



UNIVERSIDAD DE SONORA

Escuela de Ciencias Químicas

**EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA TORTILLA
DE MAÍZ FORTIFICADA CON SOYA**

**Trabajo de Investigación Tecnológica
que para obtener el Título de:**

QUIMICO

Presenta

Ma. del Carmen Ramírez Rico

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

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

II O B J E T I V O S

III G E N E R A L I D A D E S

IV M A T E R I A L Y M E T O D O S

V R E S U L T A D O S

VI D I S C U S I O N E S Y C O N C L U S I O N E S

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

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

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

El crecimiento explosivo de la población humana es el evento terrestre más significativo del presente milenio. 3,500 millones de gente habitamos en la tierra y cada año éste número se incrementa en 70 millones.

Sólo recientemente hemos estado obligados a aprender que muchos millones de nuestra especie se acuestan hambrientos. La mayoría de nosotros, por supuesto, tenemos ideas vagas acerca de la inanición en India y de las escuálidas favelas de la gente del Brasil, pero no todos nosotros tenemos una apreciación real de las dimensiones del problema mundial del alimento. ¿Porqué deberíamos tener conocimiento de que, de 1 a 2,000 millones de gentes viven en el planeta sin dietas adecuadas verdaderamente establecidas? - Ésto sobrepasaría a nuestra imaginación. ¿Como puede ser que, de 10 a 20 millones de gente, la mayoría niños, mueran de hambre cada año, mientras que pagamos a nuestros agricultores para que no produzcan alimentos para el consumo humano? Presumiblemente, ¿Cuántas personas con una mediana cultura se dan cuenta de que sus mascotas reciben una mejor dieta que cientos de seres humanos? ¿Cuántos están seguros de que muchos hombres pobres no consumen la comida de las mascotas, como alimento barato con alta calidad proteica? Observemos por un momento la situación en muchas naciones que la mayoría de los economistas han rotulado como Subdesarrollados (6 países en vías de desarrollo), pero que más bien serían descritos como hambrientos. En general, los países desarrollados difieren de los subdesarrollados en diversos planos. Los subdesarrollados no estamos industrializados. Tendemos a tener sistemas ineficientes de agricultura, productos nacionales en bruto e ingresos per cápita extremadamente bajos, altos promedios de analfabetas y crecimiento poblacional extremo. Por razones que están claras en estos puntos, la mayoría de éstos países nunca seremos bajo ninguna circunstancia concebible, desarrollados en el sentido que los es-

hoy Estados Unidos de Norteamérica.

La gente de los países subdesarrollados seremos incapaces de escapar a la pobreza y de la miseria a menos que tengamos control de nuestra población, ya que hoy tenemos unas poblaciones más grandes de las que realmente podemos sostener, dado a nuestros recursos físicos y biológicos. Aún más, nuestros promedios poblacionales hacen notar más claramente que condiciones se están volviendo estacionarias y cuáles malograndose rápidamente.

Las poblaciones de los países subdesarrollados en su mayoría, nos estamos duplicando con una periodicidad promedio de 20 a 30 años. Considerando lo que sería para un país como Filipinas u Honduras doblar su población en 20 años. Tendrían dos veces la cantidad de familias que tienen hoy; sus hijos serían adultos y tendrían sus propios hijos.... A efecto de mantener un nivel de vida estándar, dicho país en dos décadas, duplicar cada mejora para el sustento de los seres humanos que lo contienen. Donde hay un hogar habrá dos (ó su equivalente). Donde hay un salón de clases debe de haber dos, donde haya un hospital, juez, doctor, maestro, mecánico, debe de haber dos. Debe duplicarse la producción agrícola, la importación, la exportación, la capacidad de las carreteras, sistemas de drenaje, plantas generadoras de energía y muchas cosas más deberán duplicarse... Todo ésto tomado, tan solo, a nivel cuantitativo. Además habrá un salto cualitativo, es decir, los problemas que vivirían los países anteriormente citados, al duplicarse su población, las problemáticas económicas se duplicarían y por tanto, las condiciones materiales, de éstas sociedades habrían tomado el curso necesario para que, en esa forma lleguen a un punto crítico tal que, visualicen su emancipación sea cuál fuere esta.

APORTACIONES DE UNA DIETA BASICA

Para comprender perfectamente las necesidades nutricionales debemos saber qué tipos de elementos y compuestos son considerados como "nutricionales", necesarios para la vida y la salud de los seres humanos. Estos nutrientes se encuentran en cinco categorías generalmente: carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. Cada nutriente puede encontrarse en una gran variedad de comidas, no obstante ninguna de ellas los contiene a todos. Cada uno realiza alguna(s) función(es) en particular dentro del organismo, proporcionándole energía, construcción y reparación de tejidos, ó manteniendo el proceso fisiológico de la vida.

Los requerimientos de la nutrición humana pueden satisfacerse por la ingestión diaria de los alimentos incluidos en los cuatro grupos siguientes:

- 1.- Leche y productos lácteos, para obtener calcio, proteína, vitaminas y otros minerales. En algunos países la leche es sustituida por los frijoles soya, aunque éstos no son muy ricos en calcio, utilizando hidróxidos que lo contengan, en la preparación de algunas comidas y, comiendo pescados pequeños (sardina) sería una de las formas en que la gente obtuviera éste mineral sin consumir productos lácteos.
- 2.- Carne, pescado, aves, ó huevos, para obtener proteínas -- grasas y vitaminas. Ellos son cosas de lujo para la mayoría de la gente. Son más caros en términos del precio que paga el consumidor que el costo agrícola necesario para producirlos.
- 3.- Granos y vegetales (con alto contenido de almidón), son fuentes de carbohidratos, vitaminas y algunas proteínas. Esta categoría incluye a los alimentos más comunes: trigo, arroz, papas y maíz, entre la gente de escasos recursos, éstos forman la parte principal de sus

dietas diarias y los proveen de una gran proporción de proteína.

- 4.- Frutas y vegetales, nos proporcionan carbohidratos, vitaminas minerales, y algunas proteínas. Estos generalmente están ausentes de la dieta de los países pobres, los países subdesarrollados y aún en los desarrollados debido a su costo tan alto. Para gente que vive en una real pobreza los chicharos frijoles y otras legumbres son fuentes importantes de proteína.

En la tabla I, se dan a conocer una serie de alimentos - que se han tomado como seleccionados para poder evaluar la calidad de ellos. Notaremos como dato comparativo, que la ingestión de los primeros cuatro es insegura en la mayor parte del mundo, por lo que nuestras dietas están carentes de aquellos que son necesarios para mantener el equilibrio de nuestro desarrollo físico y mental.

REQUERIMIENTOS DE PROTEINAS

El valor práctico de la estimación de los requerimientos protéicos tanto en infantes, como en jóvenes y adultos dependen de estados fisiológicos, edades, pesos, tallas, actividades físicas etc; - tomando además en cuenta las pérdidas de nitrógeno por la piel, las de orina y heces, que según Droese y Stolley, son mayores de 0.5g/d. lo cual es de suma importancia para los países donde la proteína es escasa. Requerimientos diferentes tendrán las mujeres embarazadas ó lactantes que, serán más altos por necesitar un suplemento extra de proteínas para la construcción de tejidos para la formación del niño ó para la producción de leche.

En los datos incluidos en la tabla II presentamos cantidades objetivas que se pueden tomar solamente como guía para conocer

nuestros requerimientos protéicos en nuestras distintas etapas cronológicas.

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS

Los estudios realizados por pioneros como Rose y sus colaboradores (1949, 1957) establecieron que el hombre adulto requiere en su dieta de una fuente de alimentos que le proporcione ocho aminoácidos para mantener el equilibrio de nitrógeno: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenil alanina, treonina, triptofano y valina, pero en base al peso corporal en kilogramos, el infante recibe más nitrógeno, la cantidad estandar para el adulto es 1 gm/kg. y para el infante 3.0 gm/kg. , por las observaciones hechas, el infante lógicamente de más aminoácidos: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenil alanina, treonina, triptofano, valina e histidina. La omisión de cualquiera de ellos trae como consecuencia inmediata la completa cesación del crecimiento.

En forma general los aminoácidos son utilizados para las siguientes funciones: metionina y fenil alanina, son utilizados por el cuerpo para la síntesis de cistina y tirosina respectivamente los requerimientos de éstos dos pueden satisfacerse parcialmente por cualquier cistina y tirosina presentes en la dieta. La histidina se requiere como parte esencial en la dieta del infante ya que actúa en el desarrollo de sus funciones físicas y mentales; se cree que arginina se requiere para la obtención de un crecimiento máximo. En la tabla III que acompaña a ésta parte teórica lograremos tender que: más que los requerimientos cuantitativos para cada uno de los aminoácidos, es importante, el patrón ó promedio de cada aminoácido requerido con respecto al otro. En otras palabras, cuándo una comida contiene proteínas y se ingiere a un cierto nivel y cuánto más si tiene los requerimientos totales de una proteína, todo el

trón de aminoácidos esenciales será importante para determinar la calidad de la proteína, más que, la cantidad absoluta de cada aminoácido. Debe reconocerse, que un suplemento adecuado con ausencia de aminoácidos esenciales, los no esenciales en su defecto, se pueden utilizar para la síntesis de los primeros, los cuales a pesar de su designación, son necesarios para la síntesis de proteínas. De este modo, fácilmente podemos adoptar como una proteína de referencia ideal, a una proteína hipotética en la que los aminoácidos esenciales estén presentes en un patrón que refleje los requerimientos de ellos; dicha proteína de referencia sigue siendo motivo de estudio por los distintos tipos de comités y organizaciones de la alimentación mundial en general.

FACTORES QUE AFECTAN LOS REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS

Hay otros factores que afectan los requerimientos de aminoácidos, además de la cantidad de nitrógeno no esencial que se perfila como el más importante; la cantidad de carbohidratos, grasas ingerida con fines energéticos, variaciones en el metabolismo basal, equilibrio de la dieta, el balance de aminoácidos y el uso de algunos de éstos para la formación de hormonas, aunque se piensa que no es muy grande el gasto en éste aspecto, ó la formación de niacina a partir de triptofano (Holt, 1961) ó la interrelación de metionina e histidina, que recientemente Daniel demostró (1967) - que la primera impide la absorción de la histidina y que probablemente interfiera con su mecanismo de transporte.

VITAMINAS Y MINERALES

Con respecto al conocimiento que se tiene sobre requerimientos de vitaminas y minerales en los alimentos, datos como los anteriormente expuestos a nivel de referencia, sólo existen para algunas vitaminas que se consideran importantes para las funciones vitales de nuestro organismo, entre ellas se puede citar: vit. A, D (en sus diferentes derivados), C, las del complejo B (niacina, riboflavina, tiamina) y otras que juegan un papel muy importante, ya que la ausencia completa de ellas en la alimentación trae como consecuencia graves trastornos. En el caso de los minerales a elementos como: calcio (Ca), fósforo (P) y hierro (Fe), se les ha dado la categoría de esenciales ya que actúan como metabolitos para la absorción de algunas vitaminas y proteínas, grasas y/o derivados de ácidos grasos que los contienen así como en los anteriores.

Estos componentes y elementos respectivamente al igual que los ya descritos, son requeridos por el humano en niveles diferentes según: edad, estado fisiológico, sexo, trabajo desarrollado y otros.

PROMEDIO DE AMINOACIDOS ESENCIALES TOTALES PARA
UN PATRON DE N TOTAL EN COMIDAS SELECCIONADAS Y
EL PATRON PROVISIONAL DE FAO (1957)*.

Tabla I

FUENTE DE PROTEINA (FAO 1965)	E.P. promedio (mg/am total N)
Proteína de huevo entero	3.22
Leche de vaca	3.20
Músculo de carne de res	2.79
Pescado	2.66
Harina de soya	2.58
Semilla de ajonjolí	2.47
Semilla de algodón	2.15
Harina de cacahuete	2.08
Harina de trigo blanco	2.08
Patrón FAO 1957	2.02
Glutén de trigo	1.99
Cassava	1.31
Gelatina	1.05

* FAO = Organización de la Agricultura y Alimentos

Tabla II

REQUERIMIENTOS DIARIOS DE PROTEINAS POR EDAD Y
ESTADOS DE DESARROLLO

Edad y Estado de Desarrollo.	Requerimientos de Proteinas		
	NAS**	am/kg.de peso corporal	
Infantes	0-3 meses	2.2	
	3-6 "	2.0	
	6-9 "	1.8 - 2.0	
	9-12 "	1.8 - 2.0	
Niños	1-3 años	1.8	
	4-6 "	1.6	
	7-9 "	1.4	
Adolescentes	10-12 "	1.3	
	13-15 "	1.0	
	16-19 "	0.9	
	20 "	0.9	
Adultos		0.7	
Embarazadas		1.1	
Lactantes		1.3	
			FAO*
			2.3
			1.8
			1.5
			1.2
			1.1
			1.0
			0.9
			0.9
			0.8
			0.8
			0.7
			0.8
			1.0

Fuente: * FAO = Organización de la Agricultura y Alimentos (1965).

** NAS = Academia Nacional de la Ciencia (1968).

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS ESENCIALES DIARIOS PARA
HUMANOS Y PATRONES DE AMINOACIDOS DE LAS PROTEINAS DE
REFERENCIA DE FAO (1957, 1965)

Tabla III

Aminoácido	Infantes mg/kg	Adultos Hombres	Adultos Mujer	FAO (1957) Patrón prov. Tryptofano = 1.0	(y) Tryptofano = 1.0	Proteína de huevo (x) Tryptofano = 1.0	Proteína de huevo mg/gm AA esenciales tles
Cistidina	32	-	-	-	-	-	-
Isoleucina	90	450	700	3.0	4.1	4.1	129
Leucina	150	620	1100	3.4	5.5	5.5	172
Lisina	105	500	800	3.0	4.0	4.0	125
Fenil alanina	90	220	300	2.0	3.6	3.6	114
Tirosina	-	900	1100 (1)	2.0	2.6	2.6	81
Metionina	-	350	200	1.4	1.9	1.9	61
Cistina	85	200	810 (5)	1.6	1.5	1.5	46
Argonina	60	305	500	2.0	3.2	3.2	99
Triptofano	22	157	250	1.0	1.0	1.0	31
Alanina	93	650	800	3.0	4.5	4.5	141

Fuentes: * Academia Nacional de la Ciencia (1959).

(x) Organización de la Agricultura y alimentos 1957, 1965 (FAO)

(1) Si la Tirosina está ausente en la dieta, 1100 mg/día de Fenil alanina satisfacen el equivalente total para Aminoácidos aromáticos.

(5) Si la Cistina está ausente en la dieta, 1100 mg/día de Metionina satisfacen el equivalente para el contenido total de Aminoácidos que contienen azufre.

DISPONIBILIDAD DE LAS PROTEINAS
ACTUALMENTE

La mayoría de la bibliografía recomendada como aceptable por las organizaciones que rigen la nutrición mundial, hacen hincapié en que la mejor fuente de proteínas de alta calidad se encuentran en la carne (blanca ó roja), leche (y productos lácteos), frutas y legumbres; pero dado los problemas mundiales de tipo social, económico y político que recaen sobremanera en la distribución de alimentos y su producción para una población tan densa, haremos -- mención a la frase *TODA CARNE ES PASTO*, la cuál establece un principio biológico básico que es esencial para un mejor entendimiento del problema mundial de la alimentación.

Hoy la fuente de alimentos más producida son las plantas de donde los animales y los seres humanos obtenemos la energía y nutrientes que nos proporciona el desarrollo, crecimiento y sostén; el camino de preferencia para adquirirlos es consumiendo animales domesticados (res, cerdos, pollos, gallinas, aves y otros) que comieron plantas y/o de animales que comieron animales.

El hombre ha domesticado muchas especies de plantas alimenticias, en tiempos prehistóricos se domesticaron 80 tipos de plantas y solamente 24 tipos de animales; sin embargo de toda ésta diversidad de plantas, un número relativamente pequeño de éstas, -- abastece a la gran mayoría de la alimentación mundial.

A pesar del constante desarrollo y expansión industrial -- la producción de proteína animal, resulta ser muy baja con respecto a la cantidad que se demanda. Sabemos, no obstante que el 100% -- de las proteínas animales son las de mejor calidad, provenientes -- generalmente de ganado vacuno y porcino, cuyo lugar ocupa el 90% -- de la producción de carne, el mismo porcentaje la producción de leche de vaca, la de cabras y borregos un 6% y la de otras especies -- un 4%. Pero la producción animal se concentra más en las zonas templadas, que ocupan tan sólo un 24% del total de la tierra, excluyen

do a los polos, y más de la mitad de ella, se encuentra en los trópicos; el resto del globo se encuentra dividido entre áreas subtropicales, templadas-calientes y templadas-frías; por lo que la mayoría de la extensión terrestre se encuentra en África, Sur-América y Asia.

La tierra que según se reportó en 1967 como "potencialmente arable", era de 3,500 millones de hectáreas y en éstos días el triple de ésta cantidad es cultivada. El término "potencialmente arable" está malentendido ya que con la tecnología y las circunstancias económicas existentes, casi toda la tierra se encuentra cultivada (ó utilizada). Por tales efectos no podemos sufrir las demoras de las consideraciones como: el factor irrigación y su viabilidad, evaluación de la fertilidad del suelo, disponibilidad del capital para la labor del pastoreo, vías de transporte y otros. La pregunta que cabría hacernos es: ¿que tanto tiempo le podemos ganar a la crisis población -producción de alimentos abriendo nuevas tierras al cultivo?.....en las tablas IV y V nos daremos cuenta en que proporciones y que tipos de proteínas son más consumidas por la población mundial.

Básicamente no hay muchos oasis en la tierra, alrededor de 450 millones de gente bien alimentada viven en un lujo comparativo... en contra de 2,000 millones de mal nutrida ó deficiente mente alimentada y generalmente pobre...

Según el comité presidencial de la ciencia para la Suplementación Alimenticia en el Mundo (1967) estimó que el 20% de la gente en los países subdesarrollados (los cuáles poseen las dos terceras partes de la población mundial) estaban mal alimentados (ésto es que, no recibían suficientes calorías por día) y que un 60% estaba mal nutrida (con una seria ausencia de uno ó más nutrientes, más comunmente de proteína). Esto significa que como 1,000 millones de gente ó ésta mal alimentada ó está mal nutrida. Otros-

hacen estimaciones de éstas cantidades diciendo que, hay más de 2,000 millones de gente "Hambrienta". De esto se han hecho aún más específicas las denominaciones del hambre, diciendo en forma descriptiva, que un medio millón de éstos ó están crónicamente hambrientos ó están en la inanición. Estos números no incluyen los millones de gente hambrienta y mal nutrida de los estratos económicos-bajos, de los países desarrollados como los Estados Unidos de América ó el número de gente que se puede dar el lujo de comer bien, pero están mal nutridas debido a la ignorancia de la más elemental nutrición. El mapa I, nos señala las áreas del mundo en donde el hambre está más difundida. Aún si tomáramos en cuenta tales cifras vacilantes, podríamos muy bien encojernos de hombros y decir: "Bien, siempre ha habido gente hambrienta"... la verdad es que la situación de hoy es completamente inaudita y no simplemente por la magnitud del sufrimiento... los hambrientos que atravéz de toda la historia han existido, generalmente tienen un estado cataclísmico, con eventos a corto plazo causados por el tiempo ó por la intervención humana y han estado limitados para poblaciones locales y relativamente pequeñas. Sin embargo, éstos hambrientos están en un lance tan indeliblemente trágico que resulta de una masa poblacional sufriendo y muerta, ellos son un fenómeno enteramente diferente con una privación incesante y resistida por más de mil millones de gente alrededor del globo. Pero, lo más importante de todo es que, el hambre de hoy es inaudita debido a que éstas multitudes de hambrientos están bastante seguros de que las condiciones dietarias de los opulentos son buenas, tanto que tienen grandes esperanzas de rivalizar con ellas.

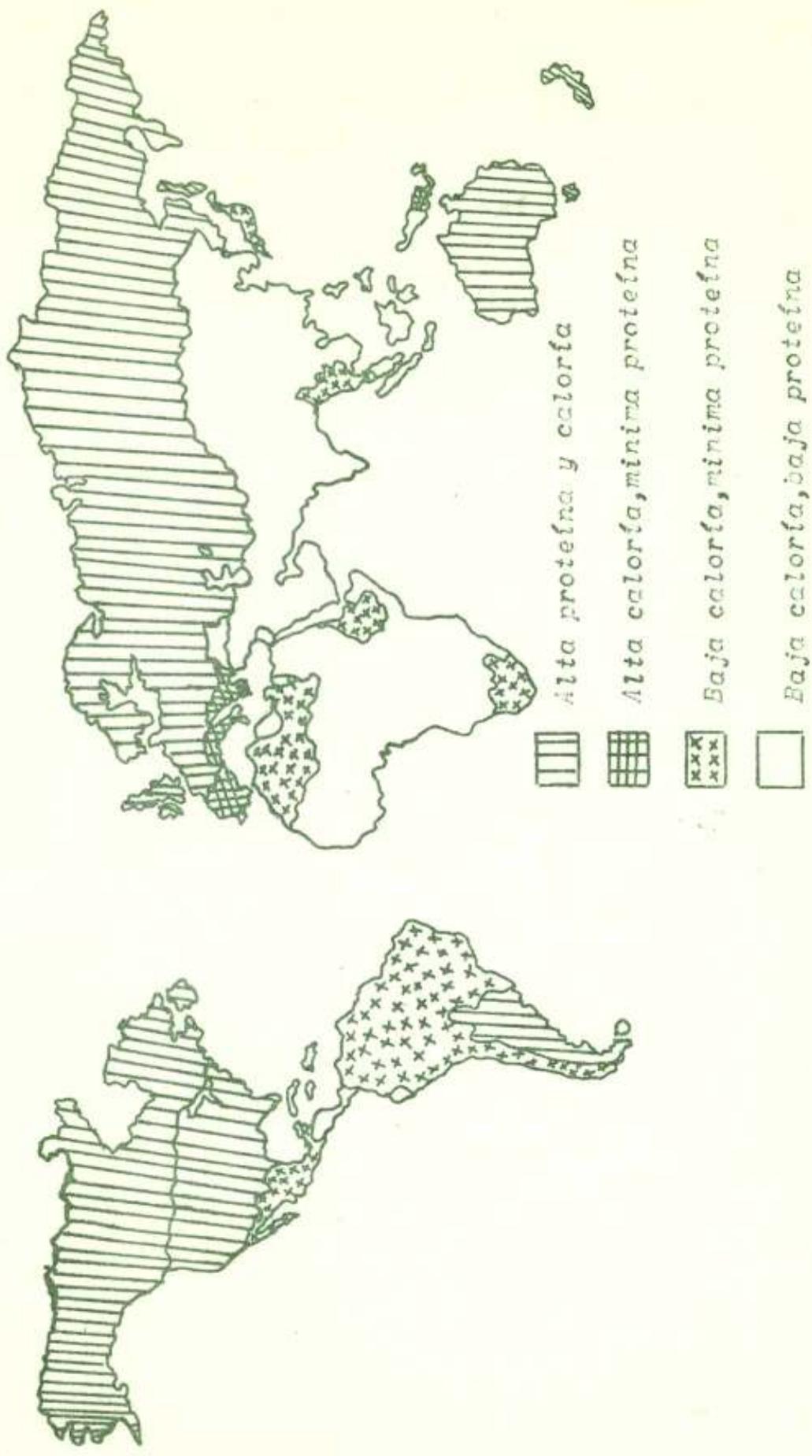
El problema en México, al igual que en el resto del mundo, no sólo es del orden nutricional, recordando los factores tan variados que toman parte en tan importante situación. Haciendo un análisis breve de nuestro país, notaremos que aún disponemos de áreas al cultivo para la producción de alimentos, sólo que nuestra pobla

ción está concentrada en áreas urbanizadas en donde el subsuelo - está demasiado explotado y migran hacia ellas debido a la falta - de comunicaciones y conocimientos necesarios para poder solventar la problemática del acondicionamiento de sus cultivos que tienden a ser flacos en producción. A pesar de todo esto, tenemos conciencia de las repercusiones positivas y negativas de nuestros continuos cambios para lograr un desarrollo. No obstante, en muchos países hay ignorancia, hábitos, tabúes y costumbres que clausuran las puertas de una nueva filosofía alimentaria.

La producción de alimentos no-convencionales es buena, pero que hay de su aceptación?... es evidente que recaeríamos en - producir productos de tecnologías sofisticadas importadas de otros países con un estatus alimenticio completamente diferente al - nuestro, es ahí donde debemos, no solo analizar sino programar la - introducción de comidas "extranjeras" a nuestros productos nacionales para asegurar su producción-consumo-aceptación y, atenuar en forma alguna el fantasma del hambre.

Mapa I

GEOGRAFIA DEL HAMBRE



SUPLEMENTO DE PROTEINA DIARIO PER CAPITA
(grs/persona/dfa)

PAISES	PROTEINA ANIMAL			PROTEINA VEGETAL		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
Europa Central-URSS y Países Nórdicos	621	51.75	46.98	453	37.76	25.2
Europa (países bajos)	205	34.16	15.50	274	45.66	15.2
Menor	79	15.80	5.99	291	58.20	16.1
Países Asiáticas	58	9.66	4.38	286	47.66	15.9
Países Africanos	30		2.26	78		4.3
América Latina	200	25.00	15.13	348	45.50	19.3
América	129	64.50	9.75	67	33.50	3.7
T A L	1322	33.05		1797	44.92	

Source: Introduction to Livestock Production, by H.H. Cole W.H. Freeman and Company, 1966

(a)= gramos totales

(b)= " promedio

(c)= " en porcentaje

Tabla V

SUPLEMENTO DE PROTEINA ANIMAL DIARIA PER CAPITA
(grs/persona/dfa).

PAISES	CARNES Y AVES			LECHE Y PTOS. LACTEOS			HUEVOS			PESCADO		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
Europa Central-URSS y Paises Nórdicos	299	21.25	50.5	313	22.35	61.98	46	3.28	52	60	4.28	35.0
Europa (paises bajos)	45	9.00	7.6	41	8.20	8.11	8	1.60	9	38	7.60	22.2
Asia Menor	30	5.00	5.0	44	7.33	8.71	8	2.66	9	9	2.25	5.2
Islas Asiáticas	20	4.00	3.0	6	3.00	1.18	1	1.00	1	32	6.40	18.7
Paises Africanos	16	16.00	2.7	7	7.00	1.38	1	1.00	1	4	4.00	2.3
América Latina	112	15.25	18.91	57	7.12	11.28	11	1.83	12.5	20	3.33	11.6
Norte América	60	30.00	10.13	37	18.50	7.32	12	6.00	13.6	8	4.00	4.6
T O T A L	582	14.43		505	12.31		88	2.75		171	4.62	

Fuente: Introduction to Livestock, by H.H. Cole W.H. Freeman and Company, 1966

(a)= gramos totales

(b)= " promedio

(c)= " en porcentaje

Tabla VI

DISPONIBILIDAD NACIONAL DE PROTEINAS (1972)
DATOS PROMEDIO POR PERSONA POR DIA

FUENTE	PESO (grs.)	%
Cereales	36.2	49.8
Carne	12.5	17.2
Leguminosas y Oleaginosas	11.4	15.7
Leche	8.4	11.6
Huevo	2.4	3.3
Otros	1.7	2.4

Proteínas totales disponibles = 72.6 100.0

Nota: El porcentaje de origen vegetal es de 67.9% y el resto es de 32.1%

Tabla VII

CONSUMO PROTEICO DIARIO PER CAPITA

ZONA	PROTEINAS TOTALES (gm.)	PROTEINAS ANIMALES (gm.)
Norte	60.8	10.4
Centro Occidental	57.8	10.3
Golfo	56.6	18.4
Sur	53.4	8.9
Sureste	48.4	5.2

CONSUMO PROMEDIO DE PROTEINA POR PERSONA POR DIA

Tabla VIII

PROCEDENCIA	AREA RURAL (53.3 gr)	AREA URBANA (68.7 gr)
Maíz	26.0	18.0
Pan y pastas	5.0	14.0
Frijol	10.5	9.0
Carne	8.0	10.5
Huevo	1.0	2.0
Verdura, frutas, etc.	2.8	15.2

Tabla IX

CONSUMO PROMEDIO DE PROTEINA EN NIÑOS POR DIA

FUENTE	AREA RURAL (25.0 gr)	AREA URBANA (36.0 gr)
Maíz	6.5	4.1
Frijol	4.5	4.8
Leche	3.0	4.8
Carne	4.0	9.3
Huevo	1.0	1.6
Pan y pastas	2.6	8.2

Tabla X

CONSUMO DE PROTEINA EN DIFERENTES NIVELES URBANOS

N I V E L	PROTEINAS TOTALES	PROTEINAS ANIMALES
Unidades habitacionales	86.1	45.8
Vecindades	67.1	23.5
Barracas periféricas	59.0	14.3

Tabla XI

CONSUMO DE PROTEINAS EN DISTINTOS NIVELES RURALES

N I V E L	PROTEINAS TOTALES	PROTEINAS ANIMALES
Zonas de buena nutrición	69.0	20.0
Zonas de regular nutrición	60.0	15.1
Zonas de mala nutrición	56.1	10.0
Zonas de muy mala nutrición	50.2	7.9

ESTRATIFICACION ECONOMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA (1971)

Tabla XII

GRUPOS	LIMITES DE INGRESO FAMILIAR DISPONIBLE/MES	No. DE FAMILIAS	%
I	\$ 0.00- 1500.00	3,310,000	38.0
H	1,501.00- 3000.00	2,000,000	23.0
G	3,001.00- 4500.00	1,392,000	16.0
F	4,501.00- 6000.00	696,000	8.0
E	6,001.00- 7501.00	566,000	6.5
D	7,502.00- 9000.00	243,000	2.7
C	9,001.00-10000.00	201,000	2.3
B	10,500.00-13000.00	148,000	1.7
A	más de 13,000.00	156,600	1.8

Tabla XIII

VALORES DE UTILIZACION NETA DE LA PROTEINA

FUENTE DE LA PROTEINA	U.N.P.
Huevo de gallina	95.0
Leche de vaca	90.0
Leche desnatada	82.0
Carne de res	72.0
Pescado (integral)	75.0
Harinas de soya	36.0-70.0
Concentrados protéicos de coco	40.0-70.0
Harinas de semilla de algodón	64.0
Harinas de cacahuete	45.0-50.0
Girasol	55.0

Fuente: Instituto Nacional de la Nutrición (Recomendaciones).

O B J E T I V O

El objetivo principal de éste trabajo, es el de obtener - una tortilla de maíz fortificada con frijol soya, analizarla y evaluar la calidad de proteína que contiene.

Cabe aclarar que a ésta tortilla obtenida en el estudio - seguirá siendo motivo de posteriores pruebas, ya que la labor que - vendrá a cumplir será, la de complemento alimenticio diario, susti - tuyendo al producto nacional, tortilla de maíz.

Desde el primer momento de la iniciación de éste trabajo existió una motivación primordial, la introducción de alimentos no convencionales dentro de los convencionales, es decir, dentro de lo que ya se conoce y se consume generalmente por la mayor parte de - la población nacional.

Se estudió concienzudamente al grano del frijol soya en - comparación con el del maíz, empezando por sus calificaciones químicas, físicas y por último el aspecto más importante, el valor nutritivo de ellos en forma separada y después dicha evaluación en forma conjunta del producto obtenido en ésta investigación.

El maíz por bastantes generaciones es el alimento que ha - hecho las veces de básico en sus variadas presentaciones según la región donde es consumido, por ésto mismo, su uso reconocido es en - gran parte no solo de la república mexicana sino también de américa latina, en donde se han realizado encuestas nutricionales en - las que, se ha notado la marcada desnutrición que provoca el consu - mo puro de maíz y otros alimentos de baja calidad protéica, con - sus correspondientes repercusiones en el crecimiento físico y men - tal del individuo en sus diferentes edades. Es por éste motivo que se pensó en la adición de otro grano perteneciente a la familia - de las leguminosas - oleaginosas, que mejorará el valor nutritivo - del maíz y de otros, así mismo, sus aminogramas, digestibilidad de - sus proteínas y la disponibilidad de las mismas. El maíz por lo - tanto, no contribuye a ser un agente balanceador si, se ingiere como base de una dieta con un contenido protéico regular ó mínimo.

70

El propósito de ésta serie de investigaciones son: analizar la interrelación entre las propiedades funcionales, composiciones químicas, métodos de procesado y utilización del patrón de alimentos y después discutir las propiedades funcionales en relación al tipo de utilización dada a los frijoles soya y maíz y finalmente establecer los métodos de procesado que doten a éstos dos ingredientes con las funciones más convenientes para la obtención de un alimento.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El estudio se dividió en :

- A.- Análisis Bromatológico de las materias primas
 - 1.- Humedad
 - 2.- Cenizas
 - 3.- Fibra cruda
 - 4.- Grasa
 - 5.- Proteínas
 - 6.- Carbohidratos por diferencia
- B.- Valor Nutricional del producto
 - 1.- Actividad Ureásica
 - 2.- Porcentaje de Nitrógeno soluble en agua
 - 3.- Índice de Solubilidad de Nitrógeno (I.S.N.)
- C.- Determinación de Aminoácidos en la proteína del frijol soya, grano del maíz, tortilla de maíz (promedio), y de las tortillas fortificadas producto de éste estudio (aminogramas).
- D.- Evaluación Biológica de las tortillas fortificadas
 - 1.- Promedio de Eficiencia Proteica (E.P. ó P.E.R.)
 - 2.- Utilización Proteica Neta (U.P.N. ó N.P.U.)
- E.- Pruebas organolépticas de las tortillas fortificadas con respecto a las comunes en nuestro medio.

GENERALIDADES

EL FRIJOL SOYA Y SU IMPORTANCIA

Si el mundo está teniendo una oportunidad realista de encontrar los problemas debidos a la sobrepoblación, fuentes nuevas y no-convencionales de proteína los pueden sortear. En una reciente publicación de las Naciones Unidas (1968) titulada "Acción Internacional para alejar la crisis de proteínas". Su propósito específico es, aumentar el uso de concentrados proteicos de oleaginosas y el uso de éstas en variadas formas como fuentes directas de proteínas en la dieta humana, así que, ninguna otra fuente de proteína no-convencional podría contribuir tan extensa y rápidamente a llegar a compararse con la que realmente es una proteína de buena calidad.

En contra de otras semillas oleaginosas, la soya, tiene la más preponderante posición; no sólo es su alto contenido en proteína (30-46%), sino que ésta proteína, cuando es procesada apropiadamente es de una calidad nutricional mucho mejor. Por lo que muchos autores como Bean (1966) ha estimado lo anterior diciendo que: un acre de frijol soya proveerá de la suficiente proteína como para sostener a un hombre moderadamente activo por 2,224 días. Este puede ser comparado con el número de días que los requerimientos de proteína son producidos en un acre de trigo, que son de 887 ó con los 354 días del maíz. Y si se comparan con los días que pueden suplementar un acre utilizado para la manutención de ganado productor de carne que son 77 días, los valores anteriores resultan muy altos. De la misma forma, una comida con suplemento de proteínas de alta calidad, como las de soya, se están utilizando en países que están en vías de desarrollo y aún en los desarrollados.

EL MAIZ COMO ALIMENTO

Las proteínas que encierra el grano de maíz tienen un escaso valor nutritivo y no todas son digeribles. Se pierde de ellas un 30% aproximadamente.

La mayor parte de los carbohidratos contenidos en el grano del maíz son digeribles, pues solo se pierde 1.65% de ellos, el maíz contiene 4.65% de grasa digerible. Las sustancias digeribles del maíz son las siguientes:

Carbohidratos.....	67.25%
Proteínas.....	7.25%
Grasa.....	4.65%

De acuerdo con los datos anteriores el grano de maíz resulta ser un alimento excelentemente energético pero muy pobre en proteínas, vitaminas y minerales.

Los productos de cereales constituyen cerca de una tercera parte de la tiamina aprovechable, carne, aves y pescado alrededor de un cuarto y productos ordinarios un décimo de ésta parte es aprovechable.

El grano entero de los cereales en general contienen la mayor parte de la tiamina en los hollejos, parte que es removida en la molienda, descuticulización ó, lavado extremo del grano. En el caso particular del maíz y el proceso de nixtamalización que es el más utilizado para la producción de tortillas de maíz, y conociendo ya de antemano que la cantidad de tiempo contra el rango de temperatura y lavados a que es expuesto el maíz según las costumbres de los diferentes estados del país, que generalmente oscilan de 10-8 (Yucatán) y 4-3 (resto del país) y el tiempo de exposición contra el agua de cal, que es de 12-24 hrs. generalmente. Obviamente hay pérdida parcial ó total, según cada caso, de el hollejo del grano y la cantidad de tiamina disponible baja.

Factores como la cantidad de calcio (Ca), aumentan durante el proceso de nixtamalización (adición de $\text{Ca}(\text{OH})_2$), lo que

proporciona cantidades suficientes de éste mineral, la cantidad - que se aumenta en cada una de las tortillas (promedio), es de 150-miligramos, que es lo que usualmente se obtiene en la preparación de ellas, pero cuándo no se usa éste proceso, se le debe descontar la cantidad mencionada, en donde por determinaciones varias se sabe, que el contenido promedio de Ca. en el grano de maíz es alrededor de 9 mgr. La solución al problema de utilizar cereales tan bajos en el aspecto nutritivo, es enriquecerlos, como ejemplos podemos mencionar a los panes de trigo enriquecido, en maíz se podría utilizar el germen de trigo ó el grano entero de éste, cuándo se tienen fuentes tan pobres en tiamina como las del maíz, lo cuál -- asegura una ingestión adecuada de ésta vitamina y las del complejo B restantes; ó utilizando otros recursos para que el suplemento de éstas no sea marginal. El uso de la panificación enriqueciendo a sus productos se han venido utilizando, para que, enfermedades como el Beri-beri, bajen su porcentaje de incidencia (Tabla XIV).

INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO

La tripsina, así como la quimotripsina actúan como inhibidores del crecimiento en la mayoría de los cereales tales como: - trigo, avena, maíz y centeno (LaPorte y Tremolieres, 1962); así como en la soya hay una gran variedad de inhibidores de éste tipo, en donde éstos en el caso particular del maíz inhiben el crecimiento en una proporción 1:1 en cantidades estequiométricas las que parecen ser más competitivas. El efecto que el calentamiento dá a éstos inhibidores es, la destrucción total de ellos (Gontea y Gardev, 1958; LaPorte y Tremolieres, 1962; Hochstrasser, 1967). Por esto y - tantos factores más una alimentación a base de maíz resulta inadecuada.

FACTORES VITAMINICOS DEL FRIJOL SOYA

Cuándo los productos del frijol soya son consumidos como parte de una mezcla dietaria, muy difícilmente se les puede considerar como una fuente importante de vitaminas. No obstante, cuando ésta es consumida en forma de suplemento enriquecido con proteínas para una dieta basal que posiblemente esté deficiente en vitaminas así como en proteínas; la contribución vitamínica de los frijoles soya pueden tomar parte como una regla muy desciciva para mantener la salud.

En la determinación usual de eficiencia protéica (E.P.)- la dieta basal ya contiene un adecuado suplemento de vitaminas, - así que, cualquier contribución adicional de las provenientes del frijol soya se harán más claras en ésta determinación. En éstos estudios donde las vitaminas contribuyentes eran las del frijol soya, se evaluaron para emplearlas en una dieta basal que estuviera carente de vitaminas del complejo B, y se observó que si el 10% de éstas se derivan del frijol soya, el porcentaje restante para completar el 20% de vitaminas que incluye una dieta basal ordinaria- estará dado también por ende, por la soya en la que se supone existen cantidades suficientes de las vitaminas del complejo B para - satisfacer los requerimientos de los animales de laboratorio (ratas, pollos etc.) al menos.

VITAMINAS LIPO-SOLUBLES

El beta caroteno, precursor biológico de la vitamina A, se encuentra en frijoles de soya inmaduros (verdes) en un promedio - de 2-7 $\frac{1}{2}$ g/gm., mientras que en los maduros se encuentra en una cantidad insignificante (Sherman, 1940; Sherman y Salmon, 1939). El contenido de beta caroteno en la leche de soya es más ó menos la mitad del encontrado en la leche de vaca (Shurpalekar, 1961). El alimento dado a novillos conteniendo, un 30% ó más de frijoles soya - crudos causa un marcado descenso de los valores de vit. A y carote

no en el plasma sanguíneo (Elmore y Shaw, 1954). Este efecto es debido a la enzima lipoxidasa, la cuál oxida al caroteno, según estudios de Summer y Dounce (1939), efecto que hasta el momento no se ha podido comprobar.

El frijol soya y sus productos están considerados como carentes esenciales de vit. D, D₃. Anderson (1961) puntualizó que, si la leche de soya era utilizada en sustitución de la leche de vaca la primera debería estar suplementada con vitamina D. Los requerimientos de animales de laboratorio (ratas, pollos, pavos; Thompson, 1968 y Mraz 1966) se intensifican cuándo en su dieta se incluye proteína de soya.

Cualquier cantidad presente de vit. E, en los productos de frijol soya está contenida generalmente en su aceite, en un rango de 1.4 g/gm. de aceite (Harris, 1950).

Hasta el momento se siguen recibiendo reportes de la intensificación, descenso, y/o alteración de las vitaminas (lipo-solubles y solubles en agua) según los procesos por los que se haya transformado al final en subproducto del frijol soya.

FACTORES ANTIVITAMINICOS

ANTIVITAMINA A.

Se sabe que los frijoles de soya crudos contienen la enzima lipoxidasa la cuál oxida y destruye al caroteno (Summer y Dounce, 1939). Cuándo un 30% o más de frijoles soya se incluyeron en una dieta para vaquillas, los rangos de vitaminas A y caroteno en el plasma de la sangre de ellas, fueron bastante bajos (Shaw, 1951), no obstante, la lipoxidasa parece ser sospechosamente el agente causante de ello; de los frijoles soya tostados a 100°C por 30 min., no se pudo comprobar su beneficio a éste respecto (Elmore y Shaw 1954). De tal modo que las determinacio

MINERALES

El mayor interés nutricional dado al contenido de calcio en los frijoles soya ha sido por la comparación del contenido de éste con el de la leche de vaca. Analíticamente, el contenido de calcio en la leche de soya preparada en la forma tradicional (0.08 por ciento de calcio) se compara muy favorablemente con la de vaca (0.11%) (Shurpalekar, 1961). Shoeder (1946) comparó la disponibilidad de éste mineral de la leche de soya con la evaporada para consumo humano y concluyó que el 22.0% proveniente de una leche de soya preparada en forma apropiada se podría muy bien comparar al 29.1% de la leche de vaca. Estos valores están mas o menos de acuerdo con los experimentos realizados en humanos, los que, indicaron que la utilización del calcio de la leche de soya es de más o menos el 90% del contenido en la leche de vaca (Desikachar 1948) comparando los contenidos de éste mineral en productos de soya y leche de soya, se encontró que en el cuárgulo de la proteína de soya es alrededor de cuatro veces más alto que en la leche debido al uso de sales de calcio utilizadas para precipitar la proteína. Adolph y Chen (1932) encontraron una pequeña diferencia en la disponibilidad del calcio en el cuárgulo de la proteína de soya y la leche de vaca para consumo humano. En contraste a la disponibilidad generalmente alta del Ca. en leche de soya y proteína texturizada, la disponibilidad por entero de éste en todo el frijol es muy baja.

FOSFORO

Los frijoles soya contienen casi dos veces la cantidad de fósforo que la mayoría de los cereales, aproximadamente la mitad ó las dos terceras partes están presentes como ácido ftico.

La disponibilidad del fósforo depende de las especies y del animal experimental que se utiliza para su determinación -

Tabla XIV

CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES DE ALGUNOS
GRANOS (mg. en 100gm.)

GRANO	TIAMINA*	RIBOFLAVINA*	NIACINA*	AC. ASCÓRBICO*	CALCIO**	FOSFORO**	HIERRO**
SOYA	0.70	0.10	1.6	3	0.275	659	0.009
MAIZ	0.36	0.6	1.9	1	159	249	215
TRIGO	0.59	0.22	4.4	0	58	331	0.90
ARROZ	0.23	0.03	1.6	0	10	147	1.05
AVENA	0.53	0.11	0.8	0	61	278	3.30
CEBADA	0.38	0.20	7.2	0	55	341	4.50

Fuente: * Necesidades de Tiamina, Riboflavina, Niacina. Informe de un grupo mixto FAO/OHS de expertos, Serv. Inf. Tec. No. 362 OMS, 1965

** Food Composition Tables—Minerals and Vitamins—for International use; FAO, Rome 1954.

Tabla XV

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DEL FRIJOL SOYA, MAIZ
Y OTROS GRANOS

GRANO	HUMEDAD %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA CRUDA %	CARBOHIDRATOS %	CENIZAS %
SOYA	19.27	40.22	19.01	6.13	9.97	5.40
MAIZ	13.00	8.30	4.80	2.90	69.20	1.80
TRIGO	13.00	12.20	1.90	1.90	69.30	1.7
ARROZ	11.40	10.40	1.80	8.80	64.70	5.0
AVENA	11.40	8.30	4.80	10.30	58.40	3.1
SORGO	11.00	9.6	3.8	1.9	71.30	2.4
CEBADA	15.00	9.0	1.5	4.5	67.4	2.6

Fuente: Programa para Mejorar la Calidad Nutricional del Alimento Popular, Dpto. de
Información y procesamiento de datos, Serv. Inf. Tec. No. 10, 1972.

lo cuál, trae problemas, cosa que tampoco se ha resuelto en humanos pero, según se ha estimado en los estudios de Mc.Cance y Widdowson, del 40 al 80% del fitato de fósforo de los cereales está disponible para el hombre.

OTROS MINERALES

La capacidad de la proteína del frijol soya para interferir con la disponibilidad de los minerales, puede ser que lo involucre la presencia de manganeso (Mn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo) según Davis (1962). Los reportes que se tienen acerca de la disponibilidad del hierro, han sido muy variables y los valores por porcentaje de disponibilidad oscilaron entre 28.5 al 80% (Porter 19-46). En otros estudios similares se ha encontrado que, no solo el frijol soya tiene bajas cantidades de cloro y yodo (Mitchel 1950, Morse, 1950), sino que además debemos de considerar sus propiedades goiterogénicas que se aceleran con una deficiencia en yodo. Anderson (1961), enfatizó la importancia nutricional de suplementar con todo las fórmulas de leche de soya infantiles.

FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS DE LA PROTEINA DEL FRIJOL SOYA

Poco después de que el frijol soya se introdujo en el mundo como un producto comercial, Osborne y Mendel (1917), en un estudio de su valor nutricional como fuente potencial de proteína para animales, observaron que éstos, dados como alimento a ratas de experimentación, éstas no efectuaban un crecimiento normal a menos de que la dieta que contuviera la proteína mencionada hubiera recibido algún tratamiento térmico húmedo. En general, el grado de mejoramiento del valor nutritivo efectuado por éste tratamiento, depende de la temperatura, duración del calentamiento y

condiciones de humedad. En la producción industrial de varios productos de soya, estos factores entran en juego durante el proceso y ejercen un efecto que se refleja en el valor nutritivo del producto final. La mayoría de los estudios reportados en la literatura, han sido realizados generalmente primero a nivel de laboratorio en donde al principio de estos, se pueden ir ajustando los valores que incluyen un buen tratamiento térmico, con resultados del máximo valor nutritivo de los alimentos que fueron objeto de él.

Las curvas demostradas en la figura I, tomadas de uno de éstos estudios (Klose y Rackis 1966), muestran el efecto que estas variables pueden ejercer en el valor nutritivo de los frijoles soya. Estos datos también sirven para ilustrar la necesidad de un calentamiento humedo y el des acondicionamiento del valor nutritivo que puede presentarse con un excesivo tratamiento térmico. Se han hecho observaciones y aseveraciones de los altos niveles que, a escala laboratorio se obtienen con un tratamiento con vapor por espacio de 30 min. ó por un autoclaveado a 15 lbs. de presión durante 15-20 min. (Rackis 1966). El mejoramiento de la eficiencia de proteína efectuado por calentamiento natural, a presión y vapor atmosféricos y con un nivel de humedad de 19% es mayor que con uno de 5% (Rackis, 1965, 1966). Una explicación de los efectos benéficos del tratamiento térmico en el valor nutritivo de la proteína del frijol soya, parecen estar relacionados con la destrucción de los inhibidores de tripsina y posiblemente otros componentes biológicamente activos. No obstante, el mecanismo preciso en donde los inhibidores de tripsina (I.T.) del frijol soya interfieren con la disponibilidad de los aminoácidos sulfurados de la proteína no se conoce aún, a pesar de las numerosas teorías que se han pronunciado sobre éste punto.

Como ya se indicó, una cantidad excesiva de calor puede--adversamente afectar el valor nutritivo de la proteína, por lo que su deterioro puede prevenirse con la suplementación de lisina y aminoácidos sulfurados. Estas deficiencias en alimentos de frijol-

soya sobrecalentados pueden ser explicadas por la vulnerabilidad de la cistina y lisina debida a la destrucción y/o inactivación por el calor. La destrucción, como es usada aquí, se refiere al modo de recuperación de un aminoácido en una hidrólisis ácida ó alcalina. La inactivación se refiere a donde puede haber una completa recuperación del aminoácido después de la hidrólisis ácida; pero no obstante, hay un decremento en la disponibilidad biológica de dicho aminoácido.

La cistina, es muy sensible al calor y de la mitad a dos tercios de ésta se pueden destruir por un excesivo calentamiento (Evans - 1951, Iriarte y Barnes 1966, Taira 1966). La lisina no solo se destruye cuándo la proteína del frijol soya es sobrecalentada, sino que gran parte de ella se convierte en indisponible, esto se debe a que los grupos amino-épsilon de la lisina interactúan con los grupos reductores de los azúcares que efectúan las reacciones de encafecimiento ó de maillard (Liener 1958).

En el caso de éstos frijoles sujetos a un tratamiento térmico, la hidrólisis de la sucrosa puede originar algunas cantidades de azúcares reductores que interaccionan con la lisina. La lisina, modificada de este modo no está fisiológicamente disponible, de tal modo que el enlace peptídico que contiene la lisina -- modificada no está susceptible para un enlace triptico. Así que la digestibilidad de la proteína del frijol soya por medio de las enzimas pancreáticas, que generalmente se mide *IN VITRO* ó en el animal intacto, se reduce considerablemente si la proteína ha sido -- objeto de un tratamiento térmico excesivo. Una consecuencia directa de una digestión dispareja es un retardo en el promedio en el que todos los aminoácidos son liberados de las proteínas durante la digestión (Clandinin y Roblee 1952). De acuerdo con Almquist - (1951) sabiendo que la metionina es el aminoácido limitante de la proteína del frijol soya, un retardo en la digestión dá por objeto la excreción de la metionina que serviría para acentuar una deficiencia de este aminoácido.

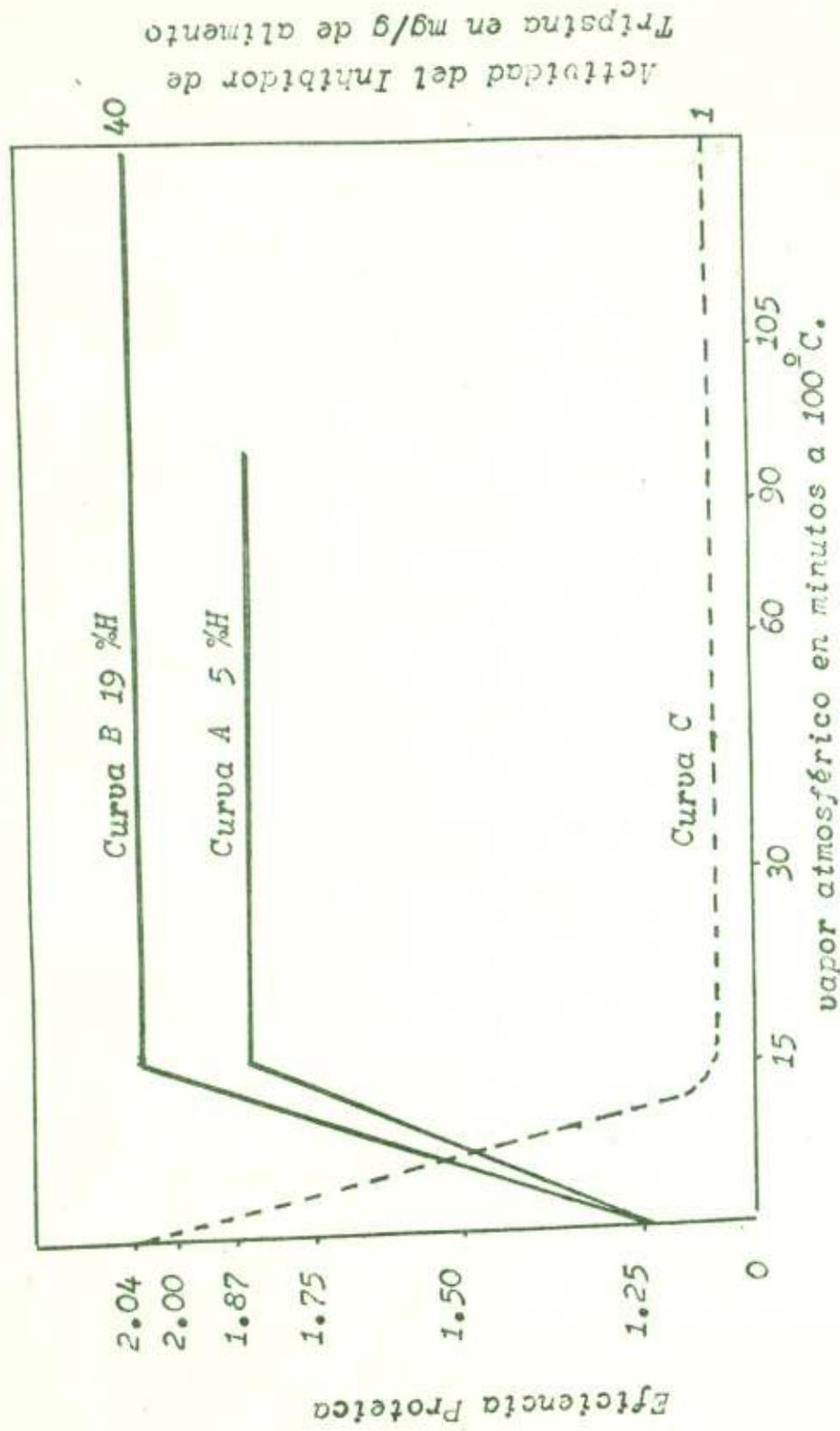
La destrucción de la cistina, descrita anteriormente, intensifica la deficiencia de los aminoácidos sulfurados en los frijoles de soya sobrecalentados. Además, lisina y cistina y otros aminoácidos incluyendo arginina, triptofano, histidina y serina que están, ó parcialmente destruidos ó inactivados por el excesivo calentamiento (Liener, 1958). De tal modo estos aminoácidos no son limitantes en la proteína del frijol soya, su pérdida parcial no afecta las propiedades nutritivas de la proteína. No obstante, no todos los investigadores han podido demostrar que lisina se convierte en limitante en productos que han sido sobrecalentados (Iriarte y Barmes 1966).

Se recuerda que uno de los puntos más principales en esta proteína es su alto contenido en lisina la que puede ser usada como suplente de productos que son deficientes en ella como cereales etc. De esta manera, la deficiencia de lisina en frijoles soya-sobrecalentados posiblemente no aparezca a menos de que estos sean usados en combinación con otras proteínas que sean limitantes en lisina.

Se ha observado que las grandes cantidades de agua previenen los efectos parciales del deterioro de esta proteína a la que se aplicó calor (Renner et al, 1953). La protección parcial proveída por un exceso de agua, puede estar relacionada con el hecho de que una menor destrucción de lisina se lleve a cabo estas condiciones; no obstante, la cistina perdida regresa sin ser afectada (Taira 1965).

E F E C T O D E A U T O C L A V E A D O

Fig. I



E F E C T O D E A U T O C L A V E A D O. - Dado en función de Eficiencia Proteica (EP) y Actividad del Inhibidor de Tripsina (AIT) del frijol soya crudo, con vapor atmosférico a 100°C.

Curva A.- EP del grano con 5 %H antes del autoclaveado

Curva B.- " " 19 %H "

Curva C.- Descenso de la AIT con un autoclaveado X

Fuente : Rackis J.J., J.Amer. Oil Chem. Soc., Enero 1974 (vol 51)

INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO, ESCLARECIMIENTO

DEL PROBLEMA

La preocupación para elucidar el significado nutricional de los inhibidores de proteasa es primero definiendo la acción que estos ejercen; son sustancias que tienen la capacidad para inhibir la actividad proteolítica de ciertas enzimas.

Estos están presentes en la mayoría de los órganos, fluidos biológicos y secreciones endógenas del hombre y del animal y se encuentran generalmente en los elotes, papas, vegetales y frutas cereales, cacahuates y mayormente en los frijoles de soya en donde más han sido estudiados en gran detalle por el papel que juegan en la aceptación-retención y disponibilidad de sus proteínas así como otros factores importantes que se discutirán como la presencia de hemaaglutininas, saponinas, factores que producen flatulencia y otros.

INHIBIDORES DE TRIPSINA (I.T.)

De los inhibidores de tripsina su problema de existencia no sería tan obscuro si se pensara en el hecho de que otros factores que inhibían el crecimiento pueden existir en los frijoles de soya crudos. Rackis (1965) por ejemplo, dijo que solo el 30% y 60% del descenso en el promedio de crecimiento y deficiencia de proteína respectivamente, de los frijoles de soya crudos que hayan servido de alimento para ratas, pudo haber sido por el efecto de los I.T.

Algunos autores han reportado que la inhibición del crecimiento por los inhibidores de tripsina en los frijoles en las -

condiciones mencionadas, no puede ser prevenida completamente por una suplementación de aminoácidos, cosa que se contrapone con muchos otros que hacen mención a éste punto como resolución práctica del problema, (Hill 1953, Saxena 1962), lo cual supone una interferencia con la disponibilidad de aminoácidos tal y como se esperaba de los efectos de I.T. en donde éstos no parecen ser el único factor involucrado en la inhibición del crecimiento. También es inexplicable el hecho de que el valor nutritivo de los frijoles de soya germinados sea superior al de los crudos apesar de que el contenido de I.T. sea el mismo (Desikachar y De 1950); similarmente de la acción que ejercen inhibidores como las hemaglutininas y otros poco se conocen acerca de su naturaleza.

Poniendo atención a la figura I del tratamiento térmico a 100°C con vapor atmosférico, es relativamente fácil que compuestos deteriorantes como los inhibidores del crecimiento en general sean inactivados por métodos apropiados de cocinado que sin duda es uno de los mas utilizados para las legumbres, alimento básico en la dieta diaria de muchos países en el mundo.

En estudios mas avanzados al respecto, se ha tratado al frijol de soya entero con un contenido de humedad inicial de 20% en donde los I.T. fueron destruidos completamente por un calentamiento con calor atmosférico por un período de 15 min., y cuando el contenido de humedad subió a 60% ó más por un remojo del grano durante toda la noche, fué suficiente tan solo un calentamiento por 5 min. para la inactivación del inhibidor (Albrecht 1966).

Ahore bién, en investigaciones realizadas por Cravioto (1951) para la preparación de la tortilla mexicana (de maíz) utilizando en ella frijoles soya, estableció que las A.I.T. (actividades de los inhibidores de tripsina) eran inactivadas por el tratamiento con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 1% a 80°C durante una hora; otros como J.W. Hayward (comunicación personal) dicen que el I.T. es reducido vir

tualmente a cero en productos de panificación que se han preparado con formulas que contienen el 3% ó mas de harina de soya. Así mismo, sucede con otros estudios que han estado relacionados con el efecto del tratamiento de calor variable con respecto a la A.I.T. de otras plantas crudas. No obstante, los frijoles de soya crudos son una fuente insatisfactoria de proteínas para el crecimiento, mientras que su proteína aislada, glicinina, sí lo efectúa (Osborne y Mendel 1912, De y Ganguly 1947).

FACTORES QUE PRODUCEN FLATULENCIA

La producción de flatulencia debido a la ingestión de frijoles soya (y/o sus productos), es uno de los factores de mayor --obstáculo para el incremento de su consumo.

Los mecanismos incluidos en la producción de gases intestinales y sus intercambios fisiológicos con los fluidos del cuerpo aún no se han logrado entender.

Es tentativo relacionar al problema de flatulencia con otros inhibidores termolábiles que están presentes en la generalidad de los frijoles como los I.T. y hemaglutininas.

Algunos autores han definido a la flatulencia ó producción de gases del tracto intestinal asociándola con la perturbación que produce el consumo de algunas plantas conceptuadas como alimento (Blair 1947, Kirk 1949, Askeviold 1956, Hedin 1962), efecto que parece estar correlacionado con sus contenidos de fibra cruda (Kodama y Miura 1949). Los frijoles en particular, generalmente demuestran gran producción de gases intestinales en animales de experimentación (Hedin y Adachi 1962) y seres humanos (Steggerda y Dimnick 1966). Los demás autores demostraron que el volumen de la flatulencia estaba directamente relacionado con la cantidad de --frijoles consumidos, con bióxido de carbono comprimido que es el --gas que mas se produce.

ACTIVIDAD UREASICA DEL FRIJOL Y DE SUS PRODUCTOS

La proteína de soya tiene usos variados, que incluyen a las comidas, adhesivos, gomas, lacas, productos farmacéuticos y una gran variedad de otros productos. Estas diferentes variedades requieren variaciones en las propiedades de la proteína utilizada — unos la requieren cruda, desnaturalizada, completamente tostada, mientras que otras requieren modificaciones de la proteína y otras — algún punto en especial entre todos estos extremos. Se le ha concedido mucho estudio a este problema y para el caso se han desarrollado numerosos procedimientos con el fin de evaluar el grado de tratamiento térmico que la proteína ha recibido.

Probablemente el método más usado es el de medir la actividad residual de ureasa en el producto. Los frijoles de soya contienen una enzima ureasa termolábil, y midiendo la cantidad de la enzima que quedó después del procesado del grano (en formas distintas según los productos deseados), nos indicará indirectamente que grado de desnaturalización posee la proteína. Apesar de que no es una cuantificación ni cualificación del estado en que se encuentra la proteína, no existe un método que generalmente esté aceptado para medir esta propiedad.

La actividad ureásica residual sola, no es siempre adecuada para proporcionarnos una visión clara del tipo y cantidad de tratamiento térmico recibido por los frijoles soya y sus productos, de tal modo que se deben de tomar en consideración otras mediciones ó determinaciones, particularmente cuando la historia del material bajo prueba no es conocida del todo. Dos de éstas determinaciones adicionales son: el índice de dispersibilidad de la proteína (I.D.F.) ó solubilidad de la proteína; para estas determinaciones algunos autores han propuesto también al porcentaje de nitrógeno soluble en agua y al índice de solubilidad del nitróge-

no (I.S.N.), ambos métodos están íntimamente relacionados ya que éste último depende de cálculos inicialmente obtenidos por el porcentaje de nitrógeno soluble en agua, los dos son también aplicables a todas las formas conocidas en el mercado de productos de soya.

El nitrógeno disperso en agua ó sus índices, IDP (índice de dispersibilidad de la proteína) y otros, han sido comúnmente utilizados como criterio de el grado de tratamiento térmico durante el procesado y, desde el punto de vista práctico, ésta es la forma general para correlacionar las propiedades funcionales de los frijoles soya (y/o sus productos) con el grado de desnaturalización de la proteína, parece ser también que, hay relación entre el nitrógeno dispersible en agua y la cantidad de proteína nativa. Debido a esto, algunos aislados protéicos de soya estén desnaturalizados pero solubles. De cualquier forma, ambos, IDP y la cantidad de proteína nativa pueden ser tomados independientemente como criterios del grado de desnaturalización de la proteína, esto establece una discusión de las propiedades funcionales en los que a utilización de los productos de frijol soya se refiere.

PROSPECTO PARA LAS COMIDAS DE FRIJOL SOYA

En los estudios recientes sobre el estatus de la nutrición humana y el crecimiento de la población, realizados por WHO (Organización Mundial de la Salud), FAO (Organización de la Agricultura y de los Alimentos) y otras agencias que tienen enfocada la necesidad de incrementar los suplementos alimenticios, observaron -- que, la producción de alimentos en un mundo como el nuestro está -- desbalanceada y no aumenta tan rápidamente como lo hace la población. En total el problema de advertir la manutención mundial provista de suficiente proteína, ocupa un lugar especial, particularmente en la tecnología tan baja de los países densamente poblados; hay, de ésta manera, una urgente necesidad por aumentar los suple-

mentos protéicos explotando todos los recursos posibles, técnicas e investigaciones.

En éste contexto, la potencialidad de las proteínas oleaginosas para consumo humano son bastante reconocidas. En virtud de su gran producción mundial, el bajo costo y las necesidades nutricionales, el frijol soya puede hacer una contribución substancial para encontrar los requerimientos mundiales de proteína.

COMIDAS DE CEREALES ENRIQUECIDAS CON PROTEINAS Y COMIDAS CON PROTEINAS DE ALTO NIVEL

El tipo de productos sofisticados en alimentos de soya - tales como: harinas, concentrados, aislados y proteínas texturizadas, pueden tener poca relevancia cuándo uno considera el problema de la difusión de la mala nutrición en algunos continentes del mundo. Así como éste es uno de los puntos más importantes que causan la mala nutrición, comidas proteínadas diseñadas para encontrar dichas comparaciones como retos a la necesidad de productos no-costosos y al mismo tiempo de un rango muy aceptable a la población de bajos recursos. La mayor prioridad se ha dado a la prevención de la mala nutrición en los niños de edad pre-escolar, mujeres embarazadas y lactantes. Esto es esencial, para proporcionar las calorías adecuadas, vitaminas y minerales através de dichos alimentos procesados, así que la mal nutrición por ausencia de proteína está evidentemente en contra de los grupos de bajos salarios cuya ingestión de otros nutrientes y calorías son marginales. Las comidas de cereales enriquecidos con vitaminas tales como: M.S.L. (maíz - soya - leche desgrasada) y T.F.S. (trigo con frijol soya), las cuáles combinan su bajo costo con su alto valor nutricional, son idealmente tomadas como suplementos para las dietas tan pobres de los grupos vulnerables. Estos alimentos comunes y corrientes se fa

brican a gran escala en Estados Unidos de América para donar alimentos a diferentes países del mundo.

USO DE LOS PRODUCTOS DE SOYA COMO SUPLEMENTO DE PROTEINAS

La deficiencia de aminoácidos que contienen azufre la caracteriza a la proteína de la mayoría de los productos de soya, puede esto en ocasiones ser minimizado por medio de la combinación de éstos productos con otras proteínas que no observen dicha deficiencia. Pero más importante, es a veces, el hecho de que cualquier aminoácido puede ser limitante en la otra proteína presente en cantidades excesiva. En otras palabras es posible combinar las proteínas de frijol soya con otra, en tal forma que proporcionen una mezcla que sea nutricionalmente mayor que cada una de ellas por separado. Debido a que el contenido de frijol soya en Lisina excede a la encontrada en los patrones ideales de proteína de referencia, el frijol soya proporciona un excelente medio de corregir la deficiencia de lisina en la mayoría de las proteínas de origen vegetal.

Ejemplos del efecto suplementario de la proteína de soya en proteínas de cereales que se demuestran en la tabla XVII. Es evidente que hay mejoras en los valores de E.P. se obtienen cuando la proteína de soya es utilizada para derivado de suplemento proteico de varios cerealés.

OTROS CEREALES Y LEGUMBRES.

Debido a la popularidad mundial del trigo, la fórmula --

Tabla XVII
EJEMPLOS DE LAS RELACIONES SUPLEMENTADAS ENTRE
FRIJOL SOYA Y OTRAS PROTEINAS DE PLANTAS.

Fuente de la protefna examinada	Rango de protefna en la dieta (%)	PROTEINA* (% P. de la dieta)	PROTEINA** F.S. total en	E.P. (1)	REFERENCIA
Comidas de Hafz	9	100	0	1.43	Elias-Bressani, 1966
	9	80	20	2.15	" "
	9	60	40	2.53	" "
	9	40	60	2.71	" "
	9	20	80	2.61	" "
Harina de Trigo	9	100	0	0.77	Sure, 1948
	9	91	9	1.03	Jones y Divine, 1944
	9	65	35	2.16	" "
Arroz pulido	6	100	0	1.76	
	6	92	8	1.84	
	7	79	21	2.08	Sure, 1950
	8	68	32	2.15	
Harina de Arroz	6	100	0	1.29	
	8	38	62	2.43	Kony Markuze, 1931
Ajonjolí	10	100	0	1.73	Tasker, 1962
	10	35	65	2.17	Cheng y Murray, 1949

* Protefna examinada ; ** Protefna de frijol soya.

(1) Eficiencia Protefca; se emplearon ratas como animales experimentales para todos los estudios.

T F S incluye una unión de harina de frijol soya con una proteína de trigo en forma de harina común o de concentrado los que la USDA (Senti, 1969) han desarrollado recientemente. La fórmula consiste en un 20% de harina de soya desgrasada, un 73.4% de fracción de trigo, 4% de aceite de soya y 2.6% de vitaminas y minerales y el contenido final de la proteína será de 20%. El E.P. determinado en ratas de laboratorio es de 2.1. Los resultados preliminares de pruebas en niños alimentados en Perú demuestran que el T F S mantiene al niño en un balance de N cuando este alimento es dado como fuente primaria de proteínas.

Guggenheim y SE, Moleman (1965) se interesaron en formular una mezcla rica en proteína de cereales que son comúnmente -- habituales en el Medio Oriente incluyendo la harina de ajonjolí -- y garbanzo (*Cicer arietinum*). Se encontró una mezcla que contenga 37.3% P. derivada de un 47% de garbanzo autoclaveado, 35% de -- una harina de ajonjolí desgrasada y un 18% de una harina de soya -- desgrasada tiene más alto valor nutritivo que cualquiera de sus -- componentes aislado, esto se sabe con los experimentos de crecimiento hechos en ratas. Los autores se refieren a los renglones preliminares en los cuales esta mezcla de proteína fué administrada a infantes con una aceptación y tolerancia por parte de ellos.

La harina de ajonjolí y garbanzo han sido usadas en combinación con harina de soya por investigadores en India para producir una mezcla de proteínas de buena calidad Krishnamceathy, -- 1959, ha desarrollado un avance computado para predecir la combinación de plantas con proteínas que ofrecerían un balance óptimo de aminoácidos esenciales. Ellos predijeron que las combinaciones (por peso) de dos proteínas de cereales con harinas de soya -- demostradas en la tabla XVIII que darían un patrón de aminoácidos

Tabla XVIII

PROPORCIONES OPTIMAS DE TRES COMPONENTES EN UNA COMBINACIÓN
DE CEREALES CON HARINA DE SOYA

COMBINACIONES DE CEREAL - H. DE SOYA	PROP. DE UNION (base % en peso)	CONTRIBUCION PROT. (%) (a)
MIJO - SORGO - HARINA DE SOYA	21 - 59 - 20	15 - 33 - 52
" MAIZ - "	45 - 36 - 19	32 - 17 - 51
" TRIGO - "	33 - 52 - 15	25 - 35 - 40
SORGO - MAIZ	78 - 00 - 22	44 - 00 - 56
" TRIGO	41 - 40 - 19	24 - 27 - 50
MAIZ - "	43 - 36 - 21	21 - 24 - 55

(a) El contenido final del % P. de las combinaciones en todos los casos es 20.

Fuente : Inglett, 1969.

muy similar al de proteína de huevo. Una comparación de la composición de aminoácidos de estas uniones con el patrón del huevo -- demuestran que los aminoácidos sulfurados son los aminoácidos limitantes en todos los casos, pero no son limitantes cuando son -- comparados con el contenido de aminoácidos sulfurados de la leche de vaca. Sería de interés ver si estas predicciones matemáticas -- pudiesen ser verificadas por una experimentación animal. Si esto fuera así, sería posible predecir de manera precisa cuales cereales de bajo porcentaje protéico serían combinados ó podrían serlo con una harina de soya u otras proteínas oleaginosas para darnos una mezcla que sea comparable en valor nutritivo al de la proteína de la leche. En muchas partes del mundo donde no es muy obtenible la proteína de la leche sería de un primer uso si suplementamos los cereales indígenas con la proteína del frijol soya para mejorar el estado nutricional de la población nativa.

COMO SUPLEMENTO DEL MAIZ

Es evidente en los datos presentados en la tabla en donde se demuestra que la proteína de soya tiene un efecto marcado -- como suplemento en el valor nutritivo de la proteína de maíz, particularmente en un promedio de proteína de soya de 40%-60%. Esta relación suplementaria es muy evidente, si se observan los datos de Bressani y Marengo (1963), que encontraron que el E.P. de la -- harina de maíz nixtamalizada aumentó de 1.0 a 2.5 adicionando, -- aislado de proteína de soya en un 8% ó harina de soya en un 10%. No obstante, autores como Cravioto (1950) reportaron que E.P. de las tortillas hechas de maíz nixtamalizado mas un 10% de harina de soya fué de 1.8, comparado al de 1.0 que se obtiene cuando el maíz está solamente nixtamalizado. La ventaja que ha tenido la -- relación suplementaria de maíz y proteínas de soya en la formulación de mezclas especiales de proteínas de plantas es que han --

51

sido para su uso en países en desarrollo, como ejemplo está la Incaparina -14 que será discutida en la siguiente sección.

COMBINACIONES QUE CONTIENEN MAIZ

Incaparina es el nombre genérico dado a la serie de mezclas de proteínas vegetales, desarrolladas por el Instituto Nacional de Centroamérica y Panamá cuya fórmula contiene 25.0% ó más de proteína comparable en calidad a la de origen animal. Originalmente las incaparinas fueron mezclas de maíz y harina de semilla de algodón, pero en las formulaciones más recientes, la última ha sido reemplazada total o parcialmente por harina de soya. La fórmula de la Incaparina -14 está basada en observaciones hechas demostradas anteriormente denotando que la máxima complementación de la proteína del maíz y la de soya se obtiene cuando el 20%-40% de la proteína en la dieta es derivada de maíz y un 60%-80% proviene de soya. La Incaparina consiste de 59% de maíz, 38% de harina tostada de soya, 3% de levadura de *Tóru*la, 1% de CaCO_3 (carbonato de calcio) y 4500 U.I. de vitamina A /100 g. (Bressani 19 - 69). En la Incaparina-15, la mitad de la harina de soya es reemplazada por harina de semilla de algodón. Estas mezclas pueden ser usadas directamente para preparar bebidas con la simple adición de agua ó incorporándolas en comidas tales como sopas, pudines, galletas, comida para bebés precocida, etc.

Los valores de E.P. para la Incaparina-14 y 15, con y sin suplementación de aminoácidos se encuentran en la tabla 7.16. Los valores nutritivos de las fórmulas no suplementadas fueron algo inferiores a la caseína. Cuando se suplementaron con una combinación de, metionina, treonina y lisina, no obstante, sus valores de E.P. excedieron a los de caseína. La Incaparina-14 tiene un BV de 73% y un coeficiente de digestibilidad de 80% cuando se-

examinó en perros, valores cercanos a los que se obtuvieron con la proteína de la leche bajo las mismas condiciones (Bressani y Elias 1966). Los siguientes datos, tomados de estudios hechos con niños (Bressani y Elias 1966) de la misma forma demuestran que la Incaparina-14 es muy comparable a la leche evaporada, en donde la Incaparina-15 en la cuál la mitad de la harina de soya fué reemplazada por harina de semilla de algodón, tuvo un bajo valor nutritivo.

	Valor Biológico	Digestibilidad	mg N requeridos para equilibrio
	V. B.	D	
Leche evaporada	80.6	92.0	79
Incaparina 14	78.6	91.8	92
Incaparina 15	71.9	88.7	113

LIMITACIONES DE LOS PRODUCTOS DE SOYA Y SUS MEJORAS

Las principales limitaciones en el uso del frijol soya para consumo humano son sus objetables sabores característicos (afrijolado y su calidad tan pobre de cocinado).

Los métodos tradicionales orientales de procesado como se practican en China Japón e Indonesia, posiblemente representan algunos aprovechamientos pragmáticos realizados para prevenir estos problemas y proveer a los productos de soya de un gusto regional.

Una gran cantidad de trabajos se han realizado sobre mé-

todos para controlar los sabores ya característicos en el producto original en donde muchas patentes se han hecho sobre estos procesos para debilitar dichas características.

Se cree que este sabor no es inherente al frijol pero se desarrolla cuando las células de los tejidos de éste han sido rotos en presencia de humedad. La activación de la enzima lipoxida-sa en el frijol causa un sabor desagradable por lo que se recomienda que la enzima sea inactivada adecuadamente en los estados iniciales del procesado del frijol.

NUEVOS DESARROLLOS EN LA TECNOLOGIA DE PROTEINAS DE SOYA

La principal virtud de los frijoles de soya como una fuente de proteína se relaciona comparativamente con su bajo costo. Ambos, en la eficiencia del uso terrestre para la producción de proteínas de bajo costo, el frijol soya tiene muchas ventajas en contra de otros alimentos convencionales. Este ha tenido estímulo en las investigaciones en el estudio de sus cualidades funcionales de la proteína y de otras posibles modificaciones para obtener los productos deseados. Esquema I, tabla XIX.

UTILIZACIÓN DEL FRIJOLES SOYA

Esquema I

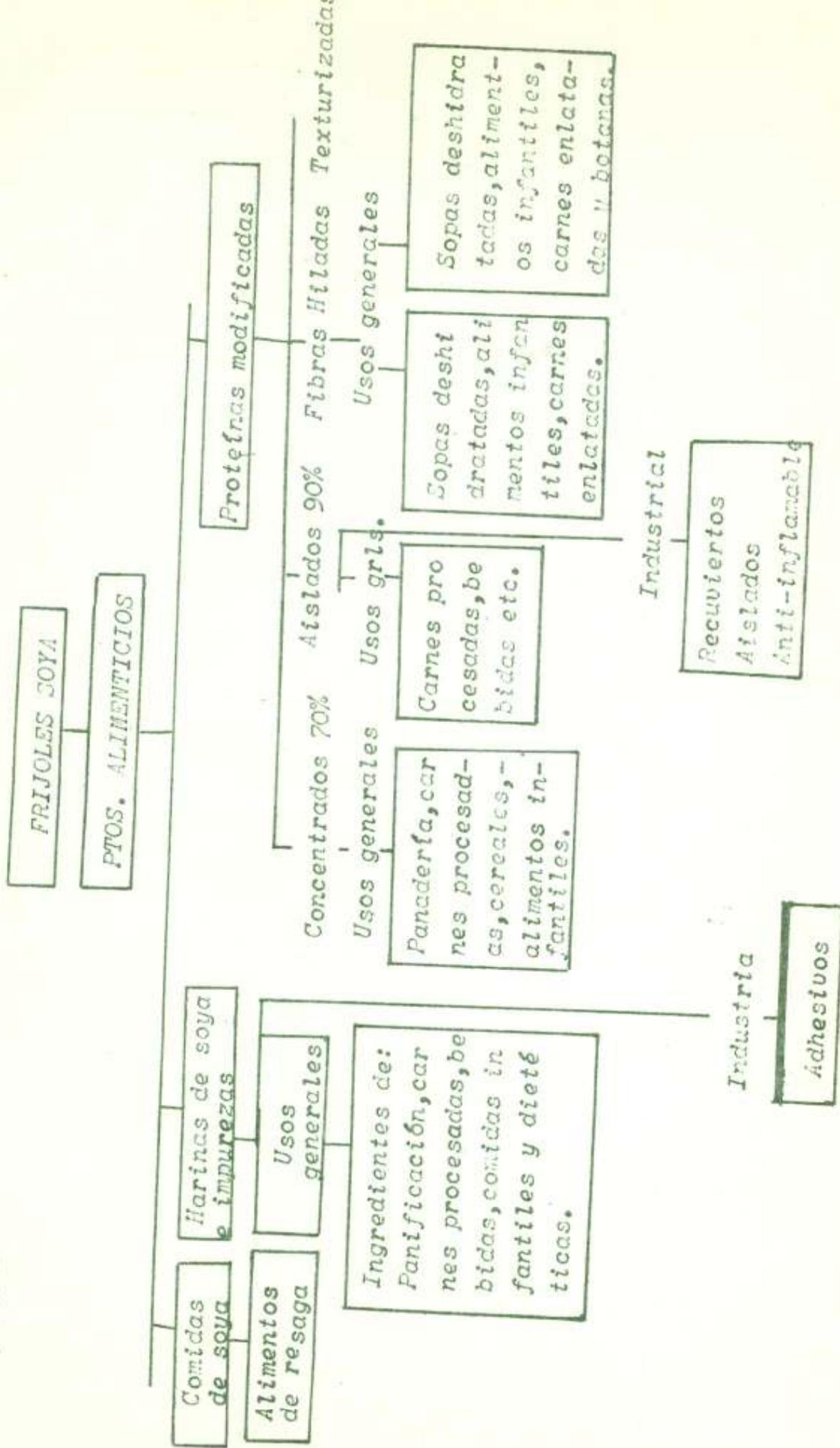


Tabla XIX

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE ALGUNOS
PRODUCTOS DE FRIJOL SOYA (gm/16gm H).

Producto	F. Al	Isol.	Leu.	Lis.	Met.	Treo.	Val.	Trip.
Pasta de Soya	4.81	6.37	6.58	6.42	0.67	3.78	5.00	1.21
Protefna de Soya	4.77	5.59	8.14	6.06	1.33	3.70	6.58	1.04
Protefna de Soya	5.90	5.85	7.77	5.77	1.17	3.56	5.14	1.46
Harina de Soya	4.90	5.30	7.70	6.30	1.40	3.90	5.20	1.40
Protefna Aislada de Soya	5.40	6.15	8.00	6.40	1.20	4.00	5.65	1.05
Protefna Texturi zada	5.10	4.57	7.68	5.70	1.29	3.95	4.57	1.25

Fuente : Atschul, Aaron M., Processed Plant Protein foodstuffs ; Academic Press, N.Y., U.S.A. pags. 881-882, (1958)
Lockmiller, N.R.; What are textured products ? ; Food Technology, pags. 56-58 mayo (1972).

OBTENCION DEL PRODUCTO DE ESTUDIO

No se quiso, hasta éste momento dar conocimiento de la obtención de éste trabajo debido a que se creyó sería más entendible, si se daban a conocer al frijol soya y al maíz en un modo tal que, se aclaran los puntos necesarios para establecer un concepto más concreto de ambos como alimentos. Por eso fué que, tomando en cuenta a las características tan complejas del frijol Soya con respecto a su introducción con el maíz se hicieron pruebas preliminares para conocer las características físicas individuales (textura, flexibilidad, dureza y blandura) de los granos utilizados para la elaboración de la tortilla fortificada, para después saber la(s) cantidad(es) necesaria(s) en peso de frijol soya (en éste caso) y/u otro grano que se debe adicionar para obtener un producto que se asemeje al original, que tenga similares sus reacciones organolépticas al ser probado por un grupo de gentes que se tomarían como panelistas (catadores de las cualidades de los alimentos en cuestión) y por el resto de los consumidores locales. Estos serían, solo efectos cualitativos por los que tendría que pasar cualquier alimento que se deseara introducir al mercado; pero en nuestro producto, no fué tan solo el cuidar de éstos rangos, sino que, la calidad proteica, nutritiva y digestiva se convirtieran en un solo parámetro comparativo contra los controles de calidad y que éstos y aquellos a un incremento de uno se incrementara el otro, dando por consecuencia valores en equilibrio.

Con respecto a las combinaciones ó mezclas de maíz/frijol soya se elaboraron uniones teóricas de ambos para conocer las aportaciones de aminoácidos que cada una de ellas daba a la mezcla tomando en cuenta, que tipos de aminoácidos se consideraban limitantes en uno y otro grano con respecto al patrón de aminoácidos --

de F A O (1957), posteriormente de las combinaciones elaboradas. Se realizó una comparación por segunda vez con este patrón a fin de darnos cuenta en que tanto y cuales eran las aportaciones de los aminoácidos que con la unión de los dos granos se suplementaron, para darle mayor valor Biológico al alimento en cuestión. Una vez obtenidos estos valores teóricos se resolvió: debían determinarse prácticamente en el laboratorio para obtener de ahí las combinaciones de maíz/frijol soya que se tomarían.

Se probó la elaboración de tortillas de maíz/frijol soya a nivel laboratorio y desde entonces se observó que la cantidad de tiempo contra exposición al calor (fuego de las placas de estufa) para su buen cocimiento era mayor que el necesario para tortillas de maíz (también hechas en el laboratorio); además se observó el índice de absorción agua de los dos granos para efectos de saber la cantidad de agua necesaria para una buena mezcla de ambos. Se observaron también reacciones de encafecimiento o de Maillard que se daban cuando se aumentaba la cantidad de soya a la mezcla y aumentaba su calentamiento; así mismo, factores como la actividad ureásica, porcentaje de Nitrógeno soluble en agua e índice de solubilidad de Nitrógeno, se tomaron en cuenta para determinaciones indirectas de: una desnaturalización posible de proteínas sufrida por procesado, la inactivación de los inhibidores de tripsina ó inhibidores del crecimiento por medio del tratamiento térmico dado, aspecto también importante para la determinación del valor nutricional de un alimento que contiene granos con esta clase de inhibidores.

Después se creó la necesidad de que la tortilla fortificada no fuera elaborada solo a una pequeña escala sino a una industrial, para lograr establecer en alguna forma los puntos cla

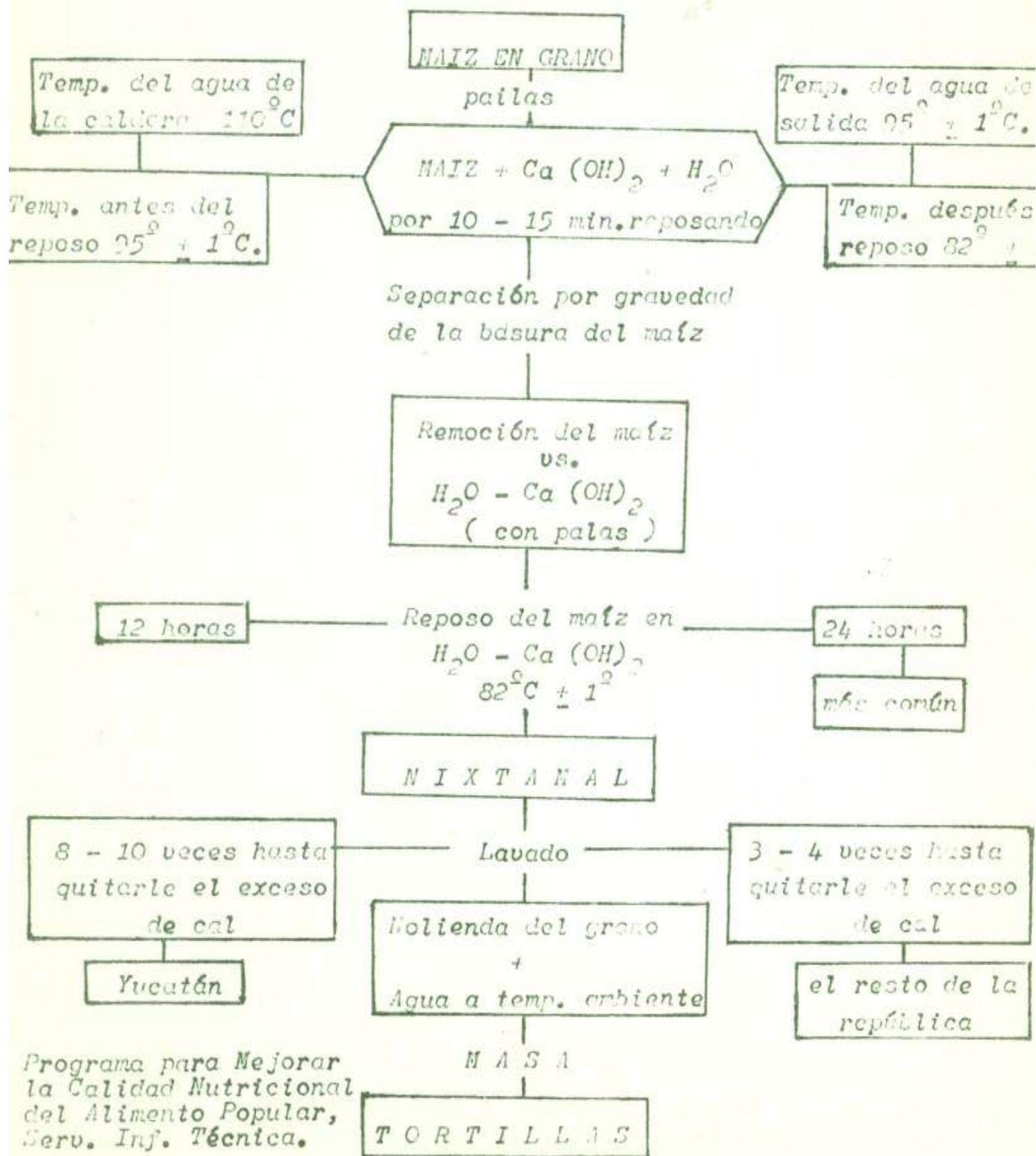
ues sobre los que se basarían las determinaciones reglamentarias de los alimentos con una producción de esa talla, con la que percibiríamos más los controles de calidad y todos sus puntos básicos, así como los de proceso en serie de la unión maíz/frijol soya para la obtención específica de un producto con una cantidad de proteínas superior a la original de la tortilla de maíz.

Las combinaciones probadas fueron algunas, pero por aspectos tan estrictos como los que ya se dieron a conocer, llegamos a tres tipos de combinaciones :

MAIZ	SOYA
85%	15%
80%	20%
75%	25%

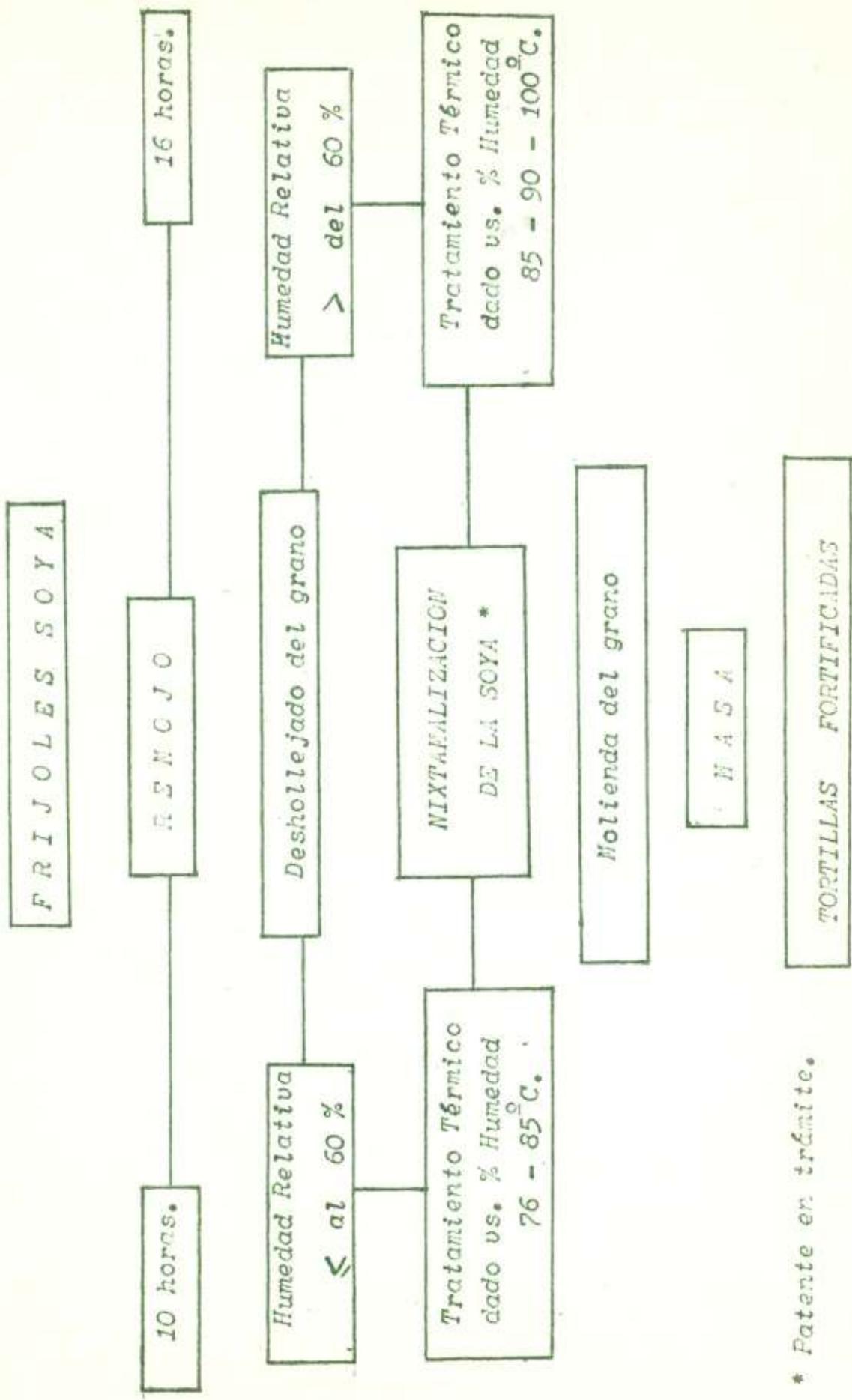
Las que fueron objeto de toda una serie de determinaciones -- que se justificaron como necesarias por lo interesante e importante de la introducción de proteínas y combinación de ellas por cada uno de los contribuyentes en este alimento-- que se explican en nuestro diseño del experimento y cuyos resultados, así como las discusiones y conclusiones de los mismos damos a conocer al final de este estudio.

PROCESO COMUN DE NIXTAMALIZACION PARA LA PRODUCCION DE TORTILLAS DE MAIZ *



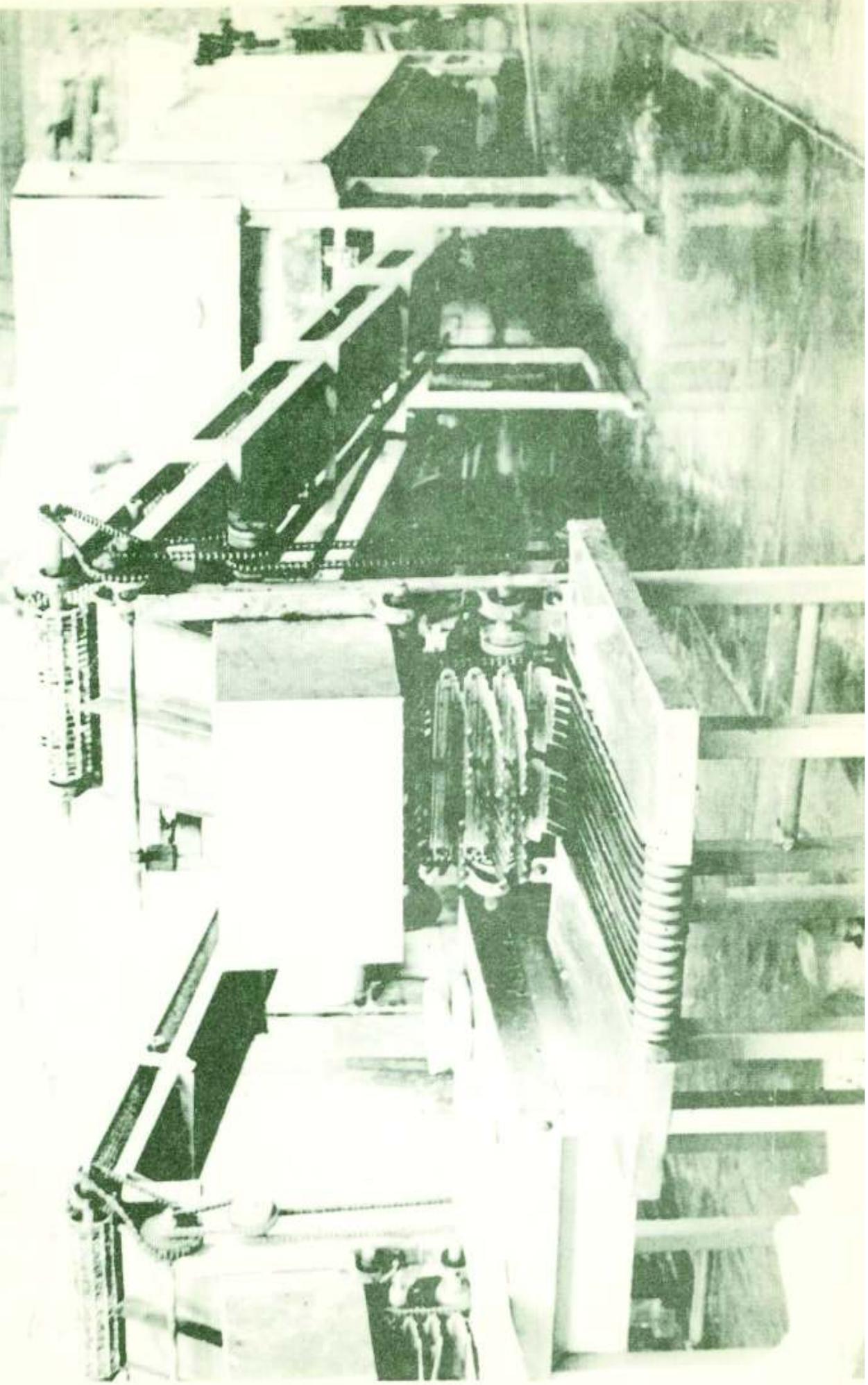
Esquema III

PROCESO PARA LA ELABORACION DE TORTILLAS DE MAIZ FORTIFICADAS CON SOYA



* Patente en trámite.

MAQUINA TORTILLADORA DE DONDE SE OBTUVIERON
LAS TORTILLAS FORTIFICADAS MAIZ-SOYA.



MATERIAL Y METODOS

M A T E R I A L

El material empleado para el desarrollo de este trabajo de investigación fueron los granos de el cereal: *Zea mays* = Maíz y el grano de la leguminosa = *Dolichos soja L.* = G. hispida = Frijol soya; proporcionados por el Programa para Mejorar la Calidad Nutricional del Alimento Popular, que posee y estudia a estos y otros granos como fuente de alimentos protéicos.

H U M E D A D

En un pesafiltro o caja Petri (tarado a $100-105^{\circ}\text{C}$), se pesan con exactitud, aproximadamente 5 g. de muestra bien mezclada, esparciéndola en la mayor superficie posible, se coloca en estufa de vacío previamente calentada a 70°C con un vacío de 15lb. de presión. Se mantienen estas condiciones durante 5 hrs., al final de las cuales se saca y se enfría en desecador y se pesa. Esta operación se repite hasta que su peso sea constante.

CALCULO:

El % de humedad se calcula relacionando a 100 la pérdida de peso.

C E N I Z A S

Se pesan 2 g. de muestra bien homogenizada en un crisol de porcelana tarado, a 600°C , se calcina en la flama del mechero - hasta que no haya desprendimiento de humos. Se introduce a la mufla previamente calentada a 600°C , manteniendo esa temperatura - durante 2 hrs., se transfieren los crisoles directamente al desecador para enfriarlos y se pesan. Se repite esta operación hasta que queden en peso constante.

CALCULO:

70

El peso de cenizas obtenido se relaciona a 100.

DETERMINACION DE NITROGENO.
METODO DE KJELDAHL.

FUNDAMENTO.-La materia orgánica es eliminada por oxidación con el H_2SO_4 quedando el N en solución como $(NH_4)_2SO_4$, del cual se va a desprender al adicionar NaOH y calentar. Se cuantifica titulando la alcalinidad producida en el ácido bórico por medio de una solución valorada de ácido.

MATERIAL:

Aparato de digestión y destilación de Kjeldahl "labConco".
Matraces de Kjeldahl.

REACTIVOS:

H_2SO_4 0.1 N y concentrado.

NaOH al 50%

Zinc metálico en polvo.

Ac. Bórico al 2%

Indicador rojo de metilo.

Mezcla digestora. Sulfato de potasio 200 g., sulfato de cobre pentahidratado 20 g., dióxido de selenio 5 g.

METODO:

Se pesan 0.5 - 1 g. de muestra (o 10 ml. de alícuota, tomadas con pipeta volumétrica), en papel glacine y se introduce en el matraz de digestión se adicionan 8.5 g. de la mezcla digestora y 25 ml. de H_2SO_4 concentrado. En posición inclinada se calienta durante 60 - 90 minutos, se deja enfriar y se le adicionan 300 ml. de agua destilada, se adiciona un poco de zinc en polvo y 90 ml. de sosa al 50% estratificando.

Se conecta el aparato de destilación, se agita y se coloca sobre la parrilla caliente. El N se recibe en 50 ml. de ácido bórico al 2%, adicionando 2 gotas de indicador rojo de metilo. Se da por terminada la destilación cuando se tienen 300 ml. de destilado.

CALCULOS:

$$\% \text{ de N} = \frac{\text{ml. de H}_2\text{SO}_4 \times \text{N} \times \text{meq (0.014)} \times 100}{\text{muestra (g)}}$$

$$\% \text{ de Proteína} = \% \text{ de N} \times 5.71 *$$

* Aminoacid Content of Foods USDA Home Econ. Research. Rept. No. 4, -
1954.

EXTRACTO ETereo.

GRASA CRUDA. - Basada en la extracción de todas las sustancias solubles en eter como son: grasas neutras, ácidos grasos-aceites esenciales, colesterol, hormonas, vitaminas, ceras, etc.

MATERIAL:

Aparato extractor de grasa Goldfish "LabConco"
Vasos especiales del aparato extractor de 80 ml.
Cartuchos de porcelana porosa o papel filtro.

REACTIVOS:

Eter etílico anhidro Q.P.

METODO:

Se pesan muestras de 2-5 g., dentro de cartuchos de papel filtro o porcelana porosa, de peso conocido, y se colocan en el aparato. En un vaso seco y tarado se colocan 40 ml. de eter y se ajusta al extractor el cual se conecta para iniciar el reflujo - que se mantiene por 8 hrs., al final de este tiempo se hace la prueba para ver si la extracción es completa. De no ser así, se prolonga el tiempo hasta que la prueba de negativa.

Se destila el eter y el vaso se coloca en posición inclinada hasta la eliminación total del eter. Se enfría en desecador y se pesa.

CALCULO:

Peso del vaso con el extracto etéreo - peso del vaso tarado = peso de grasa. Peso del cartucho lleno - peso del cartucho vacío = peso de la muestra.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{\text{Peso de la grasa en gramos} \times 100}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

FIBRA CRUDA.

FUNDAMENTO.—La determinación de fibra cruda se basa en la presencia del residuo de materia orgánica que permanece después de haber sido tratada sucesivamente, con ácido y álcali hirviendo.

MATERIAL:

Condensador de fibra cruda "LabConco"

Vasos de Berzelius de 600 ml.

Filtros California de 200 mallas.

REACTIVOS:

NaOH al 1.25%

H₂SO₄ al 1.25%

Asbesto tratado

Alcohol Absoluto de 99.5%

METODO:

Se colocan 1-2 g. de muestra desengrasada (o 10 ml.), en un vaso de Berzelius con 200 ml. de H₂SO₄ al 1.25% y aproximadamente 1.0 g. de asbesto tratado, se ajusta al condensador, graduando la temperatura de manera que la ebullición rompa antes de--

1 minuto, la cuál se mantiene durante 30 minutos exactos, filtrándose rápidamente con vacío através de los filtros california, se lava con agua caliente hasta neutralidad, regresandose el residuo al vaso que contiene 200 ml. de NaOH al 1.25 % hirviendo, ayudados por un gendarme. Se hierve por 30 minutos, se lava con agua caliente hasta neutralidad, y 25 ml. de alcohol. Se pasa el asbesto a un crisol tardo, se coloca en la estufa a 100°C por una hora se saca, se coloca en desecador y se pesa cuando está frío. Una vez que se tiene éste dato se calcina en la mufla a 600°C hasta peso constante.

CALCULO:

$$\% \text{ de fibra cruda} = \frac{\text{Peso después de la estufa} - \text{Peso después de la mufla} \times 100}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

CARBOHIDRATOS OBTENIDOS POR DIFERENCIA.

Los datos obtenidos en las determinaciones de humedad, cenizas, fibra cruda, proteínas y grasa, se suman, y éste valor se resta de 100; el resultado es conocido como carbohidratos obtenidos por diferencias.

DETERMINACION DE TRPTOFANO.

(Método de Spies, J.R. & Chambers, D.C.)

FUNDAMENTO.- El procedimiento está basado en la coloración formada por la oxidación de los productos de condensación del triptofano con varios aldehídos y divididos en dos pasos:

I. La combinación del triptofano y paradimetilaminobenzaldehído para formar productos de condensación no coloridos.

II. Desarrollo de un color azul por oxidación de éstos compuestos con nitrito de sodio.

REACTIVOS:

- P-dimetilaminobenzaldehído al 0.5% en HCl 1N (P.D.A.B.)
- Solución tipo de triptofano al 0.01% en NaOH 1N
- H₂SO₄ al 0.05%

MATERIAL:

Fotocolorímetro Bausch & Lomb

METODO:

En una serie de matraces Erlenmeyer de 50 ml. se colocan 2.5 ml. de la solución (P.D.A.B.) al 0.5% de HCl 1N, y a 6 matraces destinados a ser la curva tipo de triptofano, además a 2 matraces que no llevarán la solución tipo y que serán el blanco de reactivos.

A los matraces que contendrán el problema se les adicionan 10 mg. de muestra, y 12 ml. de sulfúrico al 50%, adicionando igual cantidad a los blancos. A los que serán la curva tipo se le adicionan suficiente ácido para un volumen final de 14.5 ml. Se agitan, se colocan en lugar obscuro para reposar 17 hr., al final de los cuales se adiciona 0.1 ml. de la solución de nitrito de sodio al 0.05%, se agita y se deja reposar 30 minutos en lugar obscuro y se lee a 590mm.

CALCULO:

Se trazan los valores de la curva en D. O. restando el valor obtenido en el testigo a cada una de las lecturas. A los problemas se les resta el testigo y se lee en la curva la concentración de triptofano y se hacen las siguientes relaciones:

$$\begin{array}{r} \text{Conc. leída en curva} \text{ ----- } 0.010 \text{ g. (Muestra)} \\ X \text{ ----- } 100 \text{ gl.} \\ X = A \end{array}$$

A - - - - - % de proteína - -
 X' - - - - - 100
 X' = B = g. % de triptofano

NOTA: Se hace un control interno con caseína.

PREPARACION DE LA MUESTRA PARA ANINOGRAMA.

FUNDAMENTO. La extracción de grasa se logra por el uso sucesivo de varios disolventes de grasas y elevando la temperatura para facilitar la extracción.

REACTIVOS:

Acetona
 Benceno
 Alcohol Absoluto
 Eter etílico

PROCEDIMIENTO:

5 g. de la muestra se colocan en un tubo de centrifuga de 100 ml. y se les adicionan 50 ml. de Acetona, se agita y centrifuga a 2000 r.p.m., se decanta el sobrenadante y se repite la operación.

El residuo se trata en el mismo tubo con 50 ml. de una mezcla de benceno - alcohol absoluto 95:5 (v/v) a una temperatura de 40 - 50°C se centrifuga después de agitar y se decanta, repitiendo la operación.

El residuo se trata esta vez, con alcohol absoluto a 40- 50°C y se repite la operación.

Como último paso se efectúa un tratamiento con éter etílico. El residuo se seca a temperatura ambiente.

HIDROLISIS DE PROTEINAS.

El estudio de una proteína implica la determinación de sus aminoácidos, esto se logra separando cada uno de ellos por medio de la hidrólisis.

MATERIAL Y REACTIVOS:

HCl 6N

Evaporador rotatorio de vacío

Solución reguladora de citrato de sodio 0.2N, ph 2.17 --

METODO:

Se toman de 20-40 mg. de muestra, se colocan en un matraz, se adicionan 60 ml. de HCl 6N sometiéndose a reflujo durante 48 horas en un baño de aceite a 160°C. El hidrolizado se filtra a través de porcelana porosa y se evapora a sequedad, en un evaporador rotatorio y al vacío, el residuo se lava 3 veces con pequeñas porciones de agua, evaporando cada vez a sequedad. El hidrolizado se recupera adicionando solución reguladora de citrato de sodio 0.2 N y ph 2.17 quedando listo así, para el análisis cromatográfico.

OXIDACION PREVIA A LA HIDROLISIS.

Al hacer la hidrólisis de las proteínas en medio ácido se destruye a algunos de los aminoácidos como el triptofano, parte de la metionina y cisteína, que para poder ser analizados deben protegerse o recurrir a otro tipo de hidrólisis, aquí en especial, protegeremos a la metionina y cisteína formando con la ayuda de la oxidación la sulfona de metionina y el ácido cisteico que son más resistentes a éste tipo de hidrólisis.

MATERIAL Y REACTIVOS:

Evaporador rotatorio de vacío.

Acido perbórmico preparado como sigue: 4.5 ml. de ácido fórmico al 88% y 0.5 ml. de H₂O₂ al 33% se mezclan perfectamente-

y se dejan reaccionar unos segundos antes de ser usados.

METODO:

A una muestra de 20 - 40 mg. se le adicionan 1.5 ml. de ácido perbórmico, y se dejan reaccionar durante 15 minutos, a los cuales se evapora a sequedad en un evaporador rotatorio y al vacio. La muestra así obtenida está lista para ser sometida a hidrólisis.

DETERMINACION DE AMINOACIDOS

(Técnica de Moore y Stein modificada por Beckman & Co. para análisis automático)

Se basa en la separación de aminoácidos por medio de resinas de intercambio iónico, eluidas por soluciones reguladoras de diferente pH y concentración, y su determinación colorimétrica al reaccionar en caliente con el reactivo de ninhidrina.

Las resinas de intercambio iónico empleadas en éste aparato son polímeros de estireno sulfonado, capaces de intercambiar iones con carga positiva.

MATERIAL Y REACTIVOS:

Analizador automático de aminoácidos Beckman modelo 116.
Micropipetas de 200 lamdas.

Sol. Reg. Citrato de Sodio 0.35 N pH 5.25

Sol. Reg. Citrato de Sodio 0.2 N pH 4.30

Sol. Reg. Citrato de Sodio 0.2 N pH 3.25

Reactivo de ninhidrina en forma reducida.

METODO:

200 lamdas de la protefna hidrolizada se introducen en

la superficie de la resina en la columna respectiva por medio de una corriente de N_2 , se lavan las paredes de la columna 2 o 3 veces con la solución reguladora correspondiente, se llena el espacio sin resina con ésta solución y se tapa para iniciar la elución de los aminoácidos por medio de una bomba, al mismo tiempo se hace llegar ninhidrina al aminoácido eluido para que en caliente se forme un complejo colorido que será leído automáticamente a través de dos filtros de diferente longitud de onda, 570nm. y 440nm., se hace cambio de solución reguladora de pH 3.25 a 4.30 a los 60 minutos de haber iniciado la elución en la columna larga. La lectura es trazada en papel semilogarítmico la gráfica que se obtiene se llama aminograma.

Al terminar la columna larga se lava con NaOH 0.2 y se regenera pasando solución reguladora de pH 3.25.

ACTIVIDAD DE UREASA.

DEFINICION. Determina ureasa residual presente en productos de soya sobre las condiciones de la prueba (modificación método de Caskey - Knapp).

OBJETO:

Aplicable a pasta de soya y forraje molido.

APARATOS:

Baño María capaz de mantener la temperatura a $30^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

2. Medidor de pH equipado con electrodos de vidrio y colorimétrico y con provisión de 5 ml. de solución testigo. Deberá ser un instrumento de precisión con sucesividad de-

± 0.02 unidades de pH y con compensador de temperatura -

3. Tubos de prueba de 20/150 mm. provistos con tapones y --
copladores de hule.

REACTIVOS:

1. Solución reguladora de fosfatos 0.05M

Disolver 3.4 o 3 gr. de KH_2PO_4 en aproximadamente 100 ml de agua destilada reciente.

Disolver 4.33 gr. de KH_2PO_4 en aprox. 100 ml. de agua --
destilada, combinar las dos soluciones y llevar a 1000ml
Ajustar el Ph a 7.0 con un ácido o con una base fuerte --
antes de usarla. El tiempo debido para usarse es de me--
nos de 90 días.

2. Solución de urea de pH regulado.

- a) Disolver 15 gr. de urea en 500 ml. de la solución re--
guladora de fosfatos.
- b) Agregar 5 ml. de tolueno que servirá como preserva--
tivo, para prevenir desarrollo de hongos.
- c) Ajustar pH de la solución de urea a 7.0 como para el
reactivo I.

PROCEDIMIENTOS:

1. Moler la muestra tan finamente como sea posible sin e--
var la temperatura. Es preferible que cuando menos el --
60% de la muestra pase através del tamíz #40 del estan--
dar V. S. La harina de soya no requiere futura molienda
2. Pesar 0.2 gr. de muestra preparada dentro de los tubos--
de prueba. Adicionar 10 ml. de la solución de pH regula

do de urea, tapar, mezclar y colocar en baño de agua a 30°C . Tomar el tiempo (de prueba).

3. Preparar el blanco pesando 0.2 gr. de muestra preparada dentro de los tubos de prueba. Agregar 10 ml. de la solución reguladora de fosfatos, tapar, mezclar y colocar en baño de agua a 30°C . (Anotar el tiempo). blanco.
4. Permitir 5 minutos de intervalo entre el problema y el -
5. Tanto el problema como el blanco; mezclar el contenido durante el tiempo de digestión. Retirar los tubos del baño de agua al terminar los 30 minutos y determinar el pH del líquido sobre nadante.
6. Tomar las lecturas del pH exactamente a los 5 min. después de retirar los tubos del baño (ver nota 1).

CALCULOS:

Registrar la diferencia en términos de pH entre el problema y blanco como incremento de pH o actividad de ureasa.

PRECISION:

La precisión dentro del laboratorio es de 0.03 y 0.1 unidades de pH en materiales cocidos y no cocidos respectivamente. - La precisión interlaboratorio deberá ser de 0.05 y 0.15 unidades de pH respectivamente.

NOTA: Deberan tomarse muchos cuidados para la contaminación de todo el material de vidrio y electrodos. Si el aparato de pH fallara en liberar una lectura estable y pronta, verificar dentro -

de la dificultad. Ocasionalmente la perturbación es causada por recubrimiento de la fracción soluble de la soya sobre la fibra en el electrodo colomel.

Este método es una modificación del procedimiento Caskey y Knapp.

INDICE DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO.

DEFINICION.

Este método determina el nitrógeno disperso en productos de frijol soya bajo condiciones de examinación o prueba. En contraste para alternar el método de agitación rápida para el índice de la dispersibilidad de proteína PDI. La técnica de agitación lenta se utiliza en este método para dar resultados generalmente bajos.

OBSERVACION.

Aplicable a frijoles de soya germinados, hojuelas, hojuelas con toda su grasa, pedazos de pasta y comidas de soya.

APARATOS:

1. Vaso de precipitado de 400 ml.
2. Probeta de 200 ml.
3. Agitador de vidrio.
4. Matraz volumétrico 250 ml.
5. Aparatos de agitación, ajustables a 120 r.p.m., diametro de agitación de 50 mm.
6. Balanza con una exactitud de 0.01 gr.
7. Baño de agua para mantener la temperatura a 30°C.
8. Lavador de matraz.

9. Centrifuga con tubos de 50 ml.
10. Aparato Kjeldahl.
11. Embudos pequeños de vidrio.
12. Pipetas de 25 ml.
13. Vasos de precipitación 100 ml.

REACTIVOS:

1. Se usan reactivos estandar como para la determinación de proteínas.
2. Antiespumante de silicones.
3. Fibra de vidrio (algodón-Lana)

PROCEDIMIENTO:

Preparación muestra

1. Si la muestra no está en forma de una harina fina, pásela a través de una malla de 100, utilizando un molino de laboratorio tal como micropulverizador ó el molino de -- muestras micro, para obtener un mejor pulverizador se -- puede utilizar un motor de una velocidad hasta de 10,000 r.p.m. (nunca excederse de 16,000 r.p.m.).
2. Para una muestra con toda su grasa, use un tamiz, cuyo material dará una fina harina, en un 80 % utilizando una malla # 80 y el 90 % páselo a través de una malla # 60.
3. Para evitar la desnaturalización por el calentamiento -- durante la molienda mezcle igual cantidad de hielo seco -- con la muestra anterior molida, moler.
Se puede utilizar 25 gr. para moler. (ésta etapa de moli

onda es opcional, vea cálculos) .

DETERMINACION:

1. Pese 5 gr. de muestra dentro de un vaso de precipitado de 400 ml. Mida 200ml. de agua a 30°C. Adicione una pequeña cantidad de agua y agítelo o dispérselo con una varilla de agitación. Agite cualquier remanente de agua, utilizando el agitador para lavar.
2. Agite la mezcla a 120 r.p.m. con un agitador mecánico por 120 min. a 30°C., sumergiendo el vaso de precipitado en un baño de agua. Transfiera la mezcla a un matraz volumétrico de 250 ml. lavando cuidadosamente los contenidos de éste vaso de precipitado dentro del matraz. Adicione de 1 a 2 gotas de antiespumante y diluya a la marca, con agua mezclando los contenidos del matraz lentamente.
3. Deje reposar por algunos minutos y decante los 40 ml. a un tubo de centrifuga de 50 ml. Centrifuge 10 min. a 1,500 r.p.m. y decante el líquido sobre nadante, en un embudo conteniendo una capa de fibra (6 lana) de vidrio, teniendo cuidado de no transferir ninguno de los sólidos centrifugados al filtro. Ponga el filtrado claro en un vaso de precipitado de 100 ml.
4. Pipeteó 25 ml. del líquido claro dentro del matraz y después proceda de acuerdo con el procedimiento estandar de Kjeldahl.

CALCULOS:

$$\% \text{ Nitrogeno soluble en agua} = \frac{(B-S) \times N \times 0.14 \times 100}{\text{PESO MUESTRA}}$$

Donde:

B = ml. de alcali de la titulación regresiva del blanco -

S = ml. de alcali de la titulación regresiva de la muestra.

N = Normalidad del alcali.

Indice de solubilidad de nitrogeno (N.S.I.) = $\frac{\% \text{ Nitrogeno soluble en agua}}{\% \text{ Nitrogeno total de la muestra}} \times 100$

EVALUACION BIOLOGICA.

En vista de la prevalencia de la desnutrición proteica en los países subdesarrollados y de la necesidad de estudiar y evaluar varios tipos de suplementos proteicos, es importante realizar una serie de estudios y dar a conocer los resultados obtenidos.

La dieta debe de aportar los aminoácidos que se emplearán en la síntesis de nuevos tejidos y los necesarios para el mantenimiento del organismo, por eso, cualquier método para medir el valor de los alimentos proteicos deberá directa o indirectamente evaluar estas funciones.

Se ha pensado que un buen método para medir la calidad de la proteína es el crecimiento animal, y puesto que el crecimiento del animal dentro de condiciones definidas establece una forma relativamente simple de medir el valor de la proteína de la -

- dieta, se han desarrollado un buen número de procedimientos - para este fin. Se ha visto que si las dietas contienen cantidades insuficientes de uno o más aminoácidos indispensables, el crecimiento se reduce total o parcialmente; así el crecimiento es un índice sensible del aporte de aminoácidos y puede ser usado para evaluar la totalidad de los efectos de la proteína -- dietética.

Uno de estos métodos es el conocido como Índice de Eficiencia proteica (E. P.), este concepto fué introducido por Osborne et. al. (1919), y es definido como la ganancia de peso - corporal en gramos por gramo de proteína o nitrógeno consumido.

$$E.P. = \frac{\text{Incremento de peso (g)}}{\text{Proteína Ingerida (g)}} \times 100$$

El valor obtenido en este método se ve grandemente afectado por el contenido proteico de la dieta, por eso, para obtener datos de E.P. para comparación de proteínas se usa un nivel de proteínas de 10% (28), en el cual se obtienen diferencias significativas, entre la variada calidad de las proteínas.

También Morrison y Campbell (1960) (29) han demostrado - que se obtienen valores de E.P. muy diferentes al hacer uso de distintas cepas de ratas, y que además se afecta por el sexo. - Sure (1955), Morrison y Campbell (1960), establecieron que los valores de E.P. tienden a bajar con el tiempo, estableciendo un período de ensayo de 28 días, o bien se indica el tiempo empledo para obtener el valor, Chapman et. al. (1959) encontró diferencias significativas en las ratas que sirvieron a los estudios.

- si la edad de ellas era de 22, 36, 6 45 días, se especificó - que se emplearan ratas machos de 21 días.

Friedman y Kline (1959) y Chapman et. al. (1959) señalaron que la ventaja de relacionar los valores de E.P. a un valor constante de 2.5 para caseína, pues tal corrección trae como consecuencia mayor uniformidad de los resultados entre laboratorios. Estas condiciones las ha incluido a sus métodos el AOAC en 1960.

En suma, son obvias las ventajas del método E.P. por su simplicidad y su uso tan difundido, aunque es muy criticado, por que el aceptar que la ganancia de peso corporal es constante, en composición no es necesariamente válido, el aumento de peso podría deberse a la mayor ingestión de agua o formación de tejido adiposo, y no necesariamente tejido a base de proteínas, por lo cual se hace además otros estudios.

METODOLOGIA DE E.P.

a) De 5 - 10 rats de la misma cepa y sexo, de 21- 25 días de edad y con diferencia de peso no mayor de 5 gr. entre la mayor y la menor, se colocan en jaulas individuales.

b) Se someten a ayuno de 24-48 horas a fin de unificar lo mas posible el estado de nutrición, se les permite libremente tomar agua.

c) Se prepara una dieta con la proteína que se va a evaluar como unica fuente protéica y con cantidades suficientes de -- otros nutrimentos indispensables. La concentración final de pro_

tefna se ajusta para tener 10 g/100 g. de la dieta. La sistri-
ción de la dieta usada es como sigue:

COMPOSICION DE LA DIETA.

<u>COMPONENTES</u>	<u>% EN LA DIETA</u>
Protefna	10.0
Mezcla de sales minerales**	4.0
Mezcla de vitaminas ***	2.0
Celulosa	4.0
Colina	0.4
Aceita	20.0
Glucosa	20.0
Sacarosa	20.0
Almidón de maíz	19.6
Total:	100.0

* Protefna por evaluar

** Cada 100 gr. de mezcla de minerales contiene:

MEZCLA DE MINERALES

<u>COMPONENTES</u>	<u>GRAMOS</u>
Fosfato de calcio tribásico	50.00
Cloruro de sodio	25.00
Cloruro de Potasio	15.00
Citrato de fierro $3H_2O$	0.06
Carbonato de magnesio	0.55
Carbonato de cobre básico	0.14
Carbonato de Zinc	0.16
Yodato de sodio	0.002
Fluoruro de sodio	0.002
TOTAL	100.004

*** Cada 100 gr. de mezcla de vitaminas contiene:

MEZCLA DE VITAMINAS

<u>COMPONENTES</u>	<u>GRAMOS</u>
Vit. A 200 000 U/g.	2.950
Vit. D 400 000 U/g.	0.162
Tocoferol	3.260
Acido Ascórbico	29.500
Inositol	3.260
Cloruro de Colina	49.200
Menadiona	1.463
Acido P-Amino benzoico	3.700
Niacina	2.940
Riboflavina	0.624
Cloruro de Piridoxina	0.624
Cloruro de Tiamina	0.624
Pantotenato cálcico	1.950
	mg.
Biotina	13.100
Sc. Fólico	59.000
Vit. B ₁₂	0.881
TOTAL:	100.000

d) se suministra a cada rata cantidad suficiente de la dieta en libre demanda durante 28 días, registrando el peso del alimento consumido y el peso diario de la rata, con estos datos se obtendrá la ganancia de peso en total y la cantidad de dieta consumida durante el estudio.

e) Al mismo tiempo se eligen ratas que tomarán una dieta -- de caseína como fuente protéica cuyo E.P. servirá de patrón de referencia comparandose con el E.P. de la proteína en estudio.

Bender y Doell (29) hacen notar que este tipo de evaluación es aplicable solo para calificar la habilidad de la proteína para sostener el crecimiento y no nos dice nada de la habilidad de la proteína para el mantenimiento del organismo, por lo cuál se dá valor de 0 a la proteína capáz de mantener el organismo en sus funciones, pero incapáz de permitir el crecimiento.

METODO QUE MIDE CAMBIO DE NITROGENO CORPORAL (29)

En 1953, Bender y Miller describieron un método para estimar la calidad de la proteína con el nombre de Valor Protéico Neto, al que después llamaron N.P.U. (Utilización Proteica Neta).- Es indudablemente una estimación más exacta de la retención de N en el cuerpo del animal y se obtiene de la determinación de nitrógeno del cuerpo en lugar del peso corporal, el N.P.U. se define como la diferencia en el N corporal de un grupo alimentado con la dieta protéica (Cp) y un grupo alimentado sin proteína (Co) dividido entre el nitrógeno consumido (I) por el grupo de prueba, siendo su expresión matemática la siguiente:

$$NPU = \frac{Cp - Co}{I}$$

De NPU se obtienen valores que se conocen como NPUst - y NPUop., que, respectivamente indican que se obtuvieron en condiciones específicas o bien con una modificación, por ejemplo, - a un alto nivel de proteína para el segundo.

La determinación de NPU es mucho más laboriosa que la - de E.P. y también le asigna valor de 0 a la proteína que permite el mantenimiento pero no el desarrollo, sin embargo, al hacer si simultáneamente las determinaciones de E.P. y NPU los investigadores consideran que se puede tener mayor seguridad en los resultados y en la validez de ellos.

METODOLOGIA:

a) Se siguen los pasos dados para el método de E.P. por un período de 14 días, y se da una dieta libre de proteínas a base - de almidón de maíz a otro grupo de animales del cual se va a obtener (Co) para el cálculo.

b) Al final del período se sacrifica a las ratas, se les abre el abdomen para sacar las vísceras.

c) Se colocan en una estufa a 105°C durante 48 horas, para eliminar totalmente el agua de los tejidos.

d) Se parte cada rata y se coloca en un matraz Erlenmeyer -- de 500 ml. y se agregan 300 ml. de éter anhidro para desengrasarlas, dejándose en reposo durante 72 horas.

e) Se filtra através de papel filtro, cada rata por separa

do, hasta eliminación total de éter, se agrega al matraz 300 ml. de HCl al 20% una vez que se ha regresado íntegramente a la rata.

f) Se somete a hidrólisis en una autoclave a 10 lb. de presión durante 4 horas, la suspensión obtenida es liquada para homogenizar, la cuál se afora a 500ml.

g) Se toman alícuotas de 10 ml. para determinar nitrógeno total corporal por el método de Kjeldhal.

RESULTADOS

Tabla XX

ANÁLISIS BRONATÓLOGICOS DEL ESTUDIO

PRODUCTOS	HUIEDAD %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA CRUDA %	CARBOHIDRATOS %	CENIZAS %
* Maíz (promedio)	13.0	8.3	4.8	2.9	69.2	1.8
* Frijol Soya (promedio)	19.27	40.22	19.01	6.13	9.97	5.40
Tortilla de Maíz (promedio)	37.13	5.9	1.7	1.3	50.0	0.97
Tortilla fortificada (1)	46.08	14.57	6.41	3.67	27.41	1.93
Tortilla fortificada (2)	47.2	15.09	7.01	4.11	24.59	2.00
Tortilla fortificada (3)	48.1	19.00	8.27	4.40	17.97	2.26

* Datos obtenidos en el laboratorio pero que varían según la región en donde se cultivaron los granos tomados para éste estudio.

- (1) Tortilla fortificada con 15% de frijol soya
 (2) " " " 20%
 (3) " " " 25%

Tabla XXI

COMPARACION ENTRE LA COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE
LOS PRODUCTOS ESTUDIADOS, TORTILLA DE MAIZ Y AMINO-
ACIDOS DE LA PROTEINA DE REFERENCIA FAO*(1957).
(en gr. por 100 gr.de prot.)

Aminoácidos esenciales	Tortillas (1)	Tortillas Fortificadas (2)	Tortillas de Maíz (Promedio)	F.A.O.
Lisina	5.26	6.42	2.50	4.2
Valina	7.13	7.93	5.30	4.2
Leucina	16.18	17.26	16.20	4.8
Isoleucina	5.45	6.04	5.96	4.2
Treonina	4.21	4.67	4.10	2.8
Metionina	1.84	2.13	1.90	2.2
Fenil alanina	6.93	7.85	4.40	2.8
Triptofano	0.84	0.97	0.65	1.4

* Tomado de Amino Acid Content of Food and Biological Data on Proteins, FAO, Roma (1970)

(1) = Tortilla con 15% de soya

(2) = " " 20% " "

(3) = " " 25% " "

Tabla XXII

ACTIVIDAD UREASICA DEL PRODUCTO DE ESTUDIO,

SUS P.N.S.A. Y I.S.N.

TORTILLA DE MAIZ CON SOYA		ACTIVIDAD UREASICA *
85 %	- 15 %	0.15
80 %	- 20 %	0.28
75 %	- 25 %	0.35

* Dada en valores del aumento de pH con respecto al de una solución reguladora.

G R A N O S	% DE COMBINACION	PRODUCTO	P.N.S.A.	I.S.N.
Maíz - Frijol soya	85 % - 15 %	Tortilla	0.3858	16.51
Maíz - Frijol soya	80 % - 20 %	Tortilla	0.5520	19.90
Maíz - Frijol soya	75 % - 25 %	Tortilla	0.5880	20.70

P.N.S.A. = Porcentaje de Nitrógeno soluble en agua.

I.S.N. = Índice de solubilidad de nitrógeno.

Tabla XXIII. COMPARACION DE LAS DISTINTAS ACTIVIDADES UREASICAS DE PRODUCTOS DE FRIJOL SOYA Y EL PRODUCTO EVALUADO EN ESTE ESTUDIO.

PRODUCTO DE FRIJOL SOYA	ACTIVIDAD* UREASICA	**TRATAMIENTO TERMICO EN FUNCION DEL GRADO DE INACTIVACION DE FACTORES ANTIBIOLÓGICOS Y BAJA CALIDAD PROTEICA.
Harinas 6 comidas (a)	0.3	Insuficiente tratamiento térmico no hay inactivación de la actividad ureásica y hay baja calidad proteica.
Harinas desgrasadas (b)	mucho mayor de : 0.3	Insuficiente tratamiento térmico, baja calidad proteica.
Cualquier producto de frijol soya	0.2	Sobre calentamiento; inactivación de su valor nutritivo.
(1)	0.15	Tratamiento térmico insuficiente, baja calidad proteica.
(2)	0.28	" " " "
(3)	0.35	Tratamiento térmico suficiente, aumento de buen valor nutritivo.

* Actividad Ureásica dada, en aumento de valores del pH, con respecto al de una solución reguladora.
 ** Esta prueba actualmente no está considerada aún como adecuada para la determinación de un tratamiento térmico excesivo de un producto a base de frijol soya.
 Tortillas fortificadas con soya (1) 15%, (2) 20%, (3) 25%.
 (a), (b) y (c) Fuente: Métodos para el control de tratamiento térmico, Pomeranz y Linder 1960. J. Amer. Oil Chem. Soc. 37: 124-126.

Tabla XXIV.

USOS DE HARINAS DE SOYA DE DIFERENTES INDICES DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO (I.S.N.), COMPARADOS CON LOS DEL PRODUCTO DE ESTUDIO.

I. S. N.	U S O S	I. S. N. Productos	POSIBLES USOS
85	Enzimas blanqueadoras de pan.	16.51	
50 - 60	Panes, pasteles, repostería, galletas, bolillos.	19.90	Cereales, bebidas, galletas y alimentos infantiles.
25 - 35	Bebidas, panecillos, purés, sopas, salsas, alimentos infantiles y dietéticos.	20.70	" " "
10 - 25	Bebidas, galletas, cereales y alimentos infantiles		

Fuente : Recopilado en parte de : Johnson (1970)., Soy Proteins: Their Functional & Physical properties, Walter J. Wolf., Agriculture & Food Chemistry vol.18 No.6 pag.973 Nov./Dic. 1970.

Tabla XXV

COMPARACION DE LOS VALORES DE EFICIENCIA PROTEICA
Y UTILIZACION PROTEICA NETA A LOS 28 DIAS.

Fuente de protefna de la dieta	E.P. (1)	E.P. con respecto a Casefna en %	U.P.N. (2)	U.P.N. con respecto a Casefna en %
Casefna	3.12	100%	62.08	100%
Tortilla de maiz-soya 85% - 15%	2.12	68	45.57	73.40
Tortilla de maiz-soya 80% - 20%	2.53	81.61	65.77	106.00
Tortilla de maiz-soya 75% - 25%	2.23	71.93	61.05	98.32

(1) = E.P. Eficiencia protefca

(2) = U.P.N. Utilizaci3n neta de la protefna.

Tabla XXVI.

EFICIENCIA DE LA PROTEINA DE LA TORTILLA DE MAIZ FORTIFICADA CON SOYA Y SU UTILIZACION PROTEICA NETA A LOS 28 DIAS.

CASEINA	TORTILLA MAIZ-SOYA 85% - 15%		TORTILLA MAIZ-SOYA 80% - 20%		TORTILLA MAIZ-SOYA 75% - 25%	
	E.P.	U.P.N. (2)	E.P.	U.P.N.	E.P.	U.P.N.
2.61	1.88	53.22	2.91	43.34	2.14	60.24
3.24	1.97	60.00	2.36	46.02	2.22	23.59
3.52	2.31	63.24	2.46	41.51	2.24	57.02
3.14	1.85	63.61	2.27	52.40	2.16	68.17
3.33	2.10	68.17	2.51	57.23	1.82	65.19
3.10	2.18	64.29	2.53	44.11	2.32	59.43
	2.05		2.68	44.40	2.72	63.70
	2.60		2.53	51.21	2.16	68.00
P.3.15	2.12	62.8	2.53	45.57	2.23	61.05
D.E.O.30	0.24	5.06	0.19	3.52	0.26	5.00
V.O.O.09	0.06	25.70	0.03	12.42	0.07	25.00
E.E.O.12	0.08	2.06	0.06	1.33	0.10	1.89

(1) = Eficiencia Protéica (E.P.)
 (2) = Utilización Protéica Neta (U.P.N.)

.DISCUSIONES.

Y

CONCLUSIONES

DISCUSIONES

De los análisis bromatológicos de los granos utilizados para este estudio, se notó con claridad la preponderante calificación química del frijol soya con respecto a la del maíz y otros granos en los que dicha calificación resulta ser bastante baja. A éste respecto cabe informar, que estos análisis se determinaron repetidamente en numerosas ocasiones y con los debidos patrones por lo que, los resultados pudieran deberse a que la variedad utilizada sea distinta a las informadas en la literatura.

Los análisis de aminoácidos de las tortillas fortificadas demostraron que son ricas en lisina y triptofano, dos de los aminoácidos que son escasos en la mayoría de las dietas en poblaciones de escasos recursos; sin embargo, a pesar de que el frijol soya puro es limitante en metionina y cistina (Aminoácidos sulfurados), su suplementación puede darse en forma parcialmente equilibrada en uniones con alimentos que no sean pobres en estos aminoácidos, tales como el maíz y sus derivados. A nivel industrial se hubiera podido agregar metionina y/o cistina en cantidades alrededor de 1.2, 1.4 a 1.6 por 100 gr. de proteína, para obtener un producto con un valor biológico bastante apropiado, pero el propósito de éste estudio fué el de evaluar un producto de elaboración casera e industrial que no llevara un proceso sofisticado en su producción.

En los valores incluidos en la composición de aminoácidos de la proteína patrón de la FAO, en comparación con la de la tortilla fortificada y la común (Promedio) obviamente no podemos atribuirle una máxima calificación a la obtenida en éste estudio, pero si tomamos en cuenta también los resultados de las evaluaciones biológicas podemos pronosticar que es un producto que medianamente es nutritivo aunque haya otros de mejor-

calidad. Por lo que se propone, debido a cualidades expuestas - en forma objetiva en esta investigación, su muy pronta producción e introducción al mercado.

Debido a la particular atención, que en los estudios en donde el frijol soya se utiliza, se le ha venido dando gran importancia a los inhibidores de proteasa de ésta planta por su contribución potencial tanto en la alimentación animal como en la humana. Desafortunadamente, la literatura relacionada con esta materia está llena de inconsistencia, sentidos y contrasentidos, así que emerge apenas una visión no muy clara de las reglas de los inhibidores de proteasa en el campo de la nutrición. Algunas de estas razones de la actual situación desalentadora, especialmente desde el punto de vista de las revisiones realizadas, pueden ser atribuidas a las variaciones en condiciones experimentales incluyendo factores tales como: las especies del animal experimental así como sus antepasados, edad, sexo, composición de las dietas empleadas y la forma adecuada de utilizar las preparaciones que contienen inhibidores de proteasa. Esta situación se puede resumir en muy pocas palabras "A pesar de tantos experimentos realizados con una amplia variedad de animales, parece ser que la tan grande y considerable investigación en este campo se ha hecho más para demostrar la complejidad del problema que para dilucidar el mecanismo que lo involucra".

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

- 1.- Se utilizó un método que puede tener aplicación casera e - - industrial, del que se obtuvo un producto al que le fueron - determinadas propiedades nutritivas.
- 2.- La tortilla fortificada con distintos porcentajes de soya, - tiene una concentración de proteínas más alta que las de la - tortilla común.
- 3.- Así mismo, los valores nutritivos de las tortillas fortifica - das fueron más altos que la de la tortilla de maíz (prome - dio).
- 4.- El producto obtenido en la investigación merece un costo adi - cional, debido al suplemento protéico que proporciona en - - comparación con otros productos de alto costo y bajo valor - nutritivo. La estandarización ó regulación del costo debería realizarse en toda la república, ya que los organismos de - alimentos subsidiados pueden obtener: las materias primas, - energéticos, maquinaria, etc., a precios más bajos, caso que - no sucedería a nivel privado por el alza de precios en todos los rangos de la producción en gral. y en particular para la elaboración de la tortilla misma.
- 5.- En el transcurso de la elaboración del producto se insistió - mucho en renglones como los de control de su calidad: olor - color, sabor y textura, debido a que el consumo diario de - éste puede suplantar a la tortilla de maíz original y/o a - otros alimentos, motivo que se consideró básico para su pro - ducción en éste trabajo de investigación.
- 6.- Como la soya es un alimento considerado como exótico en el - hemisferio occidental y aunque sea uno de los más tradicio - nales en asia, se piensa que la preparación de la tortilla - de maíz puede fortificarse con ésta, presentándose la oportu - nidad de utilizar un recurso alimenticio hasta ahora prácti -

camente desperdiciado en éste campo.

- 7.- La preparación de la tortilla fortificada con las demostraciones de sus distintas combinaciones con soya, no son las únicas que pueden obtenerse.
- 8.- Estas tortillas por motivos dados a conocer en el estudio -- preliminar en el estudio del frijol soya puro y sus cualidades involucró, para su elaboración, características físicas-tales como: capacidad de absorción de agua, facilidad para la molienda, índice de rancidez contra tiempos y temperaturas diferentes, flexibilidad de la masa mezcla de soya con maíz, cantidad de calor necesario para un buen cocimiento, tiempo contra temperatura de almacenamientos que puede recibir el producto terminado, humedad relativa dada para evitar la presencia de mohos o cualquier microorganismo contaminante y otros parámetros que incluyen una nueva y diferente tecnología en la producción de tortillas fortificadas con cualquier cereal, si se quieren producir éstas, a nivel industrial; es por ésto justamente que no solo se atendió solamente a renglones tales como: Control de su calidad, control de su estado protéico y su valor biológico, sino tener en cuenta de que los puntos que definen y clasifican a un alimento de "de calidad" INTRODUCCION DE PROTEINAS A BAJO COSTO", estén asegurados desde la elección de las materias primas para su elaboración hasta el tipo definido de procesos para ella.

BIBLIOGRAFIA

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

- American Oil Chemist's Society, Official and Tentative Methods -
of the American Oil Chemist's Society, 2nd. Ed. Official Method -
AC-4-41 (1964).
- AOAC Biological Evaluation of Quality Protein.
- AOCS Tentative Method Ba 10-65. Protein Dispersibility Index -
(PDI)., Sampling and Analysis of Vegetable Oil Source Materials.
- Agricultural Services Bulletin No. 11 AGS:ASB/11., Technology -
Production of Edible Flours and Protein Products from Soybean.
- Altschul, A.M; Processed Plant Protein Food-Stuffs, Academic Press -
N.Y. (1968).
- Anónimo; Low-cost Protein Ingredients Made to Order, Food Eng. -
January (1968).
- Asociación Americana de Soya, Soyanoticias Publicadas desde el 1^o -
de junio de 1973 hasta la fecha en curso.
- Beckman and Co. ; Manual del Autoanalizador de Aminoácidos Modelo -
116.
- Block, R.J. The Methods and Results of Protein Analysis., Charles, -
C.T. Publisher, Springfield, Illinois (1956).
- Bogert L. Jean., Nutrition and Physical Fitness., 7th. Ed. W.B. Saunde-
rs Company., Philadelphia and London., January 1966.

Caskey C.D.Jr. and Knapp F.C., Method for The Determination of The Inadequate Heat Treatment of Full-Fat Soy-Flours., *Ind.Chem.Anal.* - Ed. 16:640, 1944.

D.S.Miller., Evaluation of Protein Quality., publicación 1100., un - procedimiento para la determinación de N.P.U. utilizando la técnica del nitrógeno corporal de las ratas.

Droese and Stolley: Infant Nutrition., W.B.Saunders, Co. cap. III., - Philadelphia 1967.

Ehrlich R. Paul., Ehrlich H. Ann., Stanford University., Population-Resources Environment. Issues in Human Ecology., W.H. Freeman and Company., San Francisco., 1970.

Food and Agricultural Industries Service., F.A.O. of The United Nations., Rome, 1971.

Gutrie H.A., Introductory Nutrition 2nd. Ed. The C.V. Mosby Co. Saint-Louis 1971.

Journal of The American Oil Chemist's Society., vol. 51, No. 1, 1974.

Liener I.E., Toxic Constituents of Plants Foodstuffs., Food Science and Technology., A series of Monographs., New York and London, 1969.

L.R. Brown and T.J. Potts., Joint Comittee on Soybean Products of - The AACC and AOCS., Cereal Science Today., vol 3 No. 1, january 1958.

Liener I.E., Soybeans: Chemistry and Technology; Nutritional Value - of Food Protein Products., Cap. 7., Cereal Science Today.

H. Shemer; L.S. Wei and E.G. Perkins ., Dept. of Food Science, University of Illinois, Urbana, Il 61801., *Journal of Food Science*, vol. 38 - 1973.

Mendoza E, Dr. Chavez A., Dr. Bourges H., R.F.B. Gonzalez Magdalena., - *Diseño y Evaluación de Productos Infantiles en la División de Nutrición.*, Instituto Nacional de la Nutrición (I.N.N.), *Revista de Tecnología de Alimentos.*, Vol. 8 No.6., Nov/Dic. 1973.

Heter Gerald H., *Leading Issues In Economic Development Studies in International Poverty*; 2nd. Ed., Oxford University Press, 1970.

Melaughlan, J.N. Champell, J.A., *Hamalian Protein Metabolism*, vol. III - Munro, H.A. Ed., Academic Press Inc. N.Y. 1969.

Moore, S. and Stein, W.H.; *Determinación de Aminoácidos en Cromatografía*, Técnica modificada por Beckman and Co., *Manual Beckman para el Autoanalizador de Aminoácidos modelo 116.*

Moore, S., Stein W.H.; *Cromatografía de Aminoácidos en Residuos sulfonados de Poliestireno.*

Mustakas G.C., Albrecht W.J.; *Lipoxidase Deactivation to Improve - Stability, Odor and Flavor of Full-fat Soyflours*, *AOAC.*, vol 46 No.11

Pearson, D.; *The Chemical Analysis of Foods*; 6th. Ed., J. and A. Churchill, London, 1970.

Rackis J.J., Northern Regional Research Laboratory.; *Biological -- and Fisiological Factors in Soybeans.*, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, January 1974 (vol. 51).

Rackis J.J.; Soybean Trypsin Inhibitors, Their Inactivation during meal processing., Food Tech. 20 (11) Nov. 1966.

Rackis J.J., H.A. Sesame, R.K. Mann ; Soybean Trypsin Inhibitors : Isolation, Purification and Physical properties, Agri. Biochem. Biophysics, 98 (3): Sept. 1962.

Rackis J.J., Honing D.H., Sesame H.A., Sessa D.J. and Steggerda F.R. Flavor and Flatulence Factors in Soybean Products., J. Agri. Food. - Chem., vol. 18 No. 6 Nov/Dic. 1970.

Ramiréz H., Arroyo Pedro y Chavez Adolfo; Aspectos Socioeconómicos de los Alimentos y de la Alimentación en México, Instituto Nacional de la Nutrición, 1970.

Ramirez H., Dr. Chavez Adolfo: Disponibilidad de los Alimentos en México en el último cuarto de Siglo, Comercio exterior (1968).

Rawi and D.B. Hand: Index of Protein Quality in Dried Soy milks., - J. Agr. Food Chem. 12., 1964.

Sheldon Margen, M.D.: Progress in Human Nutrition, Vol. 1, Westport, Conneticut, The AVI Publishing Company, Inc. 1971.

Schran E.S., Moore, S., Bigwood, E.J.: Cromatographic Determination - of Cystine as Cysteic Acid., Bioch. J. 57:33, (1954).

Spies, J.R. and Chambers, D.C.: Chemical Determination of Tryptophan in Proteins, Anal. Chem. 21, 1749 (1949).

Suchtanten Dr.: Determinación de Valor Biológico en las Proteínas

Coefficiente de Utilización Digestiva, Coeficiente de Utilización - Metabólica., Conferencia en Inra-Francia., Junio 18 de 1969.

Willard, H., Furman, N. y Brecker, C., Análisis Químico Cuantitativo, - Ed. Marín, México (1965).

Walter J. Wolf: Uses of Soyflours of Different Nitrogen Solubility Agri. Food Chem., Vol. 18 No. 6 Nov/Dic. 1970.

Walter J. Wolf: Soybean Proteins: Their Functional Chemical and Physical Properties., J. Agri. Food Chem., Vol. 18 No. 6 Nov/Dic. 1970.

Yasumatsu K. Et. Al.: Studies on The Functional Properties of Food - grade Soybean Products. Part. I. Clasification of Soybean Products - by their Chemical Constituents and Protein Properties., J. Agri. - Biol. Chem., Vol. 36 No. 4, 1972.

I N D I C E

PAGS.

<i>Explosión Demografica y su Problematica</i>	7
<i>Aportaciones de una Dieta Básica.</i>	9
<i>Requerimientos de Proteínas.</i>	10
<i>Requerimientos de Aminoácidos.</i>	11
<i>Factores que Afectan los Requerimientos de Aminoácidos.</i>	12
<i>Vitaminas y Minerales.</i>	13
<i>Disponibilidad de las proteínas Actualmente.</i>	17
<i>Objetivo del Estudio.</i>	29
<i>Diseño del Experimento.</i>	30
<i>El Frijol Soya y su Importancia.</i>	32
<i>El Maíz como Alimento.</i>	33
<i>Inhibidores del Crecimiento.</i>	34
<i>Factores Vitamínicos del Frijol Soya.</i>	35
<i>Vitaminas Lipo-Solubles.</i>	35
<i>Factores Antivitamínicos.</i>	36
<i>Antivitamina D.</i>	37
<i>Minerales.</i>	38
<i>Fósforo.</i>	38
<i>Otros Minerales.</i>	42
<i>Factores que Afectan las Propiedades Nutritivas de la Proteína del Frijol Soya.</i>	42

<i>Inhibidores del Crecimiento, Esclarecimiento del Problema.</i>	47
<i>Factores que Producen Flatulencia.</i>	49
<i>Actividad Ureásica del Frijol Soya y sus Productos.</i>	50
<i>Prospectos para las Comidas de Frijol Soya.</i>	51
<i>Comidas de Cereales Enriquecidas con Proteínas y Comidas con Alto Nivel.</i>	52
<i>Usos de los Productos de Soya como Suplemento de Proteínas.</i>	53
<i>Como Suplemento del Maíz.</i>	57
<i>Combinaciones que Contienen Maíz.</i>	58
<i>Límitaciones de los Productos de Soya y sus Mejoras</i>	59
<i>Nuevos Desarrollos en la Tecnología de Proteínas de Soya.</i>	60
<i>Obtención del Producto de Estudio.</i>	63
<i>Determinación de Humedad.</i>	69
<i>Determinación de Cenizas.</i>	69
<i>Determinación de Nitrógeno.</i>	70
<i>Determinación de Grasa.</i>	71
<i>Determinación de Carbohidratos.</i>	73
<i>Determinación de Triptofano.</i>	73

	PAGE
reparación de la Muestra para Aminograma.	7
hidrólisis de Proteínas.	7
determinación de Aminoácidos.	7
determinación de Actividad de Ureasa.	7
determinación de Índice de Solubilidad de Nitrógeno.	8
evaluación Biológica.	8
resultados.	9