UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EL USO DE LA HARINA DE PESCADO EN MEZCLAS PROTEICAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A

VIRGINIA ELVA SOTO BARRIOS

CO, D. F.

1106

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE:	NINFA GUERRERO DE CALLEJAS
VOCAL:	ENRIQUE GARCIA CALZADO
SECRETARIO:	JORGE SPAMER GARCIA CONDE
1er. SUPLENTE:	MA. ELENA ARAGON VELAZQUEZ
2o. SUPLENTE:	IRMA VILLA ROYOA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: LABORATORIO DE LA DIVISION DE NUTRICION DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION

SUSTENTANTE	VIRGINIA ELVA SOTO BARRIOS
ASESOR DEL TEMA	Q.F.B. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS
SUPERVISOR TECNICO	HECTOR BOURGES RODRIGUEZ

A MIS PADRES COMO MUESTRA

DE CARIÑO Y GRATITUD

CARIÑOSAMENTE

A MIS HERMANOS

A MIS MAESTROS, AMIGOS Y

COMPAÑEROS AFECTUOSAMENTE.

EXPRESO MI SINCERO AGRADECIMIENTO A LA SRA. Q.F.B. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS POR LA DIRECCION Y CONSEJOS EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.

MI PROFUNDO AGRADECIMIENTO AL DR. HECTOR BOURGES R., JEFE DE LOS LABORATORIOS DE LA DIV. DE NUTRICION POR SUS MAGNIFICAS ORIENTACIONES EN LA PLANEACION Y DESARROLLO DE ESTA TESIS.

AGRADEZCO AL DR. ADOLFO CHAVEZ V.
JEFE DE LA DIV. DE NUTRICION DEL
INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION
POR LA OPORTUNIDAD Y FACILIDADES
BRINDADAS EN LA REALIZACION DE ES-
TE TRABAJO.

MI AGRADECIMIENTO AL I.B.Q.
EDUARDO MENDOZA, POR SU VA-
LIOSA ORIENTACION.

INDICE DE CAPITULOS

I.- INTRODUCCION

II.- MATERIAL Y METODOS

III.-RESULTADOS

IV.- DISCUSION

V.- CONCLUSIONES

VI.- BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Uno de los problemas más grandes de la humanidad es la desnutrición, sobre todo en los llamados países en desarrollo que comprenden dos terceras partes de la población mundial, en donde existen grandes núcleos humanos con esta enfermedad.

El problema de nutrición es paralelo al desarrollo socioeconómico y cultural del país o región de que se trate. En México existe un grave problema, el de la desigualdad socioeconómica, provocando que, grandes sectores de la población de escasos recursos, que abarcan aproximadamente el 55% de la población total, consuman una dieta monótona y pobre, que ocasiona un estado de desnutrición. (12)

Se ha definido a la desnutrición como un estado patológico, sistémico e inespecífico, reversible dentro de ciertos límites y que resulta de una deficiente utilización celular de los nutrimentos indispensables; como fenómeno es dinámica y evolutiva.

Se puede clasificar a la desnutrición en: primaria, secundaria y mixta.

La desnutrición primaria es debida a un inadecuado consumo de alimentos, determinado por razones de disponibilidad o de otro tipo. Los factores a que se atribuye esta desnutrición son múltiples, entre los que se incluyen:

1.- Factores relativos al agente, comprendiendo: Calidad nutritivo de los alimentos, formas de baja disponibilidad, dietas mal balanceadas, etc.

2.- Factores relativos al huésped, siendo estos: Edad y sexo, actividad, y estados patológicos asociados.

3.- Factores relativos al ambiente:

a) Disponibilidad de alimentos, comprendiendo: producción, almacenamiento y conservación, transporte, mercado, industrialización, exportación e importación.

b) Consumo de alimentos: Poder adquisitivo, hábitos y cultura alimentaria. (4)

DESNUTRICION PROTEICA.- En nuestro país, como en muchas partes del mundo, el problema de nutrición principal lo constituye la falta de proteínas de buena calidad en la dieta, ocasionando una desnutrición proteica sobre todo en los niños pequeños. El fin primario de las proteínas de una dieta, como es sabido, es el de suministrar los aminoácidos indispensables en las combinaciones adecuadas para la síntesis económica de las proteínas y otras substancias nitrogenadas esenciales al organismo y para otras varias funciones metabólicas y fisiológicas. El valor nutritivo de una proteína se determina por su capacidad para satisfacer estos objetivos. Sin embargo, debe señalarse que las proteínas sólo cumplen debidamente sus funciones cuando quedan satisfechas totalmente las necesidades del organismo en calorías y en otros nutrimentos. (11)

NECESIDADES DE PROTEINAS:

En las condiciones normales de vida, las necesidades de proteínas de un individuo constan de dos componentes:

1.- Una cantidad basal, por debajo de la cual se estima imposible conservar una buena salud y tener un desarrollo normal.

2.- Una cantidad adicional para hacer frente a los esfuerzos biológicos tales como las infecciones poco graves, a que todos los seres humanos estamos expuestos.

Al calcular las necesidades de proteínas, por poblaciones o grupos, es necesario hacer otra adición para calcular la variación individual. También deben tomarse en cuenta las exigencias extraordinarias a que dan lugar lesiones o enfermedades graves. El consumo y reposición de las proteínas del cuerpo supone una pérdida inevitable de nitrógeno; por lo tanto, el régimen alimentario debe subsanar esta pérdida forzosa. También se deben calcular las cantidades adicionales de proteínas que se necesitan para la formación de nuevos tejidos en los niños, para el desarrollo del feto, la placenta y los membranas en las mujeres embarazadas, y para la secreción de leche en la lactancia.

Las necesidades en proteínas no sólo representan una necesidad de nitrógeno total, sino también de los aminoácidos esenciales los cuales no pueden sintetizarse en el cuerpo.

La capacidad de una proteína para satisfacer estas necesidades y la eficacia con que pueda hacerlo dependerá de su combinación de aminoácidos. (12)

Además, debe tomarse en cuenta que las proteínas, inclusó las de más alta calidad, sólo se aprovechan en un ciento por ciento cuando se suministran en un nivel mínimo, esto es, de sobremantenimiento. Por lo tanto, quizás hay una incoherencia al especificar las necesidades en términos de una proteína básica íntegramente utilizada, dado que de hecho esto no sucede en el nivel especificado de consumo. Debe corregirse la necesidad indicada en términos de proteína básica, mediante un factor que representa el valor biológico de la dieta real y que depende de la calidad de la proteína, tal como se determina a base de su combinación de aminoácidos y la eficiencia de la utilización, que depende del nivel de consumo de la proteína y suficiencia del suministro de calorías.

La desnutrición proteica, puede presentarse a cualquier edad, pero su frecuencia es mayor en el período del destete o en el que sigue a éste inmediatamente. El niño, privado de un alimento proteico de alta calidad, no tiene aún la edad suficiente para velar por sus intereses dentro del círculo familiar y sobre todo se ve sujeto a tabúes y prejuicios alimentarios, limitando así la dieta y ocasionándose en él una desnutrición calórica-proteica. Los informes de que se dispone indican sin lugar a dudas, que las tasas de crecimiento de los niños en los países en desarrollo se apartan abruptamente de la normalidad, en la época del destete, y se mantienen en un bajo nivel durante el período del desarrollo, como consecuencia de lo cual se observan retardos en el crecimiento y los adultos tienden en general a tener una estatura baja. (12)

Una deficiencia moderada de proteínas, además de afectar el crecimiento, hace a los niños susceptibles a las infecciones especialmente las respiratorias y gastrointestinales.

Otro grupo vulnerable en el que se manifiestan de diversas maneras los efectos de un consumo insuficiente de proteínas, son las madres gestantes y lactantes. Durante el embarazo el aumento del peso corporal suele ser menor en las mujeres de los grupos de ingresos bajos en los países en desarrollo que el observado en las comunidades bien nutridas. (12) Parece ser que las complicaciones del embarazo como el aborto, el nacimiento de niños muertos o los partos prematuros suelen ser más frecuentes en esas condiciones. Una causa importante del bajo peso de los niños al nacer, observado comúnmente en países en desarrollo, puede ser un escaso consumo de proteínas por parte de las madres. (12)

Al embarazo sigue la lactancia, que supone una pérdida creciente de las proteínas del cuerpo de la madre, y en consecuencia necesidades adicionales de éstas. Se ha observado que la desnutrición materna no afecta el contenido total de proteínas ni la composición de aminoácidos, pero sí el volumen de producción de leche. A falta de una cantidad de proteínas en la dieta suficiente para sostener una lactancia satisfactoria, especialmente tratándose de madres que han tenido partos embarazos muy seguidos, las proteínas necesarias para la secreción de la leche deben proceder de los propios tejidos maternos. (12)

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS.- La disponibilidad actual de alimentos a nivel mundial está aumentando a un ritmo apreciable y no se piensa que exista una crisis real de sobrepoblación. Sin embargo debe tomarse en cuenta que el índice de crecimiento demográfico en los países en desarrollo es de los más altos y supera a la producción de alimentos, principalmente los proteicos, empleando medios de producción más económicos para obtener materiales de alta calidad alimenticia que satisfagan sus carencias fundamentales. (14)

La calidad de una proteína está determinada por su composición de aminoácidos. Entre los aminoácidos, hay algunos que no pueden sintetizarse por muchos organismos, entre ellos el hombre y reciben el nombre de esenciales, las que con mayor frecuencia se encuentran en cantidad insuficiente son: triptofano, lisina y metionina. Las proteínas de la leche, carne ó huevo, tienen una proporción adecuada de los aminoácidos esenciales, por lo que pertenecen al grupo de proteínas de buena calidad; en cambio, otras como las del maíz, el arroz ó el trigo, tienen grandes desequilibrios entre sus componentes y por lo tanto son proteínas de baja calidad.

La disponibilidad total de proteínas en nuestro país no es baja, sin embargo las de buena calidad son caras y con frecuencia están mal distribuídas.

Una de las formas de resolver la escasez de proteínas de buena calidad, es aumentar la producción actual de leche, carne, huevo y pescado, así como de acelerar la industrialización del campo que no es tarea fácil.

Otra forma sería el desarrollo de fuentes de proteínas que en la actualidad son poco consumidas por los humanos y que han recibido el nombre de fuentes no convencionales de proteínas, las cuales se están estudiando con gran interés ya que pueden contribuir a la resolución del problema.

Entre estas fuentes no convencionales, tenemos las proteínas de organismos unicelulares, la harina de soya, la harina de pescado, así como también la proteína de las hojas, la domesticación de animales salvajes, algunas semillas oleaginosas, insectos, etc.

Proteínas Unicelulares.- Referente a estas proteínas, las más investigadas son las levaduras y las algas comestibles tales como chlorella y Scenedesmus, que crecen en aguas ácidos, y los que crecen en aguas alcalinas como la Spirulina que es una alga filamentosa que ha despertado gran interés tanto en México como en muchas partes del mundo, como fuente de alimento para humanos y animales, por tener un contenido proteíco entre 65 y 70%, así como de otros productos orgánicos como antibióticos y pigmentos (18). El crecimiento explosivo de la Spirulina es un fenómeno que ha sido observado desde tiempos remotos en los zonas lacustres de Etiopía y Chad así como en Chile, Perú y ahora en México en el lago de Texcoco.

Debido al gran interés que presenta esta alga, a fines del año 1963 el Instituto Francés del Petróleo inició los estudios de cultivo en medio sintético y su tecnología. A partir de 1967, en México se continúa desarrollando la segunda etapa, mediante un convenio entre el Instituto Francés del Petróleo y la empresa mexicana Sosa Texcoco, S.A. con el propósi

-to de construir un laboratorio destinado al estudio de cepas de Spirulina, y una Unidad Piloto de cultivo empleando el método de cultivo acelerado (18).

Estas algas tienen un contenido proteico satisfactorio, sin embargo, el problema no está resuelto, ya que su proteína debe ser de alta calidad, tener una buena digestibilidad, una palatibilidad aceptable y ausencia de substancias que puedan tener un efecto tóxico a corto o largo plazo. De los estudios de nutrición realizados en ratas, se han obtenido buenos resultados; debido a ésto, el Instituto Nacional de la Nutrición está realizando ensayos sistemáticos con esta alga para - incorporarla a la dieta del mexicano en diferentes alimentos de amplio consumo. (18)

Soya.- Constituye también una fuente de proteínas de buena calidad. Es una leguminosa originaria de Asia, que por su alto contenido proteico de 30 a 46%, ha constituído la fuente de - proteínas principal para millones de orientales. Tiene una calidad (UNP) un poco inferior a la caseína, 69 contra 72 respectivamente. Además contiene de 12 a 24% de aceite de buena calidad y cantidades significativas de minerales y vitaminas (1). La proteína de la soya es deficiente en metionina, pero es rica en lisina, por lo tanto puede ser usada como complemento - proteico de otros alimentos que sean ricos en metionina. El frijol de soya, bien procesado puede ser usado en la alimentación infantil y en la preparación de "leches" vegetales que pueden substituir a la leche y a los productos lácteos cuando estos son muy caros o escasos. En estudios realizados por Osborne y

Wendel (10) se observó que existe un inhibidor de la tripsina en el grano de soya crudo que ocasiona en este un bajo valor nutritivo; sin embargo, con una tecnología adecuada es fácil eliminar estos obstáculos y así mejorar su valor nutritivo.

Aun cuando gran parte del peso de las hojas de los vegetales está dada por agua, contienen cierta cantidad de enzimas que tienen una alta calidad nutritiva como proteínas. El consumo directo de estas proteínas se ve limitado por la presencia de la celulosa que hace difícil su digestión y absorción pero en los últimos años se han desarrollado procesos tecnológicos que permiten su aislamiento y de esta forma su uso en la alimentación. Aunque todavía no es económica la explotación de la proteína de las hojas, existen bien fundadas esperanzas de reducir los costos y poner a disposición del hombre esta fuente de proteínas que se antoja será muy cuantiosa.

El pescado es una de las fuentes tradicionales más valiosas de proteínas tanto en calidad como en cantidad. En nuestro país existen amplios litorales en ambas costas con una gran variedad heterogénea de fauna marina en los que, sin embargo, la pesca es irregular y no hay cardúmenes de magnitud significativa, lo que ocasiona que el costo de los productos marinos sea elevado. Esto aunado a otros factores como la mala distribución, la falta de tecnología adecuada para la conservación de estos productos y la carencia de educación, afectan directamente el consumo de la proteína de origen animal. Por lo tanto, se ha recurrido a procesarlo obteniendo un producto de bajo costo y alta calidad como lo es la harina de pescado.

Desde el año 1950, se promovieron patentes para la obtención de este concentrado. Las Naciones Unidas cuentan con dos plantas muy importantes, una en Quintero (Chile) que produce una tonelada diaria de harina de merluza extraída con hexano-etanol. Otra planta financiada por la FAO, se localiza en Agadir (Marruecos) y el material procesado es sardina en su mayor parte. (2)

Básicamente existen dos tipos de harina de pescado:

1.- Los que incluyen el pescado entero; en general el proceso consiste de las siguientes operaciones: molienda, prensado y secado. Estos productos al no estar desengrasados presentan un fuerte olor y sabor y para su conservación es necesario el uso de antioxidantes.

2.- Los que se obtienen por la extracción de las grasas con disolventes orgánicos, concretándose el proceso al empleo de disolventes quedando esencialmente la proteína, el producto carece de olor y constituye un suplemento proteico de alta calidad que puede utilizarse en dietas humanas. (2)

En los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), en la ciudad de México, se ha desarrollado un proceso para la elaboración de harina de pescado, que reune las características mencionadas para usarse en la alimentación humana. El proceso empleado se denomina "reducción en seco" y se lleva a cabo extrayendo la grasa de la materia prima con alcohol iso propílico. La tecnología desarrollada es una combinación de las técnicas básicas, la selección de especies marinas y de ellas la clasificación de sus partes en forma adecuada para lograr la desodorización del material.

La materia prima seleccionada para la elaboración del concentrado proteico proviene de especies marítimas (L. squalus principalmente) con bajo contenido graso (0.3-0.35% base húmeda), de donde se separan previamente subproductos como piel, huesos, escamas y aletas, quedando la pulpa que se refiere al músculo. Esta pulpa cruda, se corta y se trata en un baño de agua caliente con el objeto de inactivar las enzimas y posteriormente se prensa y desmenuza, permitiendo con esto una separación parcial de la grasa y agua y quedando el material listo para la extracción de la grasa residual hasta su agotamiento con el disolvente. Normalmente se utiliza como disolvente, alcohol isopropílico con un gradiente de saturación que opera desde 99 a 34%. La deshidratación y extracción de grasa se lleva a cabo por medio de una operación conocida como lixiviación por difusión, obteniéndose así una harina de pescado sin olor con un contenido proteico entre 90-96%, útil para dietas humanas. (17)

OBJETIVO

La alta calidad de esta harina de pescado disponible en nuestro país, sugiere la conveniencia de estudiar su valor nutritivo y su capacidad de complementar otros alimentos en mezclas proteicas y de explorar su posible uso en alimentos humanos.

La presente tesis tiene como objetivo el estudiar el valor nutritivo de la harina de pescado (LANFI) sola y en mezclas proteicas y explorar su uso en la dieta humana.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para su realización se ha dividido la presente tesis en varias áreas de estudio que se presentan a continuación.

A.- Estudio químico y biológico de la harina de pescado, comprendiendo las siguientes determinaciones:

1.- Análisis bromatológico
   a) Humedad
   b) Cenizas
   c) Grasa cruda
   d) Proteínas
   e) Carbohidratos
2.- Proporción de aminoácidos de la proteína (Aminograma).
3.- Evaluación biológica:
   a) Relación de Eficiencia de la proteína (EP)
   b) Utilización neta de proteínas (UNP).

B.- Con los resultados obtenidos del aminograma de la proteína de pescado, se procederá al cálculo teórico de las posibles combinaciones con cereales, basándose en el cálculo de la calificación química, tomando el patrón de aminoácidos - indispensables de la FAO de 1957 (16) como combinación óptima.

C.- Calculadas y preparadas las mezclas proteicas, se procederá a la evaluación biológica de la calidad de su proteína.

D.- Determinación de la proporción de aminoácidos en las mezclas proteicas.

E.- Elaborar un alimento que contenga estas mezclas para fines de consumo humano, por ej. galletas, pan y pastas, y probar su aceptación.

MATERIAL Y METODOS

M A T E R I A L

El material del presente estudio fue un concentrado proteico de pescado, proporcionado por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, harina cereales como arroz blanco y harina de trigo obtenidos de los centros comerciales de esta ciudad.

M E T O D O S

ANALISIS BROMATOLOGICO:

HUMEDAD.- METODO DE SECADO (1):

En una cápsula de porcelana o una caja de Petri tarada, se pesan de 2 a 3 g. de muestra, se extiende sobre la superficie del recipiente, se coloca en una estufa de secado a - la que puede aplicarse vacío y se regula la temperatura a 60°C manteniéndose así por un período de 5 horas. Al cabo de este tiempo, se saca la caja y se coloca en un desecador para que - adquiera la temperatura ambiente, una vez frío se pesa y se - vuelve a colocar en la estufa para continuar el secado hasta - obtener peso constante.

El % de humedad se calcula relacionando a 100 la diferencia entre el peso original de muestra y el peso obtenido después de haber eliminado el agua.

CENIZAS (13)

En una cápsula de porcelana o un crisol previamente tarado, se pesan de 3-5 g. de muestra homogeneizada, en seguida se carboniza con mechero y después se incinera en mufla a 550°C hasta obtener unas cenizas blancas o grises (una gota de agua destilada o glicerol ayudan a la incineración), se coloca en un desecador para enfriarse y se pesa la cápsula.

Se calcula el % de cenizas.

GRASA CRUDA (13)

La grasa cruda representa todo aquello soluble en éter etílico, como grasas neutras, ácidos grasos, aceites esenciales, colesterol, ceras, etc.

MATERIAL:

Aparato de extracción continua de grasa "Labconco"
Vasos especiales del aparato extractor con una capacidad de 80 ml.
Cartuchos de papel filtro o porosos.
Desecador

REACTIVOS:

Mezcla de cloroformo-metanol, 2:1 (V/V).

PROCEDIMIENTO:

Se pesa una cantidad exacta de muestra, aproximadamente 10 g. en el cartucho, se agregan 50 ml. de la mezcla cloroformo-metanol en los vasos previamente tarados. El cartucho y los vasos se colocan en el aparato y se calienta durante 5 -

horas. Una vez transcurrido este tiempo se destila el disolvente del vaso, eliminándose casi en su totalidad, se coloca en posición inclinada en el soporte hasta evaporarse completamente. El vaso se coloca en un desecador, se deja enfriar y se pesa.

CALCULOS:

Cantidad de muestra utilizada:

Peso del cartucho con muestra - peso del cartucho vacío.

Cantidad de grasa:

Peso del vaso con grasa - peso del vaso vacío.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Cantidad de grasa (g)}}{\text{Cantidad de muestra (g)}} \times 100$$

FIBRA CRUDA (13)

Se define como el componente orgánico, no metabolizable de los alimentos, insoluble en ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en las condiciones de la reacción.

REACTIVOS:

Acido sulfúrico al 1.25%

Hidróxido de sodio al 1.25%

Asbesto tratado

Alcohol etílico

MATERIAL:

Condensador de Fibra Cruda "Labconco"

Vasos de Berzelius de 600 ml.

Filtros California de 200 mallas +

Crisol de Gooch

Desecador

Estufa y mufla.

+ Filtros equivalentes a la tela de lino que se usa generalmente en esta determinación.

PROCEDIMIENTO.- En un vaso de Berzelius se colocan de 2 a 4 g. de muestra desengrasada, 0.5 g. de asbesto tratado y se adicionan 200 ml. de ácido sulfúrico caliente, se conecta al condensador y se mantiene a ebullición durante 30 minutos exactos, - se filtra inmediatamente en filtros California con ayuda del - vacío y se lava con agua caliente hasta neutralidad. Se baja el contenido del filtro al vaso con ayuda de un gendarme, se - adicionan 200 ml. de hidróxido de sodio caliente y se procede de la misma manera que en la hidrólisis ácida. Una vez lavado hasta neutralidad se enjuaga con dos porciones de 10 ml. de alcohol etílico. Se pasa el contenido a un crisol de Gooch tarado y se coloca en la estufa por 2 horas a 130°C, se enfría en desecador y se pesa, después se coloca en la mufla hasta - calcinación, se enfría y se vuelve a pesar. La diferencia de estos dos pesos nos da el contenido de fibra cruda y éste se relaciona a 100.

PROTEINAS.- METODO DE KJELDAHL (15)

FUNDAMENTO.- El método se basa en la oxidación con - ácido sulfúrico de las proteínas y demás materia orgánica fijándose el N orgánico como sulfato de amonio, esta sal se hace reaccionar con una base fuerte desprendiéndose así amoníaco que se destila y recibe en un volumen conocido de ácido bórico,

por titulación con un ácido valorado se calcula la cantidad de amoníaco desprendido así como la cantidad de nitrógeno contenida en la muestra. Este valor multiplicado por el factor 6.25 nos dá la cantidad de proteína contenida en la muestra.

REACTIVOS:

H_2SO_4 concentrado

NaOH al 50%

Zn metálico

H_3PO_3 al 2%

H_2SO_4 0.1 N (valorado)

Indicador rojo de metilo

Mezcla digestora constituída por:

K_2SO_4 ---- 89%

Cu_2SO_4---- 8.8%

SeO_2 ---- 2.2%

MATERIAL Y APARATOS:

Aparato de digestión y destilación

Matraces de Kjeldahl

Matraces Erlenmeyer.

PROCEDIMIENTO:

DIGESTION.- En un papel glacine se pesan de 0.4 a - 0.6 g. de muestra, se coloca en el matraz de Kjeldahl perfectamente limpio y seco, se adicionan 6.5 g. de la mezcla digestora, unas perlas de vidrio para controlar la ebullición y 25 ml. de ácido sulfúrico concentrado, se coloca en el aparato de digestión y se calienta de 40 - 60 minutos hasta quedar la solu-

-ción completamente transparente. Se deja enfriar y se adicio nan 300 ml. de agua destilada, 90 ml. de hidróxido de sodio al 50%, polvo de zinc y se lleva a destilación.

DESTILACION.- En los matraces receptores se agregan 50 ml. de ácido bórico al 2% y tres gotas de rojo de metilo, - se destila hasta obtener un volúmen de 250 ml. y se titula con una solución valorada de ácido sulfúrico.

Se hace al mismo tiempo una determinación en blanco de los reactivos, como corrección.

CALCULOS:

$$\%N = \frac{(ml\ H_2SO_4\ problema - ml\ H_2SO_4 b.)\ N\ H_2SO_4 \times meq(0.014)}{Cantidad\ de\ muestra} \times 100$$

$$\%\ Proteína = \%N \times Factor$$

NOTA: Todas las determinaciones se hicieron por triplicado para mayor seguridad en los resultados.

HIDRATOS DE CARBONO ASIMILABLES

La cantidad de carbohidratos asimilables, se calculó por diferencia. Se suman los resultados de las determinaciones: humedad, cenizas, fibra cruda y proteínas y se resta de - 100, considerándose esa diferencia como los carbohidratos asimilables contenidos en la muestra.

ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS AMINOACIDOS DE LA PROTEINA (7)

Un factor determinante que contribuye al estudio del valor nutritivo de una proteína es la determinación cuantitativa de cada uno de los aminoácidos.

La técnica que se aplica está basada en el método cromatográfico desarrollado por Moore y Stein, que consiste en la separación de los aminoácidos en columnas de resinas sintéticas de intercambio iónico, su elución con amortiguadores de citrato de sodio y su determinación colorimétrica con el reactivo de ninhidrina. Esta determinación se ha simplificado con el aparato construido por dichos investigadores, conocido como "Analizador Automático de Aminoácidos", el cual introduce la solución amortiguadora a las columnas a una presión constante, el efluente se mezcla con el reactivo de ninhidrina y el color desarrollado en un baño con la temperatura óptima es medido después colorimétricamente en forma continua. La intensidad de color es graficada por un registrador automático sobre papel semilogarítmico.

DESCRIPCION DEL APARATO:

Consta esencialmente de cuatro sistemas:

1º.- Separación de los aminoácidos en columnas de cromatografía por intercambio iónico. 2º.- Formación de un complejo de color azul con el reactivo de ninhidrina para la detección de cada uno de los aminoácidos ya separados. 3º.- Determinación de la intensidad del color del complejo formado para la cuantificación de cada aminoácido. 4º.- Graficación automática con un registrador de los picos correspondientes a -

cada aminoácido de la muestra. La gráfica que se obtiene se denomina aminograma.

El primer sistema está formado por 2 columnas: una larga y una corta, la primera se utiliza para la separación de los aminoácidos básicos.

Las soluciones amortiguadoras que funcionan como eluyentes son:

Citrato de sodio pH = 3.25 y 4.30 para aminoácidos neutros y ácidos respectivamente.

Citrato de sodio pH = 5.25 para los aminoácidos básicos.

Para la formación del complejo de color azul formado por el aminoácido y el reactivo de ninhidrina, es necesario una temperatura y tiempos óptimos. El fotocolorímetro consta de 3 unidades fotométricas: la inferior cuya celda de absorción mide la concentración del complejo azul a 570 mμ, la intermedia hace la determinación óptica a 440 mμ y finalmente la unidad superior mide la absorbancia a 570 mμ, esta celda tiene un espesor menor que el de las anteriores lo cual permite una disminución de la densidad óptica al pasar la luz a través de ella, es útil en el caso de que el aminoácido se encuentre a una concentración elevada. La densidad óptica es graficada sobre papel semilogarítmico; el área del pico obtenido en el aminograma, permite determinar la cantidad del aminoácido correspondiente presente en la muestra al compararlo con el área obtenida con una cantidad conocida de una muestra tipo. Esta área se calcula tomando en cuenta la altura neta y la anchura del pico.

PREPARACION DE LA MUESTRA.- Para la cuantificación de aminoácidos de la proteína, es necesario que se encuentren al estado libre, para lo cual, se efectúa una hidrólisis ácida.

Se pesan 80 mg. de muestra desengrasada, se adicionan 50 ml. de ácido clorhídrico 6N y se calienta a reflujo durante un período de 20-30 horas en un baño de aceite. Una vez transcurrido este tiempo, se deja enfriar, se filtra en embudo de vidrio poroso al vacío para eliminar las huminas, se evapora en un evaporador tipo Flash hasta sequedad, el residuo se lava varias veces con pequeñas porciones de agua evaporando a sequedad después de cada lavado, se disuelve con buffer de citrato de sodio pH 2.2 y se afora a 25 ml. con la misma solución. Para cada corrida en el analizador se utilizan alícuotas de 200 lambas.

La hidrólisis ácida destruye totalmente al triptofano y parcialmente a los aminoácidos metionina y cistefna, por lo tanto, es necesario oxidar la muestra con ácido perfórmico antes de hidrolizarla, transformándose así la cistefna en ácido cisteico y la metionina en la sulfona correspondiente que son más resistentes a las condiciones de la hidrólisis. El triptofano se determina por un método directo.

OXIDACION DE LA MUESTRA:

A 0.5 ml. de peróxido de hidrógeno al 30%, se adicionan 4.5 ml. de ácido fórmico al 90%, se calienta a B.M. a 50° por 3 minutos, inmediatamente se transfieren 1.5 ml. de esta solución al matraz con la muestra y se deja reaccionar 15 minutos a temperatura ambiente.

DETERMINACION DE TRIPTOFANO (19)

FUNDAMENTO.- El método se lleva a cabo en dos etapas: 1) La reacción del triptofano con p-dimetilaminobenzaldehído en solución de ácido sulfúrico, formándose productos de condensación incoloros. 2) El desarrollo posterior del color azul por la oxidación con nitrito de sodio, que es proporcional a la cantidad de triptofano en la muestra.

REACTIVOS:

Acido sulfúrico al 60%

Solución de p-dimetilaminobenzaldehído 50mg/ml de agua destilada.

Solución de triptofano 1:10 (1 mg/10 ml de [illegible]).

PROCEDIMIENTO.- Se pesan exactamente 10 mg. de muestra desengrasada, se coloca en matraz Erlenmeyer de 50 ml, se adicionan 2.5 ml. de la solución de p-dimetilaminobenzaldehído y 12 ml. de ácido sulfúrico, se agita y se deja en reposo durante 15 horas al abrigo de la luz. Al mismo tiempo se hace un blanco de reactivos y una curva tipo de triptofano con cantidades de 50-300 µg, así como un patrón de caseína como doble control. Una vez terminado el tiempo de reposo, se adicionan 0.1 ml. de solución de nitrito de sodio a cada matraz, se deja reposar durante 30 minutos y se lee en fotocolorímetro a 590 nm ajustando el aparato a 100% de transmitancia con un blanco de agua destilada.

CALCULOS:

Los valores de % de transmitancia se convierten a D.O, se grafican los valores obtenidos de DO, contra la concentración de los estandares de triptofano, obteniéndose así una curva tipo de triptofano que sigue la ley de Lambert y Beer. A los valores obtenidos del problema, se resta el valor del blanco y este valor se interpola en la curva tipo obteniéndose así la cantidad de este aminoácido en la muestra.

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LAS PROTEINAS

La función principal de las proteínas de la dieta, es la de suministrar la mezcla de aminoácidos en ciertas proporciones para la síntesis de proteínas tisulares y para el mantenimiento del cuerpo, por lo tanto, cualquier método para medir el valor de las proteínas debe directa o indirectamente evaluar esas funciones.

Existen numerosos métodos para la evaluación de la calidad de las proteínas, clasificándose en: métodos químicos, biológicos y microbiológicos.

METODOS QUIMICOS:

Se basan en la comparación del patrón de aminoácidos indispensables de la proteína problema con el patrón de la proteína de referencia de la FAO de 1957, éste patrón no corresponde con el de ninguna proteína real, sino que fue diseñado por un grupo de expertos convocados por la FAO tomando en cuenta los aminoácidos indispensables que son utilizados con mayor eficiencia por los mamíferos. Posteriormente, este mismo gru-

-po unido a la OMS decidieron utilizar el patrón de la proteína de la albúmina del huevo como ideal por la ventaja que tiene el manejo de una proteína real y de alta calidad comprobada. (12)

El principal método químico se conoce como Calificación Química, y consiste en la determinación del aminograma de la proteína problema y su comparación con el de la proteína patrón de la FAO ó del huevo, tomando como 100% los valores de cada aminoácido indispensable en la proteína de referencia, se calcula el porcentaje de cada aminoácido de la proteína problema y se toma el valor menor, es decir el correspondiente al aminoácido más limitante como la calificación química de esa proteína. (8)

MÉTODOS BIOLÓGICOS:

El término "Valor Biológico" es usado sin fundamento para denotar calidad en general. Estrictamente hablando se refiere a la proporción de la proteína retenida de la absorbida, aplicándose una corrección que consiste en restar del nitrógeno de la orina y las heces, la cantidad que se hubiera perdido con una dieta sin proteínas. Esta expresión no toma en cuenta lo incompleto de la absorción; es importante en esta determinación que la cantidad de proteínas que se suministre corresponda a las necesidades de sostenimiento, con objeto de que sea utilizada con la máxima eficiencia. Este método da buenos resultados, pero es laborioso y requiere de mucho tiempo. (9)

El mejor criterio para valorar la calidad de una proteína es su capacidad para promover el crecimiento y sostenimiento de los tejidos del cuerpo (9). Por lo tanto, existen

métodos que miden cambios en el nitrógeno corporal y los que miden cambios en peso. Estos métodos utilizan generalmente a la rata como animal de experimentación debido a que los resultados obtenidos son aplicables a la evaluación de dietas humanos. (5)

I.- MÉTODOS QUE MIDEN CAMBIOS DE PESO (5)

Uno de los métodos más utilizados por su sencillez es la Relación de Eficiencia de la Proteína (EP), introducido en 1914 por Osborne y colaboradores y se define como la relación entre la ganancia en peso del cuerpo por gramo de proteína consumido.

$$E.P. = \frac{\text{Incremento de peso}}{\text{Proteína ingerida}}$$

PROCEDIMIENTO:

1.- Se utilizan ratas blancas de la misma cepa y sexo, de 21 a 25 días de edad, seleccionándose de acuerdo a su peso, de tal manera que no haya una diferencia mayor de 5 g. entre ellas. Se utiliza un grupo de varios animales (8 a 10) con el fin de poder manejar los datos estadísticamente.

2.- Las ratas seleccionadas se instalan en jaulas individuales y se someten a un ayuno total durante 24 a 48 horas con el fin de unificar lo más posible el estado nutricional de los animales.

3.- Se prepara una dieta conteniendo la proteína que se va a evaluar, además de todos los otros nutrientes en cantidad suficiente. El nivel de proteína es generalmente de

- 10%.

En el siguiente cuadro, se presenta la composición de esta dieta:

Componentes	Cantidad (g)
Proteína *	10.00
Mezcla de sales minerales **	4.00
Mezcla de vitaminas ***	2.00
Colina	0.40
Celulosa	4.00
Aceite de maíz	20.00
Glucosa	20.00
Sacarosa	20.00
Almidón de maíz	19.60
TOTAL	100.00

* Se refiere a la proteína por evaluar.

++ La mezcla de sales minerales está constituida por lo siguiente:

Componentes	Cantidad (g)
Fosfato de calcio tribásico	58.00
Cloruro de sodio	25.00
Cloruro de potasio	15.00
Citrato de fierro. $3H_2O$	0.60
Carbonato de magnesio	0.55
Cloruro de manganeso. $4H_2O$	0.55
Carbonato de Zinc	0.16
Carbonato de cobre básico	0.14
Yodato de sodio	0.002
Fluoruro de sodio	0.002
TOTAL	100.004

*** La mezcla de vitaminas utilizados está formado por la siguiente:

Componentes	Cantidad
Vitamina A concentrada (200,000 unidades/g)	4.5
Vitamina D concentrada (400,000 unidades/g)	0.25
Alfa tocoferol	5.0
Acido ascórbico	45.0
Inositol	5.0
Cloruro de colina	75.0
Menadiona	2.25
Ac. p-aminobenzoico	5.00
Niacina	4.5
Riboflavina	1.0
Hidrocloruro de piridoxina	1.0
Tiamina	1.5
Pantotenato de calcio	3.0
Biotina	20.0
Ac. fólico	90.0
Vit. B-12	1.35

4.- Se pesa a cada animal después del ayuno y se alimentan con la dieta de prueba, dándoles esta ad libitum durante un período de 28 días, midiendo diariamente el peso del alimento consumido y los cambios en peso de la rata. Teniendo así al finalizar el experimento la ganancia total de peso y el consumo total de proteína durante el período.

5.- Se hace un experimento similar en forma paralela utilizando como fuente de proteína, caseína pura, a fin de utilizar el valor de EP de ésta dieta como patrón de referencia - con el cual sea posible comparar el valor de EP de la proteína problema.

Existen varios factores que afectan el valor de la - Eficiencia Proteica, entre ellos se encuentran el nivel de proteína de la dieta, generalmente se utiliza 10% ya que se ha observado que a mayor nivel de proteína, esta relación tiende a aumentar. Otro factor es la cepa de los animales de experimentación, Morrison y Campbell demostraron que se obtienen valores marcadamente diferentes cuando se usan ratas de distinta cepa. Además, de preferencia, deben ser ratas machos. También influye la duración de la prueba, ya que a medida que se alarga el experimento disminuye el valor, por lo que la mayoría de los investigadores han optado por usar 28 días. Bender y Doell, señalan que la Eficiencia Proteica, solamente mide la habilidad de la proteína para mantener el crecimiento, sin tomar en cuenta las necesidades de mantenimiento, asignándoles - un valor de EP de cero a las proteínas que no permiten el crecimiento, pero sí el mantenimiento (5).

Por lo tanto, existe otro método que hace una estima

-ción más correcto de la retención de nitrógeno en el cuerpo del animal.

II.- METODO QUE MIDE CAMBIOS EN EL NITROGENO CORPORAL

Un método muy usado para medir la retención del nitrógeno corporal, es conocido como UTILIZACION NETA DE PROTEINAS (UNP), fué propuesto por Bender y Miller en 1953 y es la relación que existe entre la cantidad de nitrógeno retenido y la - del nitrógeno ingerido en forma porcentual (5).

$$UNP = \frac{\text{Proteína o Nitrógeno retenido}}{\text{Proteína o Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

PROCEDIMIENTO (3)

El procedimiento para la determinación de la Utilización Neta de proteínas, prácticamente es el mismo que se sigue para la Eficiencia Proteica, con las siguientes diferencias:

1.- El período de duración del experimento, es generalmente de 14 días.

2.- Al finalizar el experimento, se sacrifica a los animales, se abren y se secan en estufa a 105°C. Una vez seca se corta en pequeños trozos y se extrae la grasa con éter etílico por 72 horas. Se filtra al vacío, quedando el animal libre de grasa y seco, se pasa a un matraz y se adicionan 300 ml de HCl al 20% y se calienta en autoclave por 4 horas a 10 lb. de presión; la suspención resultante se afora a 500 ml. con - agua destilada, obteniéndose así un homogeneizado del animal, del cual se toman alícuotas de 10 ml. y se hace la determinación de nitrógeno por el método de Kjeldahl.

3.- En forma paralela se hace un experimento similar con ratas alimentadas con una dieta libre de proteína, con características semejantes a las utilizadas para la proteína de prueba, homogeneizándolas y determinando N corporal total, que representa la cantidad basal de nitrógeno; es decir, la diferencia entre el nitrógeno corporal total de las ratas alimentadas con la dieta de prueba y el nitrógeno corporal de las ratas alimentadas con dieta libre de proteína representa la cantidad de nitrógeno retenido durante el período del experimento.

Se ha observado que la utilización neta de proteínas, decrece a concentraciones altas de la misma, no obstante que es acompañada por un incremento en el crecimiento indicando competencia por la proteína entre el crecimiento y el mantenimiento. Por lo tanto, la mayoría de los investigadores consideran conveniente medir tanto la Eficiencia proteica como la Utilización neta de proteínas de la proteína de prueba a fin de tener una mayor seguridad de la validez de los resultados.

R E S U L T A D O S

RESULTADOS

Los resultados de los análisis bromatológicos practicados a la harina de pescado, y a los cereales harina de trigo y arroz, se presentan a continuación en cuadros, así como también el estudio biológico y la proporción en que se encuentran los aminoácidos de la proteína de dichos productos y de las mezclas proteínas estudiadas.

ANALISIS ORGANOLEPTICO DE LA HARINA DE PESCADO.

La harina de pescado estudiada, es un polvo de color blanco ligeramente amarillento, insípido y presento un ligero olor a pescado.

CUADRO I

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA HARINA DE PESCADO, DE LA HARINA DE TRIGO Y DEL ARROZ
(En g/100g de muestra)

MUESTRA	HUMEDAD	PROTEINAS	GRASA	FIBRA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS	TOTAL
HARINA DE PESCADO	4.71*	95.01	0.17	-	0.03	0	100
HARINA DE TRIGO	10.20	9.46	2.45	0.38	0.53	76.98	100
ARROZ	11.05	10.64	1.00	0.35	0.54	76.42	100

* Determinado por el método de Karl Fischer.
Factor utilizado para convertir nitrógeno en proteínas:
5.7 para harina de trigo
5.95 para arroz, y
6.25 para harina de pescado.

CUADRO II

CONTENIDO DE AMINOACIDOS INDISPENSABLES DE LA PROTEINA DE LA HARINA DE PESCADO, DE LA HARINA DE TRIGO Y DEL ARROZ, COMPARADOS CON EL PATRON DE LA FAO.
(En mg/100g. de proteina)

AMINOACIDO	PATRON DE FAO (1957)	HARINA DE PESCADO	HARINA DE TRIGO	ARROZ
Arginina	-	6.51	-	-
Histidina	-	1.17	-	-
Lisina	4.2	10.91	2.08	3.76
Leucina	4.8	8.65	7.04	8.22
Isoleucina	4.2	4.85	3.65	4.19
Metionina	2.2	1.72	1.46	2.13
Cistelna	-	0.44	-	-
Fenil-alanina	2.8	4.16	4.86	4.85
Tirosina	2.8	3.16	-	-
Treonina	2.8	5.17	2.69	3.73
Valina	4.2	5.25	4.13	6.66
Triptofano	1.4	1.16	1.07	1.60

CUADRO III

EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y UTILIZACION NETA DE PROTEINAS (UNP) DE LA HARINA DE PESCADO Y DE LA CASEINA.

CASEINA		HARINA DE PESCADO	
EP	UNP	EP	UNP
3.5	60.2	3.62	64.0
2.9	53.0	3.49	62.9
2.9	61.1	3.34	63.4
3.1	57.9	3.34	59.3
2.81	55.4	3.62	71.3
3.06	58.6	3.27	69.9
2.98	61.1	3.93	69.8
-	-	2.80	64.0
$\bar{X}$ 3.06	57.9	3.43	65.57
$\pm$ D.E. 0.24	3.10	0.25	4.23

CUADRO IV

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE ALGUNAS MEZCLAS PROTEICAS A BASE DE HARINA DE PESCADO, COMPARADOS CON EL PATRON DE LA FAO. (En mg/100 g)

AMINOACIDO	PATRON DE FAO (1957)	MEZCLA 1	MEZCLA 2
Arginina	-	0.83	2.02
Histidina	-	2.00	1.45
Lisina	4.2	6.85	5.80
Leucina	4.8	8.21	9.52
Isoleucina	4.2	6.48	5.96
Metionina	2.2	2.72	1.92
Cistina	-	0.75	0.39
Fenil-alanina	2.8	5.18	4.12
Tirosina	2.8	3.40	3.35
Treonina	2.8	4.95	4.20
Triptofano	1.4	1.54	1.45
Valina	4.2	7.61	5.58

Mezcla 1: Arroz 90g + Harina de Pescado 10g, con un total de 19.6g. de proteina por 100g de producto.

Mezcla 2: Harina de trigo 21g + Arroz 49g + Harina de pescado 30g, con un total de 21.4g de proteina por 100g de producto.

CUADRO V

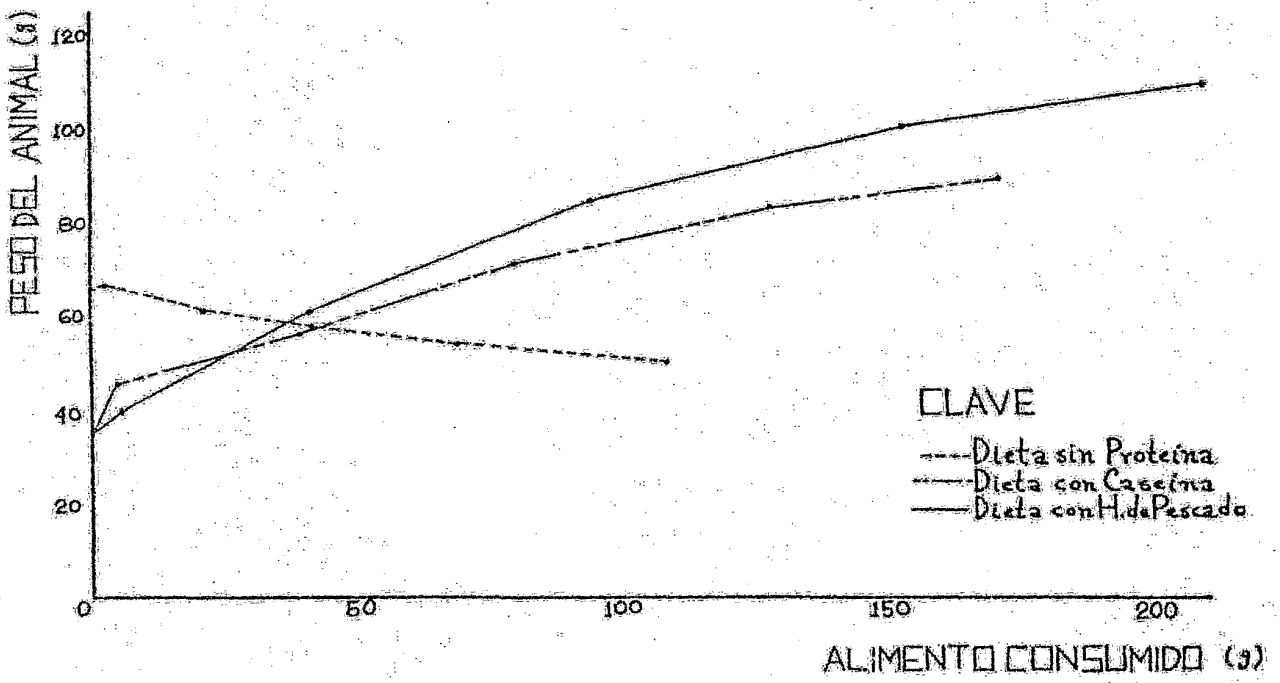
EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y UTILIZACION NETA DE PROTEINAS (UNP) DE ALGUNAS MEZCLAS PROTEICAS A BASE DE HARINA DE PESCADO.

CASEINA		MEZCLA 1		MEZCLA 2	
EP	UNP	EP	UNP	EP	UNP
2.5	54.0	3.66	70.6	3.74	69.9
2.9	61.1	4.34	66.2	3.17	61.5
3.2	57.9	3.72	61.5	3.31	64.1
2.81	55.4	3.84	66.0	3.53	65.5
3.06	58.6	3.57	57.2	3.92	67.4
2.98	61.1	4.16	65.0	4.06	69.0
3.5	60.2	3.44	62.2	3.02	62.5
-	-	3.86	61.6	3.13	59.1
$\bar{X}$ 3.0	58.04	3.82	63.78	3.49	64.87
±DED. 32	2.85	0.30	4.04	0.39	3.77

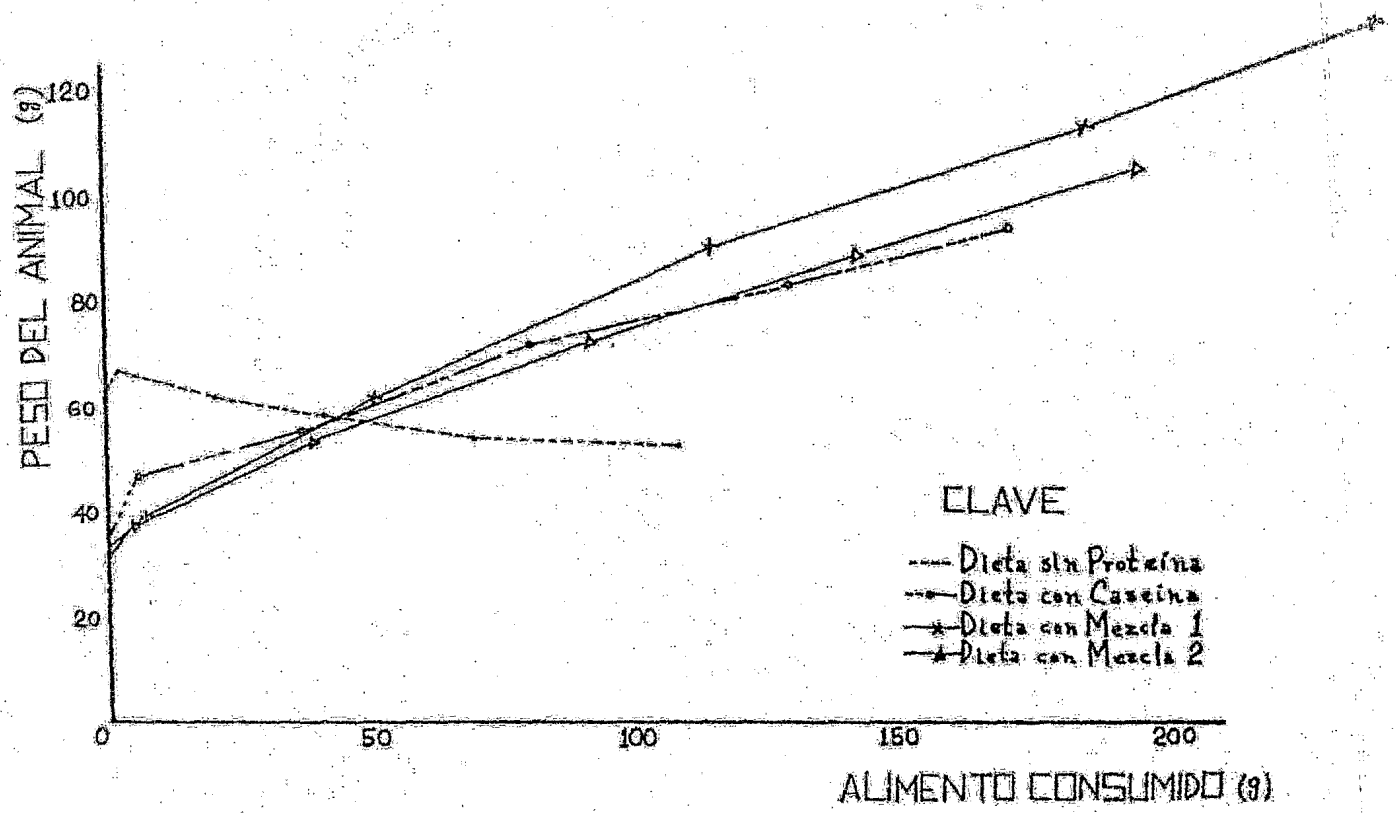
Mezcla 1: Arroz 90g + Harina de pescado 10g, con un total de 19.5g de proteina por 100g de producto.

Mezcla 2: Harina de trigo 21g + Arroz 49g + Harina de pescado 30g, con un total de 21.5g de proteina por 100g de producto.

RELACION DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO



RELACION DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO



Se prepararon en forma casera, unas galletas con las mezclas proteicas estudiadas, posteriormente se determinó su contenido en proteínas y se hizo una prueba de aceptación.

INGREDIENTES DE LAS GALLETAS

Mezcla "1" de harinas ---------- 250 g.
Azúcar ---------- 60 g.
Margarina ---------- 50 g.
Huevo ---------- Uno
Polvo de hornear ---------- 1 1/2 cucharaditas
Esencia de Vainilla
Agua
Mezcla "1" de harinas, formada por:
10% de harina de pescado y 90% de arroz molido.

Mezcla "2" de harinas ---------- 250 g
Harina de trigo ---------- 20 g
Azúcar ---------- 60 g
Margarina ---------- 60 g
Huevo ---------- Uno
Polvo de hornear ---------- 1 1/2 cucharaditas
Esencia de vainilla
Agua
Mezcla "2" de harinas, formada por:
21% de harina de trigo, 49% de arroz y 30% de harina de pescado.

PRUEBA DE ACEPTACION

Se llevó a cabo un estudio organoléptico de las galletas, que consiste en:

Se ofrecieron ambos tipos de galletas, las que contienen la mezcla "1" y "2", al personal de la División de Nutrición que incluye personas de diferente ocupación y origen, sin advertirles que se trataba de una prueba, al que eran galletas especiales. Las galletas fueron consumidas por estas personas. Posteriormente se interrogó a dichas personas sobre la calidad organoléptica de las galletas; llegando a la conclusión de que la consistencia, sabor y olor fueron agradablemente aceptados, igual que las galletas comunes.

DISCUSSION

DISCUSION

Como puede verse en el cuadro I, la harina de pescado utilizada en estos experimentos tiene un muy alto contenido de proteínas que la convierte en un concentrado proteico ideal y, por otro lado, tiene un bajo contenido de grasa que facilita su conservación y le confiere mejores cualidades organolépticas.

La proteína de esta harina de pescado tiene un alto contenido de lisina y es solamente deficiente en metionina y triptofano que están presentes en cantidades equivalentes al 78 y 63% de los señalados por la FAO respectivamente. Como puede observarse en el cuadro II esta harina de pescado puede combinarse con harina de trigo o con arroz dando como resultado mezclas altas en lisina. La presencia del arroz, por otra lado, aporta a la mezcla una buena cantidad de metionina y cantidades importantes de triptofano.

La calidad de la proteína de la harina de pescado determinada biológicamente es muy alta ya que tanto los valores de EP como los de CNP fueron superiores a los obtenidos en condiciones similares, con una dieta basada en caseína - tal como puede observarse en el cuadro III.

La mezcla 1, elaborada con un 90% de arroz y un - 10% de harina de pescado tiene un contenido total de proteínas de 19,5 g. por 100 g. de producto, es decir, puede considerarse como una mezcla rica en proteínas. Como puede verse en el cuadro IV, la proteína de esta mezcla llena sobradamen

-te los requisitos de la proteína patrón de la FAO de 1957 - para todos los aminoácidos indispensables de lo que cabría esperar una alta calidad proteica.

En los experimentos con animales ésta mezcla mostró tener efectivamente una alta calidad proteica, ya que se obtuvieron valores de EP y CNP superiores a los de la caseína tal como puede observarse en el cuadro V.

La mezcla 2, elaborada con 21 g. de harina de trigo, 49 g. de arroz y 30 g. de harina de pescado tiene una - concentración final 21.5 g. de proteína por 100 g. de producto, es decir, que es también una mezcla rica en proteínas. Como puede observarse en el cuadro IV, la proteína de esta - mezcla satisface también los requisitos de la proteína patrón de la FAO de 1957 con excepción de los correspondientes a metionina de la que solo contiene un 87% de lo necesario; cabe también esperar una alta calidad proteica en esta mezcla aunque inferior a la de la mezcla 1. Lo anterior quedó de manifiesto en los valores de EP, los que, aún cuando son superiores a los de caseína son inferiores a los de la mezcla 1. - Constituye una sorpresa los datos obtenidos en la prueba de CNP para esta mezcla ya que fueron superiores a los de la - mezcla 1, hallazgo para el cual no se tiene una explicación.

En resumen, se pudo demostrar que la harina de - pescado utilizada en este estudio es un excelente concentrado proteico cuya adición a algunos cereales de uso común dan lugar a un producto rico en proteínas de alta calidad y que, cuando menos en las preparaciones culinarias probadas, mostró tener un gusto agradable. Ya sea que se utilice esta ha

-rina de pescado para hacer las mezclas estudiadas en esta tesis o cualquiera otra que teóricamente tenga los mismos - ventajas, es posible concluir que existe un campo potencialmente grande para ella en la fabricación de productos altamente nutritivos especialmente dirigidos a los niños.

Para este trabajo se escogió el arroz o el trigo para ser suplementados con harina de pescado debido a que, - tomando en cuenta la composición de aminoácidos de sus proteínas, se podría obtener una mayor calidad de la proteína de - la mezcla, lo cual fue comprobado con los datos de PER y NPU. Desde un punto de vista práctico el arroz no es un alimento adecuado para hacer mezclas proteicas en nuestro país debido a que, por las condiciones particulares de nuestro mercado, alcanza actualmente precios altos.

Independientemente de la posibilidad de una reducción en el costo del arroz, que debería ser posible teóricamente, se calcula a continuación el costo de las galletas - utilizando los precios de los ingredientes en mercados de - autoservicio, que desde luego son precios artificialmente altos y superiores a los que se pueden obtener al mayoreo para uso industrial.

En el Instituto Nacional de Nutrición se ha llegado a la conclusión de que un alimento proteico destinado a - suplementar la dieta de los niños alrededor de la época del destete, deberá aportar 5 g. de proteínas, cantidad que sería suficiente para cubrir el déficit de la dieta que consumaj es decir, no se pretende de ninguna manera que este tipo

de alimentos cubran por sí solos los requerimientos totales, sino que se agreguen a la dieta habitual para lograr llenarlos.

Las galletas que se elaboraron con la mezcla 1 - tienen un peso promedio de 15 g. y contienen un 15% de proteínas, es decir, que cada galleta aporta 2.25 g. de proteína. Dos galletas contienen, por lo tanto, 4.5 g. de proteína, y su costo es de 14 centavos en total. Las galletas hechas con la mezcla 2 pesan también 15 g. y contienen 19.5% de proteína aportando cada una 2.92 g. de proteína. Por consiguiente dos galletas de este tipo contienen 5.85 g. de proteína a un costo total de 20.4 centavos.

En resumen, la ración extra de 5 g. de proteína en base a estas galletas tendría un costo en materias primas de 15.5 y 17.4 centavos según se utilice la mezcla 1 y 2 respectivamente. Estos precios no son de ninguna manera competitivos con los de la proteína del maíz, del trigo ó del frijol, pero debe tomarse en cuenta que la calidad de la proteína de estas galletas es muy superior a la de dichos productos y debe más bien compararse con el precio de la misma cantidad de proteína en productos animales (5 g. de proteína de leche cuestan 5 centavos y 5 g. de proteína de carne o huevo cuestan hasta 50 centavos).

Por otro lado, la galleta elaborada puede conservarse y transportarse más fácilmente y a menor costo que los productos citados y además, si se lanza al mercado con una - publicidad tal que las haga aparecer como "especiales para - los niños", pueden evitarse los factores que reducen el consumo de productos de origen animal, tales como creencias arrai

...ería y también cerca de ella.

CONCLUSIONES

1.- Se demostró que la harina de pescado obtenida por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, tiene una muy alta concentración de proteínas de muy buena calidad rica en lisina y que por lo tanto, puede considerarse como un excelente concentrado proteico para ser usado en la preparación de mezclas ricas en proteínas.

2.- En base a su contenido de aminoácidos indispensables, se prepararon 2 mezclas de esta harina de pescado con cereales pobres en lisina como el trigo y el arroz.

3.- Estas mezclas tienen un contenido de aminoácidos indispensables cercano al que produce la FAO en 1957 y, en las pruebas de evaluación de la calidad proteína en ratas demostraron una utilización para síntesis de proteínas mayor que la que se obtiene con caseína.

4.- Estas mezclas se utilizaron para fabricar galletas como un modelo de productos ricos en proteína esencialmente dirigidos a los niños en la edad del destete, cumpliendo así las recomendaciones que al respecto ha dado el I.N.N.

5.- Las galletas preparadas tienen un alto contenido de proteínas y sus cualidades organolépticas las hicieron muy aceptables en una prueba de sabores.

C O N C L U S I O N E S

6.- Debido a que el arroz alcanza actualmente un precio demasiado alto en el mercado nacional, sería conveniente en futuros trabajos el intentar mezclas de la Harina de Pescado con otro tipo de cereales.

7.- No obstante lo anterior y tomando en cuenta su calidad nutritiva, el costo de estas galletas es bastante adecuado, independientemente de que deberá buscarse reducirlo.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA

1.- Altschul, A.M., Processed Plant Protein Foofstuffs, Academic Press, New York (1958).

2.- Bautista, J.M., Evaluación Químico Biológica de harinas de pescado para consumo humano y animal. Tesis Profesional. E.N.C.B. I.P.N., (1970).

3.- Bender, A.E. and Doell B.H., Biological evaluation of proteins: a new aspect. Br. J. Nutr., 11, 140, (1957).

4.- Bourges, H. Nosología Bdsica Integral. Tomo II, - Editor M. Otea, México (1971).

5.- Campbell, J.A., et. al, Mammalian Protein Metabolism. Vol. III, pag. 391-420, Academic Press, New York and London, (1969).

6.- Contenido en Aminoácidos de los Alimentos y datos - biológicos sobre las proteínas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, (1970).

7.- González Navarro, Ma. C. Aplicación de la Cromatografía al estudio del valor biológico de las proteínas. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Químicas. UNAM, México, (1960).

8.- Laguna, J. Bioquímica, pag. 386, Prensa Médica Mexicana, (1970).

9.- L. Emmett Holt, Jr. M.D. et. al.
Protein and Amino Acid Requirements in Early Life, New York University Press, (1960).

10.- Lepjousky, S., Furuta F. y Mildred K. Dimick. Inhibidor de Tripsina y el bajo valor nutricional - del grano de soya. Br. J. Nutr., 25, 235, (1971).

11.- Necesidades de Proteínas. Informe del comité de la FAO para el estudio de las Necesidades en Proteínas. Org. de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, (1955).

12.- Necesidades en Proteínas. Informe de un grupo mixto FAO/OMS de expertos. Org. Mun. Salud, No. 301 Ginebra, (1966).

13.- Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Tenth Ed., pag. 191, 331, Washington, D.C., (1965).

14.- Parada, A.E., Avance en la aportación de las proteínas vegetales a la alimentación mundial. Tecnología de Alimentos. Año 6, 4, julio-agosto, (1971).

15.- Pearson, D. The Chemical Analysis of Foods, Sixth Ed. J. & A. Churchill, pag. 9. London, (1970).

16.- Protein Requirements. Nutr. Studies, no. 16, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Roma, (1957).

17.- Rojano, M. Diseño y Operación de un equipo piloto para la extracción de grasa de pescado. Tesis Profesional. ESIQIE. IPN., (1970).

18.- Santillán, C. Proteínas de Organismos Unicelulares. Las algas microscopicas como nueva fuente de Alimentos para animales y humanos. Tecnología de Alimentos, 6, 5, Sept.-Oct., (1971).

19.- Spies, J.R. y Chambers, D.C. Chemical Determination of Triptophan in Proteins, An. Chem., 21, 1249, - 1949.