

CONCENTRADOS PROTEICOS DE PESCADO ^{1, 2}

BRAULIO G. DE LOS SANTOS ROSA ³

INTRODUCCION

Las investigaciones sobre nutrición en las últimas décadas, han girado sobre las necesidades de dietas proteínicas del hombre y su solución en base a combinaciones de proteínas de fuente animal y vegetal. Solamente una parte de la población mundial tiene una dieta balanceada. No es coincidencia que esta pequeña parte incluye todas las naciones "industrializadas", cuyos ciudadanos tienen en general buena salud y alta productividad, comparados con los habitantes de las naciones en desarrollo. Al mismo tiempo, la desnutrición que afecta la salud y la productividad produce el efecto contrario en la fertilidad. Por lo tanto, el espectro malthusiano del aumento de población se está volviendo real en muchas partes del mundo.

Asimismo, en las naciones llamadas "industrializadas", pueden presentarse problemas a corto plazo en el aprovisionamiento de proteínas animales terrestres.

Las últimas investigaciones realizadas han mostrado que el pescado adecuadamente procesado es una excelente, barata y considerable fuente de aminoácidos que normalmente derivan de la ganadería.

El uso del pescado en la nutrición humana se ha ido quedando atrás en muchas partes del mundo por varias razones. Algunas tradicionales y culturales; otras ligadas a la pobre calidad resultante de preparar un producto hecho sin cuidado o mal industrializado.

La industrialización deficiente ha mostrado que se producen no sólo productos poco atractivos a los sentidos, sino que al mismo tiempo se afectó el valor nutritivo de los mismos, modificándose el valor de las proteínas del pescado.

1. Entregado para su publicación el 7 de octubre de 1965.

2. Trabajo presentado en las Jornadas de Ingeniería, en octubre de 1965.

3. Ingeniero Industrial. Colaborador científico del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria, Montevideo.

Llegamos así, necesariamente, a concluir que será más útil para una buena nutrición, poder contar con un concentrado proteico de pescado que reúna las siguientes condiciones:

Definición de concentrado proteico de pescado (F. P. C.) (Fish Protein Concentrate).— Se define el F. P. C. como un producto de alto poder nutritivo, barato, estable e higiénicamente preparado a partir del pescado y en el cual las materias nutritivas se hallan más concentradas de lo que se encuentran en el pescado que sirvió de materia prima. Esta definición de F. P. C. incluye productos de características varias: polvos impalpables, sin gusto, sin olor, de color claro o de color grisáceo, y también con gusto y olor a pescado, y pastas y polvos oscuros que se asemejan a extractos de carne.

HISTORIA DE F. P. C.

Hay ciertas indicaciones sobre salazón de pescado en Egipto, pero lo más parecido al F. P. C. se encuentra por primera vez en vasos hallados recientemente en Pompeya y que contienen la inscripción: "Liquamen optimun siccatum ex officino Umbrici Agathopi", lo cual en una muy libre traducción pasaría a ser la siguiente frase: "El mejor (F. P. C.) concentrado proteico del mundo, se hace en la fábrica «Umbricus Agathopus»".

Este es quizás el real comienzo de un largo y trabajoso camino en la fabricación del F. P. C.

Se han hallado recetas de cocina escritas por Apicius en el siglo I (D. C.) y entre ellas se explica cómo hacer *Liquamen*. Se obtenía como concentrado proteico de sabor agradable que sería para sazonar las comidas.

Plinio relata cómo se usaba el *Liquamen* hecho con pescado de descarte por su clase o tamaño, que no hubiera tenido otro uso. Asimismo, habla Plinio de ciertas propiedades terapéuticas del *Liquamen*, de las cuales más adelante hablaremos en general para el F. P. C.

Extrañamente el arte de preparar *Liquamen* se extinguió rápidamente y se perdió.

Probablemente, el incremento de la Agricultura, el consumo creciente de carne y el de pescado como pescado mismo, desplazó totalmente esta industria de preservación del pescado.

En Asia y Asia Menor se desarrollan luego varias técnicas de fabricación, ahumado, salado, curado de pescado, así como preparación de pastas y salsas que alimentaron a muchos habitantes.

Más cerca nuestro, Appert establece la primera fábrica de productos enlatados (que difiere de nuestra definición de F. P. C.) en Francia.

En realidad el estudio y producción de F. P. C. es bastante reciente y se debe, en gran parte, al esfuerzo puesto por organizaciones como U. N. I. C. E. F. y F. A. O., de las Naciones Unidas, en los últimos veinticinco años.

También a partir de 1959-1960 se han obtenido algunos buenos resultados de F. P. C.

Desde el año 1962 se han venido intensificando los estudios y los distintos métodos para hallar un F. P. C. que sea digno representante de la definición que dimos al comienzo.

En realidad existe un grande y enorme interés de poder resolver el problema de las carencias proteicas mundiales con un producto adecuado a lo que ya definimos como F. P. C.

NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS MUNDIALES

Los alimentos animales: carne, leche, huevos y pescado, son fuente de proteínas de alta calidad, superiores a las encontradas en los alimentos vegetales.

La verdad es que los aminoácidos esenciales se hallan en mejores proporciones y cantidades en los alimentos animales. La digestión de las proteínas animales da como producto los aminoácidos indispensables para la vida, crecimiento y otras funciones que, si no son satisfechas, producen carencias o malnutriciones que afectan la salud.

Las experiencias de crecimiento realizadas con ratas alimentadas con las siguientes fuentes de proteínas: 1) caseína (regular), 2) huevos (excelente), y 3) F. P. C., demostraron una amplia ventaja para las ratas alimentadas con F. P. C.

Lo mismo se realizó alimentando ratas con: trigo, trigo y 2% de F. P. C. y trigo y 4% de F. P. C.; maíz, maíz y 2% de F. P. C. y 4% de F. P. C.; obteniéndose los mejores resultados con las alimentadas con trigo y 4% de F. P. C. y maíz y 4% de F. P. C.

Debemos tener en cuenta que el F. P. C. es un alimento para *completar* dietas que en ciertas regiones son muy pobres en proteínas. Caso

de los pueblos alimentados con maíz (8% de proteínas), que bien equilibrado con F. P. C. (80 a 70% de proteínas) puede obtener un alimento que cumpla con las necesidades alimenticias.

Dos terceras partes de la población mundial vive en permanente estado de carencia, estados pluricarenciales que están en un nivel muy desfavorable de vida. Son aproximadamente 2.200 millones de seres que esperan soluciones para su *hambre*, y que debemos estudiar y encontrarlas.

El mar, con sus enormes recursos, puede dar solución a tan agudo problema. Debemos entonces concretar nuestra idea así:

Se necesita encontrar alimento para 2.200 millones de personas. Creemos que el constante estudio del F. P. C. nos puede dar una solución en ese sentido.

Debemos *socializar* las proteínas y ponerlas al alcance de los más necesitados por medio del *concentrado proteico de pescado* que permite completar dietas pobres.

PREPARACION, DISTINTOS METODOS.

De acuerdo a la definición que ya vimos de F. P. C., veremos ahora que las condiciones que deberá llenar un proceso adecuado serán:

- a) Requerir bajo capital inicial.
- b) Ser económico en su operación.
- c) Ser flexible de manera de poder operar económicamente en grande o pequeña escala.
- d) Tener facilidad para poder funcionar en lugares que carecen de servicios públicos (agua, luz, etc.).
- e) Obtener un producto final "concentrado" que sea aceptado por los más variados pueblos que tienen a su vez variados gustos.
- f) Obtener un producto que sea aprobado definitivamente como un excelente concentrado proteico que sirva como alimento complementario.
- g) Obtener un producto que sea de fácil empaque y transporte económico hasta lejanos lugares, para incorporarse a las comidas de los pueblos desnutridos. Debiendo mantener sus condiciones inalterables a través de almacenajes en los climas más diversos durante largos períodos de tiempo.

Una vez que se cumplan estas condiciones, podremos decir que se ha resuelto el problema de encontrar un alimento proteico suplementario.

Hay distintos tipos de preparación de F. P. C.: 1) métodos químicos; 2) métodos físicos; y 3) métodos biológicos.

1) *Métodos químicos*

Se utilizan en este método dos clases de plantas que son aquellas que tienen como materia prima: a) harina de pescado producida por métodos convencionales o métodos especiales (5); y b) pescado.

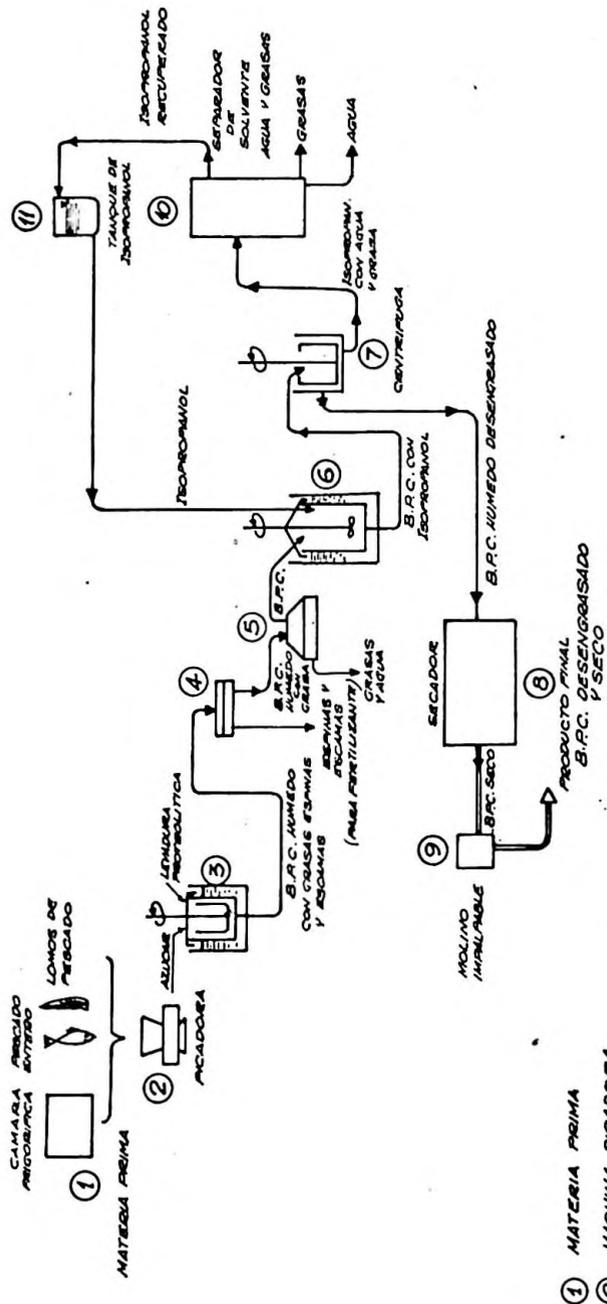
En la obtención de F. P. C. de la harina se tiene la ventaja de trabajar con sustancia seca, a la cual no hay que sacarle humedad y sólo hay que extraerle las grasas y los olores o gustos que pudiera tener.

La desventaja enorme de este proceso es que se trabaja a altas temperaturas al prepararse la harina, produciéndose la degradación de las proteínas de la materia prima.

Al trabajar con pescado como materia prima, debemos separar agua y grasa, conjuntamente o primero agua y luego grasas.

Las extracciones de agua y grasas se deben realizar generalmente por medio de un solvente, el cual debe reunir ciertas condiciones, como ser:

- 1) No debe ser tóxico.
- 2) Será de manejo seguro y fácil.
- 3) Se podrá obtener fácilmente en forma pura.
- 4) Debe tener bajo contenido de humedad.
- 5) Tendrá un bajo costo
- 6) Tendrá poco riesgo de explosión por el fuego en su manejo.
- 7) Será eficiente en la extracción de: agua, triglicéridos, otros lípidos y compuestos olorosos.
- 8) No deberá disminuir o reaccionar con los compuestos proteínicos.
- 9) Tendrá un bajo punto de ebullición para lograr bajas temperaturas de trabajo, evitando la degradación de las proteínas.
- 10) Será fácil de recuperar en los circuitos de fabricación y se podrá también tratarlo sencillamente para desodorizarlo y recuperarlo puro otra vez.
- 11) Deberá ser inerte, es decir, no atacará a los materiales de construcción que se usan en la industria de alimentos.



- ① MATERIA PRIMA
- ② MAQUINA PICADORA
- ③ HIDROLIZADOR
- ④ FILTRO
- ⑤ CENTRIFUGA TIPO "CENTRIFISH"
- ⑥ EXTRACTOR DE GRASAS
- ⑦ CENTRIFUGA DE CANASTA
- ⑧ SECADOR
- ⑨ MOLINO IMPALMABLE
- ⑩ SEPARADOR
- ⑪ TANQUE DE ISOPROPANOL

FACULTAD DE VETERINARIA	PLANO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS	Nº
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA PILOTO PARA PREPARAR B.P.C. DESENGRASADO Y SECO	3
<i>Dr. J. J. J. J.</i> <i>de la Com. de Pesca</i>	

El Bureau of Commercial Fisheries of the U. S. Dept. of the Interior, en consulta con los grupos asesores de la Academia Nacional de Ciencias de U. S. A. ha iniciado un programa para mejorar el proceso de preparación de proteínas del pescado por medios químicos (4).

Este programa está comprendido dentro de un plan para mejorar el estado económico de la industria pesquera y siempre teniendo una amplia base de empleo de proteína animal para consumo humano. Este estudio contribuirá enormemente al desarrollo de las industrias que proveerán a las naciones "en desarrollo" de una adecuada fuente de proteína para su nutrición.

Como parte del programa del Bureau, se usará un modelo a escala de una planta (model scale plant) que se utilizará para estudiar los distintos métodos de fabricación del F. P. C.

El gran acierto sería producir un producto que cumpla con lo que ya definimos como F. P. C. Por supuesto, si logramos contar con una planta piloto y podemos valorar el efecto de los métodos a ensayar, se podrá establecer:

- 1) El valor nutritivo de las distintas especies de pescado.
- 2) La composición química aproximada de los diferentes tipos de peces.
- 3) Los distintos procedimientos para preparar F. P. C. y su sensibilidad al almacenamiento y transporte.
- 4) La aceptabilidad para la suplementación de alimentos con el F. P. C.

Objetivos de la investigación.— Se está trabajando en estos momentos, en el Battelle Memorial Institute (1), en el: a) diseño; b) construcción; y c) operación de una planta piloto para estudiar los distintos procedimientos para recuperar proteínas y preparar F. P. C.

En la operación de esta planta se podrán investigar:

- 1) Procesos de la materia prima para: a) deshidratación anterior a la extracción de grasas; y b) deshidratación y extracción de grasas al mismo tiempo.
- 2) Recolectar los aceites y subproductos.
- 3) Recobrar los solventes usados y recuperarlos en el estado más puro posible para poder volver a usarlos.
- 4) Obtener el producto final sustancialmente libre de aceites y solventes.

Además, la planta piloto (model plant) incorporará los siguientes criterios de diseño:

- 1) *Máxima capacidad* de 100 libras (43,36 kgr.) de producto terminado cada 24 horas, lo cual equivale a trabajar con 500 libras (226,8 kgr.) de pescado por día.
- 2) *Diseño flexible* para permitir una variedad de distintos pasos en la preparación incluyendo: deshidratación, extracción por solventes y operaciones relacionadas con los procesos anteriores.
- 3) *Construcción* con elementos que permitan fácil limpieza, es decir, *construcción sanitaria*.
- 4) Fácil de transportar e instalar.

Los distintos métodos a ser investigados en esta planta piloto, son los siguientes:

- 1) Guttman-Vandenheuvcl, que utiliza propanol solamente como solvente.
- 2) Unicef-Babsh (Quintero, Chile), que emplea hexano seguido con alcohol etílico o alcohol etílico solamente.
- 3) Heptano, utilizándose heptano para extracción de los lípidos.
- 4) Vio-Bin (Monticello, Illinois, U. S. A.), que utiliza 1-2 dicloroetano seguido por extracción con metanol.
- 5) Vogel, que utiliza alcohol etílico solamente.
- 6) Safi (Marruecos), que emplea una mezcla de isopropanol, hexano y acetato de etilo.
- 7) Vicking, alcohol etílico.

Transmisión del calor.— El pescado se mezcla con aceite vegetal calentado bajo presión; luego pasa a una cámara de flash para desecarlo y finalmente se extrae con alcohol etílico.

Todos esos procesos anteriores se pueden desarrollar en los siguientes pasos:

- 1) Preparación de alimentación y molienda de materia prima.
- 2) Tratamiento previo (como ajuste Ph), caso del ácido polifosfórico Powers-Canadá (6).
- 3) Extracción o reacción.
- 4) Separación de sólidos y líquidos.

- 5) Secado de sólidos, en muchos casos se prefiere enviar el material de vuelta a la etapa 2, a efectos de recircular y realizar otro proceso completo.
- 6) Purificación del solvente.

El paso 3, *extracción*, puede dividirse en tres tipos de operaciones, a saber: a) extracción discontinua (Batch extraction); b) extracción azeotrópica; y c) operación de percolación, o sea, operación por filtrado.

2) *Métodos físicos*

Estos métodos se basan en la rotura de tejidos y liberación de los fluidos internos por medios físicos; en este caso, corrientes de alta tensión.

Como ejemplo de esto, veremos un método alemán patentado por Heinz Doevezcspeck, de Bremen, en 1961 (3). En este sistema se utilizan fenómenos de electrofesis y electroestricción para sacar de los tejidos las sustancias que servirán para preparar el F. P. C.

1) El proceso se realiza localizando la materia prima entre dos placas que son sometidas a un campo eléctrico que produce los tres siguientes efectos que se superponen: a) incrementa el potencial eléctrico de la materia prima que ha pasado por el campo eléctrico durante la descarga; b) produce electroestricción de las células musculares, lo que causa un cambio en volumen y, además, pone en vibración toda la materia prima; y c) produce electroosmosis y reacciones electrostáticas.

2) a) Las descargas se realizan a tensiones que varían entre 6.000 a 1.200 voltios; b) es una descarga estática; c) no es una descarga oscilatoria amortiguada; d) es una descarga pulsatoria repetida aproximadamente dieciséis veces por segundo; y e) este método evita la necesidad de suministrar calor y permite la extracción de aceites y proteínas a temperaturas que no sobrepasan los 45° C., lo cual es muy importante, como veremos luego.

3) *Métodos biológicos*

Estos métodos de fabricación en base a fermentaciones o acciones producidas por microorganismos o levaduras son, tal vez, los más antiguos y fueron en sus orígenes empleados en Asia y luego en los países escandinavos.

La rotura o escisión de la molécula del pescado se realiza entonces por la acción de levaduras o microorganismos. Este método permite ser desarrollado a bajas temperaturas.

En nuestro país se está trabajando intensamente alrededor de un concentrado proteico que llamamos *B. P. C.*, o sea, *bio-proteo-catenolizado de pescado* (2). Este se produce en base a la fermentación de una levadura proteolítica descubierta en nuestro país por el Dr. Víctor H. Bertullo y que ya fuera tratada por mí en trabajos anteriores y en la 1^{ra}. Semana de la Ingeniería.

Se ha trabajado mucho con las levaduras proteolíticas en cuanto a su intervención en la preparación de ensilados para uso animal para preparar raciones y ha probado su eficacia en resultados excelentes de crecimiento y absorción proteica.

Actualmente estamos trabajando, bajo la dirección del Prof. Víctor H. Bertullo, con equipo de profesionales y estudiantes que desarrollan la investigación del *B. P. C.* para uso humano, o sea, como *F. P. C.* para suplementar dietas y vencer carencias nutricionales.

Hemos visto en los distintos ensayos a que fue sometido el *B. P. C.*, que cumple con la definición básica de *F. P. C.*

1) *Es un producto de alto poder nutritivo.*

Se ha demostrado ampliamente mediante el determinador automático de aminoácidos, que es el concentrado que posee más cantidad y *variedad* de aminoácidos libres.

Las proteínas se hallan en mayor cantidad que en otros concentrados, pues el preparado en frío evita la degradación o coagulación de ellas.

Los aminoácidos libres son casi todos levógiros, es decir, activos.

Contiene vitaminas A, B y D en suficiente cantidad para poder fijar con ellas los aminoácidos nutrientes que si no se disuelven en el cuerpo sin incorporarse al organismo .

Por otra parte, las numerosas pruebas de nutrición realizadas con ratas y pollos alimentados con distintas raciones y con ración con ensilado, demostraron la amplia aceptación que tuvo en estos animales y se pudo notar mayor crecimiento en los alimentados con *B. P. C.*

2) *Es un producto económico, barato.*

Se puede preparar con pescado entero o con lomos. La preparación con pescado entero nos permite obtener un concentrado proteico de

mejor calidad y más barato que aquel preparado con lomos. Cualquier pescado de descarte que esté en buenas condiciones higiénicas y sanitarias y no sea venenoso, nos servirá para preparar B. P. C.

3) *Es un producto estable.*

Una vez preparado, tanto en forma de pasta como de polvo, adquiere una constancia en sus propiedades que no dependen ni de factores climáticos ni del tiempo transcurrido. Alcanza con poner la pasta en un frasco lavado y no esterilizado, y ésta permanecerá en excelentes condiciones todo el tiempo que se quiera.

Se han estudiado las acciones de los distintos elementos que intervienen en la fermentación y si bien ninguno de ellos justifica de por sí esa acción de buena conservación, parece ser que el conjunto de elementos que se unen en una fermentación del B. P. C. dan el resultado que estamos buscando.

4) *Es higiénicamente preparado.*

Se ha preparado hasta el momento en escala de laboratorio y de la manera más prolija posible, siendo finalmente sometido a análisis bacteriológico a fin de demostrar las buenas condiciones de este concentrado.

Se están diseñando nuevos aparatos para una planta piloto en que todos sus elementos se eligieron de acuerdo a las normas más altas de fabricación de productos alimenticios.

5) *Las materias nutritivas se hallan concentradas más que en el pescado fresco.*

El proceso de fabricación a usarse en la planta piloto que produciría 100 kgr./día, será el indicado en el plano que se adjunta.

1) La materia prima a usarse será: a) pescado entero; b) lomos de pescado; y c) pescado o lomos provenientes de cámaras frigoríficas.

La materia prima pasa por:

2) *Picadora de acero inoxidable.*— La cual muele finamente al pescado o lomos y lo pasa al:

3) *Hidrolizador.*— Es un recipiente que se mantiene a temperatura constante de 35° C. por medio de un baño de María.

El recipiente interior de acero inoxidable lleva un agitador en forma de ancla, el cual agita la mezcla de la materia proveniente de la picadora, el azúcar y la levadura proteolítica que se agrega para efectuar la hidrólisis.

A efectos de conocer el momento en que se ha terminado la hidrólisis, se hacen continuos análisis hasta descubrir que no quedan rastros de azúcar, lo cual indica que la fermentación terminó.

El tiempo de agitación se ha situado en 48 horas, viéndose que a menudo que se perfeccionan los medios técnicos se puede lograr obtener tiempos más cortos.

Luego, el B. P. C. húmedo, con grasa, espinas y escamas pasa por:

4) *Filtro de plato*.— Con tamiz de malla de acero inoxidable. En este filtro se retienen las espinas y escamas que se pueden separar para otros usos. Luego el B. P. C. pasa por:

5) *Centrífuga*.— Tipo "Centrifish" que permite obtener una separación de grasas primaria, el resto de B. P. C. con grasa residual pasa a:

6) *Extractor de grasas*.— Que es un recipiente de acero inoxidable que se mantiene a temperatura constante por medio de un baño de María. En este recipiente se extrae la grasa residual por medio de una agitación con isopropanol hecha por un agitador giratorio tipo hélice.

Luego pasa la mezcla de B. P. C. con isopropanol a la:

7) *Centrífuga de canasta*.— En esta centrífuga se separa la torta de B. P. C. desengrasado que pasa a:

8) *Secador*.— Es un secador de bandejas con baja temperatura y circulación de aire, en el que se seca el B. P. C. que luego se lleva hacia:

9) *Molino impalpable*.— En el que se muele el B. P. C. seco, llevándolo a la forma de polvo seco.

10) *Circuito de recuperación de solvente*.— Se separan el isopropanol que vuelve al tanque, o sea, al circuito y las grasas y agua que se recogen separadamente.

CONCLUSIONES

Creemos que el B. P. C. para uso humano es un F. P. C. que cumple con las definiciones dadas y que puede dar solución al problema de las pluricarencias.

Debemos recordar siempre que este producto —B. P. C.— es un alimento y no un específico que cura enfermedades. Lo más peligroso que

le puede pasar al B. P. C. es que el público que todo lo distorsiona, le empiece a atribuir propiedades medicinales que nunca se pretendió que tuviera.

El B. P. C. tal vez sea entonces el alimento que nos permita *socializar las proteínas*, dándonos al mismo tiempo la oportunidad de exportar un nuevo producto.

CONCLUSIONS

The B. P. C. (Bio-proteo-catenolized) of fish accomplish totally with the definition of F. P. C. (Fish Protein Concentrates).

i. e: 1) It has a high nutritive value. 2) It is an inexpensive product. 3) It is a very stable product. 4) It is hygienically prepared. 5) The nutrient materials are more concentrated than they were in the original raw material.

BIBLIOGRAFIA

1. BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE.— *Report on Development of a Fish Protein Concentrate processing unit utilizing solvent, extraction procedures.* March 23, 1964.
2. BERTULLO, Victor H.— El bio-proteo-catenolizado de pescado en la alimentación humana. *Revista Instituto de Investigaciones Pesqueras*, 1 (3): 159-167, 1964.
3. DOEVENSPECK, Heinz.— Developments on a new fish reduction method. *Commercial Fisheries Rev.*, 26 (3), March 1964.
4. FISH PROTEIN CONCENTRATE.— *U. S. Government Printing Office.* Washington, August 14, 1964. Serial N^o 60.
5. PARISER, F. R. and ODLAND, E.— Mit Unicef Studies on the Production of fish protein concentrate for human consumption. *Commercial Fisheries Rev.*, 25 (10), 1963.
6. POWER, H. E.— An improved Method for the preparation of fish Protein Concentrate from Cod. *J. of Fish. Re. Bd. of Canada.* Tech. St. Halifax N. S., 19 (6), 1962.