

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ELABORACION Y EVALUACION BIOLOGICA
DE UNA BEBIDA DESTINADA A LA
ALIMENTACION INFANTIL

141

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

Ma. del Pilar Guerrero Romero

MEXICO, D. F.

1974



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Tesis

ABO 1974

FECHA

PROC. M-6-136 136



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINAL-
MENTE SEGUN EL TEMA

Presidente: Enrique García Galeano

Vocals: Ruben Berra y Coss

Secretario: Angela Sotelo Lopez

1er.Suplente: Alejandro Garduño Torres

2o.Suplente: Oscar H. Galván Felix

Sitio donde se desarrolló el Tema:

Laboratorio de la División de Nutri -
ción del Instituto Nacional de la Nu-
trición .

Sustentante: Ma. del Pilar Guerrero Romero

Asesor del Tema: Q.F.B. Angela Sotelo Lopez

Supervisor Técnico: I.B.Q. José Luis Camacho Cuevas

A MIS PADRES CON CARIÑO Y GRATITUD.

A MIS HERMANOS.

A ALBERTO

A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS

CON AGRADECIMIENTO :

A LA Q.F.B. ANGELA SOTELO LOPEZ

MI AGRADECIMIENTO AL I.B.Q. JOSE LUIS
CAMACHO C., POR SU VALIOSA ORIENTACION

AGRADEZCO AL DR. HECTOR BOURGES R.
EL APOYO Y LAS FACILIDADES OTORGADAS.

GRACIAS AL I.B.Q. EDUARDO MENDOZA
POR TAN ACERTADA COLABORACION.

CON AGRADECIMIENTO :
DR. ADOLFO CHAVEZ VILLASANA.

INDICE DE CAPITULOS

	PAGINA
I INTRODUCCION	1
II GENERALIDADES	3
III MATERIAL Y METODOS	16
IV RESULTADOS Y DISCUSION	38
V CONCLUSIONES	60
VI BIBLIOGRAFIA	62

INTRODUCCION

① De los problemas que afectan al sector de la población de bajo poder adquisitivo, el de la deficiente alimentación infantil es el más grave, puesto que tanto la mala situación económica así como la inadecuada educación sobre nutrición de los adultos, trae como consecuencia que el consumo diario de proteínas y calorías por parte de los infantes sea bajo y aparezca la desnutrición con todas sus terribles consecuencias en la mortalidad y en el desarrollo infantil.

Se tiene por ejemplo, que las madres del medio rural y zonas urbanas pobres, alimentan a sus hijos con atoles ó bebidas similares, ignorando que son alimentos que además de contener una baja concentración de proteínas, estas son de mala calidad, lo cual trae consigo que el organismo infantil en formación no se desarrolle a niveles normales.

Dadas las consideraciones anteriores, se desprende la necesidad de elaborar un alimento infantil del tipo atole, el cual debe tener un alto contenido de proteína, siendo esta de buena calidad y que esté al alcance del sector de población de escasos recursos. Se ha pensado en el presente proyecto con objeto principal de lograr dicho alimento y contri-

buir en parte a mejorar la mala nutrición infantil.

Es importante el hecho de que las fuentes convencionales de proteína de buena calidad, tales como leche, huevo y carne tienen un precio elevado y están fuera del alcance de los sectores de población de bajo poder adquisitivo, que por lo general presentan problemas de nutrición. Se ha pensado en el uso de una fuente no convencional de proteína, la Spirulina máxima, la cual es una alga azul-verdosa con un alto contenido de proteína de buena calidad y bajo precio.

Sabido es que los cereales por sí solos no alcanzan un buen valor nutritivo, pero enriquecidos con el alga espirulina dicho nivel aumenta considerablemente. El producto del presente estudio es el resultado de (4) mezclas de cereales con espirulina, obteniéndose un atole de calidad nutritiva superior a la de los productos similares en el mercado.

GENERALIDADES

La notable diferencia entre la producción de alimentos per-capita en los países desarrollados y en los países en desarrollo está aumentando debido a que en estos últimos las tasas de mortalidad disminuyen, las de natalidad siguen siendo elevadas y el rendimiento de las cosechas es bajo y aumenta poco. (11)

Aunque la cantidad de alimentos ya está causando gran preocupación en muchas zonas del mundo en desarrollo, la calidad (especialmente en proteínas) de los alimentos consumidos plantea una cuestión todavía más crítica. El equilibrio entre proteínas y calorías de la dieta de aproximadamente la mitad de la población actual de los países en desarrollo no es satisfactorio.

La insuficiente ingestión de calorías y proteínas da lugar a la Desnutrición Calórico-Proteica que se presenta con mayor gravedad en los niños, debido a un mayor requerimiento ocasionado por un constante crecimiento. El niño desnutrido es más susceptible a las infecciones, estas (5) son más graves y más prolongadas y a su vez provocan un empeoramiento de la Desnutrición; este círculo vicioso entre desnutrición-infección es -

responsable de la mayor parte de la elevada mortalidad escolar que se observa en nuestro país, por otro lado la desnutrición provoca apatía y reducción en la actividad física, (8) que limita las oportunidades de interacción del niño con su medio ambiente y por lo tanto su aprendizaje. En la vida adulta, los niños que sobreviven tienen una capacidad física inferior y una socialización inadecuada, lo cual se refleja en la productividad y desarrollo de la Nación.

El exámen de las necesidades de proteínas demuestra que los niños, las mujeres embarazadas y lactantes son los que más las necesitan (12), ya que la mala alimentación de la madre no solo afecta su salud, sino que hace que su hijo nazca con peso reducido y que no alcance un desarrollo normal, también es probable que la cantidad de leche que proporciona una madre desnutrida durante el periodo de lactancia tienda a disminuir. Los métodos más apropiados a seguir en el período del destete así como en la alimentación complementaria dependen de la disponibilidad de alimentos apropiados para niños pequeños. (7) Cuando el suministro de leche no humana ó de otros alimentos adecuados para lactantes es limitado ó nulo, la costumbre tradicional es destetar al niño en edad más avanzada, aunque se estima que la leche materna que el niño consume a partir

de los seis meses de edad, no basta para proporcionarle el número suficiente de calorías y de elementos nutritivos y que de esa edad en adelante es necesario suministrar alimentos complementarios con proteína de buena calidad. Sucede en ocasiones que se pasa al lactante directamente de la leche humana a un régimen deficiente, consistente en cereales ó raíces féculentas y es por eso que se observa con más frecuencia carencia proteínica en el niño recién destetado. (6)

Las experiencias recopiladas por el I.N.N. (30) a través de las encuestas realizadas en el medio rural, se llevaron a cabo dividiendo al país en 15 regiones, (incluyendo al D.F.) las cuales a su vez se agruparon en 4 zonas representativas:

Zona Pacífico Sur.-

"..... el destete se hace entre los 7 y los 15 meses y para substituir al pecho materno se utilizan atole de maíz ó arroz en agua y caldo de frijol".

"..... los alimentos despues del destete son cereales y caldo de frijol."

"..... hasta el año no reciben otro alimento aparte del seno materno, y cuando se hace el destete les dan alimentos de poco valor nu-

tritivo".

Zona del Golfo.-

".... el maíz es el alimento de mayor consumo, la mitad en forma de tortilla y la otra mitad en forma de pozol."

"..... se observó que el destete es tardío y no hay alimentación complementaria sino hasta después del primer año, siendo el primer alimento el atole blanco".

".... la alimentación de los niños en relación con la de los adultos es más pobre ya que solo consumen un poco más de la mitad de las calorías recomendadas para su edad".

Zona Central.-

"..... los principales alimentos en preescolares y lactantes son atoles, tortilla, azúcar y verduras."

".... 90% de las madres inician la alimentación complementaria del niño, usando principalmente atole, tortillas, caldo de frijol y galletas."

Zona Norte.-

"..... los niños reciben poca cantidad de alimentos, lo que causa que su dieta sea deficiente en casi todos los nutrimentos".

"..... al destetar a los niños se usa sobre todo frijol, también sopa de pasta, papas y tortilla".

"..... un poco menos de la tercera parte de los niños se desteta con leche."

"..... los cereales, en su mayor parte el maíz, aportan la mitad de las proteínas."

De todo lo anterior se destaca un hecho fundamental; la baja ingesta de proteínas al efectuarse el cambio de régimen alimenticio en el infante. El problema es muy complejo, pero la baja concentración de proteínas de los cereales se podría corregir con acción de la Tecnología y esto es solo un aspecto no toda la solución.

El atole por ser un producto tan popular y utilizado, es el vehículo natural para una mejor nutrición si es enriquecido con otras fuentes de proteína; existen varias posibilidades que se están explorando como son el uso de harina de soya, harina de pescado, concentrados de proteína obtenidos de la torta residual de oleaginosas en el proceso de extracción de aceite, levaduras y organismos unicelulares etc.

En general todos estos concentrados proteícos no han tenido grandes problemas al ser adicionados a alimentos bajos en proteína, de

bido a sus características y comportamiento en mezclas (19), sin embargo por lo que se refiere a Organismos Unicelulares se han encontrado mayores problemas, tal es el caso del alga espirulina, que debido a sus características no ha tenido gran aplicación aun teniendo calidad comparable a las antes mencionadas. (15)

La espirulina es una alga microscópica constituida por un filamento pluricelular de forma helicoidal de 0.25 a 0.5 cm. de longitud, que crece en aguas alcalinas ó salobres (pH 8.5 - 11) y a una temperatura de 30 a 35 ° C y llama la atención ya que en algunas regiones del mundo durante la época de lluvia ó el verano, se multiplican de manera explosiva . (24).

El desarrollo explosivo de espirulina es un fenómeno que ha sido observado desde tiempos remotos en las zonas lacustres de Etiopía, Chad y en México. Por fuentes históricas sabemos que en las orillas del Lago de Texcoco, los aztecas consumían probablemente el alga espirulina, en forma de galletas secadas al sol, a las cuales denominaban "TECUILTL" (excremento de piedras en lengua nahuatl) y que esta especie de lama secada al sol, estaba lista para usarse como queso. (14)

La espirulina es consumida solo por grupos humanos que viven

alrededor del Lago Chad en Africa Central, la forma en que ellos la consumen es secando al sol y preparandola en diversas formas, pero especialmente en salsas. (10)

En la actualidad el lago de Texcoco sirve como un gran evaporador solar llamado el Caracol, el cual es utilizado para la extracción de hidróxido y carbonato de sodio. En las aguas más diluidas se encuentran agregados del alga espirulina.

Debido al interés que ha despertado el alga, se ha iniciado la tecnología del método de cultivo aplicable a las condiciones en México. El Instituto Francés del Petróleo desarrolló un método para el cultivo de biomasa, obteniéndose 14 g de alga seca por m² por día, esto es 50 000 Kg-Ha/año y esto equivale a 32 000 Kg de proteína seca-Ha/año. (9)

Actualmente Sosa Texcoco inicia la instalación de una planta piloto con capacidad de una tonelada diaria de producto seco a fin de industrializar la espirulina que crece en el caracol.

La característica que hace a esta especie aún más prometedora es su composición química (18); datos obtenidos por el I.N.N. muestran el siguiente contenido de macronutrientes:

COMPOSICION GENERAL DE ALGA ESPIRULINA

Componentes	Base Seca g/ 100 g de producto
Proteínas	63.9 ± 0.8
Grasa	5.6 ± 0.2
Fibra Cruda	2.1 ± 0.1
Cenizas	5.8 ± 0.3
Humedad	7.9 ± 0.4
Carbohidratos (por Dif.)	14.7

Como puede observarse, el alga contiene una alta cantidad de proteínas, pero lo más importante nutricionalmente hablando es la calidad de esa proteína, calidad que esta determinada por las cantidades y proporciones relativas de aminoácidos indispensables que la forman y que el I.N.N. ha reportado referidos al patrón de aminoácidos indispensables, establecidos por la F.A.O. (13)

Aminoácido	F.A.O. mg/ 16 mg N	Espirulina mg/ 16 mg N
Valina	4.2	5.09
Isoleucina	4.2	5.42
Treonina	2.8	4.95
Fenil alanina	2.8	5.16
Leucina	4.8	6.82
Lisina	4.2	3.58
Metionina	2.2	2.06
Tríptofano	1.4	1.13

Encontrándose como aminoácido limitante el tríptofano, que se encuentra en un nivel de 81%, pudiéndose concluir que los aminoácidos de la espirulina estan bastante equilibrados.*

A todo esto debe sumarse el hecho ya conocido de su consumo - en épocas precortesianas (14). El redescubrimiento de espirulina como - fuente alimenticia con excelente valor nutritivo ha planteado el proble- ma de diseñar y fabricar productos alimenticios a base de espirulina ó su - plementados con ella para hacerlos llegar a la gran masa de consumido -

res. } Estos productos deben satisfacer básicamente tres requisitos:

- a) un alto valor nutritivo.
- b) precio accesible y en la mayoría de los casos competitivo.
- c) una buena aceptabilidad. }

En relación al valor nutritivo ha quedado demostrado que la es -
pirulina satisface de una manera casi completa este requisito.

En relación con el precio, los estudios de viabilidad económica indican que podrá producirse biomasa de espirulina a un precio competi-
tivo. En México se calcula un precio por Kg. entre \$5.00 y \$6.00 a esca-
la industrial, el cual se considera adecuado si se compara con el precio de
otros concentrados proteícos como el caso de la soya, que en la actualidad
es de \$6.00 para el frijol y \$ 7.00 para el precio de la harina, ó también
(27)
para el de la harina de pescado que es de \$19.00. El precio que se propo-
ne para la espirulina deberá abatirse cuando el consumo sea mayor.

Con respecto a las pruebas de aceptabilidad realizadas en huma-
nos, hasta la fecha existen los estudios hechos por Santillán y Cols. (25),
en los que los niveles de proteína adicionada, fueron del orden de 1 a 3%,
debido a que las características organolépticas de los alimentos se veían
alteradas al elevar dicho nivel. Dentro de los factores que influyen a que

la aceptabilidad sea menor, se tienen al sabor y al olor, los cuales son francamente desagradables, así como la fuerte pigmentación que tiene el alga. Debido a lo anterior y principalmente por el alto contenido de pigmentos, la espirulina solo se ha utilizado como alimento para aves, principalmente a pollos para mejorar las cualidades del plumaje y de las yemas.

Debido a esto se pensó en eliminar los pigmentos del alga y obtener un polvo de aspecto más claro, lo cual hace que se pueda incorporar ya sin problemas de olor y color a otros alimentos deficientes en proteínas.

El proceso de decoloración del alga espirulina se lleva a cabo mediante un tratamiento extractivo con mezclas de solventes, siendo los principales etanol e isopropanol. El producto resultante de este proceso es un polvo fino de color bastante atenuado respecto al original de la espirulina, además de que las características organolépticas como son olor y sabor se tornan mejores.

De los ensayos de suplementación con este producto en alimentos deficientes en proteína, los que ofrecen perspectivas más interesantes son los realizados a base de cereales - espirulina. (18)

{ Este interés se debe básicamente a que los cereales son considerados como alimentos de bajo costo, gran consumo y con una baja proporción de proteína. Respecto a esto se tienen datos de producción, exportación, importación y consumo, los cuales nos dan un índice de disponibilidad de alimentos en la República Mexicana. } (22) Cuadro A

El cálculo seguido para la elaboración de mezclas Cereales Espirulina fue reportado por Bourges H. y Cols. (4) y sobre esta base se realizaron formulaciones para obtener un producto tipo atole que fuera en características organolépticas semejantes a los existentes en el mercado. Una vez subsanado este paso se buscó aumentar la cantidad de espirulina en las mezclas ya que debido a la decoloración esta es más fácil de enmascarar con colorantes y saborizantes artificiales, hasta lograr un límite de tolerancia aceptable.

De las mezclas ensayadas se escogieron dos por sus características de aceptabilidad y se sometieron a Análisis para conocer su composición de macronutrientes, así como evaluar la calidad de la proteína. Con todo esto se buscó también obtener un producto que debido a su gran consumo fuera de un precio competitivo.

CUADRO A

BALANCE DE AZUCAR MAIZ Y ARROZ PARA
CONSUMO HUMANO EN LA REPUBLICA MEXICANA *BALANCE NACIONAL
1969

(MILES DE TONS. BRUTAS AL AÑO)

Alimento	Producción	Imp.	Exp.	Semilla forraje uso Ind.	Total disponible	Disponibilidad - Anual bruta per- capita. (Kg)
Arroz	275.9	4.9	--	4.9	266.0	5.5
Maíz	8 896.3	8.6	788.4	2 039 .1	5 877.5	121.9
Azúcar	2 394.0	-	603.7	--	1 744.1	36.1

* Ramírez H. J., Arroyo P., Chavez V.A.
Aspectos socioeconómicos de los alimentos
y la alimentación en México.
Revista de Comercio Exterior, Vol. XXI, No.8
Agosto 1971.
México, D.F.

MATERIAL Y METODOS.

De Gerber

El objetivo de este trabajo es el de diseñar un alimento infantil tipo atole, el cual tenga un alto contenido de proteína de buena calidad.

El siguiente proyecto se dividió para su estudio en los siguientes puntos:

1.- Estudio Químico de la espirulina, harina de maíz nixtamalizada, harina de arroz y fécula de maíz.

Determinaciones:

- a).- Humedad
- b).- Cenizas
- c).- Proteína
- d).- Grasa
- e).- Fibra Cruda
- f).- Carbohidratos

2.- Proporción de Aminoácidos en la proteína de la espirulina y otras materias primas.

3.- Cálculo de las combinaciones de cereales, basándose en el cálculo de la calificación química tomado del patrón de la F.A.O. co-

mo la combinación óptima . (13)

4.- De las mezclas calculadas, se elaboraron formulaciones utilizando sabores y colores artificiales.

5.- Calculadas y preparadas las mezclas proteicas se procedió a la Evaluación Biológica para conocer la calidad de la proteína :

a).- Determinación de la proporción de aminoácidos indispensables en las mezclas.

b).- Relación de Eficiencia Proteica (R.E.P.)

c).- Utilización Neta de Proteina (N.P.U.)

DETERMINACION DE HUMEDADMETODO DE SECADO (21)Material:

Cajas de Petri

Estufa de Vacío

Termómetro

Desecador

Balanza

M E T O D O :

En una cápsula de porcelana o en 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 cinco horas al cabo de éste tiempo, se saca la caja y se coloca en un desecador para que adquiera la temperatura ambiente, una vez fría se pesa y se vuelve a colocar en la estufa para continuar el secado hasta obtener peso constante.

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

DETERMINACION DE CENIZAS (1)

Material:

Crisoles de porcelana
Mechero
Mufla
Desecador
Balanza

M E T O D O :

En un crisol de porcelana previamente tarado se pesan de 3 a 5g. de muestra homogeneizada. Se carboniza con el mechero y en seguida se incinera en la mufla a 550 °C hasta obtener cenizas blancas ó grises (una gota de H₂O destilada ó glicerol ayudan a la incineración). Se coloca en un desecador para enfriarse y se pesa el Crisol.

CALCULOS:

La diferencia entre el peso del Crisol y la muestra calcinada expresada en 100% da la cantidad de cenizas.

DETERMINACION DE GRASA CRUDA (1)

Fundamento:

Se le llama grasa cruda ya que con esta extracción estamos determinando todo lo que es soluble en eter etílico anhidro como son: ceras, c_erebrósidos, lipoproteínas etc.

Material:

Aparato extractor de Grasas "Labconco"

Vasos

Cartuchos papel filtro o porosos

Desecador

Reactivos:

Eter etílico anhidro Q.P.

M E T O D O :

Se pesan de 2-5 g. de muestra y se colocan en el cartucho. A los vasos previamente tarados se les adicional 60 ml. aprox. de eter y se colocan el cartucho y el vaso en el aparato al cual se le regula la temperatura para tener una extracción con goteo continuo durante 8-10 hrs.; pasado este tiempo el eter se destila hasta total eliminación, se lleva el vaso a la estufa aprox. 10 min., se pasa a un desecador en donde se enfría y se pesa, de esta forma obtenemos la cantidad de grasa.

Cálculos:

$$\frac{\text{Cantidad de Grasa} \times 100}{\text{Cantidad de muestra}} = \% \text{ Grasa}$$

DETERMINACION DE FIBRA CRUDA . (1)

Fundamentos:

Se llama fibra cruda a toda substancia orgánica contenida en una muestra que no sea soluble en eter y que carezca de N y va a estar constituida por Carbohidratos del tipo polisacáridos no metabolizables (celulosa, hemicelulosa, pentosanos, lignina etc.) La determinación es por medio de hidrolisis controlada; ácida y alcalina sucesivamente .

Material:

Condensador de Fibra Cruda "Labconco"
 Vasos de Berzelius de 600 ml.
 Filtros California 200 mallas
 Crisoles de porcelana
 Estufa, mufla .

Reactivos:

Acido Sulfúrico R.A. al 1.25%
 Hidroxido de Sodio R.A. al 1.25%
 Alcohol etílico al 99.5%
 Asbesto tratado

M E T O D O :

En un vaso berzelius se colocan de 2 a 4g. de muestra desengrasada y 0.5 g. de asbesto tratado y se adicionan 200 ml. de Acido Sulfúrico caliente, se conecta el condensador y se mantiene en ebullición 30 min. exactamente, se filtra inmediatamente en filtros california con ayuda del vacío, se lava con porciones de Agua caliente hasta neutralidad, se pasa el contenido del filtro al vaso y se adicionan 200 ml. de Hidróxido de Sodio caliente y se procede de igual forma que en la hidrolisis Acida. Una vez lograda la neutralidad se enjuaga con dos porciones de alcohol etílico. Se pasa el contenido a un crisol tarado y se lleva a la estufa por 2 horas a 150 °C, se enfria en desecador y se pesa, despues se lleva a la mufla hasta calcinación, se enfria y se vuelve a pesar.

Calculos:

La diferencia de pesadas nos da el contenido de fibra cruda y esta se relaciona a 100.

DETERMINACION DE PROTEINA CRUDA

METODO DE KJELDAHL. (16)

FUNDAMENTO:

Las proteínas y demás materia orgánica son oxidadas por el Aci-

do Sulfúrico y el Nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como Sulfato de Amonio, esta sal se hace reaccionar con una base fuerte, desprendiéndose amoniaco que se destila y se recibe en un volumen conocido de Acido valorado; por titulación del Acido neutralizado se calcula la cantidad de Nitrógeno contenido en la muestra que multiplicado por un factor, generalmente 6.25 nos da la cantidad de proteínas.

Materia:

Aparato de digestión y destilación
 Matraces Erlenmeyer
 Bureta

Reactivos:

Acido Sulfúrico conc.
 Zinc metálico
 Hidroxido de Sodio al 50%
 Acido Borico al 2%
 Acido Sulfurico 0.1 N (valorado)
 Indicador Rojo de Metilo
 Mezcla Digestora:
 Sulfato de potasio
 Sulfato de cobre
 Oxido de Selenio

METODO:

Digestión.- En un papel glacine se pesan 0.4 a 0.6 g. de muestra, se colocan en un matraz de Kjeldahl limpio y seco, se adicionan 8.5g.

de mezcla digestora, unas perlas de vidrio para regular la ebullición y 25 ml. de Acido Sulfúrico conc. Se coloca en el aparato de digestión por 60 a 90 min. hasta quedar la solución transparente. Se deja enfriar y se adicionan 300 ml. de Agua destilada y con cuidado 90 ml. de Hidroxido de Sodio al 50%, polvo de Zinc y se lleva a destilación.

Destilación.- En los matraces receptores se agregan 50 ml. de Acido Bórico al 2% y dos gotas de Rojo de Metilo, se destila hasta obtener un volumen de 250 ml. y se titula con solución valorada de Acido Sulfúrico. Al mismo tiempo se hace un blanco con reactivos para corrección.

Calculos:

$$\%N = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 \text{ prob} - \text{ml } H_2SO_4 \text{ blanco}) \times N_{H_2SO_4} \times \text{meq.} \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N \times \text{Factor}$$

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.

II ANALISIS CUANTITATIVO DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA⁽²⁹⁾

FUNDAMENTO:

Esta determinación se basa en el Método desarrollado por Moore y Stein que permite cuantificar los Aminoácidos en una mezcla de ellos.

El método consiste en:

a) la separación de los Aminoácidos por medio de columnas de - resinas sintéticas de intercambio iónico, usando como eluyentes buffers de citrato de sodio.⁽²⁸⁾

b) formación de un complejo colorido por la reacción del Aminoácido - eluyente - Ninhidrina a una temperatura óptima.

c) medida de la intensidad de color por medio de un colorímetro y esta intensidad es graficada por un registrador automático sobre papel logarítmico.

El material usado fue:

Analizador Automático de Aminoácidos
Beckman modelo 116
Pipeta de 2 μ
Buffer citrato de Sodio ph. 3.25
Buffer citrato de Sodio ph. 4.30

Buffer citrato de Sodio ph. 5.25
 Hidroxido de Sodio 0. 2 N
 Ninhidrina
 Muestra de Proteína Hidrolizada.

PREPARACION DE LA MUESTRA HIDROLIZADA

Material y Aparatos:

Solución buffer citrato de Sodio 2N ph. 2.14
 Acido Clorhidrico 6N
 Evaporador Rotatorio al vacío
 Baño de Aceite
 Matrazes redondos de fondo plano 250 ml.
 Refrigerante
 Filtros

METODO:

De la muestra por analizar previamente desengrasada se pesan de 50 a 150 mg. y se le adicionan 60 ml. de HCL 6 N y se lleva a reflujo en un baño de aceite durante 24 a 35 hrs. La solución hidrolizada se filtra para eliminar huminas y el filtrado se evapora a sequedad hasta eliminar todo el HCL, se lava con porciones de Agua destilada y evaporando cada vez, el residuo se disuelve en solución buffer citrato de Sodio y el volumen se ajusta a 25 ml. con la misma solución.

MUESTRA OXIDADA:

La hidrolisis acida altera algunos Aminoácidos como Triptofano,

Metionina y Cisteína por lo que antes de hidrolizar es necesario oxidar la Proteína con Ac. Perfórmico y así la cisteína se convierte en Acido cisteico y Metionina en la sulfona correspondiente que soportan las condiciones de la hidrolisis.

Material:

Evaporador rotatorio al vacío
Pipetas volumétricas
Acido Perfórmico (Mezcla de 4.5 ml. de Acido fórmico al 80% y 0.5 ml. de Peroxido de Hidrogeno).

METODO:

Se pesan de 50 a 100 mg. de muestra desengrasada y se colocan en un matraz y se le agregan 1.5 ml. de Acido Perfórmico y se deja 15 min. a temperatura ambiente, pasando este tiempo se evapora el ácido al vacío y se procede en la misma forma que la muestra sin oxidar.

De esta forma las muestras quedan listas para el Analisis.

El cálculo de la cantidad de Aminoácidos se realiza calculando el área bajo el pico que se obtiene con cantidades conocidas de cada Aminoácido y relacionando el area que se obtiene con la proteína de prueba.

DETERMINACION DE TRIPTOFANO (23)

FUNDAMENTO:

La determinación del triptofano en proteínas se lleva a cabo en - dos etapas:

a) La combinación del triptófano con p-dimetil amino benzaldehido con solución de ácido sulfúrico para formar productos de condensación incoloros.

b) Desarrollo del color azul por oxidación con Nitrito de Sodio que es proporcional a la cantidad de triptofano presente en la muestra.

Material y Aparatos:

Fotocolorímetro Bauach & Lomb
 Celdas colorimétricas
 Matraces Erlen meyer de 50 ml.
 Pipetas Volumétricas de 1,5 y 10 ml.
 para-dimetil amino benzaldehido al 0.5%
 en HCL 1 N.
 Nitrito de Sodio al 0.05%

METODO:

A 10 mg. de la muestra se le adicionan 2.5 ml. de la solución p-D.A.B. y 12 ml. de Acido Sulfúrico, se agita y se deja reposar durante 17 hrs. en la obscuridad, al mismo tiempo se preparan un blanco de reacti-

vos, los estandares de triptofano con cantidades de 50 a 300 mg. del mismo asi como un patrón de caseína como doble control. Pasado este tiempo, se les adiciona 0.1 ml. de Solución de Nitrito de Sodio, 30 min. Se lee en el fotocolorimetro a 590 m μ ajustando con un blanco de agua destilada a 100% de transmitancia.

Calculos:

El % de transmitancia se convierte a densidad óptica. Este valor se interpola en la curva tipo de triptofano y se obtiene asi la cantidad de este aminoácido en la muestra.

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA. (21)

Sabemos que la función primaria de las proteínas en la dieta es la de proveer de Aminoácidos al organismo para la construcción de nuevos tejidos así como para el sostenimiento del mismo. Cualquier método usado para medir el valor de las proteínas en los alimentos debe directa ó indirectamente evaluar estas funciones. Considerándose como una Proteína de buena calidad aquella que posee un adecuado balance de Aminoácidos.

Entre los métodos utilizados para la evaluación están los Métodos Químicos y los Métodos Biológicos: Los métodos químicos se basan en

la comparación del patrón de Aminoácidos indispensables ó esenciales de la Proteína sometida a evaluación con el Patrón de la Proteína de Referencia establecido por la FAO (1957). Y de esta forma se puede calcular la calificación Química de cada Aminoácido respecto al patrón.

De los métodos Biológicos, los más utilizados son los que miden el cambio de peso así como los que miden los cambios de Nitrogeno Corporal; De entre los primeros tenemos E.P. (Eficiencia de la Proteína), el cual se basa en la relación de ganancia de Peso y gramos de Proteína consumida. (17)

$$E.P. = \frac{\text{Ganancia de Peso}}{\text{Proteína ingerida}}$$

Este Método es una manera fácil de medir el valor de la proteína en la Dieta. Si la dieta contiene cantidades insuficientes de uno ó más aminoácidos esenciales, el crecimiento se ve reducido ó detenido totalmente, entonces el crecimiento es un índice de gran sensibilidad para saber si la dieta está supliendo al animal de Aminoácidos esenciales suficientes.

Both Hegsted et al han reportado que los datos obtenidos de ratas en crecimiento son reproducibles para el hombre ya que existe gran se -

mejanza en el Metabolismo de utilización de Proteínas de los alimentos: ellos indican que los resultados de las pruebas en animales fueron en su mayoría aplicables a la evaluación de Dietas para Humanos.

METODO:

1.- Para el estudio se utilizan ratas blancas machos de una misma cepa, de 22 a 25 días de nacidas y con un peso aproximadamente 35-40 g. Generalmente se utilizan grupos de 8 a 10 ratas por cada Proteína a evaluar.

2.- Las ratas seleccionadas se colocan en jaulas individuales y se someten a Depresión durante 24 horas.

3.- Se prepara la Dieta con la Proteína a evaluar, se ha demostrado que la E.P. varía con el nivel de Proteína en la Dieta, recomendándose 10% como un nivel óptimo, además de los otros nutrientes en proporción correcta. Cuadro No.1

4.- Se toma el peso del animal después del ayuno y se alimenta con la Dieta de prueba dándoles en cantidades "ad-libitum" durante cuatro semanas.

5.- Durante todo este tiempo se miden diariamente los cambios de peso del animal así como la cantidad de dieta consumida, teniéndose así al final del estudio la ganancia total de peso y el Consumo total de -

proteína durante el período.

6.- En forma paralela se realiza el mismo experimento pero utilizando como fuente de proteína Caseína a fin de tener un valor de E.P. de esta dieta como referencia.

COMPOSICION DE UNA DIETA NORMAL

COMPONENTES	CANTIDAD (g)
Proteína *	10.0
Aceite de maíz	20.0
Mezcla de Vitaminas **	2.0
Mezcla de Sales Minerales ***	4.0
Colina	0.4
Celulosa	4.0
Glucosa	20.0
Sacarosa	20.0
Almidón de Maíz	19.60
TOTAL	100.0

* Se refiere a la proteína por evaluar.

MEZCLA DE VITAMINAS **

COMPONENTES	CANTIDAD g.
Vitamina A (200,000 U/g)	4.50
Vitamina D (400,000 U/g)	0.25
Alfa Tocoferol	5.00
Acido Ascórbico	45.00
Inositol	5.00
Cloruro de Colina	75.00
Menadiona	2.25
Ac. p-aminobenzoico	5.00
Niacina	4.50
Riboflavina	1.00
Clorhidrato de Piridoxina	1.00
Tiamina	1.00
Pantotenato de Calcio	3.00
Biotina	20.00
Acido Fólico	90.00
Vitamina B-12	1.35

MEZCLA DE SALES MINERALES ***

COMPONENTES	CANTIDAD (g)
Fosfato de Calcio Tribásico	57.996
Cloruro de Sodio	25.000
Cloruro de Potasio	15.000
Citrato de Hierro	0.600
Carbonato de Magnesio	0.550
Cloruro de Manganeso	0.550
Carbonato de Cobre	0.140
Carbonato de Zinc	0.160
Yodato de Sodio	0.002
Fluoruro de Sodio	0.002
TOTAL	100.000

MÉTODOS QUE MIDEN LOS CAMBIOS DE NITROGENO CORPORAL. (20)

El crecimiento no refleja necesariamente la calidad de una proteína, porque está influenciado por varios factores, por lo que se han establecido métodos que van a medir el cambio de Nitrógeno Corporal; y así estos datos aunados a los de E.P. nos dan un criterio más amplio para calificar a una Proteína.

Este método Biológico consiste en medir la proporción de las proteínas ingeridas incorporadas al Organismo.

$$\text{N.P.U} \quad \frac{\text{Proteína Retenida (g)}}{\text{Proteína Ingerida}} \times 100$$

METODO:

- 1.- A un grupo de ratas macho de peso uniforme que se mantuvieron en ayuno por 24 hrs. se les da la dieta con la proteína a evaluar "ad-Libitum" y agua suficiente durante 28 días.
- 2.- Al final del experimento los animales son sacrificados con cloroformo y se hacen perforaciones en cuerpo y tórax y se llevan en una charola a un horno de Aire Caliente a 105°C durante 24 hrs.
- 3.- Una vez secos se pesan y se muelen en un molino casero, arrastrando

todas las partículas que pudieran quedar adheridas en las paredes.

4.- De el polvo seco se toman muestras homogéneas y se les determina Nitrógeno Corporal total, al cual se le resta el Nitrógeno Corporal total de ratas de igual peso, sacrificadas al comienzo del Experimento.

5.- En forma paralela se alimenta a un grupo de ratas con Proteína Patrón (caseína) y se procede de igual forma.

III RESULTADOS Y DISCUSION

CUADRO I

CONTENIDO DE MACRONUTRIMENTOS EN LA ESPI-
RULINA DESPIGMENTADA .

DETERMINACIONES	g/100 g DE PRODUCTO SECO
Humedad	4.1
Proteína	72.9
Grasa	2.0
Fibra cruda	2.2
Cenizas	5.1
Carbohidratos (por Dif.)	13.7
T O T A L	100.0

CUADRO II

CONTENIDO DE MACRONUTRIMENTOS EN LOS DERIVADOS DE LOS CEREALES
 UTILIZADOS EN LOS EXPERIMENTOS.
 (g/100 g de producto seco)

Alimento	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	F. cruda	Carbohidratos	TOTAL
Harina de maíz nixtamalizada	7.9	9.0	4.7	1.6	3.8	73.0	100.0
Harina de arroz	9.3	9.5	1.1	0.8	0.3	79.0	100.0
Fécula de maíz	9.5	---	0.5	0.06	0.2	89.7	100.0

CUADRO III
 CONTENIDO DE AMINOACIDOS
 (g/16 g de N Total)

AMINOACIDO	H. de arroz*	Harina de maíz*	Espirulina despig.
Lisina	3.4	2.5	5.04
Isoleucina	4.6	3.6	4.32
Treonina	3.2	4.7	3.81
Valina	5.4	5.4	5.85
Leucina	7.6	12.7	5.78
Triptofano	1.2	0.6	1.70
Metionina	1.9	1.9	2.58
Fenilalanina	5.3	4.4	4.39
Arginina	7.9	4.4	10.20
Histidina	2.5	2.4	1.75
Serina	-	4.4	4.41
Aspartico	-	12.3	12.87
Ac. Glutamico	-	18.4	15.84
Prolina	-	7.2	4.29
Alanina	-	10.0	7.19
Glicina	-	3.5	4.49
Cistina	1.1	1.6	-
Tirosina	5.8	4.6	4.31

CUADRO IV

MEZCLA	COMPOSICION g/100 g Mezcla Final	ORIGEN DE LA PROTEINA %	CONTENIDO DE PROTEINA g/100 g de la Mezcla Final.
Mezcla I			
Espirulina	26.0	80.0	24.0
Harina de arroz	50.33	20.0	
Fécula de maíz	23.67	--	
Mezcla II			
Espirulina	27.06	75.0	26.0
Harina de maíz Nixtamalizada.	72.94	25.0	

CUADRO V

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MEZCLAS I y II
(g/100 g DE PRODUCTO SECO)

DETERMINACION	MEZCLA I	MEZCLA II
Humedad	5.2	5.6
Cenizas	2.7	2.8
Proteína	24.8	26.6
Grasa	0.7	2.7
Fibra cruda	1.3	2.6
Carbohidratos (por Dif.)	65.3	59.7
TOTAL	100.0	100.0

CUADRO VI
 CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LAS MEZCLAS I y II.
 (g/16 g de N)

Aminoacido	Mezcla I	Mezcla II	Proteína Patrón de la F.A.O.
Lisina	5.64	4.26	4.2
Isoleucina	3.35	4.95	4.2
Treonina	4.41	4.24	2.8
Valina	5.82	5.79	4.2
Leucina	7.58	10.93	4.8
Triptofano	1.65	1.30	1.4
Metionina	1.72	2.77	2.2
Fenilalanina	4.47	4.51	2.8
Arginina	8.63	6.29	
Histidina	2.18	2.08	
Serina	4.85	4.70	
Aspartico	10.86	10.81	
Ac. Glutámico	17.93	16.89	
Prolina	--	4.02	
Alanina	6.20	6.83	
Glicina	4.06	4.00	
Cistina	--	1.95	
Tirosina	4.49	3.95	

CUADRO VII

EFICIENCIA PROTEICA (E.P.) Y UTILIZACION NETA DE LA PROTEINA (U.N.P.) DEL ALGA ESPIRULINA.

Dieta	% de proteínas en la dieta.	Número de Animales	E.P. x y D.E.	E.P. como % de E.P. de la caseína	U.N.P. x y D.E.	U.N.P. como % del U.N.P. de la caseína.
Caseína	10.0	9	3.16 ±0.29	100.0	61.5 ± 3.1	100.0
Espirulina	10.0	8	2.61 ±0.15	82	56.6 ± 4.3	92

x = Promedio
D.E. = Desviación Estándar

61.5 - 100
56.6 - x
92
61.5
56.600
1250
= 20

CUADRO VIII

EFICIENCIA PROTEICA (E.P.) Y UTILIZACION NETA DE LAS PROTEINAS (U.N.P.) DE LAS MEZCLAS DE ESPIRULINA CON CEREALES.

Dieta	% de proteínas en la dieta	Numero de Animales	E.P. X Y D.E.	E.P. como % E.P. de caseína	U.N.P. x y D.E.	U.N.P. como % de UNP de la caseína.
Caseína	10	9	3.29 ± 0.20	100.0	62.28 ± 2.89	100.0
Mezcla I	10	10	2.44 ± 0.11	74.16	44.71 ± 2.54	71.78
Mezcla II	10	9	2.23 ± 0.08	67.78	42.39 ± 1.50	68.06

X = promedio

D.E. = Desviación Estándar

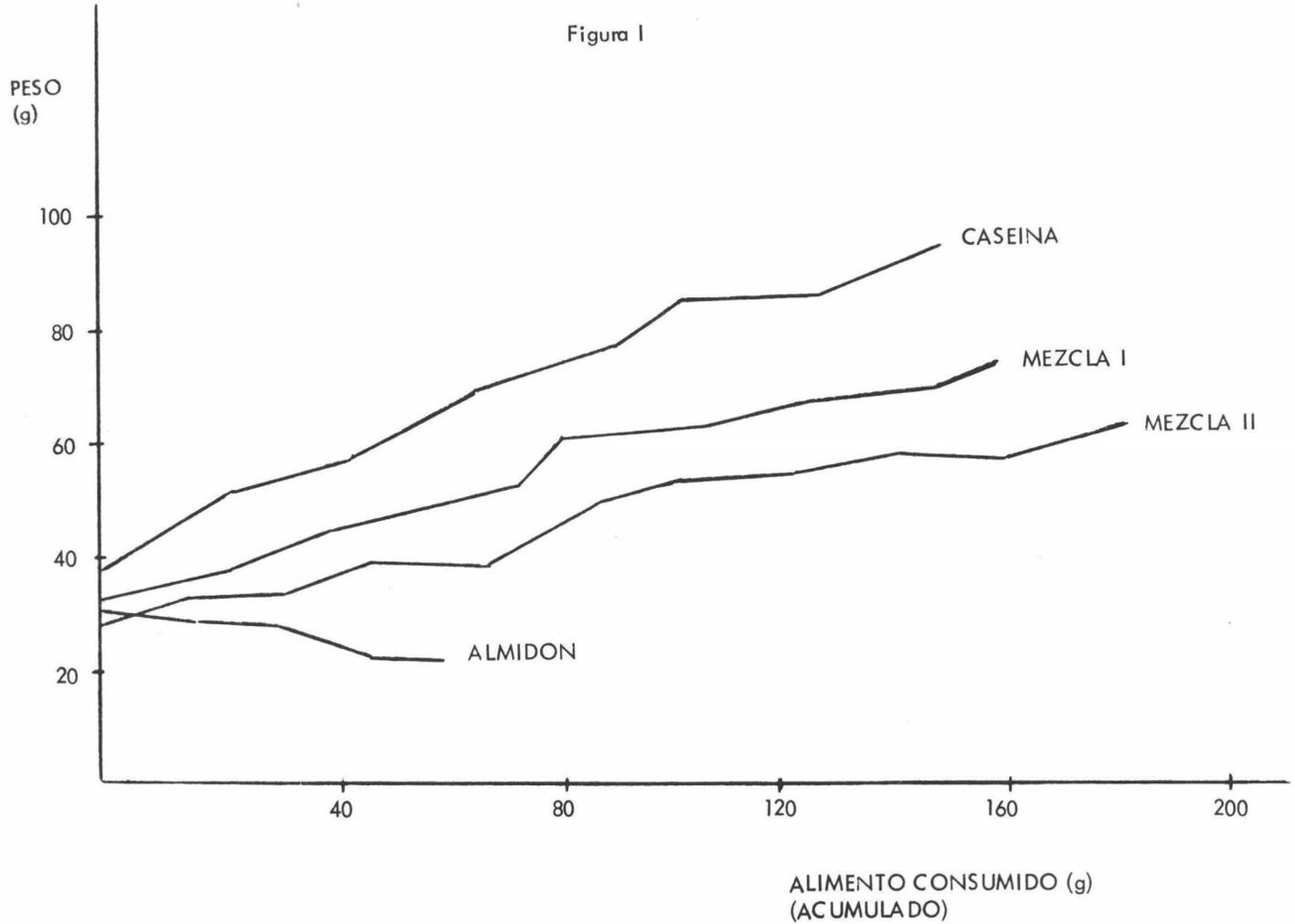
3.29 - 100



NOTA:

Cabe citar que la E.P. y la U.N.P. del maíz son del orden de 1.49 ± 0.10 y 30.5 ± 3.3 respectivamente. (3)

Figura I



CUADRO IX

FORMULACION ATOLE CHOCOLATE
(gramos)

Mezcla de cereales con espirulina (I ó II)	70.0
Sal	0.40
Cocoa obscura "sononusco"	2.50
Mezcla de saborizantes y colorantes artificiales.*	0.22

Preparación:

Suspender la formulación en 100 ml. de agua fría y agregarla a 1000 ml. de leche, de agua ó de una combinación de ambas al 50% ca - lientes; añadir 75 g de azúcar y cuando esté hirviendo agitar esporádica - mente. Dejar en ebullición a fuego lento por 10 minutos.

* Se agradece la colaboración de Colorantes Deiman, S.A., así como de International Flavors & Fragrances Méx. S.A. de C.V.

CUADRO X

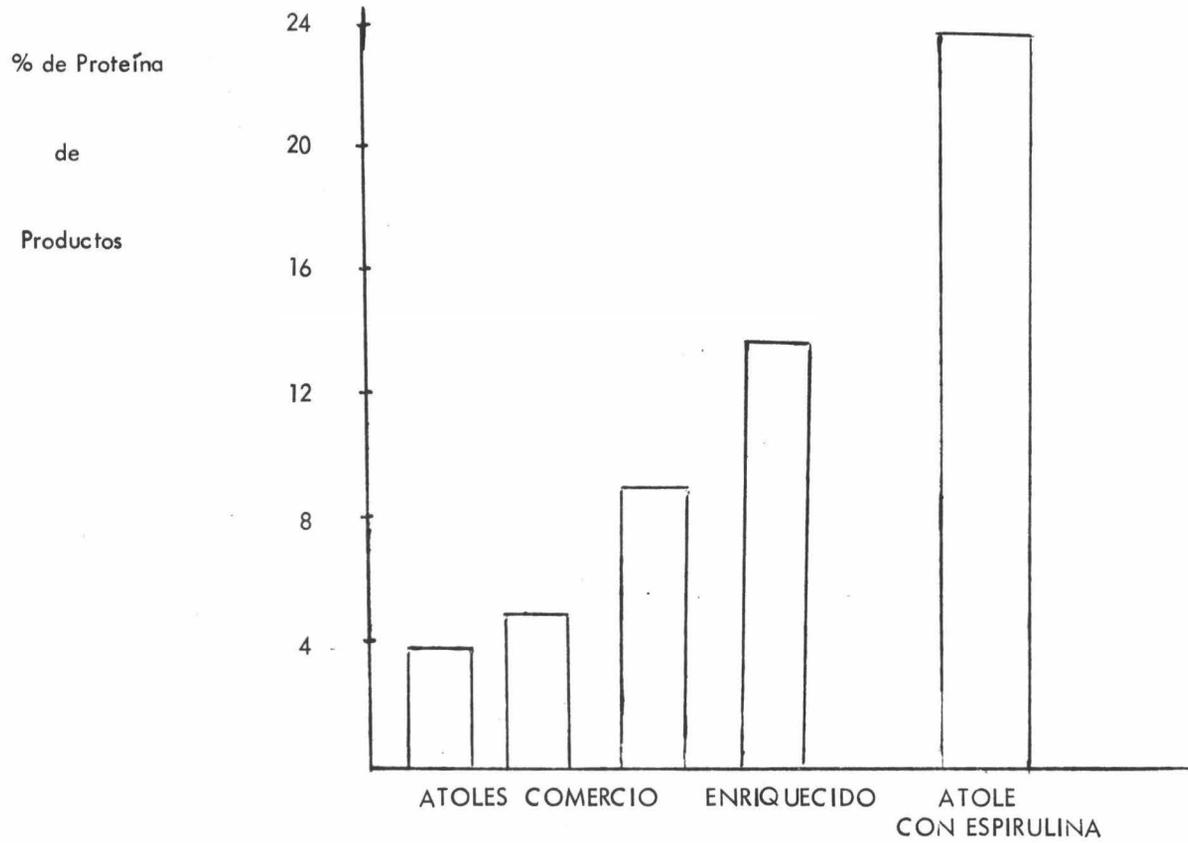
CARACTERISTICAS DE LA FORMULA PREPARADA

Consistencia	Espesa
Color	Chocolare Oscuro
Sabor	Chocolate Avainillado
Olor	Agradable.

La temperatura a la que se realizaron las observaciones fue de -
65 °C.

FIGURA II

CONTENIDO DE PROTEINA EN PRODUCTOS SIMILARES
EN EL MERCADO



DISCUSION

En el Cuadro I se muestra el análisis bromatológico de la espirulina despigmentada. Se observa su alta concentración de proteína y su bajo contenido de fibra cruda, que permite suponer que el producto es de baja digestión.

En el cuadro II se presenta el análisis bromatológico de los derivados de cereales que se utilizaron en las mezclas, pudiéndose observar la baja concentración de proteínas y el alto contenido en carbohidratos de los tres productos que son utilizados tan frecuentemente en el destete.

En el cuadro III se presenta el análisis de aminoácidos indispensables de la proteína de la harina de arroz, de harina de maíz y de la espirulina despigmentada. Para esta última se informa también los aminoácidos no indispensables, ya que se considera que son datos de interés colateral. Cabe destacar que la proteína de la harina de arroz, es limitante en lisina y metionina, que la proteína de la harina de maíz es limitante en lisina, isoleucina, metionina y especialmente en triptofano y que la proteína de la espirulina despigmentada, cuando menos en este análisis no es deficiente en ninguno de los aminoácidos indispensables é inclusive tiene un buen exceso de lisina, de metionina y de triptofano.

En el cuadro IV se presentan los datos principales de las dos mezclas de espirulina con derivados de cereales que se diseñaron. Conviene recordar que el criterio de este diseño fue principalmente el de obtener un producto organolépticamente adecuado, sin dejar de tomar en cuenta la complementación de aminoácidos. Como se ve, la mezcla I contiene 24 g. de proteína por 100 g de producto, de las cuales casi el 80% proviene de la espirulina. La mezcla II contiene 26 g de proteína por 100 g de producto, 75% de las cuales provienen de la espirulina. En ambos casos la adición a estos cereales de cantidades relativamente bajas del alga, casi triplicó su concentración de proteínas.

En el cuadro V se presenta el análisis bromatológico de ambas mezclas.

En el cuadro VI se muestra el análisis de aminoácidos de las dos mezclas. La mezcla I es limitante en isoleucina (0.80%) y especialmente en metionina (0.79%), pero es especialmente rica en lisina y triptofano.

Estos resultados no concuerdan con la predicción que se hizo con los datos del cuadro III, sin embargo debe tomarse en cuenta que los datos de la harina de arroz que se muestran en el cuadro III, se obtuvieron de

la literatura y es posible que estemos manejando variedades de arroz diferentes a las que se usaron para el informe mencionado. De todas formas, se puede concluir que la calificación proteica de la mezcla I (79%), es satisfactoria.

La mezcla II fue limitante unicamente en triptofano (casi 93%); también aqui hay algunos datos discordantes con los referidos en el cuadro III, ya que cabía esperar una menor cantidad de isoleucina, leucina y metionina. Puede tambien concluirse, que la mezcla II tiene una calificación proteica de 93%, es decir que es un producto de muy alta calidad proteica. El elevado contenido de leucina, que refleja la presencia de maíz en la mezcla, puede ocasionar problemas de utilización, ya que la isoleucina y valina, aminoacidos con los que la leucina compite, no estan similarmente elevados.

En el cuadro VII se presentan los resultados de la evaluación biológica de la calidad de la proteína de la espirulina y de la caseína que se utiliza como patrón de comparación. Puede observarse que tanto en E.P. como en U.N.P., la espirulina es moderadamente inferior a la caseína. Con ambas pruebas, los resultados tuvieron poca variabilidad entre animales, lo que confiere a estos datos, un mayor valor estadístico.

Generalmente se utilizan estos dos métodos (E.P. y U.N.P.) para mayor seguridad en la interpretación de los resultados y se le confiere mayor valor a la U.N.P. porque mide directamente la retención de nitrógeno. Puede concluirse por lo tanto que la proteína de espirulina tiene una alta calidad (92% de la caseína), cuando constituye el 10% del peso total de una dieta.

Con los datos del cuadro III, se hubiera esperado una calidad cuando menos semejante a la de la caseína y aunque la diferencia no es importante, no se tiene una explicación para estos resultados, fuera del efecto de la variación biológica de los animales de experimentación.

En el cuadro VIII se presentan los resultados de E.P. y U.N.P. de las proteínas de las mezclas de espirulina y cereales y de la caseína como patrón de comparación. La variación de los resultados es pequeña, lo que da mayor fuerza a estos resultados. La mezcla I tuvo una E.P. y una U.N.P. de 74 y 72% de los de la caseína respectivamente. Estos resultados concuerdan con la calificación proteica que se había calculado. La mezcla II tuvo una E.P. y una U.N.P. de 68% con respecto a la caseína, es decir que ambas pruebas indican que es inferior a la mezcla I; la diferencia fue estadísticamente significativa, tanto para E.P. - -

($P < 0.005$) como para U.N.P. ($P < 0.05$).

El análisis de aminoácidos de esta mezcla II indicaba una calidad mucho mayor que la que se obtuvo por métodos biológicos y la única explicación que se puede dar para ello, es el desequilibrio entre los aminoácidos ramificados.

De cualquier manera cabe concluir que la adición de cantidades relativamente bajas de espirulina a los cereales, no solo eleva su contenido de proteínas, sino también la calidad de las mismas.

La figura I muestra el promedio de peso de los animales alimentados con dietas basadas en caseína, mezcla I, mezcla II y almidón (sin proteínas) a distintos niveles de consumo acumulado. Es una representación gráfica de E.P. y sirve simplemente para ilustrar los resultados del cuadro VIII.

En el cuadro IX se presentan los datos de composición y manera de preparar el atole de sabor chocolate, hecho a base de las mezclas de espirulina. Y en el cuadro X se presentan algunas características importantes del producto. En la figura II se muestran comparativamente la concentración de proteínas de distintos productos existentes en el mercado con el atole a base de espirulina. Cabe comentar que el producto es de

fácil preparación, que es de sabor y apariencia agradable y que aporta - casi el doble de proteínas que el producto comercial de mayor concentración proteica .

La mezcla I contiene 366 Kcal/100 g; si se utilizan 70 g para preparar 1 l de atole y si a este se agregan 75 g de azúcar (aprox.300 Kcal), se tiene un producto que aporta 557 Kcal y 16.8 g. de proteína, con una relación calórico proteica de 33 Kcal/ g de proteína .

La mezcla II contiene 370 Kcal/100 g; usando 70 g de la mezcla y 75 g de azúcar para preparar 1 l de atole, este contiene casi 560 Kcal y 18.2 g de proteínas, con una relación calórico proteica de 31 Kcal/g - de proteína .

Es muy importante la consideración de la mencionada relación - calórico proteica dentro de una dieta, ya que es un hecho bien establecido, que dentro de cierto rango, la utilización de proteínas es mejor a mayores concentraciones de calorías. En el I.N.N. se considera que la relación más conveniente es la de 30 a 40 Kcal/g de proteína, evitando - se con ello una exagerada utilización de estas últimas para fines energé - ticos .

Uno de los puntos críticos cuando se diseñan alimentos destina -

dos al uso popular, es su precio al público, ya que uno de los factores fundamentales de la desnutrición es el bajo poder de compra de la población. La compañía Sosa Texcoco nos expresó que el precio de la espirulina en la actualidad es de \$5.00 Kg. y de 7.00 Kg. cuando está decolorada y que una vez pasada la fase piloto actual, estos precios deberán disminuir. Con este dato y con los obtenidos en la CONASUPO y en la SIC para las otras materias primas, se calculó que 1 l de atole preparado con la mezcla I cuesta \$0.53 y con la mezcla II \$0.35 incluyendo todos los componentes de la formulación, pero sin incluir los costos de empaque distribución y manejo de las mezclas. Esto quiere decir que el g de proteína de la mezcla I cuesta un poco más de tres centavos y el de la mezcla II de dos centavos; asimismo, un centavo rinde casi 11 Kcal en la mezcla I y 16 Kcal en la mezcla II.

La utilización de "proteína unicelular" ha sido considerada en los últimos 10 años como uno de los grandes recursos que brinda el futuro para la alimentación de una población mundial creciente. Muchos esfuerzos, tiempo y recursos económicos se han invertido en la investigación de la producción, valor nutritivo y aplicación práctica de la proteína de microorganismos. El grupo asesor en proteínas de la O.N.U. ha celebra-

do numerosas discusiones para tratar de uniformar los criterios de investigación en este campo, para velar por la seguridad de los consumidores potenciales; uno de los aspectos que más ha preocupado a este grupo es el de la inocuidad de productos que tradicionalmente no han formado parte de la dieta humana y ha elaborado una guía de los estudios que se precisan realizar para asegurar que una proteína nueva no es tóxica.

Creemos que una medida así tiene una extraordinaria importancia ya que la urgencia por encontrar nuevos productos y mejores recursos no se contrapone con la necesidad de proteger la salud del consumidor.

La espirulina ha sido consumida por siglos en Africa y muy probablemente formó parte de la dieta de los aztecas, lo cual sugiere que el producto no tiene efectos negativos para quien la consume, sobre todo si el producto ha de utilizarse en forma masiva y por tiempo indefinido. La espirulina ofrece indudables ventajas pero deberá ser sometida a los estudios recomendados por el grupo asesor de la O.N.U. antes de que sea aprovechada adecuadamente con fines de alimentación humana. El I.N.N. ha promovido la realización de un programa de estudio toxicológico del alga, que se está iniciando.

Mientras no se tengan los resultados, no se podrá emitir el juicio

definitivo, pero se ha juzgado conveniente avanzar en otros campos de estudio, a fin de ganar tiempo y sin hacer inversiones desproporcionadas de dinero y de esfuerzo. Estos otros campos, tambien críticos, son el estudio de metodos aun mejores de producción y el estudio de las formas de introducción de la espirulina a la dieta.

Esta tesis representa una contribución en este ultimo aspecto, que habrá de encontrar aplicación cabal, si la espirulina resulta inocua. Por lo pronto se logró obtener un producto barato, de alto valor nutritivo, nutriólogicamente balanceado y cuya forma de presentación como atole, puede tener un impacto serio en la nutrición infantil, si consideramos que los atoles constituyen el alimento habitual del destete en las poblaciones de bajos recursos.

CONCLUSIONES

1.- El tratamiento de decoloración por solventes de la espirulina ofrece amplias ventajas: a) obtención de un concentrado proteico factible de mezclarse con productos pobres en proteína; b) notable mejoría de sus propiedades organolépticas; c) no hay alteración de la calidad de la proteína como se demuestra en el contenido de aminoácidos, los cuales en algunos casos (lis., met., tri.) están por arriba de los niveles mínimos de la F.A.O. Este tratamiento debe perfeccionarse para obtener los mejores resultados.

2.- Dada la baja calidad y cantidad de la proteína de los cereales, queda claro que la adición a estos de una fuente proteica no convencional, mejora grandemente el nivel nutritivo de ellos, como se observa en este estudio.

3.- En comparación con otros, este concentrado proteico ofrece buenas perspectivas económicas.

4.- Debido a los problemas nutricionales que se observan principalmente en el medio rural, a causa de que en el destete no se le supe al

niño con una alimentación adecuada, la adición de este concentrado a un alimento del tipo atoles, constituidos básicamente por cereales, ayuda fuertemente a mejorar la alimentación infantil de esas zonas.

5.- Aprovechando las características fisicoquímicas de los atoles, se favorece la incorporación de el concentrado proteico a este tipo de alimentos.

6.- Como ya se mencionó, este producto tendrá aplicación real cuando se concluyan los estudios de la PAG y se encuentre como es de esperarse, la inocuidad de la espirulina.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Association of Official Agricultural Chemist (A.O.A.C.)
Official Methods of Analysis
10 a Ed.
Washington D.C. (1965)
- 2.- Bender A.F., Doellib H.
Biological Evaluation of Proteins. A new aspect
Brit. J. Nutr. 2-140 1957
- 3.- Bourges H., Chavez A , Arroyo P.
Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana
Publicación L-17 de la División de Nutrición. Instituto Na -
cional de la Nutrición México (1970).
- 4.- Bourges H., Sotomayor A. Mendoza E.
Utilization of the Alga Spirulina as a Protein Source
Nutrition Report International. Jul. 71 Vol. 4 No.1
- 5.- Burton T.B.
Nutrición Humana
Publicación de la Organización Panamericana de la Salud
- 6.- Chavez A.
Prevención de la Desnutrición Infantil
Salud Pública de México. Vol. VIII (1966)
- 7.- Chavez A.
Manual de Nutrición Básica
División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición
México (1964)
- 8.- Chavez A.
Nutrition and Development of infants from pour rural areas
Nutrition Reports International. Feb. 1972 Vol. 5 No. 2

- 9.- Clement G. Durand- Chastel M.H. & Henny M.V.
A New Algae
International Symposium of new sources of protein for human
consumption. Amsterdam (1968)
- 10.- Dam R. Lee S. et al
Utilization of algae as a Protein Source for humans
J. Nutrition 86, 376 (1965)
- 11.- Comité Asesor sobre la aplicación de la Ciencia y Tecnología
al desarrollo.
Acción Internacional para evitar la inminente crisis de Proteínas
Publicacion de las Naciones Unidas. New York (1968).
- 12.- F.A.O. Las Proteínas clave de la alimentación Mundial
Publicación No. 5 Roma (1966).
- 13.- F.A.O. Protein Requeriments.
Nutr. Studies No. 16 Food and Agricultural Organization of the
United Nations. Roma (1957)
- 14.- Farrar W.V.
Tecuítlatl a glimpse of Aztec Food Technology
Nature 211 (5047) 341 (1966)
- 15.- Gordon J.F.
Algal Proteins and the Human Diet in Protein as Human Food
R.A. Lawrie Ed
Butterworths London (1970) p. 328
- 16.- Joslyn M. A.
Methods in Food Analysis
Ed. Academic Press Inc.
2nd Ed. (1970)
- 17.- Melaughlan J.M., Camphell J.A.
The Mammalian Protein Metabolism
Cap. 29 Vol. III
Ed. Academic Press Inc.
New York (1969)

- 18.- Mendoza M.E.
Aspectos Nutricionales de una Proteína Unicelular
Tecnología de Alimentos No. 6 (1971)
- 19.- Mendoza E.
El valor de las mezclas Proteicas en la alimentación Humana
Tecnología de Alimentos. Vol. IV No. 3 (1969)
- 20.- Miller D.S.
A procedure for determination of N.P.U. using rats body N
technique. Evaluation of Protein Quality.
Publication 1100 National Academy of Sciences
Washington D.C. (1965)
- 21.- Pearson D.
The Chemical Analysis of Foods
6 th Ed. J.A. Churchill
London (1970)
- 22.- Ramírez J. Arroyo P. Chavez A.
Aspectos socioeconómicos de los alimentos y la alimentación
Sobretiro de Comercio Exterior Vol. XXI No. 8 agosto (1971)
México
- 23.- Spies J.R. & Chambers D.C.
Chemical Determination of tryptophan in Proteins
Analytical Chemistry 21 1249 (1949)
- 24.- Santillán C .
Las Algas microscópicas como nueva fuente de alimentos para
animales y humanos.
Tecnología de Alimentos No. 5 (1971) México.
- 25.- Santillán C., Parra P.
Avances en el desarrollo de productos alimenticios a partir de
espirulina.
IX Congreso Internacional de Nutrición.
México septiembre 1972

- 26.- Santillán C.
Comunicación Personal.
- 27.- Tello M.F.
Comunicación Personal.
- 28.- Stein W., Moore S.
Chromatography of aminoacids on sulfonated polystyrene resins
J. Biol. Chem. 192 : 663 (1951).
- 29.- González N.C.
Aplicación de la cromatografía al estudio del valor biológico
de las proteínas. Tesis Profesional. Escuela Nacional de -
Ciencias Químicas.
U.N.A.M. México (1960)
- 30.- Zubirán S.
Encuestas Nutricionales en México
División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición.
México 1965.