*Urophycis chuss*)", *Journal of Nutrition*, 97: 70.
3. STILLINGS, B. R. (1967), "Nutritional evaluation of fish protein concentrate", *Activities Report*, 19: 109.
4. SIDWELL, V. D. y O. A. HAMMERLE. Changes in physical and sensory characteristics of doughs and of bread containing varying amounts of fish protein concentrate and lysine. Presentado a *Cereal Chemistry*.
5. SOUTH AFRICAN COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH (1959), *Pretoria, Food Enrichment in South Africa*, Research Report No. 172, capítulo 6, págs. 121—130.
6. DONOSO, G., M. MIMOZ y J. S. MARIA (1964), "Enrichment of bread with fish flour for human consumption: No. 1. Study of baking and acceptability tests", *News Summary No. 14*, International Association of Fish Meal Manufacturers.

7. STILLINGS, B. R., V. D. SIDWELL y O. A. HAMMERLE. Effectiveness of fish protein concentrate and lysine in improving the nutritional quality of wheat flour. Presentado a *Cereal Chemistry*.
8. MORRISON, A. B. y J. A. CAMPBELL (1960), "Studies on the nutritional value of defatted fish flour", *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 38:467.
9. YÁÑEZ, E., I. BARJA, F. MONCKEBERG, A. MACCIONI y G. DONOSO (1967), "The fish protein concentrate story: No. 6. Quintero fish protein concentrate: protein quality and use in foods", *Food Technology*, 21:1604.
10. SIDWELL, V. D., B. R. STILLINGS and O. A. HAMMERLE. Use of fish protein concentrate in foods: the physical characteristics and sensory evaluation of pasta made from semolina. En preparación.
11. STILLINGS, B. R., V. D. SIDWELL y O. A. HAMMERLE. Supplemental value of fish protein concentrate and semolina. En preparación.
12. KWEE, W. H., V. D. SIDWELL, R. C. WILEY y O. A. HAMMERLE (1969), "Quality and nutritive value of pasta made from rice, corn, soya and tapioca enriched with fish protein concentrate", *Cereal Chemistry*, 46:78.
13. SIDWELL, V. D. (1967) "FPC in foods", *Activities Report*, 19:118.
14. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (1962), *Cereal Laboratory Methods*, 7ª edición, sección 50—10. The Association, St. Paul, Minnesota.

15. LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE *NUOC MAM* EN LA COSTA DE MARFIL*

Si bien Africa en general no padece hambre, muchos pueblos africanos sufren todavía las consecuencias de una malnutrición debida a un régimen alimenticio insuficiente en proteínas. Por ejemplo, en la Costa de Marfil, abundan las proteínas de origen vegetal procedentes de la mandioca, ñamé, llantén, mijo y arroz, pero escasean las proteínas de origen animal. Debido a las inadecuadas existencias de ganado, la más abundante fuente de proteínas animales es la industria pesquera a lo largo del litoral atlántico.

El Gobierno de la Costa de Marfil se esfuerza por lograr la máxima distribución de los productos de las pesquerías de la Costa de Marfil a los habitantes de las zonas urbanas y rurales, y ha fomentado además la cría de peces de agua dulce. Sin embargo, el transporte de productos alimenticios perecederos a gran distancia presenta complejos problemas, de modo que las zonas del interior están o pobremente abastecidas de pescado, cuando no totalmente desabastecidas, lo que es frecuente.

Otro país que durante siglos ha tenido que hacer frente a los mismos problemas nutricionales, el Viet-Nam, ha perfeccionado un método de conservación de los elementos nutritivos esenciales del pescado, que ha dado como resultado el *nuoc mam*. Aunque la opinión general es que se trata de una salsa hecha con pescado podrido, en realidad sólo cabe producir *nuoc mam* con pescado muy fresco. El producto es el resultado de un proceso natural de autodigestión de la carne de pescado por medio de sus propios enzimas. Durante el proceso se protege al pescado de la putrefacción bacteriana mediante la casi saturación con sal marina.

El *nuoc mam* que no es precisamente un condimento sino un producto alimenticio propiamente dicho, tiene alto valor nutritivo, ya que proporciona los componentes de los prótidos —no los propios prótidos— en forma de aminoácidos, sales minerales y vitaminas, especialmente la vitamina B₁₂. El organismo humano puede asimilar íntegramente esos componentes. A efectos comparativos, la tasa más elevada de digestibilidad de los demás artículos alimenticios, cárnicos o no, es de 96%. Esa diferencia del 4% es muy importante, según los expertos en nutrición.

* Memoria presentada en la reunión de expertos por A. Faubau, Director, Sociedad FINUMA, Abidján, Costa de Marfil.

La ingestión de una reducida cantidad de *nuoc mam* aumenta considerablemente el valor de la proteína de origen vegetal, de inferior valor biológico, y constituye un elemento eficaz para equilibrar el régimen alimenticio de los africanos. Recientes estudios realizados por el Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, de París, han demostrado que en el *nuoc mam* existen en gran abundancia los aminoácidos cuya insuficiencia es característica de la dieta de hidratos de carbono de las poblaciones africanas. Pequeñas cantidades de *nuoc mam* pueden proporcionar un régimen equilibrado para los niños ab lactados y benefician también a aquellos trabajadores que no pueden comer carne o pescado cada día. La proteína adicional es especialmente vital para los niños, pues su crecimiento físico e intelectual depende de la calidad de su régimen alimenticio durante los primeros cinco años.

El *nuoc mam* contiene los siguientes elementos nutritivos en proporciones que dependen de su calidad:

Aminoácidos: ácido aspártico, serina, ácido glutámico, prolina, glicina, alanina, tirosina, histidina, arginina y, sobre todo, los nueve aminoácidos, esenciales para el crecimiento y conservación del cuerpo humano: treonina, valina, cistina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina, lisina y triptófano;

Sales minerales: fósforo, bromo, yodo, calcio, magnesio, hierro, sodio, cloro, flúor, y otros;

Vitaminas: PP, B₁ y, especialmente, B₁₂.

El valor alimenticio del *nuoc mam* y la facilidad con que puede emplearse han llevado al Gobierno a estudiar la posibilidad de su fabricación partiendo del pescado capturado en el litoral de la Costa de Marfil. Se encargaron estudios a la Compagnie d'Études Économiques et de Gestion Industrielle. De acuerdo con los resultados confirmados por laboratorios especializados, pueden utilizarse para la fabricación de *nuoc mam* de excelente calidad y propiedades de conservación varios tipos de pescado que abundan en la región costera cercana a Abidjan. El producto se adapta perfectamente a la cocina de Costa de Marfil y puede por consiguiente utilizarse extensamente en Abidjan y en el interior del país, donde existe especial necesidad de una dieta de alta calidad nutritiva. En general, se ajusta bien a las recetas culinarias tradicionales de los países africanos, ya que puede reemplazar fácilmente a la sal.

Hasta hace poco, el *nuoc mam* no era muy conocido en la Costa de Marfil, ya que se importaba de Viet-Nam y por lo tanto su precio era bastante elevado: de 1.100 a 1.200 francos CFA el litro. Sin embargo, el producto elaborado industrialmente en Abidjan, que contiene por lo menos 15 g de "nitrógeno total" por litro ("calidad superior", según los reglamentos vietnamitas), puede venderse en toda la Costa de Marfil a 400 francos CFA el litro, aproximadamente.

Consciente de las grandes posibilidades del *nuoc mam* para la mejora del régimen alimenticio de la población, el Gobierno de la Costa de Marfil

ha autorizado y cooperado en el establecimiento de la primera gran industria salazonera de ese tipo de Africa, por no decir del mundo. (En Viet-Nam, la industria del *nuoc mam* se halla fraccionada en una multitud de pequeñas empresas de tipo familiar. Este elevado número de pequeños fabricantes produce en los mejores años hasta 100 millones de litros de *nuoc mam*.)

El experimento de la Costa de Marfil ha estado especialmente motivado por las siguientes consideraciones:

Varios estudios pusieron de manifiesto que la producción en el país de *nuoc mam* de excelente calidad podía ser rentable.

El establecimiento de dicha industria exigiría inversiones relativamente bajas, sin necesidad de un equipo industrial complejo;

La fabricación del producto no exige especialistas altamente capacitados ni mano de obra numerosa.

El producto es generalmente aceptable para la población de la Costa de Marfil. (Un alimento realmente nuevo — que sea bastante distinto de los habituales — encuentra por lo general cierta resistencia entre las poblaciones de hábitos alimenticios tradicionales, sobre todo cuando su introducción exija el aprendizaje de nuevas recetas culinarias.)

El *nuoc mam* tiene un valor terapéutico considerable debido a su contenido en vitaminas, incluyendo la B₁₂, que sirve para prevenir la anemia, y en ciertos oligoelementos, incluyendo el calcio y especialmente el yodo, que son eficaces contra el bocio. Puede conservarse sin deteriorarse durante muchos años en botellas bien tapadas. Si se dispone del suficiente número de trabajadores capacitados cabe una producción de tipo artesanal o familiar, como en el Viet-Nam. Por último, la industria puede utilizar el pescado pequeño, que en general se tira debida a su bajo valor comercial.

El objetivo inicialmente modesto de la nueva industria del *nuoc mam* en la Costa de Marfil es producir 1.200.000 litros anuales, a que se llegará a través de progresivos aumentos a razón de 400.000 litros anuales. El costo de la financiación es de unos 60 millones de francos CFA, de los cuales 35 millones constituyen el capital social, que representa aproximadamente la primera etapa de inversión. La mayoría del capital suscrito está en manos de ciudadanos de la Costa de Marfil.

La empresa de la Costa de Marfil reviste interés para toda Africa. Aún sin haberse hecho una gran campaña publicitaria, las repúblicas de Africa central hacen pedidos del producto, y ciertos expertos privados o auxiliares técnicos oficiales representantes de Malí, Camerún y otros países han acudido a la Costa de Marfil en busca de asesoramiento para establecer sus propias fábricas de *nuoc mam*.

16. EL PROGRAMA DE LA USAID PARA LA EVALUACION Y LA PROMOCION DEL CPP*

El Consejo de Ciencias de la Marina de los EE.UU. autorizó en 1967 a la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) para que desarrollara concentrado de proteína de pescado para su utilización en ultramar. Las evaluaciones que entonces se hicieron contenían un argumento determinante a favor de la introducción del CPP, pero planteaban, al mismo tiempo, un número de problemas relativos a su producción, comercialización y aceptabilidad.

Quedó establecido que el CPP era altamente nutritivo, con un contenido en proteínas de 75 a 80%. Sin embargo, hasta entonces, dichos concentrados se habían producido en laboratorio y representaban sólo un primer paso.

Se llegó a las siguientes conclusiones relativas a los costos de producción, mercados y aceptación por el consumidor:

No existía producción propiamente dicha de CPP en un sentido comercial;

No se había estudiado la viabilidad económica de la producción de CPP, especialmente la razón costo/valor protéico, en comparación con otras fuentes existentes de proteínas;

No había mercados para el CPP, ni una demanda efectiva de los mismos ni de los productos reforzados con CPP;

Se desconocía el grado de aceptación de los productos reforzados con CPP por parte del consumidor.

En breve, había que superar aún grandes obstáculos para llegar a obtener los potenciales beneficios de los concentrados de proteínas de pescado.

Teniendo en cuenta esas dificultades, la Agencia para el Desarrollo Internacional preparó un programa para determinar la utilidad del CPP como medio de lucha contra el hambre y la desnutrición. Las actividades de la Agencia se limitaron a estudios de viabilidad del CPP y a la compra de una cantidad determinada de CPP para su distribución y experimentación.

* Memoria presentada en la reunión de expertos por J. B. Cordaro, Coordinador de programas, Food from the Sea Service, Office of War on Hunger, Departamento de Estado de los Estados Unidos, Washington, D.C., EE.UU.

ESTUDIOS DE VIABILIDAD

En 1967, varios equipos en los que se hallaban representadas diversas disciplinas (expertos en pesquerías, economistas, bromatólogos y especialistas en comercialización) visitaron en 1967 doce países con el fin de determinar cuáles ofrecían las mejores condiciones para el establecimiento de una industria viable de CPP. Tales equipos recomendaron a Chile, República de Corea y Marruecos, países que podían ofrecer centros de demostración para los estudios de viabilidad del CPP. Los citados equipos tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones generales al proceder a la selección:

Existencia de suficientes recursos de pesquería y de sistemas de captura apropiados, capaces de suministrar al menos 20.000 toneladas anuales, aparte de las actuales capturas, al precio aproximado de de 22 dólares la tonelada;

Actitud favorable por parte del gobierno del país;

Existencia de conocimientos científicos y técnicos suficientes para llevar a cabo las investigaciones necesarias para desarrollar un programa nacional en materia de CPP;

Capacidad para construir y poner en funcionamiento una fábrica de producción de CPP;

Existencia de empresas nacionales de producción de alimentos capaces y deseosas de lanzar al mercado productos alimenticios nuevos o modificados conteniendo CPP;

Existencia de productos alimenticios que permitan la incorporación de CPP, y que puedan suministrarse a los grupos de población insuficientemente alimentados y con bajos ingresos (los muestreos de consumidores para los estudios de mercado deberían hacerse a base de dichos grupos);

Existencia de sistemas de transporte y de distribución capaces de suministrar productos a los grupos de consumidores en los lugares donde se hayan de realizar los programas de popularización del producto.

Si bien se reconoció que ningún país podía satisfacer todos esos requisitos, los países recomendados ofrecían las condiciones más satisfactorias.

Al formular su dictamen los equipos se basaron en las siguientes hipótesis:

Que una planta de CPP debía poder emplear cualquier tipo de pesca no comercializable, siempre que tal pescado fuese utilizable para la fabricación de CPP;

Que la explotación económica de una planta de CPP requería un suministro mínimo de 100 toneladas de pescado diarias durante 200 días al año;

Que cabía sustituir el isopropanol por el etanol en la elaboración

de CPP sin una modificación importante del proceso o de las características del producto terminado;

Que el CPP debería venderse solamente formando parte integrante de un producto alimenticio de consumo corriente ya establecido en el mercado, o como ingrediente de un nuevo producto alimenticio preparado comercialmente de acuerdo a una fórmula;

Que el programa de popularización del producto debía dirigirse a los grupos de bajos ingresos, y que los programas de alimentación del gobierno o de otras instituciones encaminados a la distribución de productos alimenticios reforzados con CPP a grupos de población al margen de la economía monetaria debían tener carácter de actividades no comerciales.

Sobre la base de tales recomendaciones, la USAID otorgó en junio de 1968 a la General Oceanology, Inc. de Boston, Massachusetts, un contrato para realizar experimentos en Chile y en la República de Corea. El propósito de tales estudios, consistentes en un análisis de mercado, un análisis de los suministros de materia prima, el desarrollo y la comprobación de los productos, era determinar si cabía establecer una industria viable, de CPP y de qué manera.

Análisis de mercado

Los análisis de mercado tenían por objeto determinar si los productos reforzados con CPP eran aceptables para los consumidores a quienes iban destinados; definir las condiciones oportunas para la introducción de productos reforzados con CPP en los programas relativos a la alimentación organizados por los gobiernos así como por otros organismos o en el comercio; y averiguar si existía una demanda potencial suficiente que justificara el establecimiento de una planta de CPP. Ante todo, era preciso determinar los valores, creencias y demás factores ambientales y de toda otra índole que contribúan a la estructura del régimen alimenticio y a las nociones alimentarias de los grupos estudiados.

Análisis del suministro de materia prima y de las condiciones de la oferta

El objeto de esta fase del estudio consistió en determinar si cabía contar con un suministro adecuado de productos de la pesca baratos no consumidos por el mercado. Además, era necesario establecer el costo y el precio de venta del CPP y de los productos reforzados, así como la relación entre el costo del CPP y la escala de producción.

Mejoramiento del producto y ensayos de calidad

El mejoramiento del producto y la comprobación de su calidad estaban básicamente relacionados con las técnicas de enriquecimiento con CPP de los productos alimenticios de uso corriente y con la compro-

bación de la calidad de los mismos para que fuesen aceptables desde el punto de vista del sabor y del precio.

Las conclusiones del estudio de viabilidad realizado en la República de Corea fueron las siguientes:

La desnutrición en proteínas existe en ciertos grupos estudiados, sobre todo entre niños ab lactados y en edad preescolar, mujeres encinta y madres nutricias y entre individuos pertenecientes a los grupos de bajos inresos (tanto en las zonas urbanas como en las rurales);

Las consideraciones económicas actuales y la escasez de materia prima impiden la explotación comercial del CPP en Corea. Sin embargo, existe la posibilidad de mejorar la utilización del pescado, lo que podría fomentar la producción de CPP;

El CPP puede contribuir a aliviar la escasez de proteínas siempre que el objetivo sea suministrar la fuente más barata de proteínas de origen animal.

A menos que el gobierno de un país esté interesado y haya declarado su intención de utilizar el CPP en sus programas nutricionales, y que se comprometa a la compra de determinadas cantidades del producto, serán muy escasas las posibilidades de establecer una industria de CPP. En Chile, el Gobierno indicó que utilizaría entre el 50 y el 60% de la capacidad prevista de la planta, proyectada para producir entre 4.000 y 5.000 toneladas anuales de CPP. Los demás mercados en ese país son la industria de las pastas alimentacias y la de alimentos para niños y bebés. Debido a los elevados riesgos de la empresa y a las modificaciones básicas y de los métodos de producción con que la industria del CPP habrá de experimentar durante los próximos años, la General Oceanology se propone amortizar una planta en Chile dentro de un período de cinco años, en vez del período ordinario de 10 a 20 años.

Compra de CPP

Otro aspecto del programa de la USAID es la compra de CPP con el fin de disponer de concentrados en cantidades suficientes para el estudio de posibles mejoras del producto, para las pruebas de aceptabilidad y para para ofrecer proteínas de alta calidad a los programas de alimentación de los niños en edad preescolar. La compra de CPP por la USAID está prevista en la *Foreign Assistance Act (1968)*, que estimula la compra de CPP y otros concentrados de proteínas. (La USAID intentó instalar una industria de CPP en los Estados Unidos garantizando la compra de los productos; pero el intento resultó antieconómico, suspendiéndose el contrato a consecuencia de considerarse el producto poco satisfactorio.)

Las mejores posibilidades de utilización del CPP las ofrecen los programas relativos a la salud maternal e infantil, y de comidas escolares y otras campañas relacionadas y los demás con la alimentación de los niños, así como los programas nacionales de mejoramiento dietético. El

enriquecimiento de los productos alimenticios en los países en desarrollo se ve a menudo obstaculizado por la falta de instalaciones centrales de tratamiento de los productos y la falta de normas sobre los mismos que puedan adaptarse y servir para inspeccionar dichos productos, por la insuficiencia del control del sistema de distribución que garantice la calidad y salubridad del producto, y por la ausencia de un programa institucional de promoción y de mercados que pongan el producto al alcance de los grupos que lo necesita.

Para resolver esos y otros problemas, la USAID ha preparado un programa destinado a obtener datos fidedignos sobre la aceptación por el consumidor, la estabilidad del producto y las condiciones de envasado del CPP y de los productos alimenticios con él reforzados y ha mantenido estrecho contacto con organismos americanos privados, tales como el Church World Service, Catholic Relief Services, CARE, Unitarian Universalist Service Committee, y otros. Se persigue así determinar la manera de utilizar CPP para enriquecer los alimentos de una manera segura y sana y establecer si los productos alimenticios reforzados con CPP son aceptables para los grupos de prueba. El método de prueba deberá ser el mismo de país a país, siempre teniendo en cuenta los diversos tipos de alimentos, hábitos nutricionales, costumbres, y tabús. El equipo de evaluación, con la colaboración y asistencia de las misiones de la USAID y de los gobiernos de los países invitantes, seleccionará, para ser reforzados con CPP, aquellos alimentos que formen parte de la cocina tradicional del país o de programas específicos de alimentación. Se desarrollarán fórmulas que permitan incorporar cantidades óptimas de CPP a tales productos. Con el fin de coadyuvar a lograr la aceptación por los consumidores, se reunirá información detallada sobre las prácticas que en materia de alimentación siguen los diversos organismos y escuelas que toman parte en el programa, el grado de interés y de competencia del personal, y los niveles y las variaciones previstas del enriquecimiento con CPP. Por último, el programa deberá observar las siguientes condiciones:

Los ensayos deberán ser lo más discretos posible (lo ideal sería que los grupos sometidos a la prueba desconocieran que se está realizando un experimento o que están siendo observados):

Dentro de un determinado grupo sometido a ensayo, se servirá al mismo tiempo a 100 o más individuos;

Por lo menos, un técnico aparte del personal ordinario de la cocina, deberá supervisar el servicio del alimento y el registro de datos;

Debe haber diversos grados de enriquecimiento con CPP, y los alimentos reforzados deberán servirse según diferentes horarios.

OBJETIVOS DE LA USAID EN MARRUECOS

El proyecto de encuesta de la USAID sobre la introducción del CPP en Marruecos sirve de ejemplo de cómo el organismo se propone llevar a

cabo su programa. El plan supone un esfuerzo conjunto por parte del Gobierno de Marruecos, la USAID y las Naciones Unidas. Los objetivos globales del proyecto son:

Determinar la viabilidad económica del establecimiento en Marruecos de una industria de concentrados de proteínas de pescado, y preparar un método para introducir CPP y los productos con él reforzados en el sistema dietético marroquí. Desarrollar un plan de comercialización y distribución de productos alimenticios con CPP producido por la fábrica de SONAFAP en Agadir.

Para lograr esos objetivos, la encuesta organizada por la USAID, y realizada mediante activas consultas con la FAO y la ONUDI, se esforzará por:

Determinar las posibilidades económicas de la conversión de la sardina en CPP, así como el nivel de demanda que justifique la explotación de una industria de ese tipo en Marruecos;

Establecer la razón costo/valor de la proteína característica de la utilización de los CPP comparándola con la misma razón referente a las demás proteínas o compuestos de proteínas, existentes o posibles, para su utilización en Marruecos;

Desarrollar nuevas fórmulas para productos alimenticios en las que se haga uso de los CPP, comprobando la aceptabilidad por los grupos estudiados de todos los productos reforzados con CPP, y establecer un sistema mediante el que tales grupos puedan adquirir esos productos;

Analizar la practicidad económica de la fabricación de productos alimenticios con CPP en SONAFAP, así como su comercialización y distribución.

Teniendo en cuenta los datos sobre pesquerías suministrados por la FAO, la encuesta de la USAID analizará los factores variables en las operaciones de captura, conservación y transporte de la sardina, con objeto de determinar el costo más bajo posible de producción de CPP y la curva de costo-demanda relativa a los diversos niveles de producción. Asimismo analizará todos los demás factores, incluyendo la utilización de subproductos y la producción de piensos animales con CPP, que sirvan para determinar el costo global de la producción de CPP en Marruecos. (Se supone que la ONUDI suministrará muchos datos para ese análisis: por ejemplo, los relativos a los costos de la mano de obra, equipo y gastos de explotación, gastos generales y propuesto margen de beneficio.)

Partiendo de este análisis y de los datos técnicos proporcionados por la ONUDI, el encargado de realizar la encuesta de la USAID hará recomendaciones sobre la ubicación de las fábricas de CPP y sobre sus dimensiones, y especificará los sistemas de producción, comercialización y distribución que reduzcan al mínimo los costos. Esas recomendaciones deben tener en cuenta la actual ubicación de la SONAFAP en relación

con otras posibles. Además, la encuesta servirá para determinar el proceso más conveniente de conversión de la sardina en CPP, considerará las posibilidades de inversiones extranjeras en una industria de CPP en Marruecos, y con la asistencia de la FAO, evaluará las posibilidades de dichos productos y de los productos alimenticios reforzados con CPP para la exportación.

El estudio de mercados tendrá por objeto recoger toda la información necesaria para establecer la practicabilidad de la utilización del CPP para enriquecer algunos productos alimenticios destinados al consumo de grupos que revelan carencia de proteínas y que son de campañas dietéticas institucionales y no institucionales.

Por lo que se refiere a la utilización en programas no institucionales, la encuesta identificará grupos con un consumo insuficiente de proteínas en zonas, representativas rurales y urbanas clasificándolos por edad, niveles de ingresos, situación geográfica, hábitos alimentarios, factores que influyen en la estructura del régimen dietético, y describirá, además la política y planes gubernamentales para hacer frente al problema de la nutrición. Dentro de los grupos no institucionales estudiados, la encuesta prestará especial atención a los bebés, niños en edad preescolar, y a las mujeres encinta y nutricias.

Por lo que se refiere a la utilización por los programas institucionales, la encuesta identificará, describirá y cuantificará dichos programas, tales como los referentes a comidas escolares, cantinas de fábricas, ranchos militares, comidas de los centros de maternidad y pediatría, etc.

La encuesta deberá identificar todos los productos alimenticios y los tipos de productos que consuman los grupos de individuos estudiados y que puedan ser enriquecidos con CPP, en función de:

La practicabilidad técnica de su enriquecimiento con CPP;

La posibilidad de que esos productos reforzados con CPP mejoren la calidad y la cantidad de las proteínas consumidas por los grupos estudiados;

La estructura de los precios de los alimentos y de los ingredientes de los mismos consumidos normalmente por los grupos estudiados, y los factores que determinan esos precios;

El costo adicional del enriquecimiento con CPP del producto, y la aceptabilidad del producto enriquecido desde un punto de vista económico;

Las posibles repercusiones de la estructura tradicional del mercado sobre la elaboración y comercialización de los productos reforzados con CPP;

El interés que puedan tener los fabricantes locales privados en los productos con CPP;

Medidas y programas del sector oficial y del privado —que puedan aplicarse para promover los CPP (estas recomendaciones deberán

incluir campañas publicitarias y educativas que podrían realizar la FAO y la ONUDI).

Los datos reunidos mediante esta encuesta se utilizarán para desarrollar fórmulas de productos y procedimientos de incorporación del CPP a ciertos alimentos, para promover nuevas nociones dietéticas compatibles con las necesidades y preferencias de los grupos estudiados, y para llevar a cabo pruebas para determinar la aceptabilidad de los productos reforzados con CPP desde el punto de vista tanto del gusto como del costo.

Una vez determinado el grado de aceptación, el encargado de la encuesta, en cooperación con el gobierno, los fabricantes locales, la FAO y la ONUDI, desarrollará un plan para fabricar y poner a prueba los productos reforzados con CPP durante un período de tiempo suficientemente largo para que puedan obtenerse datos fidedignos y significativos que permitan evaluar el mercado potencial del CPP en Marruecos.

El objetivo que se persigue al determinar el mercado de los productos alimenticios reforzados con CPP es colocar la producción de la SONAFAP sobre una base económicamente sólida. A este respecto, la encuesta de la USAID evaluará y analizará los procedimientos actuales de comercialización y distribución de los productos alimenticios reforzados con CPP fabricados en la planta de la SONAFAP en Agadir, y recomendará métodos para mejorar la comercialización y la distribución de los productos tanto en el interior como en el exterior. A tal efecto, el encargado de dicha encuesta colaborará con el personal de la ONUDI encargado de introducir mejoras en la planta de la SONAFAP, y utilizará los convenientes datos técnicos y de producción que dicho personal haya preparado.

Resumen

Aunque el estudio de viabilidad de la USAID se realizará en frecuente consulta con la FAO y la ONUDI, el informe final de la USAID debería ser útil por sí mismo desde el punto de vista de las inversiones y como base para posteriores decisiones. Se prevé que la ONUDI, con la asistencia de la USAID y la FAO, examinará las actividades relacionadas con la posibilidad de establecer una industria de CPP en Marruecos y propondrá la realización de actividades complementarias con el fin de dar efectividad a las recomendaciones. Se prevé la participación del encargado de la encuesta de la USAID en la preparación de esas recomendaciones.

Comercialización

Para que el CPP tenga pleno éxito en el mercado, debe ofrecer características que los hagan sabrosos y apetecibles. El desarrollo, la promoción y la comercialización de productos alimenticios reforzados con CPP que atraigan al consumidor deben ser estudiados con toda

urgencia. Los esfuerzos actuales son del todo insuficientes. Los CPP que hasta el presente se han incorporado a los alimentos humanos no han producido resultados tales que inciten al consumidor a adquirir el producto, ni a los gobiernos a subvencionarlo. El estudio sobre la aceptabilidad del CPP reviste la mayor importancia, junto con las investigaciones para modificar sus propiedades. Estas investigaciones podrían dar lugar a nuevos productos con propiedades interesantes, los cuales podrían emplearse convenientemente para mejorar las características de los artículos de consumo corriente. Con toda probabilidad, un nivel similar de investigaciones para su mejoramiento serviría para determinar de qué manera el CPP puede ofrecer ventajas positivas al consumidor, incluyendo un aumento del valor nutritivo, cuando se emplea convenientemente en la preparación de alimentos aceptables.

El mayor obstáculo que se opone a la plena introducción en el régimen alimenticio de los países en desarrollo de los productos proteicos nacionales de bajo costo, es su escasa aceptabilidad. Para la promoción de los nuevos productos proteicos será necesario, en mucha mayor medida que hasta el presente, realizar estudios sobre los hábitos culturales y las actitudes relacionadas con la alimentación y encuestas sistemáticas sobre la comercialización, aplicando al mismo tiempo la experiencia comercial a los nuevos productos alimenticios. Una eficaz promoción que conduzca a un satisfactorio consumo de productos alimenticios que contengan CPP estimulará sin duda las inversiones de capital privado para el desarrollo de una industria de CPP.

17. ESTUDIO ANALITICO DE LA UTILIZACION DEL CPP: INSTRUMENTO PARA LA FORMULACION DE UNA POLITICA ALIMENTARIA NACIONAL*

COSTOS COMPARATIVOS DE LAS PROTEINAS DE REFERENCIA

Existen muy pocas orientaciones de carácter general que puedan ayudar a los gobiernos a determinar los objetivos de los programas de alimentación nacional. Se necesita un análisis científico no sólo de los concentrados de proteínas de pescado y de otros productos posibles de refuerzo alimentario, sino también de las consecuencias que para la nutrición puedan tener la política agrícola nacional y otras directrices generales de los gobiernos referentes a la inversión de fondos públicos en procesos alimentarios.

Por consiguiente, para facilitar nuestro estudio hacemos uso de un modelo hipotético (establecido por Sidney M. Cantor Associates) que considera los factores precio, proteína de referencia³ y otras relaciones dentro del contexto de un país hipotético en desarrollo en el que existe carencia de proteínas. En ese modelo se consideran tanto los alimentos tradicionales como las muestras de alimentos reforzados con proteínas. Mediante ciertos cálculos se obtiene la jerarquía de rangos de las proteínas de referencia [2] de diversos alimentos tradicionales y de los reforzados en comparación con un alimento fundamental común: en este caso, el arroz. Dichas jerarquías pueden modificarse y extenderse para permitir otras comparaciones tales como las relacionadas con la demanda y la aceptabilidad por los consumidores, la eficiencia de utilización de las calorías proteicas, y el interés que puedan presentar esos productos para las inversiones.

Dichos cálculos procuran dar respuesta a la pregunta siguiente: en el supuesto de que un gobierno o un inversor del sector privado, o

* Memoria presentada en la reunión de expertos por Gerald D. Bernstein, Idmon, Inc. (anteriormente de General Oceanology, Inc.); Sidney M. Cantor, Sidney M. Cantor Associates, Inc.; y Solomon H. Chafkin, American Technical Assistance Corp.

³ Proteína de alto valor biológico, que contiene un esquema especificado de aminoácidos totalmente utilizables para los procesos anabólicos a un nivel de mantenimiento dietético. Véase FAO/OMS (1965), *Protein requirements*, Roma, página 68.

ambos, desearan realizar inversiones para la producción de un producto que 1) suministrara a los grupos de la población de más bajos ingresos la más elevada cantidad posible de proteína de referencia; 2) cuyo precio por unidad de proteína de referencia fuese bajo en relación con un cereal común (en este caso el arroz); 3) que respondiese a una considerable demanda por parte de los grupos de bajos ingresos, demanda cuyo aumento pudiera preverse como consecuencia del incremento del nivel de ingresos de dichos grupos.

Los cálculos muestran los efectos de una serie dada de relaciones de precios en un momento determinado. Al ir cambiando dichas relaciones, los cálculos pueden rendir resultados enteramente distintos. Su sensibilidad ha quedado demostrada en una prueba con los resultados de un análisis del consumo de un producto a base de semilla de soja en un país muestra. El consumo de los productos de soja en dicho país se realiza principalmente a base de un cuajo hecho de semilla de soja, forma de alimento que alcanza un precio bastante más elevado que el de los demás productos de soja para consumo humano. Si el ajuste en el precio se hace de modo que refleje el del cuajo de soja, el uso de ésta resulta menos económico que el refuerzo proteico por medio de un concentrado de soja o de un CPP.

El análisis no satisface la necesidad del inversionista privado de conocer de manera muy específica los detalles de ciertos proyectos: las necesidades de capital, el costo de producción, las ventas potenciales y márgenes de las mismas, las condiciones de crédito, los posibles beneficios de la inversión, y, en fin, otras variables de importancia crítica. Tampoco resuelve el análisis en esta fase ciertos problemas que interesan a los planificadores del sector público en relación con la asignación de recursos estatales y el fomento, o viceversa, de las inversiones privadas. Sin embargo, los cálculos pueden extenderse de modo que produzcan estimaciones del efecto sobre el balance del comercio exterior, sobre el empleo o sobre el efecto que en la economía pueda producir la elección de un determinado procedimiento de suplementación nutricional con preferencia a otro.

Para los fines de este estudio, se toma como base de comparación el precio por kilogramo de la proteína de referencia. El cuadro 1 contiene una comparación tabulada de precios; la segunda columna de dicho cuadro recoge los valores que resultan de dividir el precio de la proteína de referencia del arroz por el de la misma de los demás productos alimenticios, estableciéndose así una escala en la que cada uno ocupa determinado rango.

La comparación de los alimentos tradicionales muestra el rango superior de la semilla de soja y de las leguminosas entre las fuentes vegetales de proteínas y la evidente ventaja del pescado fresco y seco sobre otras fuentes de proteínas animales. Las consecuencias de tal

jerarquía de rangos con referencia a la política económica se tratan más adelante en esta misma sección.

CUADRO 1. COMPARACIÓN DEL PRECIO DE LAS PROTEÍNAS DE REFERENCIA DE DIVERSOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS TRADICIONALES

| | Precio de las proteínas de referencia en EE. UU. (\$/kg) | Rango de los precios de las proteínas de referencia (arroz = 1,00) |
|---------------------------|--|--|
| <i>Cereales</i> | | |
| Arroz | 4,26 | 1,00 |
| Cebada-H | 2,61 | 1,62 |
| Cebada-N | 2,30 | 1,86 |
| Trigo | 2,78 | 1,52 |
| Otros | 3,41 | 1,25 |
| <i>Legumbres</i> | | |
| Semillas de soja | 0,61 | 7,05 |
| Semillas de soja (cuajo) | 1,60 | 2,66 |
| Otras leguminosas | 0,73 | 5,80 |
| Batatas | 10,19 | 0,42 |
| Patatas | 4,78 | 0,89 |
| Otras | 18,52 | 0,23 |
| <i>Productos animales</i> | | |
| Vaca | 2,98 | 1,43 |
| Cerdo | 1,85 | 2,30 |
| Pollo | 1,85 | 2,30 |
| Pescado (seco) | 0,86 | 5,00 |
| Pescado (fresco) | 0,84 | 5,40 |
| Crustáceos | 1,89 | 2,25 |
| Leche | 9,44 | 0,45 |

El cuadro 2 contiene una comparación similar de alimentos reforzados con proteínas.

CUADRO 2. COMPARACIÓN TABULADA DE LOS PRECIOS DE LAS PROTEÍNAS DE REFERENCIA CONTENIDAS EN LOS PRODUCTOS DE REFUERZO

| Alimentos reforzados con proteínas ^a | Precio en los EE. UU. referencia en los productos de refuerzo (\$/kg) | Rango de los precios de las proteínas de referencia (arroz = 1,00) |
|---|---|--|
| Lisina, 0,2% en trigo | 0,14 | 31,5 |
| Concentrado de soja, 6,0% en trigo | 0,54 | 7,8 |
| CPP, 5,0% en trigo | 0,36 | 11,7 |

^a El precio en dólares de la lisina, del concentrado de soja y del CPP es de 1,00, 0,27, y 0,25 por libra respectivamente.

Debe notarse que el rango superior de la lisina comparada con el concentrado de soja y el CPP se basan en el precio por unidad correspondiente únicamente a la proteína adicional que suministra el agente reforzante. Este costo incremental se diferencia de las evaluaciones realizadas por D. M. Hegsted al comparar el refuerzo con lisina y con CPP de la harina de trigo basándose en ciertos presupuestos específicos de costo. Sus resultados, resumidos y tabulados en el cuadro 3, se basan en el concepto del costo integral o total: el costo de la proteína total contenida en una unidad determinada de harina de trigo reforzada; esto es, la proteína normal del trigo más la proteína añadida mediante el producto del refuerzo.

CUADRO 3. EFECTO DEL REFUERZO CON PROTEÍNA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE TRIGO Y COMPARACIÓN DEL COSTO DE LAS PROTEÍNAS UTILIZABLES

| | Contenido de proteína ^a (Porcentaje) | Valor nutritivo ^b (Porcentaje) | Proteína utilizable ^c (Porcentaje) | Costo/100 lb ^d (\$) | Costo de la proteína utilizable/lb (\$) |
|--|--|--|--|-----------------------------------|--|
| Harina de trigo | 13,75 | 24 | 3,20 | 8,00 | 2,50 |
| Harina de trigo + 0,2% lisina. HCl | 13,94 | 38 | 5,30 | 8,20 | 1,55 |
| Harina de trigo + 0,5% lisina. HCl | 14,25 | 46 | 6,55 | 8,50 | 1,30 |
| Harina de trigo + 0,5% lisina. HCl + 0,3% treonina | 14,55 | 56 | 8,14 | 8,95 | 1,09 |
| Harina de trigo + 5% CPP | 16,66 | 42 | 7,00 | 8,85 | 1,26 |
| Harina de trigo + 10% CPP | 21,26 | 50 | 10,68 | 9,70 | 0,91 |

Fuente: D. M. Hegsted, Profesor de Nutrición, Universidad Harvard.

a $N \times 6,25$ (todas las pruebas se basan en el contenido nitrogenado).

b Valor nutritivo en comparación con el de la lactalbúmina.

c Contenido de proteína \times VNR (valor nutritivo relativo) = proteína utilizable.

d El cálculo del costo se basa en el precio de la harina normal de panificación de 5,50 \$/100 lb puesta en Nueva York, más costo de transporte a la India (como ejemplo) de 2,50 \$/100 lb aproximadamente (por cortesía de Bernard Rothwell, Bay State Milling Company, Boston). El costo de la lisina, treonina y CPP se ha calculado en 1,00, 1,50 y 0,25 \$/lb respectivamente.

Costo de la proteína total y costo de la proteína incremental

Si bien el costo incremental del refuerzo con lisina es menor que el del CPP, el costo total del refuerzo con este producto es menor que el de la lisina. (Véase el cuadro 4.)

CUADRO 4. COSTO DE LA PROTEÍNA TOTAL COMPARADO CON EL DE LA PROTEÍNA INCREMENTAL

| | Costo (\$/kg) | Contenido de proteína (%) | Eficiencia proteica | Proteína de referencia (g/kg) | Costo de la proteína de referencia (\$/kg) |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------|--|--|
| <i>Refuerzo con lisina (0,2%)</i> | | | | | |
| Trigo | 0,10 | 13,0 | | 42,2 | 2,37 |
| Lisina (proteína incremental) | 2,22 | 0,2 | | 35,0 | 0,13 |
| Mezcla (proteína total) | 0,10 | 13,2 | 0,585 | 77,2 | 1,35 |
| <i>Refuerzo con CPP (5%)</i> | | | | | |
| Trigo | 0,10 | 12,35 | | 40,0 | 2,37 |
| CPP (proteína incremental) | 0,56 | 4,25 | | 61,0 | 0,46 |
| Mezcla (proteína total) | 0,12 | 16,60 | 0,608 | 101,0 | 1,21 |

Para la elección de los objetivos de una política dietética, es importante que las autoridades consideren la cuestión del costo de la proteína total en relación con el de la proteína incremental. Si el Gobierno decide importar proteínas en forma de harina de trigo reforzada, tendrá aplicación el análisis de Hegsted del costo total de la proteína, del que se deduce que el refuerzo con CPP es más conveniente que con lisina. Si las autoridades decidiesen reforzar toda la harina producida en el país, que ya suministra a la población una determinada cantidad de proteínas, deberían conocer el costo de la obtención de las proteínas adicionales que suministran cada uno de los posibles productos reforzantes. En tal caso, tendría aplicación el análisis del costo de la proteína incremental, que indica que la lisina es la más económica. En este sentido, el supuesto de la existencia de lisina a 1 dólar por libra es de importancia fundamental, ya que si tal precio fuese de 2,68 dólares por libra, el CPP (siempre que su costo permaneciese a 0,25 dólares por libra) resultaría ser equivalente a la lisina en cuanto al costo de la proteína incremental.

Así, si se usa un 0,2% de L-lisina, el costo de añadir un kg de proteína de referencia a la dieta es de 0,13 dólares, contra 0,46 dólares en el caso del CPP usado en la proporción del 5%. Sin embargo, si se utiliza como base el costo por unidad de la proteína total, el CPP parece superior a la lisina; usando este producto, el costo de la proteína total es 1,21 dólares; mientras que usando lisina el costo es 1,35 dólares. Esta diferencia se hace más marcada al utilizarse porcentajes mayores de CPP.

Preocupa especialmente a los planificadores el costo de la obtención de nuevos recursos de proteína, ya que consideran que la presente en el trigo representa un recurso ya disponible y, por lo tanto, les interesa más comparar el costo medio de las proteínas adicionales que suministran los distintos productos de refuerzo. Si una determinada autoridad decide

obtener la máxima cantidad posible de proteína adicional estimulando la producción complementaria de trigo y reforzando dicho trigo, resultará entonces factor crítico el costo de la proteína total del alimento reforzado en proteínas. En ese caso, la harina de trigo reforzada con CPP significaría el procedimiento más económico para el suministro de la proteína adicional, como indica el análisis de Hegsted.

Relación entre el costo y la efectividad

Cabe realizar un análisis preliminar del costo en relación con la efectividad comparando el costo de la proteína total y de la incremental a la luz de los objetivos de una política nacional para el mejoramiento de la nutrición. Cuando una de las condiciones de dicha política es evitar el empleo de un volumen importante de divisas, puede convenir descartar la importación comercial de trigo por muy bajo que pueda ser el precio internacional de éste. Por otra parte, cuando el objetivo de tal política es reforzar la alimentación de los bebés ablaetados y de los niños, la limitada capacidad de ambos grupos de consumir la elevada cantidad de cereales necesaria para obtener la suficiente ración de proteínas de los alimentos reforzados con lisina conduce a considerar el CPP como más efectivo desde el punto de vista del costo. Pero tal objetivo plantea a su vez un nuevo problema en relación con la formulación de nuevos productos para la alimentación infantil.

Otro factor crítico que debe tenerse en cuenta es el "costo a la entrega" de la proteína. De nuevo en este caso influye grandemente en el análisis el propósito de las autoridades. Si el objetivo general es suministrar a las familias necesitadas más proteína al costo a la entrega más bajo posible, el refuerzo con lisina de pastas y otros productos del trigo distribuidos comercialmente puede ser el método más económico. Si el grupo de población beneficiario de la política nutricional se limita al de los niños, ello puede conducir al establecimiento de un programa de nutrición infantil altamente específico en el que se utilice el CPP como aditivo a la leche o el CPP con productos cereales y aminoácidos en mezclas especiales distribuidas en los centros de maternidad y de higiene infantil. En este caso, el costo a la entrega por cabeza puede ser mucho más elevado que en un programa general de refuerzo nutricional, aunque el costo total pudiera ser mucho más bajo. Además, los programas de nutrición infantil pueden producir resultados aún más positivos en los casos en los que el propósito de las autoridades es disminuir la tasa de mortalidad infantil como necesaria condición previa para una más rápida aplicación de las medidas de control de la natalidad.

El costo de remediar la carencia de proteínas

En el caso del país-muestra utilizado en este estudio, la deficiencia en proteína de referencia se estimó en 31.000 toneladas. El costo de

corregir dicho déficit por medio de proteínas de fuentes convencionales (cuadro 5) cubre toda una gama que va desde un máximo de 140,7 millones de dólares en el caso del arroz a un mínimo de 27,6 millones en el caso del pescado fresco. Los productos de refuerzo mismos son de bajo costo, pero en cada caso es necesario aumentar considerablemente el consumo interno de trigo a fin de obtener las proteínas necesarias mediante el refuerzo.

CUADRO 5. COSTO DEL SUMINISTRO DE 31.000 TONELADAS DE PROTEÍNAS DE REFERENCIA AUMENTANDO EL SUMINISTRO DE DETERMINADAS FUENTES DE PROTEÍNAS

| | <i>Costo (en millones de dólares)</i> | <i>Porcentaje de incremento (sobre el suministro actual) necesario para remediar la carencia proteica</i> |
|------------------------------|--|---|
| Arroz | 140,7 | 21 |
| Cebada | 81,4 | 35 |
| Trigo | 91,8 | 300 |
| Soja (cuajo) | 59,2 | 63 |
| (Carne de vaca) | 98,5 | 308 |
| (Carne de cerdo) | 61,1 | 458 |
| (Carne de pollo) | 61,1 | 465 |
| Pescado (fresco y elaborado) | 27,6 | 33 |
| Lisina (0,2% en trigo) | 4,4 (más 30,3 dólares del trigo adicional) | (100% de trigo suplementario, nacional o importado) |
| CPP (5,0% en trigo) | 12,0 (más 7,4 dólares del trigo adicional) | (24% de trigo suplementario, nacional o importado) |

El costo total de remediar la carencia de proteínas mediante el refuerzo con lisina de trigo, incluyendo el de utilización normal y el suplementario, será considerablemente más elevado que el costo total (incluyendo el factor de refuerzo más el trigo adicional) de un programa de refuerzo a base de CPP o de semilla de soja o que la expansión de los suministros de las presquerías nacionales. También sería más económico el empleo de harina de semilla de soja. La obtención de las cantidades de trigo suplementarias que necesitaría el programa a base de lisina presentaría problemas especiales si el empleo de las tierras para su cultivo resultara en el desplazamiento del de otros productos agrícolas también fuente de proteínas, o, especiales dificultades de divisas que pudiera plantear la importación de dicho cereal.

OBJETIVOS NUTRICIONALES Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS

El evidente y marcado interés de los gobiernos de fomentar el desarrollo económico nacional conducirá inevitablemente a considerar

políticas que se propongan: mejorar las condiciones de vida, especialmente de las de los grupos de bajos ingresos. Los gobiernos deberán, en último término, establecer las líneas generales de los objetivos de su política nutricional, siendo importante, al así hacerlo, tener en cuenta desde el primer momento las consecuencias de la política económica sobre la nutrición y buscar la manera de armonizar los objetivos nutricionales con otros propósitos de orden nacional.

El gobierno puede preferir formular objetivos de alcance nacional y desarrollar las políticas a ellos encaminadas en beneficio de grupos de población de bajos ingresos, en general, o de grupos especiales tales como los bebés ab lactados y las mujeres encinta o las madres nutricias. En este sentido, las decisiones del gobierno irán guiadas por la necesidad de compaginar sus obligaciones de alcanzar determinado objetivo nutricional con otras más amplias exigencias de política nacional, teniendo en cuenta las reasignaciones de recursos que serían necesarias para alcanzar dicho objetivo nutricional, incluyendo la obtención de un balance óptimo de calorías y proteínas. Toda campaña de gran extensión para mejorar la dieta exigirá inmediata y directamente la reconsideración de la política y recursos del sector agrícola y del de la pesquería, del comercio internacional, de los subsidios y otros incentivos a los productores de determinadas clases de alimentos, y de toda una variedad de factores políticos que contribuyen a configurar el sistema existente de asignaciones de los recursos tanto públicos como privados.

A corto plazo, puede resultar imposible asignar una elevada prioridad a los objetivos de la política nutricional si las medidas encaminadas a darle realidad producen adversos efectos sobre otras cuestiones de mayor urgencia, como pudiera ser el equilibrio de la balanza de comercio exterior. Por ejemplo, parece poco probable que un Gobierno desee fomentar el suministro masivo de pescado fresco al mercado interno si tal decisión llevara a desatender o desviar los esfuerzos dirigidos a la expansión de las exportaciones de pescado. Aún en el caso de que tal aumento del suministro interno de pescado pudiera producirse sin influir adversamente sobre las exportaciones del mismo, continuaría siendo necesario examinar las consecuencias que desde el punto de vista de las inversiones tendría la expansión de la pesquería, almacenaje, elaboración y transporte del pescado para el consumo interno.

Por otra parte, sin duda llegará a plantearse el problema de si se dedica suficiente atención y recursos al aumento del suministro interno de pescado en comparación con los que en ese momento se dedican al desarrollo de la industria de las aves de corral; pues es legítimo plantearse el problema de la comparación de los costos y beneficios de dichas industrias, tanto desde el punto de vista del valor nutricio de sus productos como de la relativa importancia que a cada una de ellas deba darse.

La función del CPP en la planificación nutricional

Las evidentes ventajas del pescado —fresco o seco— para mejorar las características de una dieta justifica la intensificación de los esfuerzos necesarios para ampliar el suministro del mismo y reducir su precio al consumo. Pero aunque ello pudiera conseguirse, no está claro que quedasen resueltos así los problemas específicos de ciertos grupos vulnerables tal como el de los bebés ab lactados. En este sentido, las autoridades pueden hallarse ante una elección difícil. Por ejemplo, la leche puede parecer producto más efectivo debido a las mayores existencias y más bajo precio de la misma, pero presenta el problema del elevado costo que implica el desarrollo de una industria lechera, o del empleo de divisas para importar leche descremada en polvo, relativamente barata de los países en los que existe abundancia de tal producto.

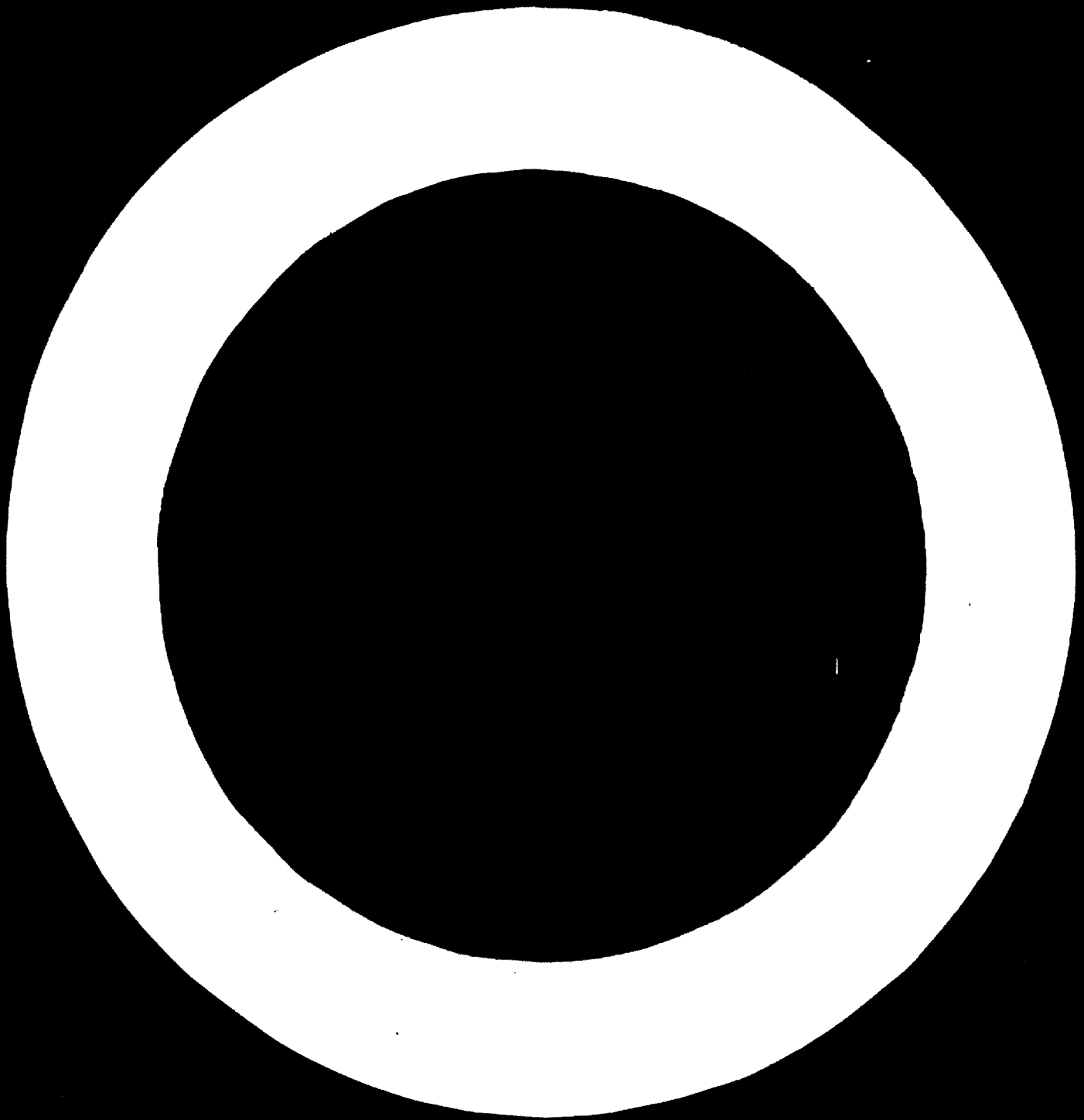
Otra solución posible es el enriquecimiento de cereales. Los medios más prácticas de refuerzo desde un punto de vista comercial son los productos a base de harina de trigo, como las pastas, las galletas, las sopas y algunas bebidas. Todos esos productos, así como ciertas harinas especiales para bebés, tendrán un costo más elevado si se refuerzan, por lo que el gobierno deberá decidir si debe o no subvencionar a los productores a fin de que esos productos puedan venderse a un precio que asegure su máxima utilización por los grupos de población de más bajos ingresos. Asimismo, las autoridades tendrán que considerar si, para obtener los objetivos del programa de mejoramiento de la dieta, la libre distribución de los productos reforzados en los centros de maternidad y de higiene infantil no habrá de ser un sistema más eficaz que el de la distribución comercial.

Es muy probable que el costo de reforzar ciertos alimentos con CPP producido en el país será bastante elevado en comparación con el del uso de CPP importado de un país como Chile, que posee abundantes y económicas reservas de la materia prima. El suministro de 31.000 toneladas adicionales de proteína de referencia por año —cifra correspondiente al país-muestra— exigiría considerables importaciones de CPP: si el programa nutricional se limita a ciertos grupos especiales, como el de los niños ab lactados, el volumen de importaciones sería menor, pero se producirían probablemente costos más elevados como resultado de la necesidad de establecer un sistema de distribución del producto al grupo o grupos a que se desee beneficiar mediante la campaña nutricional.

Es muy dudoso que los inversores del sector privado considerasen interesante una empresa de producción de CPP en las condiciones actuales que en el país-muestra. Aunque los fabricantes de pastas han mostrado considerable interés en reforzar sus productos con CPP, el precio que están dispuestos a pagar por dicho producto es muy inferior al que impondrían los precios que alcanza el pescado crudo en ese país. Por consiguiente, para que el sector privado se interesase en una empresa

de fabricación de CPP sería necesario que el gobierno otorgase una subvención y garantizase un volumen mínimo de venta.

La existencia de una fabricación subvencionada de CPP usando como materia prima pescado del país para mejorar la dieta de los grupos de población de más bajos ingresos significaría en efecto la redistribución de las existencias de proteína de dicho país. Las clases pobres que no pueden comprar mucho pescado obtendrían ahora más proteína por medio de las pastas y otros alimentos basados en el trigo reforzados con CPP. Pero la entrada de los fabricantes del mismo como compradores en el mercado del pescado resultaría en una tendencia a aumentar el precio del pescado fresco, con el consiguiente efecto adverso sobre los grupos de ingresos medios. Así, a menos que el CPP pueda producirse sin afectar adversamente el suministro de pescado fresco ya existente para el consumo, pueden quedar anulados los posibles beneficios de la política de subvenciones para mejorar la nutrición.



HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre librairie ou adressez-vous à: Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

Printed in Austria

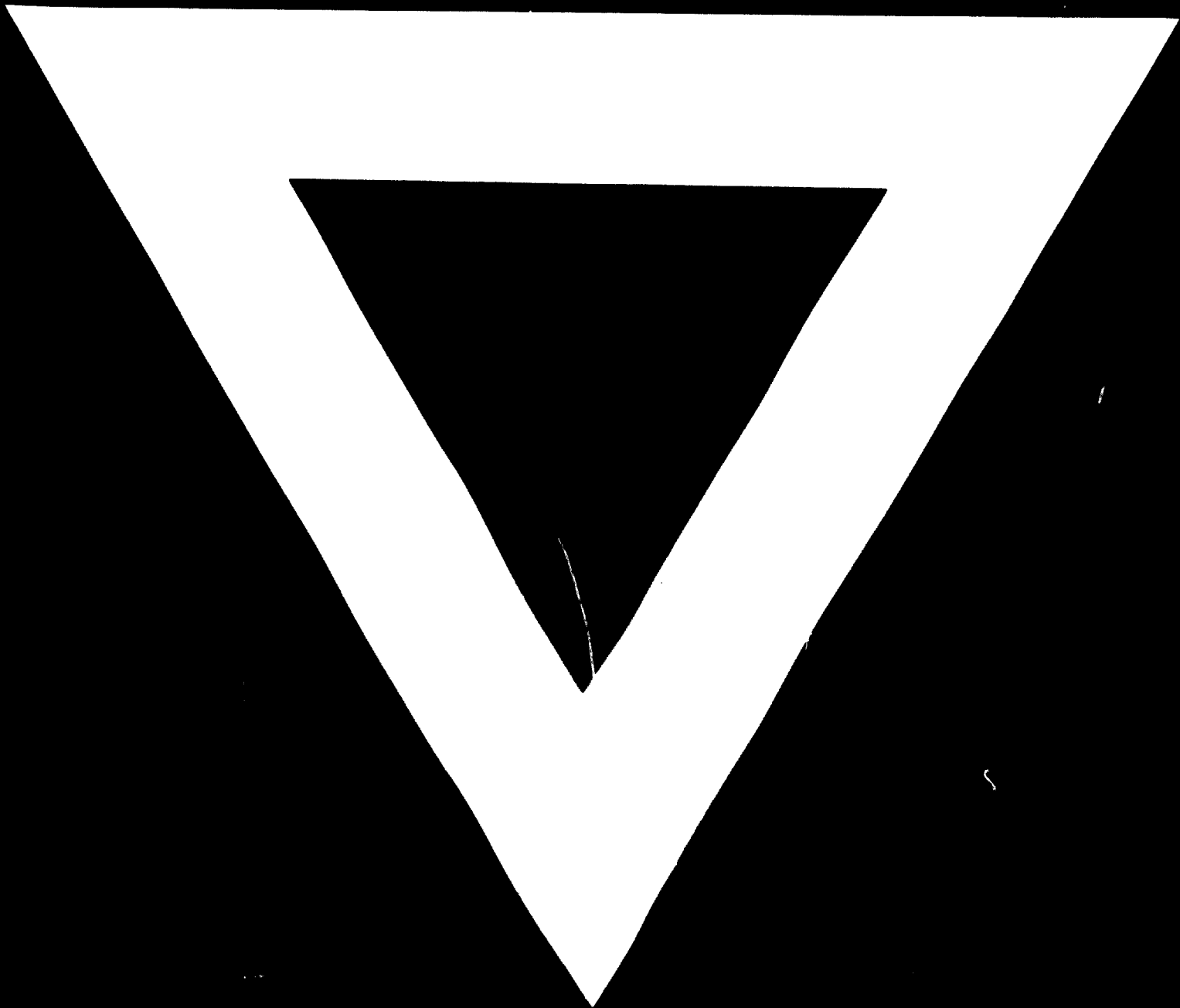
Price: \$U.S. 3.00
(or equivalent in other currencies)

United Nations publication

71-8162—December 1972—850

Sales No.: S. 72. II. B. 1

ID/60 Vol. II



27-12-74