

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



PREPARACION Y ANALISIS DE TEMPEH
UN ALIMENTO ORIENTAL

406

T E S I S

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

CARLOS SALAZAR OLVERA
JORGE MANUEL VAZQUEZ RAMOS

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 1976
U.t. -

CLAS. Tesis
ADQ. - 1976
FECHA
PROC. LL

~~383~~ 384



384

PRESIDENTE: Natalia Salcedo Olavarrieta

VOCAL: Ninfa Guerrero de Callejas

Jurado asignado SECRETARIO: Angela Sotelo López
originalmente 1er. SUPLENTE: Rubén Berra García y Coss
según el tema. 2do. SUPLENTE: Mercedes Irueste Lassala

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química U.N.A.M.

Nombre completo y firma del sustentante:

Carlos Salazar Olvera

Jorge Manuel Vázquez Ramos

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Natalia Salcedo Olavarrieta

Nombre completo y firma del supervisor técnico:

Mercedes Irueste A. de Lassala

A NUESTROS QUERIDOS PADRES POR
SU ESFUERZO Y COMPRENSION

A NUESTROS HERMANOS

AL RECUERDO SIEMPRE
VIVO DE PEDRO Y JAVIER

A NUESTRA MAESTRA Y AMIGA
MARIA LUISA GARCIA PADILLA
POR SU ENORME AYUDA DESINTERESADA

A LAS MAESTRAS NATALIA SALCEDO O.
MERCEDES IRUESTE L.
MAGDALENA ACOSTA S.

AL DEPARTAMENTO DE MICRO
BIOLOGIA, ESPECIALMENTE A
LA SECCION DE SERVICIO SO-
CIAL

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES	5
III. PARTE EXPERIMENTAL	52
IV. RESULTADOS	72
V. DISCUSION	78
VI. CONCLUSIONES	95
VII. BIBLIOGRAFIA	97

1.- INTRODUCCION

[La conducta, el esfuerzo y la actividad humanos están íntimamente subordinados al valor energético de la dieta -- que consume.

La historia de la humanidad es un ejemplo evidente de la verdad de esta aseveración, ya que sólo los pueblos bien alimentados han sido capaces de alcanzar un alto grado de desarrollo socio-económico. La alimentación insuficiente, mantenida durante siglos, que recibe tradicionalmente cerca de la mitad de los pobladores de nuestro país, ha sido el impedimento principal para alcanzar altos niveles de progreso, y ha tenido repercusiones biológicas, clínicas y sociales, cuya importancia y magnitud son de gran significación; estas repercusiones se manifiestan en la actualidad a través de un proceso de adaptación a una reducción en la ingestión de alimentos mediante una disminución de los requerimientos, hasta un grado en que pueden ser satisfechos, lo que da lugar al cuadro que se ha calificado de desnutrición crónica, que además

de los daños a la constitución física del individuo, merma su capacidad de trabajo y de esfuerzo y establece un patrón cultural que afecta tanto al individuo -en su felicidad y su bienestar- como a la comunidad en que vive y a la nación en su conjunto.

Uno de los grupos más vulnerables a la desnutrición, es el de los niños recién destetados y preescolares que pasan de una alimentación buena como es la leche materna a una alimentación basada fundamentalmente en cereales y poca leche. Este problema se presenta en forma uniforme en la gran población infantil de países subdesarrollados o en vías de desarrollo como el nuestro, en el que además la tasa de natalidad es de casi el 4%.

La forma como se trata de mejorar la alimentación deficiente en proteínas de origen animal -en diversas partes del mundo-, es adicionando a los cereales proteínas de leguminosas y oleaginosas con lo cual se puede lograr un balance adecuado de los aminoácidos indispensables.

A través de los siglos los pobladores del campo reducen su esfuerzo, su impulso y su afán de progreso como lógica consecuencia de la pobreza de su dieta. De esta situación se desprende la afirmación de que la nutrición humana y el desarrollo socio-económico son dos conceptos estrechamente vinculados que no es posible desligar, ya que el uno depende del otro y no puede aceptarse que un pueblo, cuyos hombres no tengan buen estado nutricional, sea capaz de un desarrollo socio-económico adecuado.

Preocupados por estos problemas y tratando de encontrar un medio para lograr la solución de alguno de ellos, aplicable a la idiosincracia de nuestro país, hemos desarrollado el presente trabajo. Así, en el primer capítulo, se presentan los antecedentes necesarios al tema desarrollado, es decir, cuáles son los requerimientos nutritivos para el humano, cuáles son los principales alimentos disponibles actualmente en el mundo, y la necesidad de introducir en México y el mundo alimentos para cu-

brir las deficiencias nutricionales, así como datos sobre la soya, principal materia prima del alimento propuesto; datos sobre la tradición de alimentos fermentados en México y aspectos psicológicos que influyen para la aceptabilidad de los nuevos alimentos. Los capítulos subsecuentes se ocupan de los análisis bromatológicos efectuados en los diferentes tempers producidos, los resultados obtenidos en las pruebas panel; así como las conclusiones a las que llegamos tratando de cumplir con el objetivo planteado.

II. GENERALIDADES

II.A. La interrogante: qué comer.

En todo esfuerzo que la sociedad y los gobiernos realizan, la meta final, la más significativa y aquella hacia donde — se encauzan todos los propósitos, es el hombre. Todos los programas de organización y desarrollo socio-económico conducen esencialmente a conquistar el bienestar del hombre como individuo y, en niveles distintos, el de su familia como célula fundamental de la sociedad, y el de la comunidad y la nación a la que pertenece.

Dentro de estas ideas, el concepto de salud es sin duda el primordial y más trascendente, entendiéndolo por salud el disfrute del más completo bienestar físico, mental y social. A este respecto, es preciso aclarar que la salud no es una bella y utópica estampa inmutable, o una condición estática idealizada, sino el resultado de un proceso dinámico de adaptación del individuo a un medio constantemente variable, diferente en cada momento y en el que a cada paso tropieza con poderosas fuerzas que lo amenazan; este

proceso dinámico ajusta al individuo a las nuevas situaciones en que lo coloca el inquieto movimiento de la vida.

Innumerables factores contribuyen a lograr este ajuste, esta adaptación, este equilibrio inestable, conducente al disfrute del mayor bienestar del individuo, que es realmente lo que debe entenderse como salud. Algunos de ellos tienen el más alto valor, ya que son indispensables para la conservación de la vida misma y para satisfacer el derecho de existir. En ese nivel se encuentran el del aire que se respira, o los materiales energéticos, los plásticos o reguladores, que el organismo utiliza para el desempeño de sus funciones y para la conservación de su integridad orgánica, mismos que están contenidos en los alimentos.

Una alimentación equilibrada requiere de una adecuada combinación de calorías, proteínas, vitaminas y minerales. De ese modo el organismo humano obtiene la energía necesaria para su correcto funcionamiento.

El aprovechamiento de esos recursos energéticos contenidos en los alimentos que consume el hombre y la utilización

para su beneficio, comprende, en su conjunto, lo que puede ser designado como nutrición. Sólo cuando el hombre dispone de esos alimentos en cantidad suficiente y calidad apropiada, es capaz de cumplir con su función creadora y de conquistar para sí la salud.

La buena nutrición debe ser, por lo tanto, un fin que se persigue para el desarrollo y, al mismo tiempo, un medio indispensable para alcanzarlo. A este respecto existen cifras que demuestran cuál es la situación que prevalece en nuestro país en lo que se refiere a la alimentación: Así entre 18 y 20 millones de personas del medio rural, que equivalen aproximadamente al 35% de la población total, continúan consumiendo una dieta monótona, tradicional, desde hace varios siglos, basada en el maíz.

Este cereal, que tiene muchas deficiencias, es suplementado en forma precaria, en cuanto a proteínas se refiere, con frijol y con carne en escasa cantidad, y en lo que respecta a vitaminas, por algunas verduras y frutas, como el chile, el jitomate y otras de recolección en determinadas épocas.

cas del año. Un 25% de la población recibe alimentación -- que puede calificarse de buena, mientras que el otro 40% la recibe de mediana calidad. (6)

La salud pública, tanto en el aspecto de nutrición como en el de higiene de los alimentos, debe ser auxiliada por los nuevos recursos de que dispone la moderna tecnología de los alimentos, para así poder resolver los problemas de los sectores de población mal alimentados, antes mencionados.

El papel de la tecnología de alimentos en la salud pública debe ser doble; por un lado, hacer disponibles más alimentos procesados mediante sistemas que permitan una utilización óptima de los recursos, y por otro, mejores alimentos tanto en valor nutritivo como en calidad sanitaria. En general, la tecnología de los alimentos tiende a promover el desarrollo económico de las regiones productoras, - hace llegar productos a poblaciones que por su localización no podrían disponer de ellos sin previa industrialización, - promueve una disponibilidad estable de los alimentos en to

das las épocas del año y evita pérdidas, además de que permite, con igual cantidad de recursos, aumentar el valor nutritivo de los propios alimentos y mejorar su calidad higiénica.

En relación a la posibilidad de distribuir algún alimento de alto valor nutritivo, en la actualidad se está investigando mucho en todo el mundo y ya se cuenta con varios productos que técnicamente son bastante aceptables y en un futuro próximo se podrá disponer de otros más, quizás mejores. Sin embargo, deben cumplir con los requisitos especificados -- por Waterlow y Stephen, de: a) abundancia, b) bajo precio, c) Buena calidad higiénica, d) nula toxicidad, e) alto valor nutritivo, f) fácil conservación, g) buena aceptación y h) facilidad de uso en la dieta nacional. (6).

II.B. Alimentos disponibles (1)

1.- Granos:

Los cereales proporcionan aproximadamente la mitad de los requerimientos de proteína ya sea en forma directa, o en forma indirecta (productos de ganadería).

El contenido de proteína de los distintos granos oscila entre

7 y 14%, dicha protefna es de baja calidad ya que tienen baja concentración y/o carencia de uno o más aminoácidos - - esenciales.) por ejemplo el caso del trigo es pobre en lisina. Sin embargo, es conveniente hacer notar que las protefnas vegetales se suplementan entre sí, de manera que su combinación aporta un equilibrio mejor de aminoácidos del que aportaría un solo alimento cuya protefna fuese completa en cuanto al contenido de aminoácidos.

Los granos son y serán la más importante fuente de protefna adicional en aquellas áreas tropicales donde el alimento básico es rico en carbohidratos y los recursos económicos escasos.

2. Leguminosas:

Este tipo de productos es de los cultivos, el que provee la mayor fuente rica en protefnas, además de que juega un importante papel para satisfacer las demandas de este nutri- - mento en muchas áreas en donde los productos de origen - animal no pueden ser abastecidos. Este tipo de productos - contiene aproximadamente del 20 al 40% de protefna sobre -

base seca, } teniendo la ventaja adicional de que enriquece el contenido de nitrógeno del suelo mediante la fijación simbiótica con microorganismos y como desventaja la limitación en aminoácidos azufrados.

Son favorables los proyectos para una mayor expansión de dichos cultivos debido al amplio margen de adaptabilidad de varias especies y variedades. [En el Lejano Oriente los productos de soya son de una gran importancia como fuente de proteína en su dieta diaria, de modo que ciertos productos absorben aproximadamente 500,000 toneladas de frijol soya en el Japón, constituyendo el 10% de la proteína ingerida por individuo. Esto está en contraste con algunos otros países, que tienen una gran producción de cacahuete, frijol de soya, y otras leguminosas que podrían ser una fuente potencial de suministro de proteínas para consumo humano; } pero en estos países esta fuente de proteína es exportada o usada localmente para alimentación del ganado, como fertilizante o como combustible.

[Las leguminosas constituyen una de las fuentes potenciales

de proteína más baratas. La producción por hectárea de - -
proteína derivada de leguminosas es 10 veces mayor que la
obtenida en forma de carne, 5 veces más que la obtenida en
forma de leche y el doble de las de los cereales, razón por
la cual en los últimos años se ha extendido su cultivo y co--
mo consecuencia se ha elevado su consumo en ciertos países
en Latinoamérica.]

Producción.- Las fuentes proteínicas vegetales se han visto
incrementadas en los últimos años, sobre todo con el siste-
ma de riego. La superficie cultivada para producción de - -
granos y cereales en la República Mexicana en la última dé-
cada, se observa en la tabla No. 1, en donde se especifica -
el tipo de riego utilizado.

TABLA 1

SUPERFICIE CULTIVADA (Millones de Hectáreas) (4)				
	1965	1970	1974	1975
Temporal	10.88	11.86	12.40	11.93
Riego	2.79	3.04	3.50	4.74
Humedad	1.10	1.10	1.10	1.10
Total	14.77	16.00	17.00	17.77

Por otro lado, en la tabla No. 2 se analizan algunos de los cultivos en cuanto se refiere a superficie cosechada y producción; tomando en cuenta que los datos más recientes pueden ser presuntivos, ya que el censo real se obtiene casi siempre un año o dos después de su vigencia.

TABLA 2

PRINCIPALES CULTIVOS, PRODUCCION Y AREA (4)

	Superficie Cosechada	Producción	
	(Miles de Hectáreas)	(Miles de Ton)	
	1975	1974	1975
Mafz	7,411	7,783	10,227
Frijol	2,011	895	1,132
Trigo	1,127	2,669	3,293
Arroz	187.5	492	623
Sorgo	905	3,146	3,419
Soya	345.3	489	545

Asimismo se analizan los precios de garantía para los principales cultivos en el Mercado Internacional en la tabla No. 3 notándose un valor más bajo para el trigo y la soya, com-

parados con el frijol. Siendo estos precios, un indicio a favor del uso y consumo de la soya.

TABLA 3

· PRECIOS DE GARANTIA (2)
(Pesos por Tonelada)

	1965-1970	1974	1975	1976
Mafz	940	1500	1750-1900	1900
Trigo	913	1300-1500	1750	1750
Frijol	1750	5000-6000	6000	4750
Arroz Palay	1900	3000	3000	2500
Sorgo en grano	575	1100-1420	1600	1600
Soya	----	3000	3500	3500

3. Verduras:

De todos los cultivos, aquellos del tipo follaje vegetal, como las espinacas, dan los más altos rendimientos en lo que respecta a producción de protefna por unidad de área y tiempo. Ya que 4046 m2. de tierra laborable produce en 3 a 4 - meses aproximadamente 8 toneladas de espinaca fresca, la cual contiene 160 Kg. de protefna, en cambio la misma área de tierra para pastura en la producción lechera produce - -

2,000 litros de leche que representan únicamente 100 Kg. de proteína.

Al igual que los granos el potencial de contribución de las verduras a la dieta de proteína humana, está limitado por su volumen ya que se debe consumir una gran cantidad de dicho producto para obtener el requerimiento mínimo de proteína.

4.- Productos Alimenticios de Origen Animal:

Los alimentos proteínicos de origen animal son preferidos por su mejor calidad y porque además contienen otros constituyentes importantes en la nutrición humana.

Uno de estos productos es la leche, la cual en el norte de Europa y Estados Unidos tiene un alto consumo inclusive considerado como excesivo; mientras que en el Oriente (excluyendo Japón) y Africa, el consumo de leche por habitante es muy bajo y su costo demasiado alto. En la India, medio litro de leche diaria, puede requerir la mitad del gasto destinado para el consumo de alimentos. Hay muchas dificultades técnicas para incrementar la producción de leche en los

países en desarrollo, particularmente si se tiene como fin producir la a bajo costo.

Los productos derivados de la leche contienen las siguientes proteínas: caseína y lactoalbúmina; ambas completas, esto suministra una proporción adecuada de aminoácidos. La leche es el alimento proteínico que la naturaleza proporciona a los mamíferos jóvenes y se emplea la de varios para consumo humano.

La más atractiva fuente de proteína, desde el punto de vista organoléptico, es la proteína de carne, sujeta a restricciones por algunas religiones. El consumo de carne se eleva según los ingresos del país, así, en los Estados Unidos, el consumo de carne es de 90.9 Kg. "per capita" anualmente, mientras que en Liberia y Sierra Leona, apenas alcanza la cifra de 1.0 y 2.0 Kg. respectivamente.

La carne es una forma de proteína animal sintetizada por cada especie para cubrir sus necesidades específicas, respecto a crecimiento y mantenimiento tisular. Su contenido de aminoácidos es muy semejante al del ser humano. La car

ne de res, de aves de corral y mariscos varía en su contenido de protefnas en razón inversa al contenido de humedad. La carne de cerdo contiene mayor cantidad de grasa que las otras carnes. Las vísceras, término que se aplica a los órganos y glándulas de los animales, incluyendo hígado, riñones, corazón, etc., son ricas en vitaminas y minerales. El término de aves de corral incluye varias especies de aves domésticas.

5.- Productos del Mar:

En los países en desarrollo los problemas de mercado y - transporte han limitado en muchas partes su consumo. Sin embargo, el pescado seco se usa como una buena fuente de proteína en Africa tropical, así como el pescado seco y fermentado se emplea mucho en ciertas partes de Asia.

En 1975, el volumen de la explotación pesquera en México - aumentó considerablemente comparado con el año de 1974; - según se aprecia en la tabla No. 4. Esta explotación podría aumentarse, cambiando sobre todo la idiosincracia y cos- - tumbres étnicas de nutrición.

Se espera que el pescado y sus derivados puedan competir ventajosamente con otros alimentos proteínicos en base a los límites de suministros, ya que 10 de los 46 millones de toneladas de pesca en la actualidad, son reducidos a harina para consumo animal, de los cuales aparentemente no son consumidos inmediatamente, sino que una gran parte es almacenada. Sin embargo, el poder utilizar esta fuente de proteínas como potencial para el consumo humano involucra una mayor investigación para su mejor aceptabilidad, lo que incrementa los costos de producción.

El proyecto del uso del pescado como una fuente de proteínas es de especial interés, ya que su producción es menos complicada que la de la obtención de proteína de ganado, además de que el potencial mundial de producción de pescado, se estima que podría incrementarse hasta 2.5 veces del nivel actual. La carne de pescado se compara favorablemente con la carne de ganado y la carne de ave de corral como fuente de proteína adecuada.

TABLA 4

VOLUMEN DE LA EXPLOTACION PESQUERA (2)
(Toneladas)

	1965	1970	1974	1975
TOTAL	187,922	254,472	389,969	451,330
<u>Consumo humano</u>	161,476	201,443	259,166	293,535
Abulón	3,251	2,818	2,547	2,692
Almeja	1,210	2,072	3,022	2,944
Arún	2,144	7,010	14,659	17,607
Barrilete	1,780	3,438	3,852	6,394
Camarón	35,572	42,872	47,705	43,786
Cazón	2,032	2,687	5,437	4,987
Corvina	2,333	2,767	2,396	2,718
Charal	627	1,096	1,450	1,431
Huachinango	3,969	4,347	4,560	3,847
Langosta	1,177	1,554	1,676	1,661
Lisa	3,372	3,199	4,186	5,519
Mero	7,292	8,518	13,391	13,015
Mojarra	1,919	3,038	8,008	11,033
Ostión	22,818	32,764	26,813	26,988
Pargo	1,668	1,215	992	1,286
Pulpo	791	1,507	3,315	3,551
Robalo	2,889	2,647	2,347	2,015
Sardina	20,365	35,306	55,084	76,196
Sierra	4,665	6,665	8,573	9,011
Tiburón	886	1,985	6,702	6,192
Otros	40,716	33,938	42,451	50,662
<u>Uso Industrial</u>				
Algas marinas	811	949	3,145	4,324
Concha de abulón	198	757	1,427	719
Sargazo	16,170	29,187	37,127	27,480
Otras	1,654	2,236	5,789	4,813
Aceite de pescado	509	483	1,550	2,175
Harina de pescado	7,104	19,417	24,511	34,769

Anchoveta	n.d.	n.d.	38,523	55,748
Fauna de acompaña miento	n.d.	n.d.	8,978	11,114
Pescado no apto pa ra empaque	n.d.	n.d.	5,913	8,151
sardina	n.d.	n.d.	29,901	45,446

n.d. No disponible

Estas cifras no se computan para el total, pues ya están incluidas en el rubro que genera tales productos.

6.- Concentrados de Proteína de Plantas:

Mientras que la proteína de soya, preparada de acuerdo a los tradicionales métodos ha sido mantenida en la dieta diaria en el Lejano Oriente por centurias, el uso de nuevos alimentos enriquecidos con esta fuente de proteína ha sido muy limitado.

El uso de los concentrados proteínicos de semillas oleaginosas, ha tenido poca aceptabilidad, debido a que su grado comercial no es lo suficientemente adecuado para consumo humano, por tener sabor desagradable, contener algún tóxico, o sustancias dañinas propias de la planta. Consecuentemente la distribución de los concentrados de proteínas comestibles de semillas oleaginosas para consumo comercial tiende a elevar un poco su costo.

7.- Proteínas Aisladas:

Estos productos tienden a expandirse, pero hasta hoy existen muy pocos datos para poder predecir su uso a gran escala en el futuro; sin embargo, se tiene el siguiente ejemplo: En Japón se usa la incorporación de proteínas a helados, es-

té empleo de proteína para consumo humano produce una menor remuneración, pero desde el punto de vista nutricional es deseable. Un tipo de enriquecimiento similar posible mente pueda llevarse a cabo con asistencia gubernamental.

8.- Alimentos Proteínicos de Fuentes no Convencionales:

En lo que respecta al uso de proteína de hojas de plantas verdes, ha tenido poco éxito, debido a que presenta el problema del color y el sabor, así como su variabilidad en lo que respecta a su valor nutricional, ya que es alto su contenido en fibra cruda (celulosa, hemicelulosa, etc.,) es decir, presenta una muy baja digestibilidad. (23) (1).

Por lo que toca a algas como Chlorella y Spirulina y las proteínas sintetizadas a partir de levaduras que crecen sobre las fracciones de hidrocarburos obtenidos del petróleo (mejor denominadas proteínas de origen unicelular), aparecen como fuentes prometedoras en el futuro.

Con el tipo de proteínas de origen unicelular, también se presenta el problema de la aceptabilidad y cantidad de ácidos nucleicos. Probablemente sirva en grandes cantidades -

para consumo animal, con lo cual se reducirá el costo de -- proteína de origen animal y así indirectamente obtener productos para consumo humano. (23).

II. C. Necesidades de energía y de Proteínas:

Las necesidades medias de energía dependen de la estructura de la población en cuanto a sexo, edad, peso y actividad. El Comité Especial FAO/OMS de expertos en necesidades - de energía y de proteínas se reunió en Roma del 22 de marzo al 2 de abril de 1971. Se invitó al comité a examinar las interrelaciones entre las necesidades de energía y proteínas y a recomendar medios para la integración, si ello fuera posible, de las escalas de dichas necesidades. (14).

Las necesidades de energía del individuo están dadas por la ingestión de nutrimentos en calidad y cantidad suficiente para atender a esas necesidades. Representan los requerimientos calóricos de una persona sana en una categoría especificada, es decir, según la edad, sexo y estado fisiológico en - que se encuentre el sujeto investigado.

La dosis inocua de ingestión de proteínas es la cantidad de -

proteínas que se considera mínima para atender las necesidades fisiológicas y mantener la salud de una persona dentro de un grupo especificado.

Las necesidades de energía para un tipo de hombre que se considera promedio, un individuo de 20 a 39 años de edad con 65 Kg. de peso y sano, es decir, exento de enfermedades y físicamente apto para el trabajo. Que cada día laborable trabaje 8 horas en una ocupación que implique normalmente una actividad moderada. Cuando no trabaje, pase 8 horas en reposo, 4 a 6 horas sentado o moviéndose de un lado a otro en una actividad muy ligera y 2 horas caminando, en recreo activo, o dedicado a actividades domésticas, son 3000 calorías diarias.

Por otro lado, las necesidades de energía de un tipo de mujer promedio de 20 a 39 años de edad, sana en un sentido análogo al especificado para el tipo de hombre promedio; que no está embarazada, pese 55 Kg. y dedique 8 horas a labores domésticas, o bien trabaje en la industria ligera o esté ocupada en algún otro trabajo moderadamente activo, -

aparte de las 8 horas en reposo, de 4 a 6 horas sentada o --
moviéndose de un lado a otro en una actividad muy ligera y
2 horas caminando, en recreo activo, o dedicada a activida-
des domésticas, son de 2200 calorías por día.

Para la población total de Latinoamérica se considera que -
el promedio regional de necesidades de energía es de apro-
ximadamente 2400 calorías diarias por habitante.

Las calorías proporcionadas principalmente por los alimen-
tos ricos en carbohidratos, son las que ceden la energía que
requiere el cuerpo humano. Las proteínas, en cambio, cons-
tituyen el elemento necesario para la formación y reposi- -
ción de los tejidos, y provienen de alimentos de origen vege-
tal y animal, siendo estos últimos los que las contienen en
mayor proporción.

II.D. Tomando en cuenta los problemas de contaminación y
putrefacción de los alimentos, se consideran los métodos de
fermentación de los mismos como un buen recurso para su-
mejor aprovechamiento.

Fermentación de alimentos:

Las fermentaciones naturales tienen lugar cuando las condiciones ambientales permiten la interacción de los microorganismos y los sustratos orgánicos susceptibles. Estas interacciones son fundamentales en la descomposición de los alimentos naturales y en la devolución al suelo y al aire de elementos químicos sin los cuales la vida no podría continuar.

Las fermentaciones naturales han desempeñado un papel vital en el desarrollo del hombre desde los tiempos más remotos hasta la época actual. Algunas de ellas producen en los materiales alimenticios cambios que pronto se reconocieron como deseables. Por ejemplo, las frutas y los jugos de fruta dejados a la merced de las fuerzas naturales adquirían un sabor a alcohol. La leche se ponía ligeramente ácida. Estos cambios en el sabor de los alimentos agradaban, de manera que los hombres de las antiguas civilizaciones estimulaban las condiciones que los provocaban. En ocasiones los resultados deseados se obtenían en forma repetida, pero no siem

pre sucedía así. El hombre primitivo descubrió también que ciertos jugos de frutas alcohólicos y leches agrias se conservaban bien y, por lo tanto, empezó a convertir una parte de su provisión de alimentos a estas formas a fin de conservarla. Todo esto sucedía varios miles de años antes de que se hubiera adquirido un conocimiento básico de los procesos de fermentación. Pronto la experiencia enseñó al hombre a sacarle ventaja a la fermentación natural. No sólo logró conservar por un tiempo más o menos largo muchos alimentos que en otra forma eran perecederos, sino que, a la vez, el hombre se acostumbró a las características de textura y sabor de los productos fermentados.

Hoy en día entendemos los principios de la conservación de los alimentos y tenemos métodos que resultan muy superiores a la fermentación como medios de conservación. De manera que, en las sociedades técnicamente avanzadas, la importancia principal de los alimentos fermentados está en la variedad con que contribuyen a la dieta. Sin embargo, en muchas áreas menos desarrolladas la fermentación, junto -

con el secado natural, siguen siendo los principales métodos de conservación de alimentos y, como tales, son capitales para la supervivencia de más de la mitad de la población actual del mundo.

Los diversos métodos de conservación tratados hasta ahora, basados en la aplicación de calor y frío, la eliminación de agua, las radiaciones, etc., tuvieron en común el disminuir el número de organismos vivos en los alimentos, o por lo menos, prevenir su proliferación. En contraste, los procesos de fermentación, ya sea para fines de conservación u otros, estimulan la multiplicación de los microorganismos y sus actividades metabólicas en los alimentos. Pero los organismos que se estimulan pertenecen a un grupo escogido y sus actividades metabólicas y productos finales son muy deseables. Algunos de los alimentos fermentados de que se tiene conocimiento y se producen en la industria alimentaria, se pueden observar en la tabla No. 5.

TABLA 5 (15)

ALGUNAS FERMENTACIONES INDUSTRIALES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Bacterias del ácido láctico

Hortalizas y frutas

- pepinos = pepinos en eneldo, pepinos agrios
- aceitunas = aceitunas verdes, aceitunas maduras
- col = sauerkraut
- nabos = sauerruben
- lechuga = lechuga agria
- hortalizas surtidas, nabos, rábanos, col = Paw Tsay
- hortalizas surtidas en col china = Kimchi
- hortalizas y leche = Tarhana
- hortalizas y arroz = Sajur asin
- masa y leche = Kishk
- cerezas de café = granos de café
- granos de vainilla = vainilla
- taró = poi

Carnes = salchichas tipo salami, Thuringer, rollo de puerco tipo boloñés, cervelas

Productos lácteos

crema agria

- bebidas de leche agria = acidofilos, yogurt, jocoque, - - cultivado, leche búlgara, skyr, gioddu, leban, dahi, taette
- mantequilla = mantequilla de crema agria, mantequilla - cultivada, ghee
- queso = sin madurar = requesón, fresco, schomierkase, crema suero = mysost, primost, ricotta, schotten gsied
- madurado = Cheddar, Americano, Edam, Gouda, Cheshire, provolone

Bacterias del ácido láctico con otros microorganismos

Productos lácteos

con otras bacterias

- bacterias del ácido propiónico = quesos Emmentaler, Samsó y Gruyere
- bacterias que maduran la superficie = quesos Limburger, Brick, Trapista, Munster, Port-Salut

con levaduras = kefir, kumiss o kumys
con mohos = Roquefort, Camembert, Brie, de mano
Gorgonzola, Stilton, Azul

Productos de hortalizas

con levaduras = pepinos Nukamiso
con moho = tempeh, salsa de soya

Bacterias del ácido acético = vino, sidra, malta, miel, o cualquier producto alcohólico y azucarado o feculoso que se pue
de convertir en vinagre

Levaduras

malta = cerveza, ale, stout, bock, Pilsner
fruta = vino, vermut
vinos = brandy
melaza = ron
granos fermentados = whisky
arroz = saké, sonti

II.E. Alimentos fermentados tradicionales que se consumen en diferentes partes del mundo:

Los microorganismos no son sólo objeto de estudio debido a la relación directa que tienen con las enfermedades padecidas por el hombre, animales y vegetales; sino también, como ya fue mencionado, como la posible solución al problema mundial del hambre.

Por todos es conocido, por ejemplo, el aspecto aterciopelado o algodonoso, a veces coloreado, que exhiben algunos alimentos debido al crecimiento de hongos, lo que ocasiona que se desechen. De la misma manera el crecimiento bacteriano en los alimentos puede hacerlos repugnantes al ocasionarles pigmentaciones o aspecto mucilaginoso, o bien, si es líquido, formación de velos en la superficie o aspecto turbio y sedimento.

Sin embargo, muchos otros hongos y bacterias son útiles para la elaboración de diferentes alimentos o sus ingredientes. Así, pueden intervenir en la maduración de quesos, en la producción de diferentes alimentos fermentados (yoghourt, -

sauerkraut, etc.),. Se cultivan hongos y bacterias como - -
alimentos y piensos, o productos de ellos son utilizados en
la industria alimenticia, tales como la amilasa en panifica-
ción o el ácido cítrico en bebidas no alcohólicas; para la pro-
ducción de antibióticos, enzimas, aminoácidos y muchas - -
otras sustancias de gran importancia industrial.

→ En el caso específico de los alimentos, los microorganismos pueden actuar, ya sea para lograr una mayor digestibilidad de los mismos, o para obtener una mayor duración, -
bien para conferirles una mejor aceptación organoléptica e
incluso para aumentar su valor nutritivo.

Algunas hortalizas, por ejemplo, se fermentan para lograr
mayor conservación y mejorar sus características organolépticas. Tal es el caso del sauerkraut, producto de la fermentación de la col. Esta se corta en trozos pequeños y finos y se va colocando en un tanque de fermentación. Conforme se van agregando capas de col, se adiciona sal de 2.25 a 2.5% en peso. Se prensa entonces el contenido hasta que la superficie de la col se halle cubierta por una capa de jugo

salino obtenido. La fermentación se detiene cuando la acidez es aproximadamente de 1.7% expresado como ácido láctico.

Los microorganismos directamente involucrados en este proceso son Leuconostoc mesenteroides que inicia realmente la producción de ácido láctico hasta 0.7 a 1.0% y la concluye Lactobacillus plantarum hasta la acidez óptima, eliminando el sabor amargo que produce Leuconostoc.

Los encurtidos como pepinillos y aceitunas sufren un proceso similar. Muchos quesos, durante su maduración, son objeto de hidrólisis enzimática por microorganismos con el fin de crear ruptura proteica, dando al queso mayor digestibilidad y mejorando su gusto y calidad. Se utilizan normalmente hongos para lograr esta hidrólisis.

Existe una gran variedad de alimentos orientales a base de granos, los cuales mediante un proceso fermentativo, adquieren una mayor digestibilidad y aún más, se logra incrementar la proporción de algún aminoácido aumentando así el valor nutritivo. Se cita a manera de ejemplo: miso, - - -

tempeh, natto, ang-khak, minchia, idli, poi, queso de soya, etc.

Miso. - Para prepararlo se usa un cultivo de Aspergillus oryzae que se ha hecho crecer a unos 35°C en una masa de arroz tratado al vapor y se coloca en bandejas de poco fondo hasta que los granos están completamente cubiertos de micelio pero sin permitir que el hongo esporule. El cultivo se mezcla con una masa de semillas de soya machacadas y tratadas al vapor, a la que se añade sal, y se deja fermentar durante una semana a 28°C y a continuación durante dos meses a 35°C, después de lo cual la mezcla se deja madurar varias semanas a temperaturas ambientes. Durante la fermentación intervienen también algunas levaduras, bacterias lácticas y algunos bacilos. El producto final se muele hasta formar una pasta que se usa mezclada con otros alimentos.

2 Tempeh. - En la preparación del tempeh, que es un alimento Indonésio, las semillas de soya se remojan durante la noche a 25°C, se descascaran y partidas por la mitad, se hier

ven en agua durante 20 minutos, se secan en esterillas, se enfrían y se inoculan con un lote previo de tempeh o con esporas de ciertas especies de Rhizopus (R. stolonifer, R. oryzae, R. oligosporus, R. arrhizus.) La masa se coloca en un recipiente de plástico o en un tubo hueco o se envuelve en hojas de plátano; a continuación se incuba a unos 32°C durante 20 horas, hasta que hay bastante crecimiento de micelio pero poca esporulación. El producto se corta en rebanadas finas, se introduce en agua salada y se fríe en grasa vegetal hasta que esté dorado.

Ang-Khak.- También llamado arroz rojo chino, se produce por el crecimiento de Monascus purpureus en arroz tratado en autoclave y se emplea para dar color y sabor al pescado y a otros alimentos.

Natto.- Para su fabricación se envuelven en paja de arroz granos de soya hervidos dejándolos fermentar un par de días. En las porciones externas del envoltorio aparece el mucílago. En el natto se desarrolla Bacillus natto, probablemente idéntico a B. subtilis, que libera enzimas de tipo tripsina -

que se supone juegan un importante papel en el proceso de la maduración.

Queso de soya.- También llamado tou-fu-ru es de origen chino y se fabrica macerando con agua semillas de soya, moliéndolas hasta formar una pasta y filtrándolas entonces a través de una tela. Se coagula la proteína del filtrado mediante sales de magnesio o calcio y el coágulo se prensa para formar bloques que se disponen en bandejas y se introducen en una cámara de fermentación donde permanecen durante un mes a 14°C, período en el que se desarrollan mohos blancos, probablemente especies del género Mucor. La maduración se realiza en salmuera o en un vino especial.

Minchin.- Se fabrica a partir de gluten de trigo desprovisto de almidón. El gluten crudo, una vez humedecido, se coloca en un tarro cerrado y se deja fermentar durante 2 a 3 semanas, salándose a continuación. Al analizar una muestra típica se encontraron 7 especies de mohos, nueve de bacterias y tres de levaduras. El producto final se corta en tiras que pueden hervirse, freirse, o cocerse al horno.

Idli.- Es un alimento fermentado de la India preparado con arroz y garbanzos negros por partes iguales. Los ingredientes se lavan y ponen en remojo por separado, se muelen, se mezclan y finalmente se ponen a fermentar durante una noche. Cuando la pasta ha subido bastante se cuece al vapor y se sirve caliente. En la pasta crece, en primer lugar, Leuconostoc mesenteroides que la fermenta y hace subir, y a continuación Streptococcus faecalis y Pediococcus cerevisiae, todos ellos contribuyen a conferirle acidez.

En la región de los Andes se consume una bebida alcohólica llamada Chicha hecha a base de maíz.

En Sudáfrica existe, entre la tribu de los Bantúes, una importante bebida llamada "Mahewa", preparada con atole de harina de maíz, en la cual se produce una fermentación, aunque no alcohólica sino láctica, probablemente porque los granos de maíz no se someten a procesos de malteado antes de la fermentación. (11).

Se consume también una bebida alcohólica llamada cerveza Kaffir a base de granos malteados de sorgo, en la cual se --

desarrolla una fermentación láctica, seguida por una fermentación alcohólica. De este producto se ha aislado S. cerevisiae entre otras levaduras. (11)

II. F. Alimentos fermentados tradicionales que se consumen en México.

Muchos de los alimentos que se obtienen por fermentación en México han sido usados desde la época precortesiana. Se pueden nombrar entre ellos al pulque, tesguino, pozol, etc. Algunos de éstos contienen un cierto grado alcohólico, aunque se les considera como alimento debido a la aportación de proteínas y calorías que rinden.

Para obtener el pozol (21) los granos de maíz se ponen en agua a ebullición por una hora. Para lograr un mejor descascarado, molienda y asimilación, se agrega al agua de cocción hidróxido de calcio aproximadamente al 10%, lo que constituye la preparación del nixtamal. En seguida, los granos se enfrían, lavan y pelan con agua para eliminar el exceso de cal. Se procede a la formación de la masa proveniente de estos granos por molido en un metate, según la

costumbre, formando bolas que varían de 70 a 160 g. cada una; las cuales se envuelven en hojas de plátano. Así, se dejan fermentar 5-8 días. Se consume posteriormente haciendo una suspensión del alimento en agua a manera de bebida refrescante. Algunas veces esta misma masa se mezcla con cacao antes de la fermentación.

Debido a que no hay vigilancia durante su preparación su microbiología es muy variada. Se encuentran gran cantidad de hongos (Aspergillus, Fusarium, etc.); levaduras (Candida, Geotrichum, etc.); y bacterias, sobre todo Lactobacillus y Streptococcus y una bacteria fijadora de nitrógeno identificada como Agrobacterium azotophilum. (21)

El pulque es una bebida alcohólica que se toma principalmente en el centro del país y se produce por la fermentación de la secreción azucarada del maguey (Agave atrovirens y otros). El principal microorganismo involucrado es Saccharomyces caribajali Ruiz Oronoz (22) y otras especies de levaduras. Se han encontrado microorganismos fijadores de nitrógeno, pero no se les ha identificado. (22)

El pulque tiene una consistencia viscosa característica producida por 2 variedades de Leuconostoc: mesenteroides y dextranicum. Contiene en su composición proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, de aquí su valor nutritivo. (22)

El tesguino es también una bebida alcohólica que consumen en el norte y noroeste del país, principalmente los Indios - Tarahumaras y Tepehuanos. Ellos la preparan por fermentación alcohólica de granos de maíz malteados que han sido oreados y cocinados. Se encontró a Saccharomyces cerevisiae (11) como el microorganismo más importante en el proceso. Los granos de maíz germinado son machacados y cocidos en agua junto con infusiones o triturados de otras plantas, entre éstas el peyote, lo cual, según los consumidores le confiere al tesguino propiedades de fortaleza o los hace disfrutar más la bebida. Cocida la mezcla, se coloca en ollas de barro y se deja fermentar por varios días, según la región. Se utiliza sobre todo en festividades religiosas o deportivas. Tiene un valor nutritivo aproximado al del pul-

que. (11)

El tepache es otra bebida alcohólica consumida también sobre todo en el centro del país, hecha a base de cáscara de piña. En la fermentación intervienen algunas variedades de *Saccharomyces* produciendo un grado alcohólico bajo. (8)

II.G. La Soya (*Glycine max*)

El frijol soya posee el mayor contenido proteico entre los vegetales, alrededor del 40% en base seca. Pertenece a la familia de las leguminosas y contiene un alto porcentaje de lípidos (20%), encontrándose preponderantemente ácido linoleico, tocoferol y fosfátidos.

Posee poco almidón (carbohidratos), y entre los azúcares encontrados está la sacarosa, galactosa, pentosas, rafinosa, etc.; ésta última que no es digerible en el conducto intestinal ocasiona problemas de digestión al ingerir soya.

Posee buena cantidad de fósforo, fierro, magnesio, calcio, entre los minerales más importantes. Entre las vitaminas encontradas se tienen las del complejo B y vitaminas E y K. Se ha demostrado que la soya tratada térmicamente es me--

porque así se destruyen factores antinutricionales presentes en ella, aunque un sobrecalentamiento ocasiona pérdida de aminoácidos, disminuyendo su valor proteico. Los aminoácidos azufrados son limitantes en la soya, incrementándose aún más esta limitación con la temperatura necesaria para la destrucción de los factores antinutricionales.

Una de las mayores objeciones a la aceptación de la soya es su acendrado sabor a frijol, producido por una gran cantidad de compuestos volátiles y no volátiles, como compuestos carbonílicos, ésteres, ácidos carbonílicos, ácidos fenólicos, ácidos carboxílicos, algunas aminas y alcoholes, haciendo responsable de la producción de tantos ácidos a la enzima lipoxigenasa. (12). Para disminuir el sabor a frijol se ha probado con éxito el uso de enzimas proteolíticas. - -

Factores antinutricionales: la soya contiene inhibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas e isoflavonas. El 90% de las proteínas de la soya son globulinas comprendidas en 4 fracciones: 2S, 7S, 11S y 15S. Los inhibidores de tripsina se encuentran en la fracción 2S, con un peso molecular de

8-21,500. (12). Uno de ellos tiene 194 aminoácidos, con ácido aspártico en el grupo amino terminal y leucina en el carboxilo terminal. La ingestión del inhibidor causa "Inhibición" en el sistema enzimático de digestión de la tripsina y por tanto, suprime el crecimiento, a la vez que estimula al páncreas y crea una hipertrofia pancreática, equivalente a una pérdida excesiva de aminoácidos por excreción de enzimas en heces, explicándose así la supresión del crecimiento. Sin embargo, se elimina fácilmente con calor húmedo, por lo que no se considera un problema serio (12).

Hemaglutininas. (12). Se encuentran en la fracción 7S con un peso molecular de 111000, son de tipo albuminoideo. Producen un aplastamiento de los glóbulos rojos, aunque no se ha comprobado en el hombre. También se inactivan con calor húmedo y por la pepsina presente en el estómago.

Saponinas. (12). Pasan a través del estómago e intestino delgado y en realidad no causan ningún problema al hombre. De las isoflavonas no se tienen muchos conocimientos.

Producción mundial de soya. Se estimó en 43.4 millones de toneladas métricas en 1971. En la tabla No. 6 se observa la producción mundial de soya para 1974 y presuntiva para 1975, considerándose a los países de mayor producción.

TABLA 6
PRODUCCION MUNDIAL DE SOYA (4)
Miles de Toneladas

Pafs o Región	1974	1975
Estados Unidos	33,569	40,110
Brasil	7,500	9,600
China	7,000	7,200
Indonesia	564	575
México	420	540
Argentina	496	485
URSS	360	400
Otros países asiáticos	980	1,097
Otros países americanos	613	694
Resto del mundo	474	572
Total mundial	51,976	61,273

Alrededor del 40% de la producción mundial de soya se consume como alimento y esto sucede principalmente en el Oriente. El resto se usa como forraje, fertilizante y para propósitos industriales. Japón se considera como el país más avanzado en cuanto a tecnología en alimentos a partir de soya.

Aprovechando pues el rendimiento que da por hectárea la soya, y considerando el buen aporte proteico y energético que suministra, los pueblos asiáticos por tradición la han utilizado para preparar gran parte de los alimentos que ingieren.

Uno de estos alimentos, el tempeh, es consumido en gran cantidad a nivel regional en Indonesia. Como ya fue mencionado previamente la preparación del tempeh se basa en una fermentación por medio de hongos.

II.H. Tempeh y microorganismos responsables.

El tempeh es un popular alimento indonesio hecho a partir de frijol soya y por fermentación con un hongo del género Rhizopus. La fermentación cambia el sabor a frijol que tiene la soya por uno suave y atractivo. Aparte posee alta digestibilidad, lo cual se comprobó con prisioneros durante la Segunda Guerra Mundial, en Asia, que aún cuando presentaban cuadros de disentería y edema nutricional, asimilaron perfectamente el alimento. Este producto nunca ha sido tóxico o perjudicial (12).

Hongos del tempeh. (12). Se ha reportado en la bibliografía la presencia de varios hongos como posibles responsables. Entre los más constantes se encuentran Rhizopus oryzae y Aspergillus oryzae. Sin embargo, Hesseltine encontró, después de observar cuando menos 50 cepas, que el principal era Rhizopus oligosporus sp. NRRL 2710.

Se han usado con relativo éxito cepas de R. stolonifer, R. oryzae, R. arrhizus, R. formosaensis y R. achlamyosporus, aunque las características organolépticas que produce R. oligosporus son las mejores. (12)

Rhizopus oligosporus pertenece a la clase de los Ficomycetos y al orden de los Mucorales. Se caracteriza por ser cenocítico y por presentar formas irregulares de crecimiento. Los esporangióforos son cortos y producen gran número de clamidosporas. Crece bien en Xilosa, glucosa, galactosa, celobiosa, aunque tiene dificultad para crecer en sacarosa y rafinosa presentes en la soya. Es altamente lipolítico y posee varias proteasas. Es pectinasa negativo y puede producir amoníaco hasta aniquilarse a sí mismo. Debido a que no

utiliza mucho los azúcares, la fermentación no deriva a formación de ácidos orgánicos.

Elaboración de tempeh. El procedimiento que se sigue normalmente en Indonesia para la fabricación de tempeh es como sigue (12): Los frijoles soya son remojados toda la noche de tal manera que las cascarillas puedan ser removidas fácilmente a mano a la mañana siguiente. Sin embargo, ésto se hace usualmente colocando los frijoles macerados en una canasta de bambú y aplastándolos con los pies en el borde de un río o corriente de agua, de tal manera que las cascarillas, que son fácilmente desprendibles de la semilla, floten con el agua corriente. Los frijoles limpios y descascarados se cocinan entonces en agua a ebullición aproximadamente media hora; luego se extienden sobre una esterilla de bambú para lograr su enfriado y escurrido; hecho esto se inoculan con Rhizopus oligosporus mediante el mezclado de pequeños pedazos de tempeh de una fermentación anterior; se envuelven en hojas de plátano y finalmente se dejan fermentar a temperatura ambiente por unos días.

Durante la fermentación se obtiene un incremento en sólidos solubles del 13 hasta el 27.5%, lo que habla de una superior digestibilidad. Entre ellos aumenta la cantidad de nitrógeno soluble y aminoácidos libres.

En cuanto a lípidos se refiere, hay liberación de ácidos grasos, principalmente ácido linoleico, por enzimas lipolíticas. Se han encontrado 3 antioxidantes durante la fermentación: factor 2 ó (6, 7, 4' trioxiisoflavona); daidzeína o (7, 4' dioxiisoflavona) y la genisteína o (5, 7, 4' trioxiisoflavona), los cuales actúan para protección y preservación de la vitamina E, que es esencial al hongo. Conforme avanza el tiempo se eleva su actividad (12).

Los carbohidratos se van eliminando con el tiempo, aunque la sacarosa, rafinosa y estaquirosa no pueden ser utilizadas.

Las vitaminas B1, B2, B6, B12., niacina y pantotenato aumentan durante la fermentación. Los minerales sufren muy poco o ningún cambio. (12)

El tempeh posee el más elevado PER (12) entre los alimen-

tos orientales, casi igual al de la caseína. Por su sabor suave puede fácilmente combinarse con cualquier alimento o condimento. El único problema que presenta es su conservación, debido a la actividad proteolítica del hongo, lo cual se discutirá más adelante.

II.1. Tendencia psicológica para la aceptabilidad de nuevos productos.

Como característica socio-económica principal de los países en desarrollo, especialmente en México, la desnutrición se presenta fundamentalmente en la población rural y en las zonas de estratificación periférica de los conglomerados humanos, siendo más marcada en las zonas rurales que en las metropolitanas debido a la escasez de bienes y recursos.

Además de los signos psicosociales de monotonía y aislamiento, la falta de cultura en que estas personas se encuentran propician una atmósfera que dificulta más la situación en que viven.

El hábitat tiene gran influencia en el proceso de desnutri-

ción, debido a que una región pobre crea una cultura pobre y en consecuencia una alimentación pobre, deteriorando cada vez más el hábitat y sus recursos.

El pueblo mexicano ha utilizado como alimento básico de su dieta el maíz y el frijol. Está comprobado que ambos vegetales solo alcanzan a soportar un desarrollo físico al mínimo nivel requerido en las proporciones en que se consumen ya que no logran una óptima suplementación por tener limitaciones ostensibles de aminoácidos esenciales como lisina, triptofano y metionina. Sin embargo, la herencia cultural del pueblo presenta una seria resistencia a la introducción de nuevos alimentos que contribuyan, al menos en parte, a aliviar la terrible situación de desnutrición, sobre todo en los niveles socio-económicos bajos y el medio rural.

No siempre se puede hablar en estos casos de total carencia económica o situaciones muy precarias. Sucede que en las áreas rurales o suburbanas se tienen los medios materiales suficientes para adquirir otro tipo de alimentos más

nutritivos, pero por cuestiones culturales, de ignorancia, de costumbre, o por la creencia de que algunos alimentos, por ejemplo los derivados de la soya, no tienen el suficiente valor nutricional o son de baja calidad, no los consumen. De esta manera la desnutrición no es un proceso exclusivo de la falta de alimentos, nutrientes o dinero, sino que es un proceso socio-económico, cultural y político, por lo que para curar este mal es necesario cambiar la idiosincracia del medio y sus interrelaciones. Asimismo es necesario cambiar las actitudes negativas de tipo social, económico, cultural y psicopolítico, que hacen que se persista en el error. Es por esto que la imagen de productos tales como la soya no deben ser menospreciados, sino al contrario, se debe hacer hincapié en la importancia de desarrollar nuevos alimentos utilizándola como base y propalar sus virtudes por medio de la difusión masiva para lograr una mayor aceptación en nuestro país.

III.- PARTE EXPERIMENTAL

III.A.- Método de producción de tempeh

III.B.- Análisis bromatológico

B. 1.- Humedad

B. 2.- Cenizas

B. 3.- Grasa cruda

B. 4.- Proteína cruda

B. 5.- Fibra cruda

B. 6.- Carbohidratos asimilables
por diferencia

III.C.- Pruebas in vitro de digestibilidad
de proteínas

III.D.- Pruebas panel de aceptabilidad
(análisis estadístico)

III.A. Método experimental de producción de tempeh. (12)

El procedimiento utilizado en el laboratorio fue el que introdujo Hesseltine en América por ser muy sencillo y práctico. Los frijoles soya se ponen a remojar por una noche y a la mañana siguiente se descascaran por lo regular en un proceso manual, o bien con rodillos, lo que logra una trituración parcial. Cuando se sigue el proceso manual, se hace una molienda gruesa utilizando una licuadora. Previa a la molienda el frijol se hierve con agua por 30 min.; se esparce sobre un papel o coladores para escurrir y secar. Después de la molienda se inocula con una cepa de Rhizopus oligosporus (NRRL 2710) que ha crecido en un medio de gelosa-patata-glucosa o gelosa-sabouraud-glucosa durante 6 días al cabo de los cuales se observa una buena esporulación lo que se manifiesta por una capa superficial de color negro sobre la capa micelial blanca. Se ponen 2 ó 3 mililitros de agua estéril al tubo con la cepa y se agita para obtener una suspensión de esporas que se siembra homogéneamente mediante el mezclado con la soya triturada; se for-

man panes rectangulares de aproximadamente 15 cms. de largo por 7 a 9 cms. de ancho y 2 a 3.5 cms. de espesor en bolsas de plástico que han sido perforadas previamente. Las perforaciones deben tener un diámetro aproximado de 0.3 a 0.6 cms. y a una distancia de 1.3 a 1.5 cms. cada una en todas las direcciones. El grosor del producto por fermentar no debe ser mayor de 3.5 ni menor de 2 cms. para lograr un buen crecimiento micelial y buena cohesión del tempeh. Se incuba a 35-37°C por 22 a 25 horas.]

El tempeh original (de Indonesia) utiliza como materia prima frijol soya, pero en este trabajo se estudiaron también como materia prima algunos cereales solos o mezclas de éstos con soya: así por ejemplo se prepara tempeh de trigo de garbanzo, de arroz, de maíz, etc., y de la combinación trigo con soya.

En los casos en que el tempeh se prepara a base de trigo o arroz, los granos no se descascaran. Si se usa frijol, garbanzo o maíz se requiere el descascarado al igual que cuando se utiliza soya.

III.B. Análisis Bromatológico.

B.I.- Humedad (13) ✓

Fundamento: la humedad se obtiene por diferencia de peso al someter la muestra a una temperatura mínima de 100°C, liberándose el contenido de agua de la misma.

Material:

Estufa con temperatura regulable entre 90-110°C

Cápsulas de porcelana

Balanza analítica H5

Desecador

Técnica:

Se ponen a secar las cápsulas a una temperatura de 110°C en una estufa hasta peso constante, durante más o menos -^o una hora. En las cápsulas puestas a peso constante, se pesan aproximadamente 5 gramos de una muestra. Se llevan a la estufa a 110°C durante cinco horas, al término de las cuales se colocan las cápsulas en un desecador, se dejan enfriar a temperatura ambiente y después se pesan tan rápido como sea posible.

Cálculos

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(A - B)}{C} \cdot 100$$

A = Peso de la cápsula más muestra húmeda

B = Peso de la cápsula más muestra seca

C = Peso de la muestra húmeda

B.2. - Cenizas (13)

Fundamento: Obtener el peso de la muestra incinerada destruyendo toda la materia orgánica. Si se requiere se pueden analizar en las cenizas obtenidas las sustancias inorgánicas presentes en el alimento. Se debe evitar elevar la temperatura por arriba de 550°C para que no se volatilicen los cloruros,

Material:

Balanza analítica "Mettler" H5

Mechero Bunsen

Tripiés

Crisoles de porcelana

Triángulos de porcelana

Desecador

Mufla

Técnica:

En un crisol de porcelana cuyo peso ha sido obtenido previamente, se pesan aproximadamente 3 a 5 gramos de muestra. El crisol con la muestra se pone en un tripié con triángulo de porcelana calentando poco a poco con un mechero para lograr la carbonización completa de la muestra, luego se lleva a la mufla a una temperatura de 550°C por 2 horas o más, hasta que se obtengan cenizas blancas o grises homogéneas.

Se deja enfriar el crisol colocándolo en un desecador; a continuación se pesa el crisol y la diferencia entre el peso del crisol vacío y el peso final (con las cenizas) nos indica el contenido de cenizas. Se calcula el peso de las cenizas como porcentaje en relación a la muestra.

Cálculos

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P - R) 100}{M}$$

P = Peso del crisol más muestra calcinada

R = Peso del crisol

M = Peso de la muestra

B.3.- Grasa cruda (13)

Fundamento: El éter etílico anhidro o algún otro disolvente similar se volatiliza al calentarse, y al hacer contacto con una superficie fría se condensa, pasa a través de la muestra, extrae y acarrea consigo los compuestos solubles de ella.

Este proceso se repite en forma continua hasta que ya no haya extracción, aproximadamente 8 horas.

Se le da el nombre de grasa cruda porque no sólo se obtiene grasa, sino todo lo que sea soluble en éter, como aceites esenciales, colesterol, fitosterol, ceras, etc.

Para la determinación de grasa cruda en granos y en general para productos sólidos se usa el extractor de Soxhlet.

Material:

Extractor de Soxhlet

Soporte de fierro

Pinzas universales

Parrilla eléctrica con resistencia cubierta y termostato - -

o un foco de 100 W.

Técnica:

Se pesan cada una de las muestras (de 3 a 5 gramos), se intróducen en un cartucho especial de asbesto. Para la deter-
minación se pesan primero los cartuchos y luego se colo-
can las muestras y se vuelven a pesar, se colocan los car-
tuchos en los extractores de Soxhlet (teniendo la precaución
de cerrarlos perfectamente). Por otro lado los matraces co
lectores se ponen a peso constante en una estufa a 110°C. -
Se colocan en su interior unas perlas de vidrio y luego se -
conectan a los Soxhlets y estos a un refrigerante de bolas.-
Se agrega el éter a través del refrigerante poniéndoles tres
cargas de éter. Para la extracción se utiliza un foco de - -
100W durante 10 horas.

Para comprobar que la extracción es completa, en un pa-
pel filtro se reciben las últimas gotas que caen al descar-
garse el Soxhlet y no debe quedar ningún residuo graso en -
el papel. Se quita el extractor y se procede a destilar o a -
evaporar el éter del matraz colector, usando el mismo fo-

cb; se llevan los matraces a la estufa a 110°C, hasta peso constante.

Cálculos:

$$\% \text{ de grasa cruda} = \frac{(A - B) 100}{C}$$

A = Peso del matraz colector más el residuo graso

B = Peso del matraz colector vacío

C = Peso de la muestra utilizada

B.4.- Proteína cruda (20) ✓

Fundamento: Método de Kjeldahl. Se utiliza una mezcla digestora (K_2SO_4 , H_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, H_2O_2) que oxida la materia orgánica y convierte el nitrógeno proteico a sulfato ácido de amonio. Al destilar posteriormente la mezcla obtenida se libera el amoníaco de dicha sal con una solución concentrada de hidróxido de sodio y se recibe en ácido bórico, con lo que se forma borato de amonio, el cual se determina a su vez con una solución valorada de ácido sulfúrico. De esta forma se obtiene el porcentaje de nitrógeno contenido en la muestra, el cual al multiplicarlo por el factor 6.25, se convierte en por ciento de proteína cruda.

Material:

Balanza analítica H5

Aparato de digestión y destilación semi-microkjeldahl

Matraces Kjeldahl de 100 ml

Bureta de 50 ml

Vaso de precipitados de 100 ml

Matraz Erlenmeyer de 250 ml

Reactivos:

Acido sulfúrico concentrado

Sulfato de potasio

Sulfato de cobre

Solución de peróxido de hidrógeno al 30%

Solución de ácido bórico (1:25)

Solución de hidróxido de sodio (2:5 en agua)

Solución indicadora de rojo de metilo y azul de metileno

Solución valorada de ácido sulfúrico 0.01 N

Técnica: (semi-microkjeldahl):

Se coloca en el matraz digestor una muestra equivalente a -

2-3 mg. de nitrógeno, añadir 1g de una mezcla pulverizada

de 10 partes de sulfato de potasio y una parte de sulfato de cobre pentahidratado; lavar el material adherido al cuello del matraz con un chorro fino de agua (aproximadamente 10 ml). Añadir 7 ml. de ácido sulfúrico concentrado dejándolo escurrir por las paredes del matraz, después mientras se agita el matraz añadir un ml. de H_2O_2 al 30% por las paredes. No agregar éste durante la digestión. Adaptar un embudo de cola larga a la boca del matraz y calentar este en llama directa o parrilla, hasta que el contenido adquiriera un color azul claro transparente y que las paredes del matraz estén libres de material carbonizado.

Añadir cuidadosamente a la mezcla digerida 20 ml. de agua destilada, enfriar la solución y después adaptar el matraz para destilar por arrastre de vapor. Añadir a través de un embudo una solución de NaOH (2:5), lavar el embudo con 10 ml. de agua, cerrar perfectamente el aparato y empezar la destilación inmediatamente.

Recibir el destilado en 15 ml. de solución de ácido bórico (1:25), a la cual se le añadieron unas gotas de solución indi

cadora de rojo de metilo y azul de metileno y suficiente agua para cubrir el tubo condensador. Continuar la destilación hasta obtener 80 - 100 ml. de destilado. Retirar el matraz receptor, lavar el refrigerante y valorar el destilado con ácido sulfúrico 0.01 N. Hacer un blanco para los reactivos y hacer la corrección necesaria.

Cálculos:

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0.014 \times 100}{P}$$

V = Volumen de H_2SO_4 0.01 N en ml. para valorar el problema

V = Volumen de H_2SO_4 0.01 N en ml. para valorar el blanco

N = Normalidad de ácido sulfúrico 0.01 N

P = Peso de la muestra

$$\% \text{ de proteínas} = \% \text{ de nitrógeno} \times 6.25$$

B.5.- Fibra cruda (13)

Fundamento: la fibra cruda se define como el componente orgánico de los alimentos insoluble en ácido sulfúrico hirviendo y en hidróxido de sodio a la ebullición. Como se uti-

liza una muestra desengrasada el residuo de dicha hidrólisis serán los carbohidratos no degradables por estas condiciones.

Material:

Matraces redondos esmerilados 24/40 de 500 ml

Refrigerantes Liebig esmerilados 24/40

Parrillas con termostato

Crisoles Gooch

Mufla

Balanza analítica H5

Técnica:

Se pesan muestras de 2 gramos (previamente desengrasadas), se pasan a los matraces redondos adicionando 0.5 gramos de asbesto preparado y 200 ml. de ácido sulfúrico al 1.25% hirviendo manteniendo la ebullición por espacio de 30 minutos. Inmediatamente después de este tiempo se vacía el contenido del matraz sobre un paño de lino, ajustado a un filtro de succión.

Se lava el residuo con agua destilada hirviendo hasta que no

de reacción ácida al rojo de metilo. Una vez terminado el lavado se transfiere el residuo al matraz y se le adicionan 200 ml. de la solución al 1.25% de hidróxido de sodio hirviente y se mantiene la ebullición 30 minutos, después de lo cual se vuelve a filtrar y lavar.

Después de neutralizado el residuo se lava con 25 ml. de etanol al 95%. Se pasa la muestra a un crisol Gooch previamente puesto a peso constante, el cual se seca a 110°C en estufa durante 1 horas. A continuación se pesa.

Después de pesada la muestra se coloca en la mufla para calcinar el residuo a 900°C durante dos horas aproximadamente. Una vez transcurrido este tiempo se deja enfriar y se pasa a un desecador, haciendo después una última pesada.

Cálculos:

$$\% \text{ de fibra cruda} = \frac{(A - B) 100}{M}$$

A = Peso del crisol después de secado

B = Peso del crisol después de calcinado

M = Peso de la muestra

B.6.- Carbohidratos asimilables por diferencia (13)

Esta determinación no es experimental ya que para obtener el dato basta con proceder de la siguiente forma: se suman los porcentajes de humedad, cenizas, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y se le restan a 100, considerando la diferencia como por ciento de carbohidratos asimilables en la muestra.

III.C. Pruebas in vitro de digestibilidad de proteínas (16)

Fundamento: En la técnica se trata de simular las condiciones que soportaría un alimento en el estómago humano tanto en relación a la temperatura 38-40°C, a la acidez expresada por la concentración del HCl y a la acción enzimática - - ejercida por la pepsina, enzima que se encuentra presente - en el estómago durante la digestión.

Se efectúa una determinación de proteína cruda previa a la digestión y por último otra determinación de proteínas para conocer la cantidad de proteínas que no fueron hidrolizadas, y por diferencia obtener el porcentaje de digestibilidad.

Técnica:

En un vaso de precipitados de 600 ml. se coloca 1 gramo de la muestra problema y se digiere de la siguiente manera: se añade 430 ml. de agua, 0.5 g. de pepsina y 16 ml. de HCl al 10%; agitar perfectamente y colocar el vaso en una estufa a 38-40°C durante 16 horas, agitando de vez en cuando. Transcurrido este tiempo añadirle 11 ml. de HCl al 10%, agitar y dejar a la misma temperatura durante 8 horas más pasadas las cuales se añaden otros 11 ml. de HCl al 10%, agitar y dejar nuevamente en la estufa durante 16 horas; transcurridas estas añadir 11 ml. de HCl al 10%, agitar y dejar por último durante 8 horas a 38-40°C. Pasadas las últimas 8 horas dejar enfriar el vaso y su contenido, filtrar, lavar con agua caliente el vaso del residuo en el filtro.

Determinar el total de proteínas de la muestra problema completa. Determinar las proteínas del residuo por semimicrokjeldahl.

Cálculos:

$$\% \text{ de digestibilidad} = \frac{(\% \text{ de prot. total} - \% \text{ de prot. no diger}) 100}{\% \text{ de prot. totales}}$$

<

III.D. Pruebas panel de aceptabilidad (análisis estadístico).

Análisis estadístico subjetivo

Métodos subjetivos: La respuesta de los panelistas o jueces es subjetiva y cada uno emite su evaluación personal y su grado de preferencia por el producto; generalmente estos métodos no requieren de entrenamiento; el número de personas que participan en las pruebas debe ser grande para que los resultados sean representativos.

Entre los métodos subjetivos se encuentran:

D.1.- Métodos de aceptación

D.2.- Métodos de preferencia

Dentro de los métodos de aceptación tenemos dos variantes:

D.1.a.- Uso de un equipo piloto. En este caso sólo se obtiene una estimativa de la reacción probable del consumidor, puesto que se usa una población pequeña.

D.1.b.- Prueba para consumidores. No requiere entrenamiento; la población usada debe comprender y ser representativa de los diferentes niveles sociales, económicos y geográficos de la zona donde se pretende lanzar al

mercado el producto.

Dentro de los métodos de preferencia existen 3 variantes:

D.2.a.- Prueba simple. El panelista o juez recibe dos -- muestras (el número puede ser mayor, pero es conve- - niente usar sólo dos muestras). Solamente se debe hacer una pregunta respecto del producto a menos que se desee obtener una información adicional.

D.2.b.- Prueba de ordenación. En ella el juez debe or- - denar las muestras de acuerdo a su preferencia en orden ascendente o descendente. Los resultados se analizan con virtiendo el orden a escalas numéricas y aplicando aná- - lisis de varianza.

D.2.c.- Escala hedónica.- Es una escala de 1 a 9 puntos en la que a cada valor de la escala corresponde una ex- - presión gramatical que indica el grado de gusto o disgus- to de cada probador por el producto.

Los resultados de la prueba se estudian aplicando análi- - sis de varianza.

Definiciones:

Media aritmética (media). La medida de localización usada con mayor frecuencia es la media aritmética, que se conoce simplemente como la media.

Generalmente el número de observaciones se designa por n. Asimismo la primera observación (no de acuerdo con su tamaño o magnitud, sino simplemente según el orden en que están escritas) se designa como x_1 ; la segunda como x_2 ; la tercera como x_3 , y así sucesivamente hasta x_n . Por lo tanto la definición puede escribirse como sigue:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

La varianza y la desviación estándar son medidas estadísticas de dispersión; se define la varianza como sigue:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

donde:

n = número total de observaciones

\bar{x} = media aritmética

x = valor de cada una de las observaciones

s^2 = varianza de la muestra

Es conveniente contar con una medida de dispersión cuyas unidades sean las mismas de las observaciones. Al dar la varianza en unidades al cuadrado, su raíz cuadrada se daría en unidades. Por lo tanto, si se obtiene la raíz cuadrada de la varianza, se tiene la medida de dispersión que se conoce como desviación estándar de la muestra, designada por el símbolo s y que por definición:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

IV. RESULTADOS

IV.A.- Todos los resultados obtenidos en el análisis bromatológico y pruebas de digestibilidad se calcularon en base seca para obtener resultados estandarizados; aunque enseguida se consignan tanto en base seca como en base húmeda para hacer más notorias las diferencias entre las proporciones obtenidas.

TABLA 7
ANALISIS BROMATOLOGICO DE FRIJOL SOYA

Determinación	% base húmeda	% base seca
Humedad	7.44	----
Cenizas	7.40	8.00
Proteína cruda	27.36	29.56
Grasa cruda	11.87	12.82
Fibra cruda	5.15	5.57
Carbohidratos	40.75	44.05

TABLA 8

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL TEMPEH DE SOYA

Determinación	% base húmeda	% base seca
Humedad	63.58	----
Cenizas	1.36	3.75
Proteína cruda	14.79	40.62
Grasa cruda	3.71	10.20
fibra cruda	1.59	4.38
Carbohidratos	14.95	41.05

TABLA 9

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL TEMPEH DE TRIGO-SOYA
(60:40)

Determinación	% base húmeda	% base seca
Humedad	51.45	----
Cenizas	1.55	3.20
Proteína cruda	8.58	17.68
Grasa cruda	2.53	5.23

Fibra cruda	1.86	3.84
Carbohidratos	34.00	70.05

TABLA 10

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL TEMPEH DE GARBANZO

Determinación	% base húmeda	% base seca
Humedad	56.04	----
Cenizas	0.77	1.77
Proteína cruda	8.59	19.56
Grasa cruda	3.81	8.67
Fibra cruda	0.92	2.10
Carbohidratos	29.84	67.90

IV.B.- Digestibilidad de protefnas "in vitro"

Se analizaron 5 muestras: tempeh de soya, tempeh de trigo-soya, frijol soya, casefna y soya texturizada marca "Alborada". Las dos últimas muestras sirvieron como patrón de comparación. Se trabajó en base seca; los resultados obtenidos son los siguientes:

TABLA 11

DIGESTIBILIDAD DE PROTEINAS "IN VITRO"

Producto	% de digestibilidad
Tempeh de soya	98.15
Tempeh de trigo-soya	86.93
Frijol soya (descascarado)	89.24
Caseína	99.05
Soya texturizada "Alborada"	99.98

Pruebas panel

IV.C.- Análisis estadístico subjetivo.

Usando la prueba de equipo piloto, variante de los métodos de aceptación, se comprobó la aceptación de las características organolépticas de varios tipos de tempeh. Se hace notar que los jueces fueron en todos los casos estudiantes de la carrera de Q.F.B. de la Facultad de Química.

TABLA 12

ACEPTACION DE CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS (%)

Producto	sabor	olor	consistencia	color
Tempeh de soya	88.5	79.5	77.0	79.5
Tempeh de trigo	100	100	65.5	93.0
Tempeh de trigo-soya	95.5	100	95.5	100
Tempeh de garbanzo	100	86.5	80.0	86.5

Se analizaron estadísticamente en sabor dos tipos de tempeh, uno de soya y otro de trigo-soya, usando como patrón de - comparación tamales de maíz. Los tres fueron preparados de la misma manera, salados, fritos y fragmentados.

Se les pidió a los panelistas que ordenaran las muestras según el método subjetivo de preferencia llamado "prueba de ordenación", con el fin de conocer la preferencia en sabor por cualesquiera de los tres productos.

Las muestras se presentaron en recipientes de plástico (los tres iguales en tamaño y color, identificados con etiquetas pegadas en la base de los mismos, para evitar un prejuicio o predisposición de los jueces por una de las muestras.

A continuación se muestra el resultado proveniente de la encuesta realizada. (tabla No. 13); donde la calificación 3 es para "sabor agradable"; 2 corresponde a "sabor regular" y 1 equivale a "sabor desagradable".

TABLA 13
RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Muestra	C a l i f i c a c i ó n		
	3	2	1
Tamal de maíz	17	10	5
Tempeh de soya	9	8	15
Tempeh de trigo-soya	6	14	12

Al hacer el análisis de significancia entre las tres muestras se encuentra que los factores de Fisher tabulados son mayores que los calculados para 5 y 1% de significancia respectivamente. Esto quiere decir que no existe significancia estadística en el sabor de las tres muestras.

V. DISCUSION

Técnica elegida.

La técnica para la preparación del tempeh que se utilizó fue la introducida por Hesseltine en América y es la que brinda mayor seguridad en cuanto a microbiología se refiere. Sin embargo, el sabor varía ligeramente del que se produce normalmente siguiendo la técnica original usada en Indonesia. Esto es debido a que ellos utilizan hojas de plátano para la envoltura del producto, la cual contribuye con una microbiología propia, aparte del inóculo con Rhizopus. El tempeh suele adquirir un olor y sabor ligero a alcohol, posiblemente por una parcial fermentación por otros microorganismos de los azúcares presentes en la soya; la manipulación de las hojas y su adquisición son otros factores que hacen incómoda su utilización. La bolsa de plástico, por el contrario, es fácil de manejar y adquirir; en ella la higiene es más factible, no retiene humedad propia y por tanto hace difícil una contaminación externa. Se podría decir que la fermentación se lleva a cabo por un solo microorganismo.

En el procedimiento original el tempeh se deja incubar de 36-48 horas a temperatura ambiente, lo que ocasiona en muchos casos la proliferación de microorganismos ajenos a los que comunmente lo producen. Al aumentar la temperatura de incubación a 37°C, sólo los microorganismos que tengan desarrollo óptimo a esa temperatura (mesófilos) podrían desarrollarse satisfactoriamente, como es el caso de Rhizopus, independientemente de que el tiempo de incubación disminuye notablemente hasta 22-25 horas.

Análisis bromatológico.

Para la determinación de los análisis bromatológicos las muestras seleccionadas se sometieron a un proceso de secado en la estufa para trabajar exclusivamente en base seca. Los resultados así obtenidos son uniformes y representativos.

Los tipos de tempeh que fueron escogidos entre los analizados organolépticamente fueron tres: tempeh de soya, de garbanzo y de trigo-soya. La elección tuvo como base la cantidad de proteína presente, así como el balance de ami-



noácidos en el caso del tempeh de trigo-soya y las características organolépticas del producto fermentado que lo hacen más aceptable. De esta manera y por las razones antes expuestas se rechazaron los tempehs preparados a base de frijol, maíz y arroz.

El tempeh de frijol tiene olor y sabor desagradables y su compactación es deficiente. El tempeh de maíz tiene buen olor, pero su sabor y compactación son deficientes. El de arroz tiene principalmente la dificultad de compactación. En los tres el contenido proteico es muy bajo.

El tempeh de trigo se probó también y obtuvo una gran aceptación, mas tiene el inconveniente de que su contenido en proteína es muy bajo y también tiene dificultades de compactación, no así el tempeh de trigo-soya.

Cabe hacer notar el alto contenido de humedad del tempeh debido a la etapa de remojo lo cual hace que la proporción de sólidos totales disminuya notablemente.

Para la elaboración del tempeh de trigo-soya, se calculó la proporción en que debía ir cada uno de los granos para ob-

tener la mayor cantidad de proteínas, y al mismo tiempo -- lograr la mejor suplementación posible. Como se sabe, el trigo es limitante en lisina y el frijol soya en metionina. El requerimiento de la FAO (5) para lisina y metionina por cada 100 gramos de proteína es de 4.2 y 2.1, respectivamente. La soya contiene 7.2% de lisina y 1.0% de metionina; el trigo contiene 2.5% de lisina y 1.6% de metionina. Variando las cantidades de soya y trigo, y por consiguiente la proporción de proteínas, se puede llegar a un balance y encontrar el punto en el cual las 2 condiciones o variables (lisina metionina) se encuentran en su máximo.

Para la lisina a medida que aumenta la proporción de soya -- se va incrementando la cantidad del aminoácido; sucede lo contrario con la metionina. Al aumentar la concentración -- de trigo aumenta también el contenido de metionina. El punto en el cual las proporciones de ambos aminoácidos se encuentran en la mayor cantidad posible, considerando también el contenido proteico, es el que corresponde a 60% de trigo y 40% de soya (ver gráfica No. 1 y tabla No. 17). La

cantidad de proteína correspondiente a esa relación es de --
17.54 g. en 100 g. de alimento (base seca), que se puede --
considerar como aceptable.

Se puede observar en los cuadros de resultados en base hú-
meda que la proporción de nutrientes es sumamente baja de
bido al elevado contenido de humedad. Esta es la principal -
razón, como ya se mencionó, de que fueran eliminados del
estudio los otros granos (maíz, frijol y arroz).

En el garbanzo, que contiene un elevado índice de proteínas
(aproximadamente 21%) baja considerablemente su propor- -
ción al convertirse en tempeh, debido precisamente al ele- -
vado contenido de humedad. La disminución de su propor- -
ción proteica por la humedad y su deficiencia en metionina,
restan por tanto su aceptación desde el punto de vista nutri-
tivo.

En el tempeh de soya, aún cuando su porcentaje de humedad
es el más elevado de todos, se mantiene todavía la cantidad
de proteínas suficiente como para ser considerado un buen -
alimento. Por supuesto que en base seca su contenido pro -

teico se triplica, pero en detrimento de sus características organolépticas.

En el tempeh de trigo-soya en la proporción 60:40 se mantiene una cantidad de proteínas relativamente baja (menos del 10%), pero la suplementación aumenta el valor nutritivo de ambos granos y por lo tanto de la proteína total. Sus características organolépticas se pueden considerar como las mejores en promedio.

Todos los demás nutrimentos se ven afectados por el elevado contenido de humedad, en el sentido de la disminución de su porcentaje al elaborar el tempeh.

Digestibilidad de las proteínas.

Las dificultades de digestibilidad de la soya se ven disminuidas al preparar el tempeh. En la tabla No. 11, en la sección de resultados, se observa la diferencia entre la digestibilidad de la soya y la del tempeh de soya, cuyo valor es muy próximo al 100%. La fermentación, y por consiguiente la degradación de proteínas, logra un producto más digerible. La comparación se obtiene al hacer la prueba para pro

CURVA DE CONCENTRACION OPTIMA DE
LISINA Y METIONINA

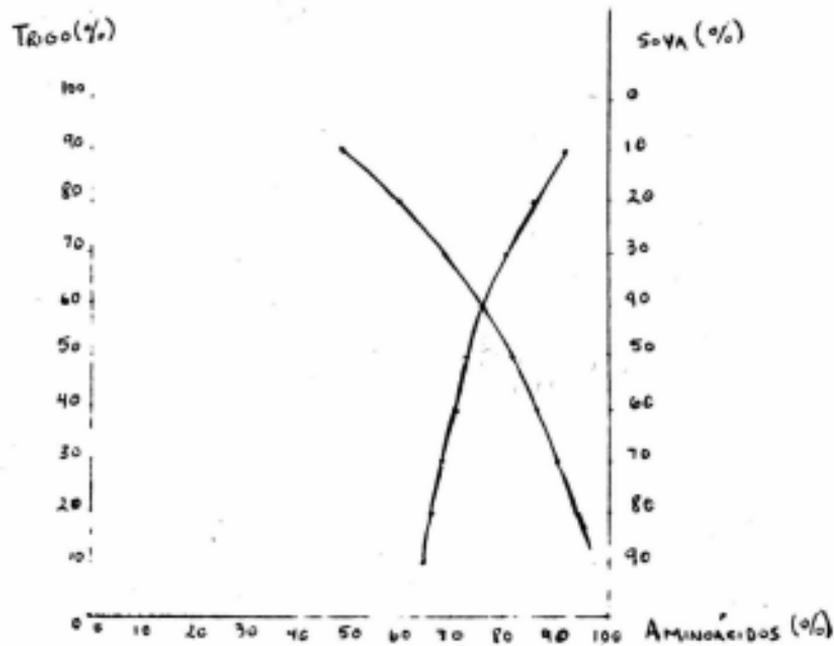


TABLA 14

CURVA DE CONCENTRACION OPTIMA DE LISINA
Y METIONINA

CONCENTRACION DE PROTEINA EN LA MEZCLA

Proporción Trigo/Soya	% de proteí na	Lisina mezcla	Metio- nina mezcla	Lisina %	Metio- nina %
90/10	78.32 21.68	3.52	1.47	48.9	91.9
80/20	61.67 38.33	4.30	1.37	59.8	85.6
70/30	48.40 51.60	4.92	1.29	68.3	80.6
60/40	37.61 62.39	5.43	1.23	75.4	75.9
50/50	28.67 71.33	5.85	1.17	81.3	73.1
40/60	21.13 78.87	6.21	1.13	86.3	70.6
30/70	14.70 85.30	6.51	1.09	90.4	68.1
20/80	9.13 90.87	6.77	1.06	94.0	66.2
10/90	4.30 95.70	7.00	1.03	97.2	64.4

ductos comerciales y de referencia como son: soya texturizada "Alborada" y caseína, con los cuales se logra prácticamente el 100% de digestibilidad.

En cuanto al tempeh de trigo-soya se observa un valor menor debido probablemente a que el trigo no se descascara y su contenido de fibra cruda en base seca es el mayor de todos los productos probados.

Análisis Estadístico Subjetivo.

De los 4 tipos de tempeh que fueron analizados organolépticamente se nota claramente que el de mejor aceptación fue el de trigo-soya, Los de trigo y de garbanzo tienen el mejor sabor pero sus principales dificultades son de compactación y consistencia. En el tempeh de soya se observa un promedio de 80% de aceptabilidad (tabla No. 12); sin embargo, mezclándolo con trigo en la proporción ya mencionada se puede ver que sube casi al 100% en promedio.

También se puede observar que el tempeh de trigo es el que presenta mayor aceptación en cuanto a sabor y olor (100% de los jueces), pero como ya se indicó presenta problemas de

compactación.

Es muy importante aclarar que el 100% de los jueces fueron estudiantes de la carrera de Q.F.B. "Tecnología de Alimentos", que tienen un cierto conocimiento sobre análisis organoléptico y valor nutritivo de los alimentos, y por lo mismo, al tener conocimientos de estos conceptos, se pudieron haber prejuiciado en su decisión, aunque no por esto deja de ser válido el resultado.

Ahora bien, para lograr un análisis estadístico representativo se recurrió a la prueba de análisis subjetivo de preferencia llamada "prueba de ordenación". Los panelistas se eligieron dentro de un núcleo de población de escasos recursos económicos y cultura limitada. Al resultado de la encuesta realizada (tabla No. 13) se le aplicó análisis de varianza y de significancia.

Para poder comparar el producto problema y obtener la variación estadística en cuanto a su aceptación se tuvo que buscar otro que fuera ampliamente difundido en el medio, que formara parte de la dieta nacional y que tuviera caracterís-

ticas organolépticas (sobre todo consistencia y sabor) similares o lo más parecidas posible. Se encontró que el tamal de maíz reúne todas las anteriores características y que -- incluso la presentación que se le da enmascara "psicológi-- camente" su sabor característico. Esto se comprueba al observar que la gran mayoría de los panelistas no identifica-- ron ninguno de los tres productos.

Una vez ordenadas las respuestas y haciendo los cálculos -- pertinentes para encontrar los factores de Fisher de la encuesta, se compararon con los tabulados, ya que estos co-- rresponden a un universo de jueces con características iguales que emiten respuesta idéntica y que se toman como pa-- trón o estándar, encontrándose que los factores calculados son menores en valor absoluto a los tabulados para 5% y 1% de significancia. Esto quiere decir que las diferencias en -- sabor de las tres muestras desde el punto de vista estadístico no tiene significancia, dicho de otra forma, son iguales, lo cual habla en favor del tempeh, porque al compararse -- con un alimento de la dieta nacional y no habiendo diferen--

cia "estadística" en su sabor, habría mayor posibilidad de introducirlo a nuestro mercado.

Posibles formas de conservación del tempeh.

La principal dificultad del tempeh es su conservación. La fermentación proteolítica es tal que al cabo de 72 horas, el microorganismo ha formado tanta cantidad de amoníaco que hace al producto no comestible y el olor es sumamente acentuado. Incluso el hongo puede llegar a eliminarse a sí mismo (12). Por esta razón la producción a gran escala del tempeh se ha visto frenada sobre todo en países occidentales (en Indonesia, según informes de la Embajada de dicho país, el producto puede comerse incluso hasta 2 semanas después de iniciado el proceso).

El mejor método que se ha sugerido para la conservación del tempeh de 24 horas es la ebullición en agua por 5 minutos. (12), con el fin de inactivar al hongo para después proseguir con un proceso de congelación normal. Se ha visto que después de 2 meses el producto conserva características organolépticas aproximadas al tempeh recién fermenta-

do. Esto se comprobó al efectuarse un proceso similar, con la única variante consistente en que en lugar de hervir el tempeh, se procede a freír con aceite de maíz 3 minutos y luego se congela a $-4, -6^{\circ}\text{C}$. Después de dos meses y medio se probó el producto y se observó que el sabor y olor eran buenos, al igual que la textura, Solamente la consistencia fue ligeramente más dura de lo normal, quizá debido a la pérdida de humedad.

Un proceso para hacer tempeh económicamente en polvo en grandes cantidades es el que se describe: los granos enteros de soya se reducen a polvo por molienda y se remojan con agua toda una noche; después se cuecen y maceran sin quitar las cascarillas. El producto se homogeneiza en la forma en que se hace un mosto dejando el contenido de sólidos totales en 10%. Este mosto se pasa a través de un cambiador de calor para esterilizarlo. La temperatura de esterilización es de cerca de 135°C durante 15 segundos (23).

El mosto esterilizado se pasa a un fermentador y se inocula con una cepa de Rhizopus oligosporus o Rhizopus niger

y se deja fermentar durante 12 a 96 horas con agitación - - constante (por ejemplo, agitación con aireación constante).- El mosto de tempeh fermentado se esteriliza nuevamente -- por pasteurización para inactivar al hongo y se seca para - formar el tempeh en polvo.

El secado se puede llevar a cabo por diferentes maneras, - por ejemplo, secado por aspersión, secado por tambores - rotatorios, secado por liofilización, etc. El producto final es tempeh en polvo con las características esenciales de sa bor y comestibilidad del tempeh original. Independientemente, se ahorra tiempo y trabajo.

Sin embargo, estos procedimientos de conservación del - - tempeh elevan notablemente el precio del producto, repercutiendo sobre todo en la población a la que va dirigida ya que gran parte de ella no posee energía eléctrica (refrigerado--res), o bien el proceso industrial elevaría el costo del pro ducto de tal forma que se pondría a la par en precio con al gunos productos proteicos de origen animal.

El análisis de costos necesario para aproximar el precio fixi

nal de un producto similar está fuera del programa de la tesis y de nuestras posibilidades.

Al iniciar el desarrollo de este tema uno de los aspectos fundamentales era encontrar un alimento de bajo costo y elevado contenido proteico, de buena calidad nutricional. El tempeh parecía reunirlo, dados los informes referentes a alimentos de origen oriental que lo señalaban como uno de los mejores. Al efectuar los análisis bromatológicos, se obtuvo como resultado, efectivamente, un elevado contenido proteico, pero en base seca. Desgraciadamente las características organolépticas del producto disminuyen notablemente al efectuarse el secado hasta hacerlo desagradable y por otro lado, en base húmeda, tan solo el 60% del peso total se debe a la gran cantidad de agua presente, lo que equivale a una reducción que alcanza hasta la tercera parte de su contenido total de proteínas. Si se considera 80 gramos de proteínas diarias como un promedio en la dieta de una persona mayor de 25 años y en buen estado físico, equivale a decir que deberá comer aproximadamente 570 gramos de

tempeh para obtener el requerimiento proteico diario. Si a esto se le suma la limitación de metionina en la soya, se -- tendría que buscar aparte su suplementación, lo que reduce la cantidad de proteínas aún más, o bien, eleva el costo de fabricación.

Ahora bien, el proceso de secado por medio de aspersión, - vacío, tambores, etc., para evitar problemas en la aceptación, también eleva el costo del producto restándole por tan to cualidades y difusión.

Originalmente el estudio del tempeh estaba orientado hacia la solución de problemas nutricionales de núcleos de población de escasos recursos económicos, principalmente en - las zonas rurales, pero debido a las dificultades de conservación antes expuestas y a la correspondiente elevación del costo del producto, debería cambiarse preferentemente la - orientación hacia otro grupo humano que aunque de escasos recursos económicos, contara con mayor disponibilidad y - servicios (zonas urbanas y suburbanas), ya que en gran par te de la zona rural los intercambios son de carácter no mo-

netario, mientras que la demanda urbana depende, para obtener casi todos sus alimentos, de sistemas de abastecimiento.

Independientemente de todas estas dificultades el tratamiento industrial nos brinda una alternativa de conservación que facilita el uso del producto que de esta forma pudiera ser incorporado a la dieta nacional, variando y aumentando la ingesta proteica del mexicano con un alimento de elevado contenido nutricional (aproximadamente 40% de proteínas).

VI. CONCLUSIONES

- 1.- Se orientó la investigación para beneficiar a personas de escasos recursos económicos.
- 2.- Se elaboraron diferentes tipos de tempeh: de soya, -- trigo, garbanzo, maíz, arroz, y mezcla de trigo con soya (3:2); con objeto de encontrar la muestra más apta desde el punto de vista organoléptico y económico.
- 3.- El tempeh de soya resultó ser el de mayor porcentaje de digestibilidad y de proteínas entre los diferentes - preparados.
- 4.- Se comprobó que el mejor tempeh desde el punto de - vista organoléptico según un grupo de jueces con pre- paración universitaria era el de trigo-~~soya~~ soya.
- 5.- Con un grupo imparcial se comprobó asimismo que -- estadísticamente no hay significancia entre el sabor - de dos tipos de tempeh: de soya y de trigo-soya (3:2)
- 6.- Por otro lado la aceptabilidad no es tan difícil desde el punto de vista psicológico.

- 7.- Con relación al tempeh de soya, el tempeh de trigo-soya logra una mejor suplementación de aminoácidos esenciales.
- 8.- El alto contenido de humedad disminuye notablemente el contenido de proteínas del producto.
- 9.- Por tanto, el objetivo inicial de proporcionar este tipo de alimento a las clases marginadas para solucionar los requerimientos proteicos necesarios no se cumple.
- 10.- La presentación del tempeh secado industrialmente constituye una buena forma de solucionar la obtención de mayor porcentaje de proteína de una calidad nutritiva aceptable.
- 11.- La investigación de un proceso de conservación barato y efectivo para este tipo de productos sería un buen tema a desarrollar.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- AHUMADA, S.E. y F.B. LUCAS. Alimentos de alto valor proteico para lactantes y preescolares. UNAM, Facultad de Química, 1974 (tesis)
- 2.- Banco Nacional de México, México en cifras. (1975)
- 3.- BHATTACHARJEE, K.J. Microorganisms as potential sources of food advances in applied microbiology; 13 - (1970)
- 4.- Boletín Interno. DGEA/SAG. Boletines comprendidos entre 1974 y 1975. México.
- 5.- CASAS CAMPILLO, C. Proteinas alimenticias de origen unicelular. Rev. Tecnol. Aliment. (Méx) 11:124-130 1976.
- 6.- CHAVEZ, A. La tecnología de los alimentos y la salud pública. Salud pública de México, Vol. VIII, No. 4, 1976
- 7.- DESROSIER, N.W. Conservación de alimentos. Primera edición. Compañía Editorial Continental, S.A. (1964) México, D.F.
- 8.- FRAZIER, W.C. Microbiología de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. (1972)
- 9.- GUERRERO-LEGORRETA, I. Algunos aspectos sobre concentrados proteicos de hojas, posibilidades y ventajas de extracción. Rev. Tecnol. Aliment. (Méx) - - - - 11:114-116, (1976)
- 10.- HAYSLETT, H.T. Estadística simplificada. Ediciones Minerva. Compañía General de Ediciones, S.A. México (1973)

- 11.- HERRERA, T. y M. ULLOA. *Saccharomyces cerevisiae*, una levadura fermentadora del tesgüino de los indios Tarahumaras. Bol. Soc. Méx. Mic. 7, dic. 1973
- 12.- ILJAS, N.; A.C. PENG y W.A. GOULD. Tempeh an Indonesian fermented soybean food, The Ohio State University. Ph. D. (Thesis), 1972
- 13.- Official methods of analysis. Eleventh edition 1970. - - Washington, U.S.A.
- 14.- Organización Mundial de la Salud. Necesidades de energía y de proteínas. Org. Mund. Salud Ser. Inf. Técn. 522, Ginebra, 1973
- 15.- POTTER, N.N. La ciencia de los alimentos. Primera Edición. Centro Regional de Ayuda Técnica. México - - Buenos Aires (1973)
- 16.- Prácticas académicas de laboratorio. Nutrición. Facultad de Química. 1975.
- 17.- REYES, O.S.; R.E. STAVENHAGEN y S. BALLESTEROS. Estructura agraria y desarrollo agrícola en México. F.C.E. México, 1974.
- 18.- RODRIGUEZ, C.M. La demanda de alimentos proteínicos en México. Rev. Tecnol. Aliment. (Méx) 11:118-123 1976
- 19.- Semillas. Anuario de agricultura, 1961. Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Espasa Calpe.
- 20.- The United States Pharmacopeia. 18a. revisión. método II.

- 21.- ULLOA, M. Mycofloral sucesion in pozol from tabasco, México. Bol. Soc. Méx. Mic. 8, dic. 1974.
- 22.- ULLOA, M. y T. HERRERA. Descripción de una variedad nueva de *Kloeckera corticis* aislada del pulque. Bol. Soc. Méx. Mic. 7, dic. 1973.
- 23.- HANSON, L.P. Vegetable protein processing. Noyes data corporation, Londón, England. (1974).
- 24.- VILLALOBOS, C.M. Conceptos básicos sobre análisis sensorial su aplicación en la evaluación de la calidad de tres variedades de cítricos cultivados en Colombia. Rev. Tecnol. Aliment. (Méx) año 8, No. 1. enero-febrero 1973
- 25.- El problema de qué comer. Visión. VI, (1976)
- 26.- ZAVALA, M.C. Estudio preliminar comparativo entre dos algas comestibles; *Phormidium tenue* y *Spirulina máxima*. UNAM. Facultad de Química. (tesis) 1975.