



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ELABORACION Y EVALUACION DE UN  
PRODUCTO SECO A BASE DE LECHE  
FERMENTADA Y MAIZ  
Y SU ADAPTACION A NIVEL RURAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICA FARMACEUTICO

BIOLOGO

P R E S E N T A  
MARIA ELENA CAÑIZO SUAREZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLAS Tesis 1977  
ABO M- 74  
FECHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
S \_\_\_\_\_



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA;

PRESIDENTE: NINFA GUERRERO DE CALLEJAS.  
VOCAL: CARMEN REYNA BORDES.  
SECRETARIO: ANGELA SOTELO LOPEZ.  
1' SUPLENTE: RUBEN BERRA GARCIA COSS.  
2' SUPLENTE: ALEJANDRO GARDUÑO TORRES.

SITIO EN DONDE SE DESARROLLO EL TEMA;

DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA DE LA NUTRICION Y  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. DIVISION DE NUTRI--  
CION.  
I.N.N.

SUSTENTANTE:

MARIA ELENA CAÑIZO SUAREZ

ASESOR DE TEMA:

Q.F.B. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS.

DIRECTORES TECNICOS:

M.C. JOSEFINA MORALES DE LEON.  
I.B.Q. JOSE LUIS CAMACHO CUEVAS.

A MIS PADRES

A MI ESPOSO

A MIS HIJOS

A MIS HERMANOS

Hago patente mi reconocimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su patrocinio parcial a través del Programa Nacional de Alimentación, para llevar a cabo los trabajos que condujeron al desarrollo de este estudio.

Así mismo agradezco al Instituto Nacional de la Nutrición su participación en el financiamiento de este trabajo y la oportunidad en el uso de sus instalaciones.

Agradezco al Sr. Embajador de Egipto, Abdo Salama, - por sus explicaciones y finas atenciones.

Mi mas sincero agradecimiento al Dr. Héctor Bourges R. por su valiosa dirección, a M. en C. Josefina Morales de León por su interés y dedicación en la corrección de esta tesis, al I.B.Q. José Luis Camacho por su supervisión y a todos los compañeros del laboratorio por su colaboración durante la elaboración de este trabajo.

Agradezco también a M. en C. Angela Sotelo L. por la ayuda brindada, a Q.F.B. Ninfa Guerrero de Callejas por sus atinados consejos, a Q.F.B. Carmen Reyna B. por sus observaciones, a mis maestros y compañeros por los conocimientos y experiencias recibidas durante mis estudios y a todas aquellas personas que de alguna forma me ayudaron.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
I METODOS TRADICIONALES PARA LA CONSERVACION DE ALIMENTOS.	8
II TRABAJO EXPERIMENTAL.	19
III RESULTADOS Y DISCUSION.	29
IV ESTIMACION DE COSTOS.	55
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	66
BIBLIOGRAFIA.	69
ANEXOS.	
A) METODOS Y TECNICAS.	77
B) RECETAS.	112

## LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1 DISPONIBILIDAD DE MAIZ Y LECHE PARA CONSUMO HUMANO EN LA REPUBLICA MEXICANA DE 1971 a 1974.
- Cuadro 2 DIVERSAS PRESENTACIONES COMERCIALES DE MAIZ.
- Cuadro 3 RESULTADO DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LECHE DE VACA Y HARINA DE MAIZ.
- Cuadro 4 RESULTADO DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LECHE DE VACA Y YOGURT.
- Cuadro 5 AMINOGRAMA DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ EN COMPARACION CON EL DE LA PROTEINA PATRON FAO (1957).
- Cuadro 6 RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LECHE DE VACA BRONCA, LECHE DE VACA HERVIDA Y HARINA DE MAIZ.
- Cuadro 7 CAMBIOS EN pH Y ACIDEZ A DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBACION Y CONCENTRACION DE INOCULO DURANTE LA ELABORACION DE YOGURT.
- Cuadro 8 RELACION PORCENTUAL DE AMINOACIDOS ESENCIALES PRESENTES EN MEZCLAS YOGURT-HARINA DE MAIZ CON PATRON FAO (1957).
- Cuadro 9 RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA MEZCLA YOGURT-HARINA DE MAIZ, CON UNA RELACION EN PROTEINAS DE 65:35 DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACION.

- Cuadro 10. CAMBIOS EN pH Y ACIDEZ DURANTE LA FERMENTACION DE LECHE DE VACA A DIFERENTES TEMPERATURAS Y CONCENTRACION DE INOCULO CON CEPA NO CONTROLADA.
- Cuadro 11. RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS PRODUCTOS SECOS A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ OBTENIDOS MEDIANTE EL PROCESO CONTROLADO Y EL ADAPTADO A NIVEL RURAL.
- Cuadro 12. RESULTADOS DE LA EVALUACION BIOLOGICA DE YOGURT Y DOS PRODUCTOS SECOS ELABORADOS A BASE DE YOGURT-HARINA DE MAIZ Y SU RELACION PORCENTUAL CON CASEINA.
- Cuadro 13. ESTIMACION DEL COSTO DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS A NIVEL DE LABORATORIO Y A NIVEL RURAL.
- Cuadro 14. COMPOSICION DE UNA DIETA NORMAL.



## LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO SECO A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ.
- FIG. 2.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ADAPTACION DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE UN PRODUCTO SECO A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ A NIVEL RURAL.
- FIG. 3.- CAMBIOS EN pH Y CONCENTRACION DE ACIDO LACTICO DURANTE LA ELABORACION DE YOGURT A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE INOCULO.
- FIG. 4.- CALIFICACION QUIMICA DE CUATRO AMINOACIDOS ESSENCIALES EN YOGURT, HARINA DE MAIZ Y TRES MEZCLAS.
- FIG. 5.- CAMBIOS DE ACIDEZ EN LA MEZCLA III, DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.
- FIG. 6.- CONCENTRACION DE LACTOSA EN LA MEZCLA III DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.
- FIG. 7.- CAMBIOS EN pH EN LA MEZCLA III DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.
- FIG. 8.- CONCENTRACION DE AZUCARES REDUCTORES TOTALES Y DIRECTOS EN LA MEZCLA III DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.
- FIG. 9.- NITROGENO SOLUBLE EN LA MEZCLA III DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.
- FIG. 10.- CUENTA TOTAL DE MICROORGANISMOS EN LA MEZCLA III DURANTE EL PERIODO DE FERMENTACION.

FIG. 11.- COMPORTAMIENTO OBSERVADO POR 5 MEZCLAS YOGURT  
-HARINA DE MAIZ DURANTE LA OPERACION DE SECA-  
DO.

FIG. 12.- CUENTA TOTAL DE MICROORGANISMOS VIABLES DE LOS  
PRODUCTOS A BASE DE YOGURT-HARINA DE MAIZ OB-  
TENIDOS MEDIANTE LOS PROCESOS CONTROLADO Y --  
ADAPTADO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO.

FIG. 13.- CURVA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DE LISI-  
NA DISPONIBLE EN TRES MUESTRAS DE PRODUCTO SE  
CO A BASE DE YOGURT-HARINA DE MAIZ.

INTRODUCCION

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

Los distintos estudios realizados por el Instituto Nacional de la Nutrición y otras instituciones, sobre la situación nutricia en México, confirman la injusta dualidad que vive nuestro país; mientras un segmento minoritario de la sociedad disfruta de altos ingresos y dispone de alimentos en exceso, la mayoría de los mexicanos tienen una baja capacidad adquisitiva, — mantienen un comercio raquítico y consumen una dieta — pobre y monótona que condiciona a un estado de desnutrición crónica con todos los efectos que ésta trae consigo, como son: deficiencia en el desarrollo físico, mental y social del individuo, decaimiento en su capacidad de trabajo y vulnerabilidad a la infección y enfermedades, entre otros (7) (11) (12). Estas consecuencias de la desnutrición son más pronunciadas en los grupos más vulnerables y mayoritarios como son los niños (16). Un reflejo de este grave problema, son por ejemplo, los índices de mortalidad que para niños menores de 12 meses en los últimos años fue de 68.5% y para niños entre 1 y 4 años de 10.9%. Los niños que sobreviven a esta etapa, se ven afectados en su desarrollo físico y lo que es — más grave en su desarrollo mental y social; esto se observa por ejemplo en los datos de deserción escolar, — que en zonas urbanas es de 43.9% y en zonas rurales se eleva el 91%, aprobando sólo el 23.1% y el 4.5% respectivamente.

Así se compromete el futuro desarrollo socioeconómico del país, perpetuando la dualidad de nuestra sociedad en lo que se ha llamado el ciclo social de bajo nivel nutricional.

De todo esto puede observarse que el problema principal, radica en que las necesidades nutricias —

de los niños, quedan lejos de estar cubiertas aún antes del nacimiento y principalmente desde el momento del -- destete, ya que no cuenta con fuentes apropiadas de ali-- mentos indispensables para que los organismos se desa-- rollen plenamente.

La dieta rural en nuestro país, es monótona, insuficiente y desequilibrada en calidad, ya que del -- 60 al 80% de las calorías provienen del maíz, fuente -- proteínica principal con agregados escasos de frijol y chile. Las proteínas vegetales tienen un valor biológico o bien, una calidad proteínica menor a la de las proteínas animales, debido a su contenido desequilibrado -- de aminoácidos lo que las hace menos aprovechables (34). Así, el aporte de proteínas en la población del área rural y suburbana, según datos obtenidos mediante encuestas llevadas a cabo por el Instituto Nacional de la Nutrición (I.N.N.), es de 50 g. por persona y por día, -- siendo el 20% o menos de origen animal; en el área urbana, se consumen alrededor de 70 g. de proteína por persona y por día con menos del 30% de origen animal (12).

Esta situación dista mucho de ser óptima -- cuando se compara con los requerimientos establecidos -- por F.A.O. de 83 gr. de proteína por persona y por día para el hombre y 71 g. para la mujer, de los cuales el 33% deben ser de origen animal (52). De lo anterior, -- resulta que sólo el 20% de la población mexicana tiene una dieta variada y aceptable, constituyendo por tanto, este sector el mercado real de los alimentos en México.

Otro problema a nivel nacional, que agrava -- esta situación, se refiere a la distribución desigual y la inadecuada disponibilidad de alimentos a nivel rural, regional y local que origina, por ejemplo, que el Dis-- trito Federal, con el 15% de la población total dispon-

ga del 22 al 58% de los alimentos, según el producto de que se trate. Este panorama se repite en los centros urbanos, dejando al margen el área rural y restándoles por tanto, posibilidades para alcanzar una buena nutrición (44). Si se observan los estudios recientes de las Hojas de Balance del INN, calculadas con datos demográficos para cuantificar la disponibilidad de alimentos en términos de cantidad per cápita así como el valor calórico aportado por éstos, se notan tendencias descendentes en las disponibilidades básicas, tales como el maíz, trigo, frijol y arroz en lo que va del presente decenio, pese a que en años atrás, se habían presentado aumentos (45).

De 1960 a 1970, las curvas de producción y de la disponibilidad de alimentos en nuestro país, crecieron proporcionalmente más que la curva de población, pero en los últimos 5 años, se observó lo contrario, por lo que el crecimiento demográfico significó una carga más para los habitantes ya existentes. La caída de la producción no se reflejó con la misma magnitud en las disponibilidades, debido al incremento de las importaciones que se estimó en 524.5%. De este volumen de importaciones destacaron las compras de maíz y leche, de las cuales se compraron cerca de 4 millones de toneladas de maíz y 220 000 toneladas de leche en polvo a fin de satisfacer la demanda nacional (46).

En el cuadro 1, se presentan los datos reportados en las hojas de balance de leche y maíz destinados al consumo humano en la República Mexicana de 1971 a 1974.

Para México, con una población de 50.5 millones de habitantes en 1970 y que para 1980 se estima de

CUADRO 1  
DISPONIBILIDAD DE MAIZ Y LECHE PARA CONSUMO HUMANO EN LA REPUBLICA MEXICANA DE 1971 A 1974.

		T O N E L D A S				DISPONIBILIDAD EN GRAMOS POR HABITANTE/DIA.		POBLACION	
AÑO	ALIMENTO	PRODUCCION	IMPORTACION*	EXPORTACION	TOTAL DISPONIBLE	PESO NETO	PROTEINAS	CALORIAS	No. HAB.
1971	MAIZ	9 338 626	17 224	277 405	6 002 600	287 366	26,44	1048,5	
	LECHE	4 725 205	481 268	9 039	4 224 914	214 665	8,46	146,2	53 565 690
1972	MAIZ	8 787 000	180 017	424 668	5 832 601	273 983	25,206	990,2	
	LECHE	5 023 227	577 328	215	5 098 017	255 852	8,955	154,8	54 591 000
1973	MAIZ	8 400 360	1 120 997	30 183	6 323 859	281 715	25,918	1018,118	
	LECHE	5 107 395	498 437	226	5 129 027	244 111	8,544	147,687	57 564 493
1974	MAIZ	7 783 614	1 278 281	829	6 656 920	289 64	25,981	1144,152	
	LECHE	4 494 786	1 143 810	84	5 340 301	252 539	8,04	152,794	57 930 841
* DE LAS IMPORTACIONES DE LECHE, EL 92% SON LECHE EN PULVO O EVAPORADA, PERO TODOS LOS CONCEPTOS DE ESTE PRODUCTO SE MANEJAN COMO LECHE FRESCA.									

FUENTE: Ramírez, J.; y Col.

La Crisis de Alimentos en México. Un Análisis de la Situación Alimenticia en los Últimos Años.

Sección de Economía. Publicación I-23 de la División de Nutrición INN-Conacyt - Pronal; México, 1970.

71.2 millones, se ha propuesto un abastecimiento mayor de calorías y proteínas de origen animal por persona y por día; para lo cual, será necesario aumentar las disponibilidades de cereales y de leche (58); así como también evitar el desperdicio tan alto hoy en día, de estas materias primas, principalmente en las zonas rurales que al mismo tiempo son las más afectadas por la desnutrición.

De aquí se deriva la importancia y necesidad de colaborar en el allanamiento del grave problema de la mala nutrición, ya que además de procurar una adecuada disponibilidad de alimentos ricos en proteínas y educar al pueblo para mejorar los hábitos alimentarios, se deberán aprovechar al máximo los recursos ya existentes.

\* Los avances científicos y técnicos hacen posible la búsqueda de nuevas fuentes de proteínas que aumenten el abasto y pongan a la disponibilidad de la población alimentos proteínicos a bajo costo y alto valor nutritivo. Por tanto, el papel de la tecnología de alimentos tendrá un doble enfoque, ya que además de hacer disponibles más alimentos, deberá proporcionar métodos o procedimientos para la utilización óptima de los recursos con que se cuenta, los cuales en su mayoría se desperdician en gran parte, debido a la falta de técnicas de conservación; así por ejemplo, la leche que es un alimento abundante en época de lluvias, debido a la falta de medios de comunicación entre los poblados, es difícil venderla, y el consumo local se ve limitado por la corta vida de anaquel intrínseca del producto. Esta situación se agrava principalmente en lugares de clima cálido, que no cuentan con mecanismos adecuados para la conservación de los alimentos. Actualmente en algunas zonas se conservan estos excedentes elaborando el conocido "queso fresco", sin embargo, en virtud de que las



técnicas de su preparación son inadecuadas y en adición, por la naturaleza propia del producto, sólo es posible ampliar el período de aprovechamiento de la leche por 2 ó 3 días más (57).

De lo anterior se desprende que en estas zonas faltan industrias que participen y promuevan el desarrollo comunal, de aquí la importancia de desarrollar técnicas sencillas para la utilización de esta materia prima a nivel rural, de tal forma de lograr conservarla por períodos mayores, que permitan a su vez su aprovechamiento constante.

✓ Dadas estas consideraciones, se planteó como OBJETIVO principal de este estudio, elaborar un producto seco a base de leche y <sup>soja</sup> maíz, de fácil conservación, sin emplear equipo y condiciones complejas; mediante la adaptación de una técnica tradicional, aplicable principalmente en zonas que por su localización o características ambientales, no podrían disponer de la proteína láctea sin previa industrialización, debido a la carencia de métodos de conservación, tratando así mismo de promover una disponibilidad estable de este alimento en todas las épocas del año. ✓ Con el desarrollo de este producto, paralelamente, se logrará incrementar el valor nutritivo de platillos comunmente usados en la dieta de la población al promover su introducción en ellos. ✓

En primer término, se presenta una revisión general de los principales métodos de conservación tradicionalmente empleados, enfocándose al proceso fermentativo, por ser el método que se considera más conveniente dadas las materias primas propuestas y el propósito del estudio; en forma más detallada, se discuten los procedimientos de fermentación de la leche y en particular de diversos productos elaborados en distintas -

regiones del mundo, a base de leche fermentada y cereales.

Se presenta después la metodología seguida - en la elaboración del producto seco a base de yogurt y harina de maíz y las etapas involucradas para simplificar el procedimiento y adaptarlo a nivel de hogar rural. Posteriormente se discuten los resultados obtenidos de este estudio. En virtud de la importancia que adquiere el costo del producto en adición a su valor nutritivo, se presenta también una estimación de costos de los productos elaborados tanto a nivel de laboratorio como a nivel rural.

Las aportaciones que se deriven de este estudio pueden contribuir a mejorar la situación nutricional - en diversas regiones del país, originando cambios tecnológicos apropiados para reducir las pérdidas de los alimentos, incrementándose de esta forma, la calidad de la dieta actual.

Es importante señalar que estos resultados - serán de mayor valor y tendrán su aplicación real, cuando sean introducidos de manera intensa y sistemática en los programas y campañas de Educación Nutricional, propuestos por los diversos organismos estatales y regionales ya que será el camino más apropiado para lograr el factor multiplicador de los esfuerzos desarrollados a través del Programa Nacional de Alimentación en el rubro de Tecnología de Alimentos.

I.- METODOS TRADICIONALES PARA LA  
CONSERVACION DE ALIMENTOS.

## I.- METODOS TRADICIONALES PARA LA CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS.

En nuestro país, las estimaciones más recientes en materia de mermas, indican que éstas sobrepasan el 20% de la producción nacional bruta (13), lo cual reduce en forma apreciable las disponibilidades de los alimentos. Las mermas serán mayores obviamente en aquellos alimentos de naturaleza perecedera como son leche, frutas y hortalizas principalmente. Estas mermas en la disponibilidad de alimentos, se presentan en la mayoría de los países, pero en forma más pronunciada en aquellos países en desarrollo como el nuestro, viéndose incrementadas en virtud de los diversos problemas que se presentan como por ejemplo: una deficiente infraestructura vial que impide que los productores industrialicen los alimentos con la celeridad debida, con la consiguiente pérdida de éstos; la falta de canales adecuados de comercialización, la capacidad económica limitada y principalmente la carencia de métodos sencillos y económicos de conservación (48).

\* Por lo anterior se visualiza la urgencia de la conservación de alimentos, utilizando y desarrollando técnicas y metodologías sencillas, que no involucren equipos costosos y complejos de tal forma que puedan ser adaptados con facilidad en regiones poco accesibles a los avances de la tecnología moderna. \*

Se considera que el desarrollo y promoción de estas técnicas contribuirá en gran parte a resolver el problema de desnutrición que tanto nos aqueja.

El fenómeno de la descomposición de los alimentos, es un fenómeno natural por medio del cual éstos

sufren una degradación, atribuida en la mayoría de los casos a la acción de microorganismos, en virtud de que -- los alimentos proporcionan a los microorganismos un medio favorable de nutrientes necesarios para su crecimiento, por lo tanto, para conservar el alimento por un período mayor, se hace necesario controlar el desarrollo de éstos mediante algún procedimiento (15).

\* A través de la historia, se ha observado que la conservación de los alimentos, ha sido una de las -- principales preocupaciones y necesidades de todos los -- pueblos. Desde épocas prehistóricas se tienen ya noticias de diversos procedimientos que permitían el almacenamiento de variados alimentos, cuando no se consumían inmediatamente o bien cuando iban a utilizarse posteriormente o en tiempos de escasez. \*

\* Entre los procedimientos para la conservación de alimentos más usados en la antigüedad, se citan por ejemplo: a) el secado o sea, la eliminación de la -- mayor parte del contenido de humedad del alimento; inicialmente, este método se llevó a cabo mediante la radiación solar y por exposición del alimento al aire libre; b) el salado, es decir, la extracción del líquido por fenómeno de ósmosis mediante la adición de sal, este proceso se aplicó principalmente para la conservación de carne y pescado; c) el ahumado, aplicado también a carnes y pescados; el efecto bactericida y actividad antioxidante de este proceso, se han atribuido a las funciones fenólicas de los componentes que integran al humo que penetra en el alimento durante su exposición directa a éste; (56); d) la fermentación, proceso mediante el cual se inducen cambios en las sustancias orgánicas transformándolas en compuestos más simples debido a la acción de enzimas y microorganismos y e) el --

uso de "conservadores naturales" como el vino, el vinagre y el azúcar (43). \*

Estos métodos se han perfeccionado con el -- adelanto de la ciencia y la tecnología, a la vez de que se han desarrollado nuevos procedimientos de conservación como son el enlatado, la refrigeración, la congelación, la radiación y el uso de aditivos químicos entre otros; los cuales han contribuido a la mejor conservación de los alimentos lográndose resultados sorprendentes, observados directamente en la disminución del porcentaje de pérdidas de los alimentos. Sin embargo, en virtud de que estos procedimientos son más sofisticados, costosos y requieren de servicios especializados, su explotación industrial se encuentra limitada a zonas urbanizadas.\* En nuestro país, no obstante que en varias ciudades se aplican estas tecnologías, existen muchas zonas marginadas y poco accesibles, en donde los adelantos de la ciencia difícilmente llegan a satisfacer estas necesidades de aprovechamiento y conservación de alimentos; de aquí que es urgente el desarrollo o adaptación de técnicas de conservación con las cuales sea posible elaborar productos de bajo costo, alto valor nutritivo y con una vida de anaquel prolongada, aún en condiciones desfavorables de almacenamiento. Mediante estas técnicas deberá ser posible elaborar productos -- con las materias primas disponibles en determinada zona o región, a la vez de que sean fácilmente aceptables y no presenten problemas en su integración a la dieta regional. (11).

De acuerdo al panorama presentado, se llevó a cabo una revisión de métodos tradicionales de conservación, a fin de seleccionar la técnica más adecuada en base al tipo de materia prima tratada en este estudio --

y a la mayor o menor flexibilidad de adaptación al medio rural. De esta revisión, se concluyó que la técnica que presenta más ventajas por el momento, se refiere a los procesos de fermentación.

#### A) LA FERMENTACION Y LOS ALIMENTOS FERMENTADOS

El hombre tuvo que aprender por sí mismo observando los fenómenos que ocurrían a su alrededor y transmitiendo la información de generación en generación. Los cambios que ocurrían en los alimentos no tuvieron explicación lógica hasta el desarrollo de la ciencia, particularmente de la Microbiología en los últimos 100 años. Estos cambios, son el resultado de la actividad microbiana y enzimática por medio de las cuales el alimento se transforma o fermenta, lográndose con esto conservar el alimento durante más tiempo.

La preservación del alimento fermentado depende, en gran parte, del tipo de sustancias químicas que se desarrollan como resultado de las reacciones de fermentación, que a su vez son catalizadas por las enzimas que producen los microorganismos fermentativos. Estas sustancias químicas actúan en multitud de posibilidades para conservar el alimento, así por ejemplo: inhiben el desarrollo de los microorganismos indeseables; alteran favorablemente la composición del alimento proporcionándole características especiales, con las cuales se obtienen productos más agradables al paladar y simultáneamente, se incrementa la digestibilidad y el valor nutritivo de los alimentos en cuestión. Los procesos de fermentación son relativamente complejos y de diversas naturalezas de acuerdo a los sustratos y productos finales de reacción, mencionaremos por ejemplo, la fermentación láctica, la fermentación acética, la fermenta

ción alcohólica y la oxidación de compuestos nitrogenados. Estas diferencias son también función directa del tipo de microorganismos involucrados, los que a su vez son muy variados, sin embargo, es posible clasificarlos en términos generales en: hongos, levaduras y bacterias (42). Según la clasificación de Pederson (43), eminente autoridad científica en el tema de fermentaciones, los tipos principales de fermentaciones son: a) fermentación bacteriana de carbohidratos; b) fermentación bacteriana de alcohol a ácido acético y c) fermentación por levaduras para obtener alcohol.

La fermentación por sí misma, es uno de los procedimientos más antiguos para conservar alimentos y fue utilizada por una gran mayoría de pueblos en las diversas regiones del mundo.

Los alimentos fermentados, hoy en día, juegan un papel muy importante en las dietas de Asia, África y en mucho menor escala, en América Latina (54).

En el Lejano Oriente, por ejemplo, se desarrollan tecnologías desde tiempos remotos a base de frijol soya fermentado, obteniéndose productos variados como: a) el miso, que es una pasta a base de koji o arroz fermentado, con A. oryzae y frijol soya cocinado; esta pasta se emplea en la dieta diaria del Japón; b) la salsa de soya, para la cual se utiliza una mezcla de soya-trigo 55:45 a la cual se le agregan A. soyae, L. delbrüki y hansénula, que son los microorganismos responsables de la fermentación. Después de un período más o menos largo de añejamiento, se prensa la mezcla separándose el licor o salsa, de una torta que se utiliza para alimentación de animales; c) el tempeh, platillo popular en Indonesia, que sustituye a la carne en



el sudeste asiático, se elabora a partir del frijol soya fermentado con Rhizopus oligosporus; d) el natto, se obtiene también del frijol soya, empleando el B. subtilis como microorganismo fermentativo, es un queso vegetal con sabor peculiar, preparado y consumido en Japón durante siglos; e) el tofu o cuajada de soya, que es para los pueblos de Asia lo que el queso para el occidente, y f) el sufu, bebida fermentada, de origen chino, que se elabora a partir de tofu. Así, se podrían ennumerar muchos otros productos de esta naturaleza utilizados en el lejano Oriente (50).

Similarmente, en el sudeste de Asia, las pastas y salsas a base de pescado son de suma importancia. Los métodos de elaboración varían con las costumbres locales y el tipo de pescado usado, así como la tecnología empleada; sin embargo, en todos los casos, el proceso fermentativo resulta de la acción de las enzimas -- proteolíticas y de los microorganismos propios de la materia prima en presencia de altas concentraciones de sal. Los productos finales pueden ser líquidos claros, desde color amarillo ámbar, hasta café cromo, es el caso del "nouc-mam" de Vietnam; el "nam-pla" de Tailandia y el "patis" de Filipinas; o bien pueden ser pastas de pescado entre las cuales se citan el "trassi" de Indonecia, el "hapi" de Tailandia; el "mar-tom" de Vietnam y el "baggoon" de Filipinas. En muchos casos estas salsas y pastas, se adicionan de carbohidratos en forma de cereales como el arroz o trigo fermentados por hongos -- o levaduras. Las pastas o base de víceras de pescado, son también de uso generalizado en Asia y el Japón (35).

En el cercano Oriente, son muy populares los alimentos fermentados a base de cereales y leche. En estos alimentos se logra suplementar la proteína de un ce

real principalmente trigo, con la leche. Estos alimentos se utilizan en la alimentación tanto de los infantes, como de los adultos y se denomina de diferentes formas según el lugar de procedencia, así por ejemplo: se llama "kishk" en Egipto y Siria; "tarhana" en Turquía y "kuskuk" en Irak. Su elaboración también difiere en los distintos pueblos, pero en términos generales, el proceso es muy similar. (54)

En nuestro país es inminente la urgencia de adaptar técnicas de conservación sencillas a nivel de comunidad rural, a fin de lograr una utilización óptima de los recursos naturales disponibles como es por ejemplo, la leche. El utilizar esta materia prima se justifica ampliamente, en virtud de que además de ser un producto abundante en ciertas épocas del año en lugares de climas cálidos, éstos no cuentan con mecanismos adecuados para su conservación por lo que esta materia se echa a perder y consecuentemente se desperdicia, contribuyendo a incrementar la mala nutrición existente en estas zonas.

En base a lo anterior, en el presente trabajo se consideró la conveniencia de enfocar los esfuerzos a la elaboración de un producto similar a los preparados en el cercano Oriente, a base de leche fermentada y cereales, a fin de ofrecer un alimento de fácil conservación en forma barata, en la cual se incluyan ingredientes comunes y accesibles, a fin de lograr de esta forma, su fácil aceptación.

#### B) COMBINACIONES DE LECHE FERMENTADA Y CEREALES.

La leche tiene importancia vital en la alimentación humana, se ha consumido desde la civilización

prehistórica y aunque no se sabe exactamente cuando se ordeñó la primera vaca, existe un relieve del año 9000 A.C. que presenta a un hombre ordeñando a una vaca (42). La primera vez que se almacenó la leche para ser consumida posteriormente, ésta se fermentó acidificándose y formando una cuajada de sabor agradable. Esta situación se presentó en virtud de que las bacterias que se encontraban en el ambiente inocularon la leche iniciándose el proceso fermentativo. A partir de entonces este método se utilizó en diversas regiones como un mecanismo para conservar la leche.

La preparación de la leche fermentada, se originó en diversas partes del mundo, variando el tipo de fermentación según el lugar, condiciones climatológicas y flora del ambiente (42). En un relieve de Babilonia se hace 5000 años se muestra a un hombre vaciando leche a un recipiente. El libro de Samuel del Antiguo Testamento, se refiere a la leche fermentada y al queso. Las leches fermentadas se han preparado a partir de leches de casi todas las especies, vaca, cabra, borrega, yegua, búfala, camella, llama, vicuña, reno y leopardo, entre otras.

En general, las leches fermentadas son ácidas con textura y características especiales dependiendo del lugar de origen, por lo que los nombres que se le dan son también muy variados: dahi en India, magum en Armenia, yogurt en Turquía, Leben en Egipto, Palestina y Siria, los Balkanes le nombran kefir o taho y kummiss los tártaros y mongolianos (42).

Las primeras cepas que generalmente crecen en la leche son del género Streptococcus, los cuales durante su desarrollo incrementan la acidez del medio, por lo que después este medio sólo es apto para el de-

sarrollo de cepas tolerantes a alta acidez, como son -- las del género Lactobacillus.

Una de las presentaciones más antiguas y comunes de leche fermentada es el yogurt, el cual además se produce especialmente en climas calientes en donde -- se favorece el crecimiento de Streptococcus thermophilus, y Lactobacillus bulgaricus resultando un producto de -- alta acidez. El grado de acidez, sabor y firmeza de la cuajada dependerá del tipo de cepa, temperatura y método de elaboración. Este tipo de leche se desarrolló -- principalmente en las regiones del este de Europa, sur de Asia, Egipto y ciudades del Mediterráneo (42).

En la gran mayoría de los alimentos fermentados, preparados en el cercano Oriente, uno de los principales componentes es el yogurt, éste se consume sólo o bien, condimentado con sal, cebolla, pimientos y pasta de tomate; el otro componente es un cereal, generalmente el trigo. Estas mezclas se incuban por unos días, se secan al sol y el producto obtenido se puede almacenar por uno o dos años sin deteriorarse, siendo posible su utilización, en cualquier momento incorporándolo en multitud de variados platillos regionales (54).

El pH relativamente bajo del yogurt origina un medio poco propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos, característica que constituye una -- gran ventaja dadas las condiciones poco sanitarias de -- los lugares de climas cálidos. ]

En la elaboración de estos productos, generalmente se usan una, dos o más partes de leche por una parte de cereal, obviamente mientras más yogurt se emplea, el contenido y calidad de la proteína final será mejor, aunque es de esperarse un incremento en el costo

del producto. Sin embargo, mezclando una parte de cereal por una de leche se enriquece el cereal en forma significativa, lográndose un producto de buena calidad nutritiva en el que se aprovecha la proteína láctea sin necesidad de utilizar mecanismos de conservación costosos y sofisticados.

En nuestro país no se tienen noticias de que productos similares se elaboren, no obstante las múltiples ventajas que estos aportan. Sin embargo, la falta de costumbre en el consumo de este tipo de alimentos se podría superar intentando su introducción mediante sistemas de comunicación masiva con los cuales se convencerá a la gente de los beneficios del nuevo alimento.

En base a lo anterior, se consideró conveniente la elaboración de este producto, utilizando materias primas disponibles y fácilmente aceptadas por la población, por lo que en adición a la leche se seleccionó como cereal al maíz, que es la base de la alimentación en México y con el cual se elaboran la gran mayoría de nuestros platillos, por lo que no sería difícil su integración en la dieta diaria, proporcionando una mejor calidad proteínica y consecuentemente una mejor alimentación.

No obstante las ventajas que presenta el maíz por su disponibilidad y fácil aceptación, se observa que desde el punto de vista de valor nutritivo, al ser una materia prima de origen vegetal no cubre todos los requerimientos de aminoácidos esenciales, principalmente lisina y triptófano, lo cual abate el nivel de absorción de los demás aminoácidos, sin embargo, al combinarse con la leche, se logra una suplementación adecuada de los mismos (37). En adición a esto, el proce-

so de fermentación además de favorecer una mayor disponibilidad de estas materias primas constituyen un método de conservación barato e incrementa paralelamente la calidad nutritiva del producto final (18).

Con este planeamiento se procedió a la elaboración de un producto seco a base de leche fermentada y harina de maíz, tratando de adaptar el proceso de elaboración a nivel de hogar rural, a fin de lograr los objetivos principales propuestos en este estudio.

## II.- TRABAJO EXPERIMENTAL

## TRABAJO EXPERIMENTAL.

Dentro de este capítulo se describen las materias seleccionadas para iniciar el trabajo experimental, así como los diversos métodos y técnicas utilizados para el análisis de éstas; también se presenta el procedimiento seguido para la elaboración de un producto seco a base de yogurt y harina de maíz, la adaptación de dicho proceso a nivel rural y los métodos seguidos en la evaluación del producto terminado.

## ✓ a) Materias Primas.

## a.1 Leche.

Se utilizó leche recién ordeñada (bronca) adquirida en un establo en las cercanías de la ciudad de México con un costo de \$4.00 el litro. La leche se almacenó en refrigeración hasta el momento de su utilización.

## ✓ a.2 Maíz (Zea Mays)

En este caso, se seleccionaron diferentes presentaciones comerciales a fin de elegir la más adecuada para iniciar el proceso de elaboración del producto descrito. En el cuadro 2 se presentan las diferentes presentaciones comerciales de maíz exploradas, el lugar de adquisición y el precio de venta de cada una de ellas.

En el caso de las harinas de maíz, se compró grano entero y se procedió a su molienda posteriormente en un molino de rodillos comercial.



CUADRO 2  
DIVERSAS PRESENTACIONES COMERCIALES DE MAIZ

<u>PRESENTACION DEL MAIZ.</u>	<u>LUGAR DE ADQUISICION</u>	<u>PRECIO POR KILOGRAMO (\$)*</u>
Masa Nixtamalizada	Mercado de Xochimilco.	1.80
Harina Minsa (Comercial)	Supermercado	3.65
Harina de maíz crudo.	Mercado de Xochimilco.	2.50
Harina de maíz tostado.	Mercado de Xochimilco.	2.50

b) Métodos de Análisis.

Para llevar a cabo la caracterización de la materia prima, el control del proceso durante la fermentación así como el control del producto terminado, se efectuaron los siguientes análisis.

b.1 Análisis Bromatológico.

Dentro de este análisis, se incluyeron las determinaciones de temperatura (5) densidad (5), acidez (47), lactosa (5), humedad (5), sólidos totales (2), cenizas (2), proteínas (2), grasa (2), fibra cruda (2), carbohidratos (2), reductores totales y directos (2) ni trógeno soluble (2).

b.2 Análisis Microbiológico (1)

Comprendió las determinaciones de cuenta to-  
 \* Precios al público en Abril de 1975.

tal de microorganismos viables, cuenta de coliformes e identificación de hongos y levaduras.

### b.3 Evaluación de la Calidad de la Proteína.

La evaluación de la calidad de las proteínas tanto del yogurt como la del producto terminado (mezcla yogurt-harina de maíz) se llevó a cabo mediante métodos químicos y métodos biológicos.

#### b.3.1 Métodos Químicos.

b.3.1.1. Aminograma del yogurt elaborado a partir de leche bronca y del yogurt elaborado a partir de leche hervida (36) (32) (51).

b.3.1.2. Determinación de Triptofano en yogurt elaborado a partir de leche bronca y leche hervida (51).

b.3.1.3. Determinación colorimétrica de lisina disponible.- Esta determinación se llevó a cabo en los productos secos obtenidos a partir de las siguientes mezclas: a) yogurt-harina de maíz crudo, b) yogurt-harina de maíz crudo y cocido posteriormente y c) yogurt-harina de maíz cocido. (8), (49).

#### b.3.2. Métodos Biológicos (9) (25) (39)

b.3.2.1 Eficiencia Protéica (EP).

B.3.2.2 Utilización Neta de Proteínas (U.N.P.)

Estas determinaciones se efectuaron en el yogurt y en 2 productos secos obtenidos a partir de 2 mezclas yogurt-harina de maíz en las que la diferencia principal fue la relación de proteínas para fines compa

rativos. La descripción detallada de todas y cada una de las técnicas mencionadas en este capítulo, se presentan en el Anexo A.

### C) PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE UN PRODUCTO SECO A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ.

Se presenta a continuación el diseño experimental seguido para la obtención de un producto seco a base de yogurt y harina de maíz, mismo que se esquematiza en el diagrama de flujo de la figura 1.

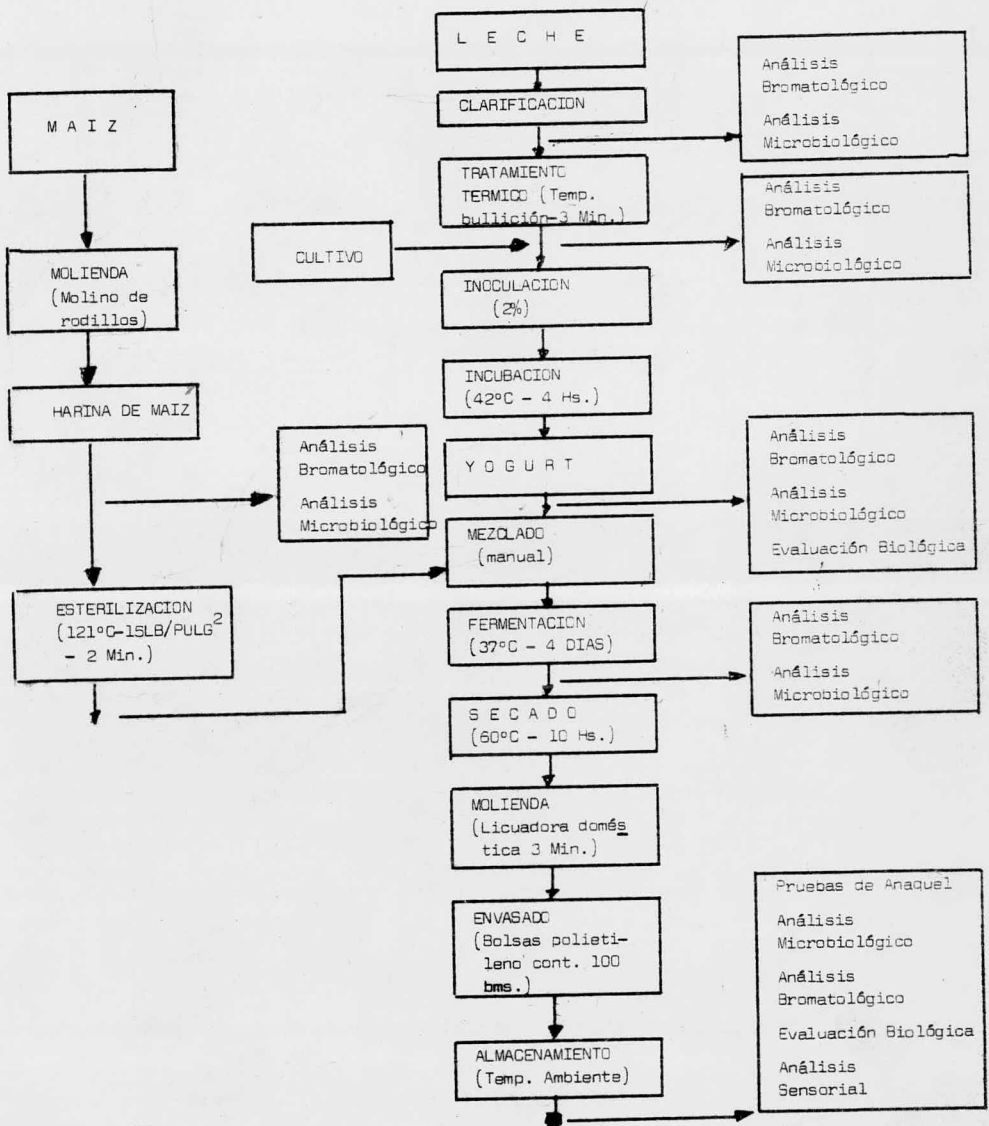
De acuerdo al diagrama, en primer término, ~~la~~ leche bronca se clarificó a través de un lienzo con el fin de retener las partículas extrañas de tamaño mayor; posteriormente se llevó a ebullición durante 3 minutos, en seguida, se enfrió hasta 42°C y se inoculó con una concentración del 2% en condiciones asépticas con la cepa seleccionada para este estudio.

Esta cepa consta de 2 microorganismos lácticos, Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus termophilus en una relación de 1:1. La cepa se adquirió en una casa comercial\* de la Ciudad de México, se resembró diariamente en leche estéril y libre de antibióticos, con el fin de mantenerla en óptimas condiciones de actividad. Una vez efectuada la inoculación, se agitó la mezcla a fin de dispersar homogéneamente el inóculo y se incubó a diferentes temperaturas y concentraciones de inóculo para seleccionar las condiciones óptimas, que permitieran obtener un yogurt con un pH final de 4.2.

Elaborado el yogurt, se procedió a formular diversas mezclas a base de yogurt-harina de maíz. En estos casos, la harina de maíz se esterilizó previamente

\* Virgilio Guajardo.

FIGURA NUM. 1  
 DIAGRAMA DE FLUJO  
 PARA LA OBTENCION DE UN PRODUCTO SECO A BASE DE YOGURT  
 Y HARINA DE MAIZ.



te a 121°C por 20 minutos, de esta forma se prepararon 3 mezclas:

a) Mezcla I, la cual se elaboró de acuerdo a los resultados de Van Veen (54) utilizando una parte de yogurt por una parte de harina de maíz, lo que corresponde a una relación de 30% proteína de leche y 70% proteína de maíz.

b) Mezcla II. La preparación de esta mezcla se llevó a cabo de acuerdo a la calificación química de diversas mezclas, en las cuales se varió el contenido de proteína y consecuentemente su patrón de aminoácidos en relación al patrón FAO 1957 seleccionándose así la mezcla más cercana al 100 de calificación química. La mezcla elegida correspondió a una relación en proteínas de 80:20 (yogurt-maíz). Cuadro 8, capítulo III.

c) Mezcla III. Se elaboró utilizando 4 partes de yogurt y 1 parte harina de maíz, lo que corresponde a una relación en proteínas de (65:35) yogurt-maíz). Esta mezcla se evaluó mediante análisis bromatológico, microbiológico y sensorial.

Preparadas las mezclas, se inició la etapa de fermentación para lo cual se introdujeron a una incubadora y se mantuvieron a 37°C por diferentes períodos. Durante esta etapa, se determinaron cambios pH, acidez, contenido de lactosa, reductores totales y directos, nitrógeno soluble y cuenta total de microorganismos, pruebas presuntivas de coliformes e identificación de hongos y levaduras.

Posteriormente a la fermentación, las mezclas se colocaron en charolas y se procedió al secado.

Para esta operación, se utilizó una estufa con circulación de aire, a una temperatura de 60°C. En estas condiciones permanecieron las mezclas hasta alcanzar una humedad final del orden del 6%. El producto seco, se molió en una licuadora doméstica hasta obtener un producto homogéneo de fácil manejo e introducción en diversas preparaciones de la dieta común.

El producto se envasó en bolsas de polietileno, en porciones de 100g. y se almacenó en un lugar seco a temperatura ambiente.

#### D) ADAPTACION DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DEL PRODUCTO A NIVEL RURAL.

Con el fin de adaptar el proceso descrito anteriormente a nivel de hogar rural se trató de obtener un producto similar simplificando el proceso descrito en párrafos anteriores.

El proceso seguido para la obtención del producto a nivel rural se muestra en el diagrama de flujo de la figura 2.

En este caso, también se utilizó leche bronca, la cual se clarificó a través de un lienzo. Se llevó a ebullición durante 3 minutos y se pasó a un frasco limpio y seco de boca ancha con tapa. Se dejó enfriar hasta una temperatura alrededor de 30°C (ligeramente inferior a la temperatura corporal) y se inoculó con una concentración de 5% en peso de bacilos búlgaros caseros (aproximadamente 1 cucharada sopera de bacilos por litro de leche). Se tapó el frasco y se mantuvo en un lugar tibio durante 24 horas.

Transcurrido este tiempo, se separaron los bacilos de la leche acidificada con la ayuda de un colador, se enjuagaron con una corriente, a fin de mantenerlos en condiciones apropiadas para su utilización posterior.

Paralelamente, se preparó la harina de maíz crudo de la misma forma que en el proceso controlado. Se efectuó la mezcla de leche acidificada - harina de maíz, en una relación de 4 partes de leche por una parte de harina de maíz.

La mezcla se mantuvo tapada a temperatura ambiente durante 3 días. Posteriormente se colocó al sol, extendiéndola en charolas de barro. Una vez seco el producto, se molió en un metate para reducirlo a un polvo homogéneo y manejarlo en forma similar al producto obtenido en el proceso controlado.

#### E) EVALUACION DEL PRODUCTO TERMINADO.

Para efectuar el control del producto terminado, se llevaron a cabo las siguientes determinaciones:

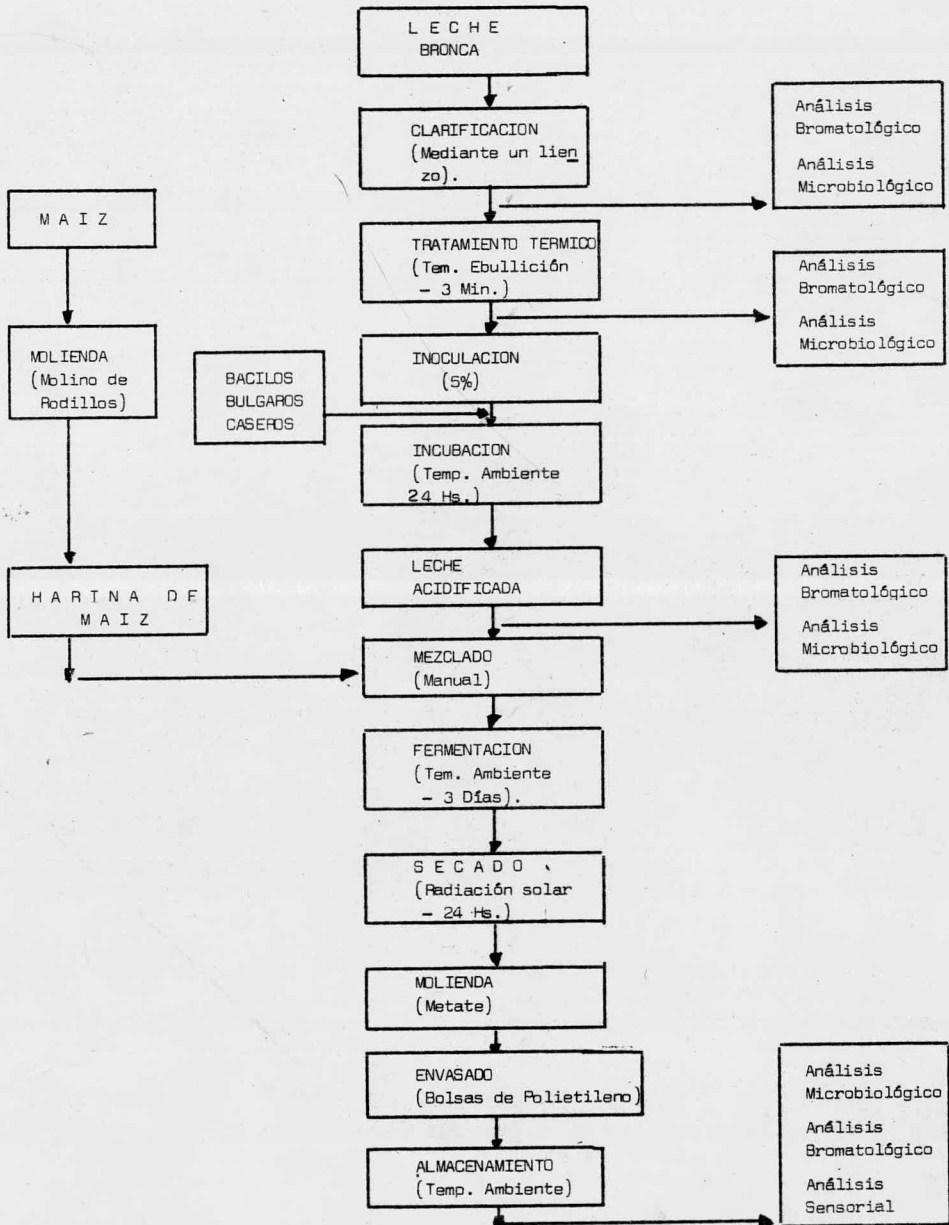
##### É.1 Determinaciones Bromatológicas:

Estas determinaciones incluyeron: pH, acidez, humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra cruda y carbohidratos.

##### E.2 Determinaciones Microbiológicas.

Se determinó cuenta total de microorganismos viables y se aplicó la prueba presuntiva de coliformes. Estas determinaciones se llevaron a cabo periódicamente durante el almacenamiento.

FIGURA NUM. 2  
 DIAGRAMA DE FLUJO  
 DE LA ADAPTACION DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE UN PRODUCTO  
 SECO A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ A NIVEL RURAL.





### E.3 Evaluación de la calidad de la proteína.

La evaluación de la calidad proteínica se --  
llevó a cabo por métodos químicos y métodos biológicos.

#### E.3.1. Método Químico.

Se determinó la cantidad de lisina disponi--  
ble en: a) producto terminado, b) producto terminado co  
ciéndolo posteriormente durante 3 minutos a ebullición  
y c) producto obtenido de igual forma con la diferencia  
de que se utilizó harina de maíz cocido, a fin de observ  
var las posibles diferencias en el contenido de lisina  
disponible de las muestras y establecer la influencia -  
de los procesos térmicos en cada caso.

#### E.3.2 Métodos Biológicos.

Se efectuaron las determinaciones de eficienci  
a protéica (E.P.) y utilización neta de proteína --  
(UNP) en: a) yogurt, b) producto obtenido a partir de -  
la mezcla I con relación proteica de 30:70 (yogurt-harin  
a de maíz) y c) producto obtenido a partir de la mez--  
cla II con relación proteica de 80:20 (yogurt-harina de  
maíz).

### E.4 Análisis Sensorial.

Con los productos obtenidos mediante los 2 -  
procesos, el controlado y el adaptado a nivel rural, se  
elaboraron diversas recetas, las que se presentan en el  
anexo B, a fin de introducir el producto a la dieta co-  
mún incrementando el valor nutritivo de ésta, además de  
comparar organolépticamente los 2 productos.

### III.- RESULTADOS Y DISCUSION.

## RESULTADOS Y DISCUSION

## A) SELECCION DE LAS MATERIAS PRIMAS.

La composición de las materias primas seleccionadas, se presenta en el cuadro 3 en el que se incluyen los análisis de la harina de maíz crudo y de maíz tostado, así como el de la leche bronca y el de la leche hervida. De estas materias primas, la leche es la fuente principal de proteínas, mientras que el maíz aporta la mayor parte de los carbohidratos.

En el cuadro 4, se presenta el análisis bromatológico de la leche bronca, el de la leche hervida y el del yogurt. Como era de esperarse, la composición del yogurt es semejante a la de la leche, observándose la principal diferencia en su contenido de lactosa, debido a la fermentación ácida por sí misma. Esta propiedad de acidificación de la leche, ha hecho factible que a través de la historia del hombre, se hayan desarrollado leches fermentadas en formas variadas (29). La producción de ácido láctico en el proceso de acidificación, presenta varias ventajas entre las cuales se mencionan: a) mayor digestibilidad que la leche fresca, b) reestablecimiento de la flora intestinal y c) proporciona un medio desfavorable para posteriores contaminaciones en virtud de lo cual, es posible elaborar alimentos a base de yogurt o leches acidificadas con una mayor vida de anaquel que aquéllos productos a base de leche fresca.

En cuanto a la calidad de las proteínas, se llevó a cabo el aminograma de las materias primas, cuyos resultados en comparación con el Patrón FAO 1957, se presentan en el cuadro 5. En éste, se observa que el contenido de aminoácidos en el yogurt elaborado a partir de leche bronca y en el de leche hervida, es en

términos generales semejante. No obstante que en el -- contenido de lisina, isoleucina y triptofano se observa un pequeño decremento en el yogurt de leche hervida, la calidad de la proteína es excelente, encontrándose en -- todos los casos, valores cercanos al 100% o más de los valores patrón de la proteína de referencia de la FAO, 1957.

En base a los resultados anteriores, se se-- leccionó finalmente el yogurt elaborado a partir de le-- che hervida, ya que el proceso térmico al que es sometida la leche durante 3 minutos, presenta además, otras -- ventajas como son: a) destrucción de microorganismos in-- deseables, evitando así la competencia entre éstos con la cepa seleccionada obteniéndose un producto más uni-- forme en cuanto a su calidad; b) tiene un efecto de es-- timulación para el crecimiento de la cepa, debido a la presencia de radicales libres  $\text{SH}^-$  producidos por hidrólisis parcial de proteínas. Estos radicales presentan -- además una acción antioxidante y c) se destruyen inhibi-- dores naturales de la leche bronca que afectan al creci-- miento de la cepa seleccionada. (26)

El contenido de aminoácidos del maíz / se pre-- senta también en el cuadro 5. / Los resultados indican -- que el maíz es deficiente principalmente en lisina y -- triptofano en comparación con el patrón FAO, 1957.

De las cuatro presentaciones del maíz consi-- deradas como posibles materias primas, se seleccionó la harina de maíz crudo, en base a las ventajas que ésta -- presenta con respecto a la harina de maíz tostado y que son: a) mayor retención de aminoácidos (principalmente lisina) b) ahorro de energía y c) simplicidad del proce-- so. Las otras presentaciones, masa nixtamalizada y ha--

CUADRO 3

RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO  
DE LECHE DE VACA Y HARINA DE MAIZ

(g/100g producto)

DETERMINACION	HARINA DE MAIZ				LECHE DE VACA			
	CRUDO		TOSTADO		BRONCA		HERVIDA	
	B.H.*	B.S.**	B.H.	B.S.	B.H.	B.S.	B.H.	B.S.
HUMEDAD	7.85	-	3.97	-	87.75	-	86.55	-
GRASA	4.31	4.67	4.40	4.62	3.30	26.93	3.45	26.65
PROTEINA***	7.9	8.57	8.26	8.59	3.01	24.57	3.04	23.69
CENIZAS	0.94	1.02	0.99	1.03	0.79	6.44	0.81	6.51
FIBRA CRUDA	2.19	2.37	2.34	2.43	-	-	-	-
CARBOHIDRATOS	76.81	83.35	80.06	83.35	5.01	40.89	4.97	38.95

\* Base húmeda

\*\* Base seca

\*\*\* Para el cálculo de las proteínas, se utilizaron los factores correspondientes en cada caso, siendo de 6.25 para el maíz y de 6.38 para la leche de vaca.

CUADRO 4  
 RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO  
 DE LECHE DE VACA Y YOGURT.\*  
 (g/100g producto)

DETERMINACION	LECHE DE VACA		YOGURT
	BRONCA	HERVIDA	
HUMEDAD	87.75	86.55	86.45
GRASA	3.3	3.4	3.41
PROTEINA**	3.015	3.048	3.046
CENIZAS	0.790	0.813	0.830
SOLIDOS TOTALES	12.25	13.45	13.55
SOLIDOS NO GRASOS	8.95	10.05	10.14
LACTOSA	5.01	4.97	4.08
ACIDEZ (% ácido láctico)	0.145	0.155	0.910
pH 20°C	6.7	6.65	4.2

\* Yogurt elaborado en condiciones de laboratorio

\*\* Para el cálculo de proteína, se utilizó el factor de 6.38.

## CUADRO 5

AMINOGRAMA DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ  
 EN COMPARACION CON EL DE LA PROTEINA  
 PATRON FAO (1957)

(g/16g. Nitrógeno total)

AMINOACIDO	YOGURT		HARINA MAIZ	FAO (1957)
	LECHE BRONCA	LECHE HERVIDA		
LISINA	<u>6.73</u>	5.77	<u>2.50</u>	4.2
METIONINA	<u>2.29</u>	2.43	<u>1.9</u>	2.2
TRIPTOFANO	<u>1.58</u>	1.50	<u>0.6</u>	1.4
ISOLEUCINA	5.03	4.30	3.68	4.2
VALINA	5.65	6.59	5.4	4.2
TREONINA	4.23	4.23	4.7	2.8
FENILALANINA	4.74	4.30	4.4	2.8
LEUCINA	8.4	8.36	12.7	4.8

rina Minsa, no se seleccionaron debido a que en ambos casos, durante su elaboración se adiciona cal ( $\text{CaO}$ ), lo que ocasiona que al mezclarse con el yogurt éste se neutralice, favoreciéndose un medio propicio para las contaminaciones. En las mezclas preparadas, tanto con masa nixtamalizada como con harina Minsa, se observó crecimiento de hongos durante su fermentación.

En resumen, se seleccionaron como materias primas para la elaboración del producto propuesto en este estudio: yogurt elaborado a partir de leche hervida y harina de maíz crudo.

Control bacteriológico efectuado en las Materias Primas.- Los resultados del control bacteriológico efectuado en las materias primas, se presentan en el cuadro 6. Inicialmente se tomaron 3 muestras de leche bronca de diferentes establos, observándose que su calidad es poco uniforme y depende básicamente del cuidado y limpieza en la ordeña y de las condiciones a que se sometió el producto inmediatamente después de su obtención. De los resultados presentados en este cuadro, se observa el efecto del proceso térmico ( $93^{\circ}\text{C} - 3$  minutos) durante el cual se destruyen la mayoría de los microorganismos, incrementándose la calidad bacteriológica de la leche. En cuanto a microorganismos coliformes, con el efecto del calor se destruyen por su naturaleza termolábil, obteniéndose resultados negativos en las muestras de leche hervida.

Los resultados obtenidos en el caso de la harina de maíz, indican una cuenta total dentro de límites normales.



## B) ELABORACION DEL YOGURT

Durante la elaboración del yogurt se determinaron los cambios de pH y acidez (% de ácido láctico) - a diferentes temperaturas de incubación y con diferentes concentraciones de inóculo, a fin de seleccionar las condiciones más convenientes. Los resultados se resumen en el cuadro 7. Se seleccionó como pH óptimo final 4.2, en base a que en la mezcla elaborada con yogurt de pH superior se observó contaminación y la mezcla elaborada con yogurt de pH menor resultó demasiado ácida. La temperatura más conveniente resultó ser 42°C, temperatura a la cual se mantiene el equilibrio entre los microorganismos de la cepa. Estos microorganismos son Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus, los cuales deben encontrarse tanto en la cepa como en el yogurt en una relación de 1:1. El L. bulgaricus, es un bacilo láctico homofermentativo que se desarrolla bien entre los 45°C y 50°C acidificando fuertemente el medio, mientras que el S. thermophilus, se multiplica mejor entre los 37°C y 40°C es menos acidificante y más productor de aroma. En el yogurt viven en estrecha simbiosis como lo han demostrado Pette y Lolkema (55); observándose un efecto de sinergismo en la producción de ácido láctico. Controlando la temperatura se mantiene un equilibrio entre ambos microorganismos, obteniéndose un yogurt más ácido y aromático.

Con una concentración de la cepa del 2%, se obtuvo el mejor yogurt en cuanto a su consistencia, acidez y aroma. Como se observa en la figura 3, a concentraciones menores del 2%, con 1% de inóculo, la fermentación fue lenta y el yogurt obtenido presentó poca acidez. Por otro lado, con concentraciones mayores de inóculo, con 5% de concentración de la cepa, la acidez

CUADRO 6  
 RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO  
 DE LECHE DE VACA BRONCA, LECHE DE VACA  
 HERVIDA Y HARINA DE MAIZ.

MATERIA PRIMA	CUENTA TOTAL (col/ml.)	COLIFORMES
LECHE BRONCA		
A	500,000	Positiva
B	780,000	Positiva
C	1,250,000	Positiva
LECHE HERVIDA		
A	3	Negativa
B	11	Negativa
C	54	Negativa
HARINA DE MAIZ	200,000	Negativa

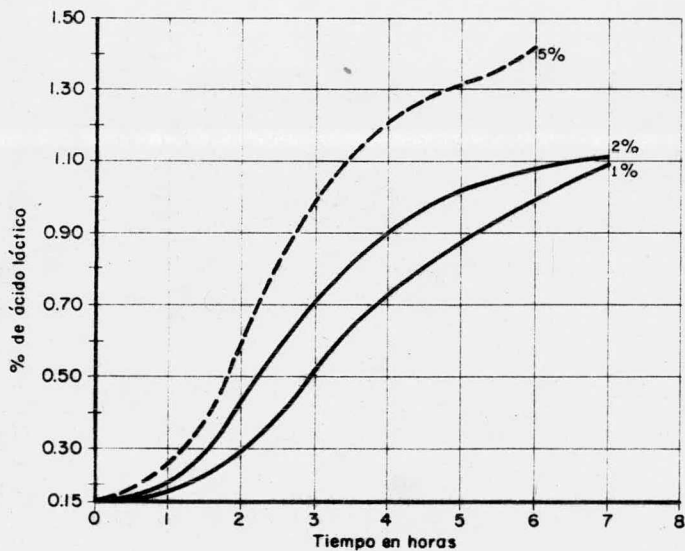
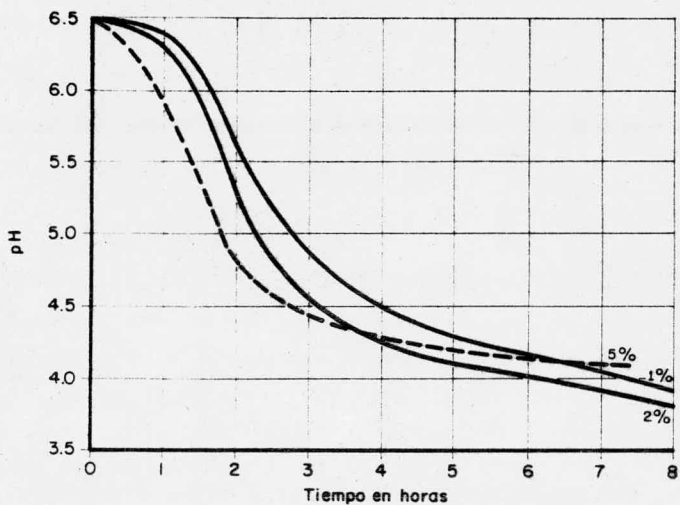


Fig. 3.- Cambios en pH y concentración de ácido láctico durante la elaboración de yogurt a diferentes concentraciones de inóculo.

## CUADRO 7

CAMBIOS EN pH y ACIDEZ A DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBACION Y CONCENTRACION DE INOCULO (LACTOBACILLUS BULGARICUS-STREPTOCOCCUS TERMOPHILUS) DURANTE LA ELABORACION DE YOGURT.

(Tiempo de incubación = 4 horas)

INOCULO	TEMPERATURA (°C)	pH	ACIDEZ (% ac. láctico)
1%	20	6.0	0.20
	30	5.5	0.31
	35	5.15	0.50
	40	5.55	0.73
	42	4.40	0.81
	45	4.25	0.87
	50	3.90	1.07
2%	20	5.8	0.26
	30	5.2	0.47
	35	4.8	0.59
	40	4.25	0.89
	42	4.20	0.91
	45	3.90	1.09
	50	3.70	1.20

en 7 horas se elevó hasta 1.45% de ácido láctico, no obstante el pH de este yogurt se mantuvo en 4.1, resultando un producto con textura grumosa y agrio.

Del cuadro 7, se observa que el tiempo necesario para alcanzar el pH final adecuado de 4.2, incubándose a 42°C y con 2% de concentración de inóculo, fue de 4 horas.

### C) ELABORACION DE MEZCLAS YOGURT - HARINA DE MAIZ.

En el cuadro 8 se presenta la calificación química de varias mezclas yogurt - harina de maíz en las cuales se modificó su relación en base al % de proteínas. Se calculó la calificación química de los 4 aminoácidos en los que la harina de maíz es deficiente de acuerdo a los valores recomendados por la proteína patrón FAO, 1957. Para llevar a cabo este cálculo, se tomó en consideración el contenido de aminoácidos en el yogurt y en la harina de maíz, dando un valor de 100 a los valores del patrón FAO.

En este estudio, se prepararon 3 mezclas: a) Mezcla I, que se elaboró con una parte de yogurt y una parte de harina de maíz, que corresponde a una relación en proteínas de 30:70 yogurt - harina de maíz. El aminoácido limitante en esta mezcla, es el triptofano, no obstante se mejora significativamente el valor nutritivo de la harina de maíz. Más adelante se discuten los resultados obtenidos de la evaluación biológica a que fue sometida esta mezcla; b) mezcla II, elaborada con 9lg. de yogurt y 9g. de harina de maíz que corresponde a una relación en proteínas de 80:20. Esta mezcla resultó la más cercana al valor de 100 de calificación química; c) mezcla III, ésta se elaboró con 4 partes de yogurt y una parte de harina de maíz, correspondiéndole

## CUADRO 8

RELACION PORCENTUAL DE AMINOACIDOS ESENCIALES\* PRESENTES EN MEZCLAS YOGURT - HARINA DE MAIZ CON PATRON FAO (1957).

MEZCLA (% en proteínas) - yogurt-harina de maíz.	CALIFICACION QUIMICA			
	LISINA	TRIPTOFANO	METIONINA	ISOLEUCINA
100-0	137.38	107.14	110.45	102.38
90-10	129.52	100.71	107.72	100.93
80-20	121.67	94.28	105.45	99.43
<del>70-30</del>	114.05	87.85	103.18	97.85
60-40	106.19	81.42	100.40	96.42
50-50	98.33	75.00	98.18	95.00
40-60	90.48	68.51	95.90	93.33
<del>30-70</del>	82.86	62.14	93.63	92.64
0-100	59.52	42.85	86.36	87.62

\* Se consideraron los cuatro aminoácidos esenciales que en la harina de maíz resultan limitantes al relacionarlos con el patrón FAO (1957).

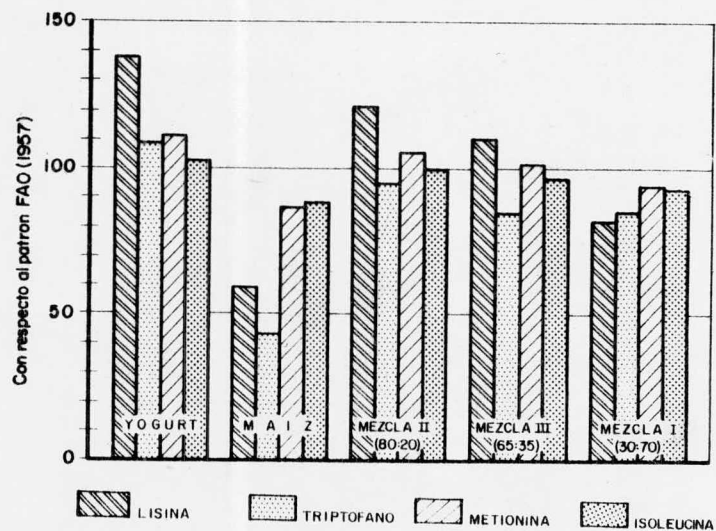


Fig. 4.- Representación gráfica de la calificación química de cuatro aminoácidos esenciales en yogurt, harina de maíz y 3 de sus respectivas mezclas.

una relación en proteínas de 65:35. Esta mezcla se evaluó bromatológica y microbiológicamente, en este caso no se llevó a cabo la evaluación biológica, ya que al observar su contenido proteínico y su calificación química, cabía suponer la alta calidad de la proteína. Figura 4.

Cada una de las mezclas descritas, se preparó en condiciones asépticas bajo una campana. Se mezcló el yogurt con la harina de maíz previamente esterilizada a 121°C y 15 lb/pulg.<sup>2</sup> durante 15 minutos; se homogeneizó y se inició el proceso de fermentación a 37°C.

#### D) FERMENTACION

El control de la fermentación se llevó a cabo mediante análisis bromatológico y microbiológico en la mezcla III. El cuadro 9, presenta los resultados del análisis bromatológico de la mezcla durante 7 días de fermentación. Como se observa, la mezcla no sufrió cambios significativos en lo que se refiere a macrocomponentes..

El curso de la fermentación se siguió analizando a través de los cambios en acidez (reportada como % de ácido láctico), pH, reductores directos y totales y nitrógeno soluble que presentó la mezcla durante los siete días de fermentación. Como se observa en la figura 5, la acidez se elevó en forma muy marcada durante los 4 primeros días, sin embargo a partir del cuarto día la variación fue poco significativa.

La figura 6 presenta las variaciones observadas en el contenido de lactosa.



## CUADRO 9

RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA MEZCLA YOGURT-HARINA DE MAIZ, CON UNA RELACION EN PROTEINAS DE 65:35 DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACION.

(temperatura de fermentación 37°C)

DETERMINACION	D I A S			
	0	2	4	7
HUMEDAD	71.20	71.12	70.8	69.69
GRASA	3.553	3.581	3.609	3.611
PROTEINA ( $N_2 \times 6.25$ )	3.98	4.129	4.181	4.177
CENIZAS	0.8501	0.8541	0.8534	0.8550
FIBRA CRUDA	0.431	0.430	0.430	0.429
CARBOHIDRATOS	19.88	19.90	20.13	21.24

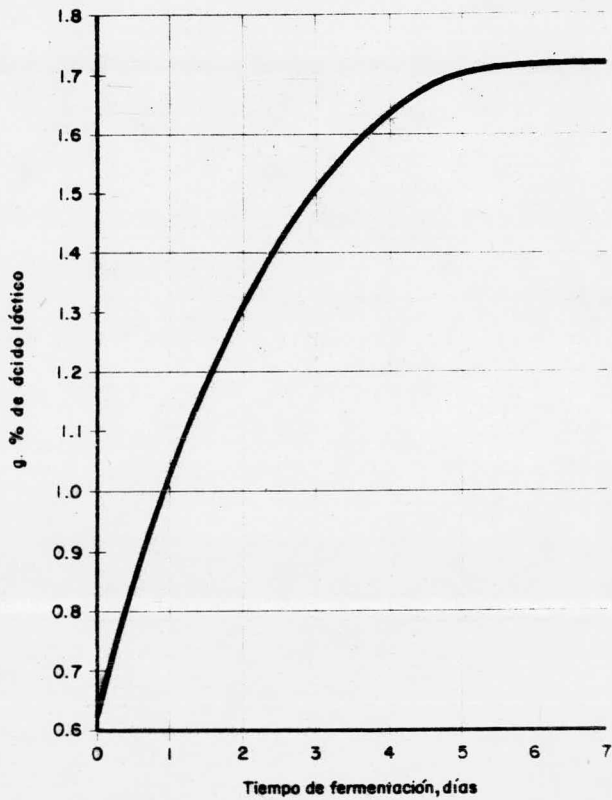


Fig. 5.- Cambios observados en la concentración de ácido láctico en la mezcla III, durante el período de fermentación.

NOTA: La mezcla III, se refiere a la mezcla yogurt-harina de maíz con una relación en proteínas 65:35.

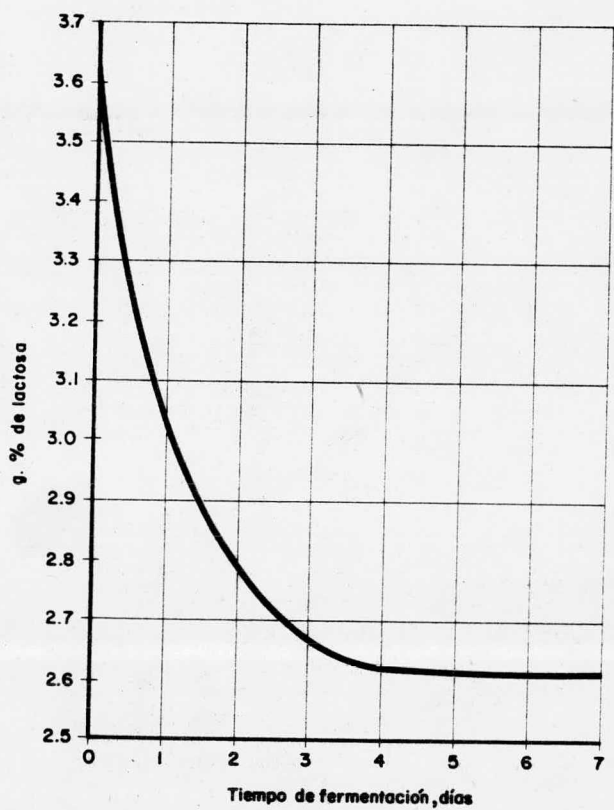


Fig. 6.- Concentración de lactosa en la mezcla III, durante el período de fermentación.

Durante los dos primeros días el consumo de lactosa se incrementó en forma significativa continuán dose hasta el cuarto día, a partir de este momento permaneció casi constante. Estas determinaciones de acidez y lactosa se correlacionan entre sí, observándose que a partir del cuarto día el cambio no es significativo. Esto es probablemente debido a que la acidez -- que se desarrolla durante la fermentación proporciona un medio adverso para el crecimiento de microorganismos que llevan a cabo el proceso de la fermentación, aunán dose el decremento de nutrientes del medio.

En la figura 7 se observan los cambios en pH de la mezcla durante la fermentación, paralelamente a los cambios en pH en mezclas adicionadas con sal en una concentración del 2% y azúcar al 10%. En todos -- los casos, el pH bajó a un mínimo al cuarto día, incrementándose ligeramente hasta el séptimo día. En térmi nos generales, se observó que el pH de la mezcla adi-- cionada con sal, resultó mayor al de la mezcla natu-- ral; ésto se debió probablemente al efecto inhibitorio de la sal, mientras que la mezcla con azúcar presentó un pH menor; ésto se explica en virtud de que el azú-- car es una nueva fuente de nutrientes disponibles.

En cuanto al contenido de azúcares reductores en la mezcla, los resultados se presentan en la figura 8. Como se observa, los reductores directos al--canzaron un mínimo al segundo día, incrementándose en un 13% hasta el séptimo día de fermentación. Por otro lado, los reductores totales disminuyeron en forma contínua durante el proceso de fermentación, sin embargo, a partir del quinto día esta disminución fue poco significativa. Las observaciones anteriores permiten su-- poner que en el caso de los reductores totales, se con

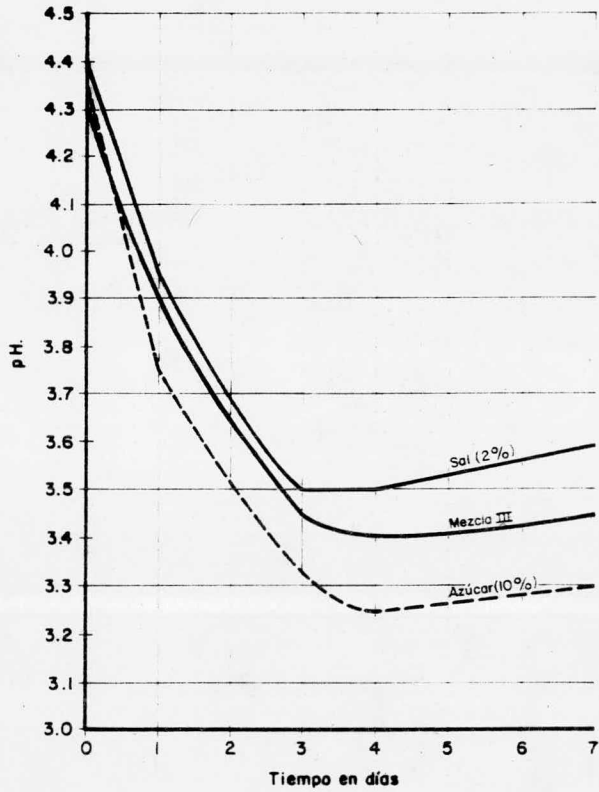


Fig. 7.- Cambios en pH de la mezcla III, durante el período de fermentación.

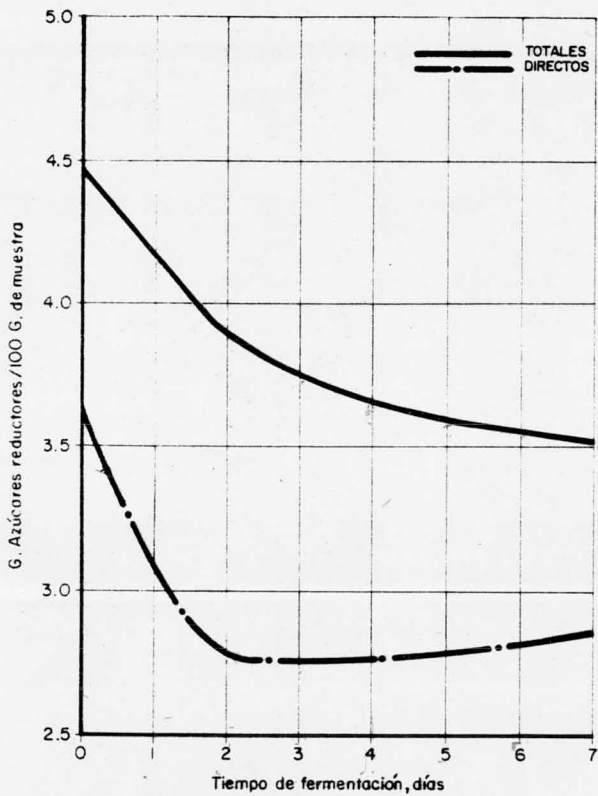


Fig. 8.- Concentración de azúcares reductores totales y directos en la mezcla III, durante el período de fermentación

sumen paulatinamente durante todo el proceso de fermentación, aunque en un principio en mayor proporción ya que conforme prosigue la fermentación y se incrementa la acidez, el medio se hace cada vez más desfavorable para el desarrollo de microorganismos. Por otra parte, en el caso de los reductores directos, éstos se agotaron rápidamente hasta el segundo día, después hay un pequeño incremento, éste se debe probablemente a que en la fermentación se desdoblán cadenas de carbohidratos complejos, produciendo nuevos grupos reductores.

En la figura 9, se presentan los resultados de la determinación del nitrógeno soluble durante los siete días de fermentación. Como se aprecia en esta figura, el valor del nitrógeno se incrementó constantemente, alcanzando la mayor proporción en los primeros 4 días. Esto se debió probablemente a modificaciones sufridas por las proteínas, transformándose en compuestos nitrogenados, lo cual significa un incremento en la digestibilidad de las proteínas, mismo que es ocasionado por el proceso de fermentación.

De los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de la mezcla durante la fermentación, se identificaron principalmente levaduras durante todo el período. Según reporte de Greene y colaboradores (31), todo yogurt tiene levaduras específicamente *torulopsis* y *saccharomyces*, las que se desarrollan bien a pH menores de 4.5, toleran las temperaturas de 45°C y 43°C y crecen bien entre 35°C y 37°C, por tanto son los microorganismos más abundantes en el proceso fermentativo, durante el cual se producirá bioxido de carbono, ácidos volátiles como el ácido acético y pequeñas cantidades de alcohol.

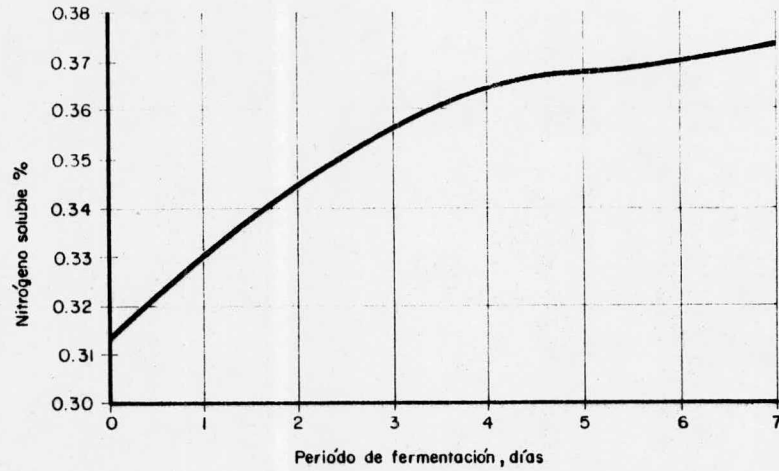


Fig.9.- Nitrógeno soluble en la mezcla III , durante el período de fermentación.



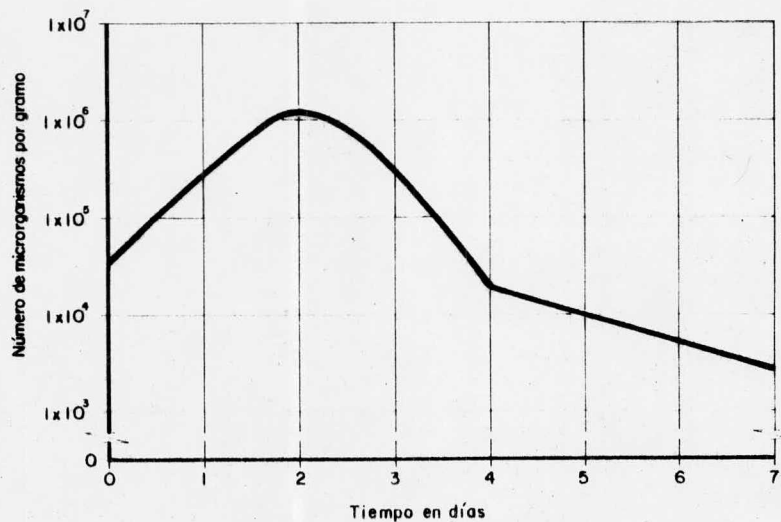


Fig. 10.— Cuenta total de microorganismos en la mezcla III, durante el período de fermentación.

La determinación de la cuenta total de microorganismos viables, se llevó a cabo a 32°C por ser la temperatura recomendada por A.P.H.A., como la temperatura a la cual crecen el mayor número de gérmenes. Como se observa en la figura 10, la cuenta total se elevó en los 2 primeros días, a partir de este momento, comenzó a disminuir y al cuarto día la cuenta resultó aún menor que el inicio de la fermentación y continuó decreciendo levemente. Este hecho, aunado a los resultados de los cambios químicos que sufrió la mezcla durante la fermentación, indicó que es posible dar por terminada la fermentación, al cuarto día de iniciado el proceso, ya que los cambios posteriores son poco significativos, mientras que el ahorro de Energía y tiempo adquieren mayor importancia en este momento.

La determinación de coliformes en la mezcla durante el proceso de fermentación resultó negativa en todos los casos, probablemente debido al proceso térmico al que se sometió la leche antes de elaborar el yogurt y a la acidez que desarrolla el medio.

## E) SECADO

Una vez concluido el proceso de fermentación, se procedió al secado de la mezcla, para lo cual se utilizó un horno con circulación de aire caliente. La mezcla se extendió en charolas que se colocaron en el horno a una temperatura de 60°C. Se utilizó esta temperatura, a fin de evitar el deterioro del valor nutritivo de la mezcla, ya que con temperaturas mayores se producen reacciones de oscurecimiento (Maillard) que bloquean uno de los aminoácidos esenciales, la lisina, ocasionando menor disponibilidad de ésta; también se favorecen reacciones de caramelización, las que cam-

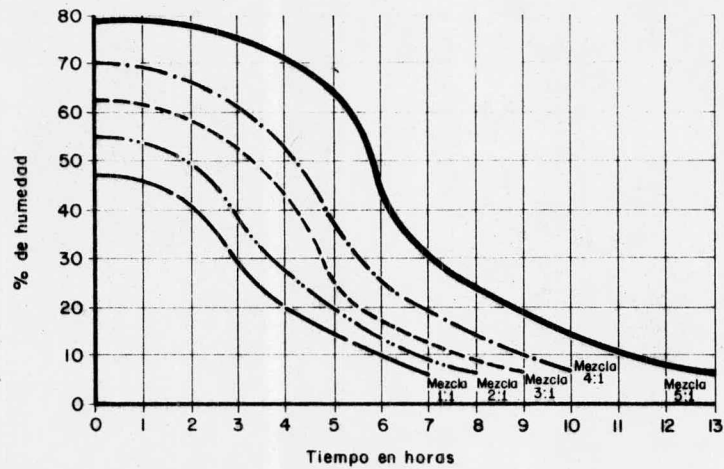


Fig. II.- Pérdida de humedad en 5 diferentes mezclas de yogurt-harina de maiz durante la operación de secado.

bian las características físicas, químicas, nutritivas y organolépticas del producto terminado.

La mezcla inicialmente con un 70% de humedad aproximadamente, permaneció en el horno durante 10 horas, hasta obtener un producto con una humedad del orden del 6%.

F) ADAPTACION DEL PROCESO PARA ELABORAR UN PRODUCTO SECO, A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ A NIVEL RURAL.

A fin de seleccionar las condiciones más convenientes en el proceso para elaborar un producto seco a base de yogurt y harina de maíz, evitando el uso de condiciones especiales, se efectuaron experimentaciones en las que se consideraron como variables la temperatura de incubación y la concentración de inóculo, empleando "bacilos bulgaros" en vez de "cepa" para acidificar la leche. El cuadro 10 presenta los resultados obtenidos en los diferentes experimentos referidos a cambios de pH y acidez, durante 24 horas de incubación. A una temperatura de 20°C con 3% de inóculo, la leche se acidificó ligeramente, con 5% la acidez se incrementó, pero no lo suficiente para coagular la leche: Empleando 10% de inóculo, la acidez resultante fue adecuada para la obtención de la leche, acidificada, aunque resultó con poco aroma.

Incrementando la temperatura a 30°C, con 3% de inóculo, se obtuvo una leche poco ácida, con 5% la acidez y características organolépticas fueron adecuadas, con 10%, la leche resultó muy ácida.

Incubando a 40°C empleando 3% de inóculo, la

## CUADRO 10

CAMBIOS EN pH Y ACIDEZ DURANTE LA FERMENTACION DE LECHE DE VACA A DIFERENTES TEMPERATURAS Y CONCENTRACION DE INOCULO CON CEPA NO CONTROLADA (BACILOS BULGAROS).

(Tiempo de incubación, 24 horas)

TEMPERATURA (°C)	CONCENTRACION DE INOCULO (%)	pH	ACIDEZ (% DE ACIDO LACTICO).	OBSERVACIONES
20°C	3	5.3	0.497	Poca acidez
	5	4.8	0.785	Poca acidez
	10	4.55	0.930	Buena acidez Poco aroma
30°C	3	4.65	0.791	Poca acidez
	5	4.3	0.960	Buena acidez aroma y consistencia.
	10	4.2	1.082	Acida, consistencia.
40°C	3	4.4	0.986	Buena acidez, poco aroma
	5	4.45	1.045	Agria
	10	4.70	1.0159	Agria, grumosa.

leche resultó con acidez adecuada pero poco aromática; con 5% la leche era demasiado ácida y con 10% la leche resultante estaba agria y con textura grumosa.

Por lo expuesto anteriormente, las condiciones seleccionadas como óptimas para la elaboración de la leche ácida a nivel de hogar rural, son 30°C y 5% de concentración de inóculo.

Teniendo en mente la idea de llevar la técnica a zonas con climas cálidos o tropicales en los que la temperatura ambiente oscila alrededor de los 30°C, los resultados obtenidos serían adecuados para la obtención de la leche acidificada con bacilos búlgaros evitando condiciones controladas durante su elaboración.

El secado de esta mezcla se efectuó extendiéndola en charolas expuestas al sol; este proceso empírico dependerá de las condiciones climatológicas, en días soleados, en 48 horas aproximadamente, se obtuvo un producto seco con una humedad final del orden del 10%.

El producto obtenido en estas condiciones, se comparó organolépticamente con el producto obtenido mediante las condiciones controladas, no encontrándose diferencias entre ellos (Anexo B).

#### G) EVALUACION DEL PRODUCTO TERMINADO.

La evaluación del producto seco a base de yogurt y harina de maíz, se llevó a cabo mediante los siguientes análisis:

### g.1 Análisis Bromatológico.

En el cuadro 11 se presenta la composición química de los productos obtenidos, siguiendo tanto el procedimiento controlado, como el proceso adaptado a nivel rural.

El producto evaluado mediante análisis bromatológico, corresponde a la mezcla III; como se observa en el cuadro 11 los dos productos presentan un alto contenido de carbohidratos, del orden del 67% y un contenido protéico de aproximadamente 13%. En términos generales, los resultados obtenidos para los dos productos -- son similares, no observándose diferencias significativas en cuanto al contenido de macrocomponentes.

El aporte calórico por 100g, de producto, resultó del orden de 400 cal/100g, de las cuales el 11.40% lo aportan las proteínas, el 25.97% las grasas y el -- 62.63% los carbohidratos. La relación calórico-protéica se estimó del orden de 30 cal/g. proteína.

### g.2 Análisis Microbiológico.

Dentro de este tipo de análisis, se efectuó la cuenta total de microorganismos viables y la determinación de coliformes en los productos obtenidos, mediante el proceso controlado y el proceso adaptado, durante el período de almacenamiento. La determinación de coliformes resultó negativa en todos los casos; ésto se debió probablemente al tratamiento previo efectuado a la leche ya que el medio ácido de la mezcla origina condiciones desfavorables para el crecimiento de estos microorganismos.

## CUADRO 11

RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS PRODUCTOS SECOS A BASE DE YOGURT Y HARINA DE MAIZ, OBTENIDOS MEDIANTE EL PROCESO CONTROLADO Y EL ADAPTADO A NIVEL RURAL.

(g/100g de producto).

DETERMINACION.	PROCESO CONTROLADO		PROCESO ADAPTADO	
	BH	BS	BH	BS
HUMEDAD	5.9	-	10.5	-
PROTEINA	13.03	13.84	12.44	13.89
GRASA	12.48	13.26	11.96	13.36
CENIZAS	2.73	2.90	2.61	2.91
FIBRA CRUDA	2.42	2.57	2.24	2.50
CARBOHIDRATOS.	63.44	67.41	60.25	67.31
CALORIAS	417.35	443.51	399.31	444.15



Los resultados de la cuenta total se presentan en la gráfica de la figura 12, de la que se observa que la cuenta total del producto obtenido mediante el proceso controlado, es menor a la del producto elaborado por el proceso adaptado. En el primero, la cuenta se elevó en mayor proporción después de la segunda semana hasta la octava semana, a partir de la cual decreció. Esta curva muestra una etapa de adaptación durante las 2 primeras semanas, posteriormente se inició la etapa de crecimiento logarítmico, la cual llegó a su máximo en la octava semana. Después, comenzó la fase de destrucción, probablemente debido al agotamiento de nutrientes y acumulación de catabolitos en el medio, tornándolo adverso para el desarrollo de los microorganismos.

Al relacionar esta curva de crecimiento microbiano con el contenido de humedad del producto durante el almacenamiento a temperatura ambiente, se observa que la humedad inicial de 5.9% aumentó a 6.7% en la cuarta semana y a 7.2% en la octava semana. A partir de ese momento, ésta se mantuvo constante. Este comportamiento indica una posible influencia del contenido de humedad del producto sobre el desarrollo de los microorganismos.

Respecto al producto obtenido mediante el proceso adaptado, el comportamiento inicial de la curva de crecimiento microbiano fue similar al anterior, sin embargo a partir de la octava semana, el crecimiento continuó a un ritmo más lento. Posiblemente esto se debió a que la flora en este caso es más variada y mientras los microorganismos más exigentes suspenderán su crecimiento en ese momento, otros lo continuarán ocasionando la continuación del desarrollo, aunque de mane

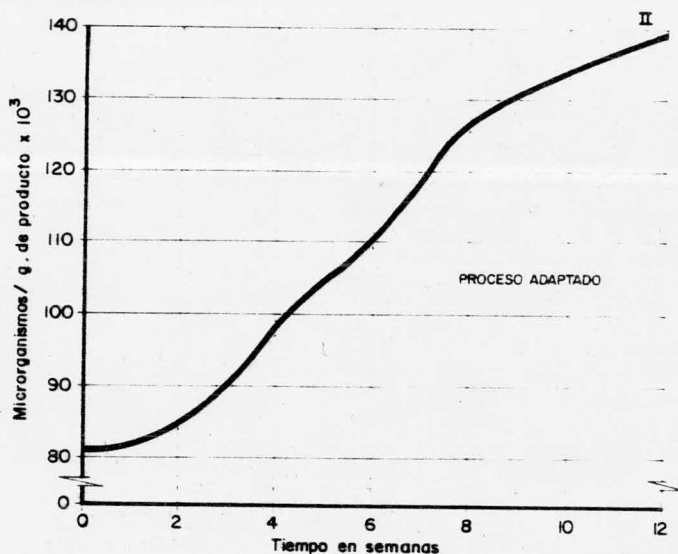
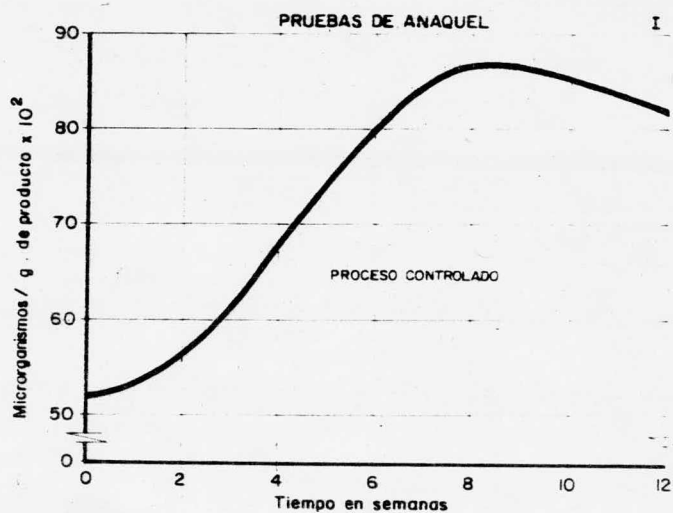


Fig. 12.- Cuenta total de microorganismos viables de los productos a base de yogurt-harina de maiz obtenidos mediante los procesos controlado y adaptado durante el periodo de almacenamiento.

ra más lenta. Referente al contenido de humedad de este producto almacenado a temperatura ambiente, resultó que inicialmente el contenido de humedad era de 11%, a la cuarta semana decreció a 8.7% y desde ese momento, permaneció constante.

### g.3) Evaluación de la Calidad de las Proteínas.

#### g.3.1.- Método químico.

Determinación del contenido de lisina disponible.- Este aminoácido por su naturaleza, puede ser -- bloqueado durante la cocción del producto disminuyendo su valor nutritivo, es por esto que, a fin de evaluar -- la influencia del proceso térmico a que se somete el -- producto terminado para ser consumido posteriormente, -- se determinó el contenido de lisina disponible en: a) -- producto terminado, b) producto terminado cocido a ebullición durante 3 minutos y c) producto elaborado si -- guiendo el mismo proceso, a diferencia de que en este -- caso, la harina de maíz se coció a ebullición durante 3 minutos antes de ser mezclada con el yogurt para preparar la mezcla.

En la figura 13, se grafican los resultados de esta experimentación. Primeramente se determinó la curva estandar con concentraciones conocidas de lisina y después se calculó el contenido de lisina disponible en las tres muestras problema. Como se observa en la -- figura, el proceso de cocimiento produce un decremento en el contenido de lisina disponible, así por ejemplo, entre la muestra "a" y la muestra "b", el contenido de lisina se redujo de 0.467 micro-moles a 0.418 micro moles, o sea que se observa un decremento del orden del -- 10.39%, mientras que la muestra "c", en comparación a --

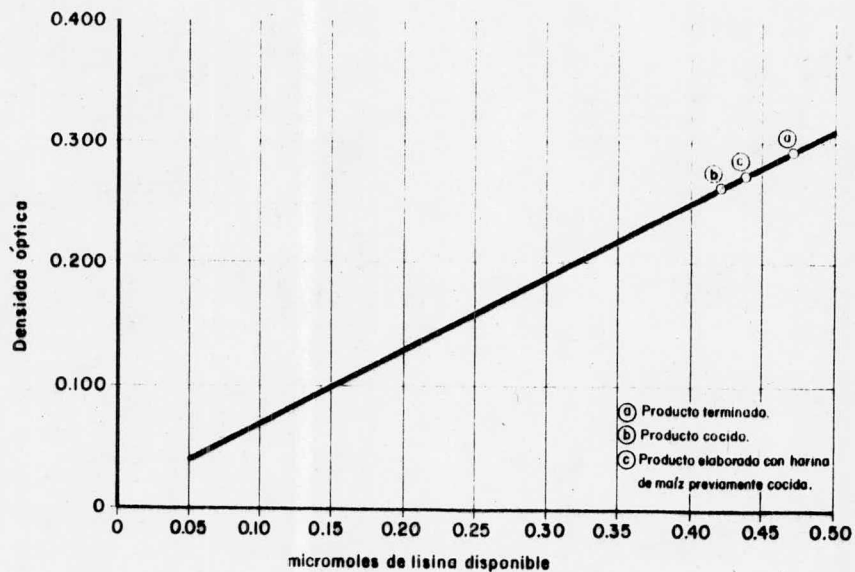


Fig. 13.- Curva estandar para la determinación de lisina disponible en tres muestras de producto seco a base de yogurt-harina de maíz.

la muestra "a", sufrió un decremento en la concentración de lisina disponibles de 6.64%, no obstante que este producto fue elaborado con la harina de maíz cocida previamente al mezclado, para su consumo posterior se hace necesario un cocimiento, lo que probablemente ocasionará una pérdida de lisina disponible similar o mayor a la de la muestra "b".

### g.3.2.- Métodos Biológicos

Determinación de la Eficiencia Protéica (EP) y de la Utilización Neta de Proteína. (UNP).

Esta prueba se llevó a cabo en yogurt preparado en el laboratorio y dos productos terminados: el producto I, preparado a partir de la mezcla I con una relación en proteínas de 30:70 yogurt-harina de maíz; y el producto II, preparado a partir de la mezcla II con una relación en proteínas de 80:20 yogurt-harina de maíz. En el cuadro 12, se presentan los resultados obtenidos en la determinación de EP y UNP, así como su relación porcentual con la caseína. Se observa que para el yogurt se tiene una EP de 104.93% y una UNP de 102.84%. Esto indica una calidad proteínica superior a la de la caseína, debido a que la proteína del yogurt además de la caseína, contiene las proteínas séricas de la leche de mayor valor biológico.

Para el producto I, se obtuvo una EP de 68.75% y una UNP de 72.87% que comparativamente con los valores obtenidos para la proteína del maíz (EP de 49.67% y UNP de 55.10%) son significativamente mayores. En cuanto al producto II, se obtuvo una EP de 100.36 y una UNP de 93.81% indicando una calidad protéica similar a la de la caseína.

## CUADRO 12

RESULTADOS DE LA EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y UTILIZACION NETA DE PROTEINA (UNP) DE YOGURT Y DOS PRODUCTOS SECOS ELABORADOS A BASE DE YOGURT - HARINA DE MAIZ Y SU RELACION PORCENTUAL CON CASEINA.

FUENTE DE PROTEINA EN LA DIETA.	EP ( $\bar{X} \pm$ DE)	EP COMO % DE LA EP DE CASEINA	U N P ( $\bar{X} \pm$ DE)	UNP COMO % DE UNP DE CASEINA
YOGURT	3.19 $\pm$ 0.25	104.93	61.04 $\pm$ 7.165	102.84
PRODUCTO I	2.09 $\pm$ 0.27	68.75	43.29 $\pm$ 2.043	72.87
PRODUCTO II	3.05 $\pm$ 0.07	100.36	55.72 $\pm$ 4.36	93.81

## VALORES TOMADOS COMO REFERENCIA

	E P	U N P
CASEINA	3.04	59.4
MAIZ	1.51	32.73

No obstante que no se evaluó la calidad proteínica de la mezcla III, analizando su calificación química y la relación de proteínas yogurt-harina de maíz de 65:35 cabría suponer que los valores de EP y UNP estarían comprendidos entre los resultados obtenidos en las dos mezclas anteriores y posiblemente más cercanos a los de la mezcla II, lo que significa que es ta mezcla podría considerarse de alto valor nutritivo.

#### g.4) Análisis Sensorial.

Para llevar a cabo el análisis sensorial de los productos obtenidos mediante los dos procedimientos, el controlado y el adaptado, se elaboraron diversas recetas como atoles y papillas para infantes y otros platillos comunes en la dieta diaria tanto de las zonas urbanas como rurales, en las que se incluyeron los productos a base de yogurt-harina de maíz.

Los resultados obtenidos demostraron que todos los platillos preparados fueron ampliamente aceptados, así también se observó la fácil introducción de los productos en las recetas experimentadas (Anexo B).

IV.- ESTIMACION DE COTOS.



## ESTIMACION DE COSTOS

En el presente capítulo se presenta un cálculo de los costos de elaboración del producto de leche - fermentada y maíz obtenido mediante el proceso controlado a nivel de laboratorio y el obtenido mediante el proceso adaptado a nivel rural.

Para la estimación del costo de estos productos, se tomaron en cuenta los siguientes rubros: (40)

1. Costo de las materias primas
2. Costo de mano de obra
3. Consumo de energía
4. Amortización del equipo
5. Amortización del equipo percedero

Los resultados se presentan en el cuadro 13 y a continuación se detalla el cálculo de cada uno de los conceptos que integran el costo total.

#### I Estimación del Costo del Producto a Nivel Laborato- rio.

##### 1.- Costo de las Materias Primas

a).- Leche.- Se adquirió en un establo de la ciudad de México con un costo de \$4.00/litro.\* Se manj jaron lotes de 5 litros de leche, con los cuales se obtuvieron 1.925 kg de producto terminado.

---

\* Precio al público en abril de 1975.

El costo total para el lote de 5 litros fue de \$20.00

b).- Maíz.- Se adquirió en el mercado de Xochimilco a \$2.50 kg. Para el lote de 5 litros de leche, se necesitaron 1.250 kg; con un costo de \$3.12.

La molienda de maíz se efectuó en un molino de rodillos comercial del mismo mercado; con un costo de \$0.60/kg de maíz molido. El costo total para moler 1.250 kg, fue de \$0.75.

b) c).- Ceba.- Se adquirió en una casa comercial de la ciudad de México con un valor de \$0.125/litro de leche, por lo que para 5 litros de leche, el costo fue de \$0.62.

COSTO TOTAL DE LA MATERIA PRIMA - \$ 24.50

VALOR DE LA MATERIA PRIMA EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$24.50}{1.925} = 12.60 \text{ \$/kg}$$

2.- Costo de la Mano de Obra.

El tiempo estimado para la elaboración del producto fue de 4 horas, siendo el salario mínimo del laboratorista en el Distrito Federal de \$105.20.\* El costo de mano de obra total, resulta del orden de \$52.60.

\* Diario Oficial de enero de 1975.

105,20 - 8  
x - 1  
-----  
= 13,15

VALOR DE LA MANO DE OBRA EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$ 52.60}{1.925} = 27.32 \text{ \$/kg}$$

### 3.- Consumo de Energía.

El cálculo del costo del consumo de energía del equipo utilizado en la elaboración del producto, se estimó determinando el costo de la energía consumida -- por cada uno de ellos durante el tiempo que fueron utilizados.

A continuación se presenta el equipo empleado, el gasto de energía, el tiempo que fueron utilizados así como el costo total del consumo de energía.

Equipo	Consumo (Kwatt/ hora)	Precio Kwatt/ hora	Costo por Hora (\$)	Tiempo Proceso (hr)	Costo Energía (\$)
Estufa Incubación	0.30	0.97	0.29	100:00	29.00
Horno Secado	1.05	0.97	1.02	10:00	10.20
Licuadora	0.45	0.97	0.44	00.05	0.036
					<u>\$39.236</u>

*Handwritten notes: 1.50, 0.36, 1.26, 0.94, 6HV, 2.16, 12.6, 0.014, 14.74*

Costo Total del Consumo de Energía = \$39.236

VALOR DEL CONSUMO DE ENERGIA EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$39,236}{1.925} = 20.38 \text{ \$/kg}$$

4.- Amortización del Equipo.

Para el cálculo del costo del equipo en el proceso, se consideró el costo por hora laborable del equipo amortizado en 10 años, de acuerdo al tiempo que éstos fueron utilizados durante la elaboración del producto.

Equipo	Costo Total Equipo (\$)	1/ Costo por hora laborable amortizado en 10 años - (\$)	Tiempo Proceso	Costo del Equipo en el Proceso (\$)
Estufa Incubación	30,000 4,500.00	1.026 0.154	6 100.00hr	10.26 15.40
Horno Secado	6,750.00 10,750.00	2.2 0.368	10.00hr	22.00 3.68
Licudadora	795.00 4,770	0.1632 0.0272	0.54hr 0.05hr	0.008 0.003
				<u>\$ 19.083</u>
				32.268

Costo Total de la Amortización del Equipo en el Proceso = \$ 19.083

1/ Precio al público en abril 1975.

VALOR DE LA AMORTIZACION DEL EQUIPO EN UN KILO DEL PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$ 19.083}{1.925} = 9.91 \text{ \$/kg}$$

*95.44 \\$/Kg*

5.- Amortización del equipo perecedero utilizado a nivel de laboratorio.

De acuerdo a la naturaleza perecedera del -- equipo utilizado en el proceso, éste se amortizó a 2 -- años; resultando un costo de:

Equipo	Cantidad	Costo (\$)	Costo por día (\$)
Olla peltre	1	<i>474.00</i> 79.00	<i>0.639</i> 0.11
Recipiente incubación	1	<i>1902.</i> 317.00	<i>2.605</i> 0.43
Charolas secado	2	<i>162.00</i> 27.00 c/u	<i>1.546</i> 0.08
Agitadores vidrio	2	<i>23.2</i> 3.95 c/u	<i>0.06</i> <u>0.01</u>
			0.63

Costo total de la Amortización del Equipo  
Perecedero = \$0.63

VALOR DE LA AMORTIZACION DEL EQUIPO PERECEDERO EN UN KILO DEL PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$0.63}{1.925} = 0.33 \text{ \$/kg}$$

6.- Integración de los conceptos del costo - en un kilo de producto terminado.

1) Costo de Materia Prima	\$ 12.60	170
2) Costo de Mano de Obra	27.32	312.5
3) Consumo de Energía	20.38	16.9
4) Amortización del Equipo	9.91	27.19
5) Amortización del Equipo Perecedero	<u>0.33</u>	3.26
	\$ 70.54	529.85

→ 0-54-100  
X - 600

493.  
106  
506.

## 7.- Cálculo del costo por gramo de proteína.

El producto terminado, de acuerdo al análisis bromatológico, contiene el 13.03% de proteína. Si el costo por kilo del producto fue de \$70.54, entonces el costo por gramo de proteína resulta del orden de -- \$0.54.

## II Estimación del Costo del Producto Elaborado a Nivel Rural.

## 1.- Costo de las Materias Primas.

a).- Leche.- Se adquirió en un rancho del Estado de México en el Municipio de Teoloyucan con un costo de \$4.00 \*/ litro. Se utilizaron 5 litros de leche con un costo total de \$20.00.

b).- Maíz.- Se adquirió en el mercado del Municipio de Teoloyucan a \$2.50/kg. Se utilizaron 1.250 kg con un costo de \$ 3.12.

La molienda se efectuó en un molino de rodillos comercial con un costo de \$0.50/kg de maíz molido, por tanto el costo total resulta de 0.62\$/kg.

c).- Bacilos Búlgaros.- Se adquirieron en el mismo mercado, a razón de \$1.00 el frasco de 250 ml de leche conteniendo los bacilos.

Costo Total de la Materia Prima = \$ 24.75

VALOR DE LA MATERIA PRIMA EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINADO.

$$\$ 24.75/1.925 = 12.85 \$/\text{kg}$$

---

\*/ Precios al público en el municipio de Teoloyucan en abril 1975.

## 2.- Costo de Mano de Obra.

El tiempo estimado para la elaboración del producto a nivel rural fue de 5 horas; considerando el salario mínimo en el Municipio de Teoloyucan que es de \$57.00 \*/ , el costo de la mano de obra total resultó de \$35.65.

VALOR DE LA MANO DE OBRA EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINA  
DO.

$$\text{\$ } 35.65 / 1.925 = 18.50 \text{ \$/kg}$$

## 3.- Consumo de Energía.

En este caso se utilizó como combustible carbón vegetal, el que se usó sólo para hervir la leche. - Se consumieron 0.500 kg de carbón con un costo de 2.50 \$/kg, por lo que el costo total fue de \$1.25.

VALOR DE LA ENERGIA CONSUMIDA EN UN KILO DE PRODUCTO --  
TERMINADO.

$$\text{\$ } 1.25 / 1.925 = 0.65 \text{ \$/kg}$$

---

\*/ Diario Oficial de enero de 1975.



## 4.- Amortización del equipo perecedero.

En la elaboración del producto a nivel rural, solamente se empleó material perecedero. El costo de la amortización de éste, se calculó según su naturaleza, de 6 meses a 2 años como se indica a continuación.

Equipo	Costo Total (\$)	Amortización.	Valor Diario (\$)	Tiempo Proceso	Costo Total (\$)
1 olla de peltre	79.00	2 años	0.11	4 días	0.44
2 charolas barro	6.50	6 meses	0.07	2 días	0.14
1 metate	200.00	2 años	0.27	1 vez	0.27
1 cuchara peltre	4.50	6 meses	0.03	1 vez	0.03
1 anafre	29.00	2 años	0.04	1 vez	<u>0.04</u>
					\$ 0.92

Costo Total de la Amortización del Equipo  
Perecedero = \$ 0.92

VALOR DE LA AMORTIZACION DEL EQUIPO PERECEDERO EN UN KILO DE PRODUCTO TERMINADO.

$$\frac{\$0.92}{1.925} = 0.47 \text{ \$/kg}$$

5.- Integración de los conceptos del costo del producto elaborado a nivel rural por kilogramo.

1) Costo Materia Prima	\$ 12.85
2) Costo Mano de Obra	18.50
3) Consumo Energía	0.65
4) Amortización Equipo	
Perecedero	<u>0.47</u>
	\$32.47

6.- Cálculo del Costo por gramo de Proteína.

El producto terminado tiene, de acuerdo al análisis bromatológico, el 12.44% de proteína. Si el costo por kilogramo del producto resultó \$32.47. El costo por gramo de proteína es de \$0.26.

CUADRO No. 13  
ESTIMACION DEL COSTO DE LOS PRODUCTOS  
OBTENIDOS A NIVEL DE LABORATORIO Y A  
NIVEL RURAL

Conceptos	COSTO DE ELABORACION		
	Nivel Laboratorio	Nivel Rural	Nivel Rural (sin mano de obra).*
Materias Primas	12.60	12.85	12.85
Mano de Obra	27.32	18.50	-
Consumo de Energía	20.38	0.65	0.65
Amortización Equipo	9.91	-	-
Amortización Equipo			
Perecedero	0.33	0.47	0.47
Costo Total de un kilo de producto (\$)	70.54	32.47	13.97
Costo por Gramo de proteína (\$)	0.54	0.26	0.11

\* El producto al ser elaborado a nivel rural, no debe tomarse en cuenta el costo de mano de obra por ser una actividad casera. Por otro lado, para obtener un costo más apropiado a la realidad, cabe hacer no tar que aquellos lugares en donde la leche tiene un alto grado de desperdicio, su valor será mucho más reducido por lo que el costo final se abarataría to davía más.

V.- CONCLUSIONES

- Y

RECOMENDACIONES.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ 1.- Las materias primas más convenientes para la elaboración de este producto resultaron leche hervida y harina de maíz crudo.
- ✓ 2.- Las condiciones óptimas para la elaboración del yogurt fueron: pH 4.2, temperatura 42°C, tiempo de fermentación 4 horas y concentración de inóculo 2%.
- ✓ 3.- Para la fermentación de la mezcla yogurt - harina - de maíz el tiempo necesario y suficiente fue de 4 días. Las condiciones empleadas en el secado de la mezcla con una relación en proteínas de 65:35 yogurt - harina de maíz, fueron 60°C durante 10 horas, resultando un producto con una humedad del orden del 6%.
- ✓ 4.- Los productos secos obtenidos mediante los procesos controlado y adaptado a nivel rural, no presentaron diferencias significativas bromatológica y organolépticamente, sin embargo, la cuenta bacteriológica en el caso del producto controlado después del secado, resultó del orden de  $54 \times 10^2$  colonias por grano y en el producto adoptado del  $81 \times 10^3$  colonias por gramo. La prueba de presencia de coliformes en ambos productos resultó negativa.
- ✓ 5.- En el producto terminado, la lisina disponible en la muestra cocida resultó superior al 70% del requerimiento establecido por la FAO (1957) para este aminoácido.

- 6.- La EP y UNP del yogurt con respecto a la caseína, resultaron 104.93% y 102.84% respectivamente, lo que demuestra su alta calidad proteínica. Para el producto preparado a partir de la mezcla yogurt-harina de maíz con una relación en proteínas de 30:70, se obtuvo una EP de 68.75% y una UNP de 72.87% con respecto a la caseína y para el producto preparado a partir de la mezcla 80:20 en relación a proteínas yogurt-harina de maíz, la EP y UNP resultaron de 100.36% y 93.81% respectivamente.
- 7.- El análisis sensorial de los productos finales preparados por el método controlado y por el método adoptado no presentó diferencias entre ellos, en adición, se integraron fácilmente a diversos platillos de la dieta mexicana, lográndose buena aceptación de estas preparaciones con un sabor característico, ligeramente ácido pero agradable.
- 8.- El costo del producto elaborado a nivel laboratorio resultó de 70.54 \$/kg y 0.54 \$/g proteína; en cambio, el costo del producto elaborado mediante el proceso adoptado a nivel rural sin tomar en cuenta la mano de obra, resultó de 13.97 \$/kg y 0.11 \$/g de proteína.
- 9.- En base a los resultados obtenidos, se considera conveniente continuar esta línea de investigación introduciendo condimentos que pudieran proporcionar sabores variados al producto como cebolla, ajo, chiles, pimientos y pastas de frutas y hortalizas entre otros.
- 10.- En adición, se puede tratar la preparación de productos similares con otros cereales o leguminosas

como el arroz, frijol y garbanzo, entre otros, -- como segunda materia prima, en este tipo de técnica para la conservación de la leche.

11.- No obstante que en este caso se trató de elaborar el producto a un nivel rural en el Municipio de -- Teoloyucan, sería conveniente que a través de programas y sistemas de educación nutricional se llevaran estas técnicas de conservación sencillas y -- baratas a un mayor número de comunidades rurales, principalmente a aquellas que por su localización y recursos no pueden aprovechar la leche en forma continua.

BIBLIOGRAFIA



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

- 1.- American Public Health Assoc. Inc.  
Standard Methods for the Examination of Dairy Products.  
William G. Walter Editor.  
12a. Ed. New York, (1967).
- 2.- Association of Official Agricultural Chemist.  
Official Methods of Analysis of the Association  
of Official Agricultural Chemists.  
10a. Ed. Washington D.C., (1965)
- 3.- Baez, M.  
Elaboración de una Harina de Ajonjolí, Evaluación  
Biológica y su Posible Uso como Alimento Humano.  
Tesis Profesional. Fac. de Química. UNAM. México,  
(1975).
- 4.- Borgstrom, G.  
World Food Resources,  
Intext Educational Publishers. New York, (1973).
- 5.- Boscán, L.  
Control de Calidad en la Leche.  
Trabajo práctico No. 1.  
Universidad de Maracaibo, Venezuela, (1971).
- 6.- Black, J.  
Aminoacid Handbook.  
Charles C. Thomas Publishers. Illinois, U.S.A.,  
(1956).

- 7.- Bourges, H., Chavez A., Mendoza, E., Ramírez, J.  
La Participación de la Tecnología de Alimentos en la Solución de los Problemas Nutricionales.  
Rev. Tecnol. Alim. Mex. 7:191 (1972).
- 8.- Bruno, D. y Carpenter, K.J.  
A Modified Procedure for the Estimation of Available Lysine in Food Proteins, En. Proceedings of the Biochemical Society Cambridge, (1962).
- 9.- Campbell, J.A.  
Method for Determination of PER and NPU: Evaluation of Protein Quality.  
National Academy of Sciences. National Research Council.  
Washington, D.C. (1963).
- 10.-Copeland, E.M.  
Deficiency in lactosa.  
The Journal of Nutrition, 105, 776 (1975).
- 11.-Chavez, A.  
La Tecnología de los Alimentos y la Salud Pública.  
En Salud Pública de México, 8, 4:549 (1966)
- 12.-Chávez, A.  
La Tecnología de Alimentos en México.  
En Salud Pública de México, 7, 2:235 (1965).
- 13.-Chávez M.  
División de Nutrición INN.  
Comunicación personal.
- 14.-Declaración del Foro de Roma sobre Problemas de la Alimentación Mundial.  
En Comercio Exterior. 24:1241 Méx.(1974)

- 15.- Desrosier, N.  
The Technology of Food Preservation.  
The Avi Publishing Co. Inc. (1970).
- 16.- Diaz de Mathamann, C.  
La Nutrición del Pueblo Mexicano.  
En. Boletín Salud Pública de México. 9, 5; Méx.  
(1967).
- 17.- Durán de Flores, E.  
Aspectos del Estado Nutricional de la República -  
Mexicana.  
Rev. Tecnol. Alim. Méx. 6:212 (1972)
- 18.- El Sadek, GM. Zaivahry, M.R. Mahmoud, A.Z. y El  
Motteleb, L.A.  
Chemical Composition of Egyptian Kishk  
Indian J. Dairy Science, 11:67 (1968)
- 19.- Escobar, B.I.  
La Comunicación en la Educación Nutricional.  
Tesis Profesional, Escuela Dietética y Nutrición,  
ISSSTE. México, (1975)
- 20.- F A O  
El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimenta-  
ción.  
Food & Agriculture Organization of the United Na-  
tions. No. 72  
Roma, Italia. (1973).
- 21.- F A O  
Boletín Mensual de Economía y Estadística Agríco-  
la.  
Vol. 22, (1973).

- 22.- F A O  
Tercera Encuesta Alimentaria Mundial  
Estudio Básico II. Campaña Mundial contra el Ham-  
bre. (1973).
- 23.- Frazier, W.C.  
Microbiología de los Alimentos.  
Editorial Acribia, 2a. Ed. España, (1972).
- 24.- Freeman, J.  
Un Mundo sin Hambre.  
Ed. Diana. México, (1970)
- 25.- González, G. M.  
Evaluación Nutricional de un Alimento Infantil.  
Tesis Profesional.  
Universidad Michoacana de Sn. Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, (1971)
- 26.- Greene, W. y Jezeki, J.  
The Responses of Starters Compared with Diferent -  
Heat Histories  
J. of Dairy Science, 40, 1053, 1646.  
Depto. of Dairy Husbandry. Univ. Minnessota, U.S.A.  
(1957).
- 27.- Guerrero, P.  
Elaboración y Evaluación Biológica, de una Bebida  
destinada a la Alimentación Infantil.  
Tesis Profesional Fac. de Química. UNAM. México,  
(1974)
- 28.- Hernández, M; Chávez, A; y Bourges, H.  
Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos.  
Tablas de uso práctico.  
6a. Ed. L-12. División de Nutrición. INN (1974).

- 29.- Humphreys, C. y Plunkett, M.  
Yoghurt: A Review of its Manufacture.  
Dairy Sc. Abst., 31; 11: 607 (1969).
- 30.- Jacobs, M.  
Chemical Analisis of Foods and Food Products.  
D. Van Nostrand Co. Inc. 3a. Ed. New York, (1958).
- 31.- Katrandzkiev, K.  
Levaduras en el Yogurt.  
Dairy Science Abstracts, 28, 570, Bulgaria, (1966)
- 32.- Laguna, J.  
Bioquímica, Ed. Prensa Médica Mexicana.  
Pág. 385, México, (1970).
- 33.- Lery, F.  
La Alimentación  
Ed. Martínez Roca, S.A. Barcelona, (1968).
- 34.- Lowenberg, y Col.  
Los Alimentos y el Hombre.  
Ed. Limusa-Wiley, S.A. México, (1970).
- 35.- Mackie, J.M. Hardy, R. y Hobbs, G.  
Fermented Fish Products.  
F A O, Fisheries Reports No. 100 Rome, (1971).
- 36.- Melaughlan, J.M. y Campbell, J.A.  
Mammalian Protein Metabolism. Chap V. pág. 29  
2a. Ed. Academic Press. New York, (1969).
- 37.- Meraz, D.F.  
La Industrialización Integral de la Leche como  
Solución al Problema Nutricional de México.  
Tesis Profesional. INP. México, (1975).

- 38.- Meyer, L.H.  
Food Chemistry  
International Student Editions. New York, (1961)
- 39.- Miller, D.S.  
A Procedure for Determination of NPU Using Rats  
Body N. Technique  
Evaluation of Protein quality,  
Publication 1100; National Academy of Science,  
(1963).
- 40.- Neuner, N.P.  
Cálculo de Costos  
2a. Ed. Ed. Aguilar. México, (1963)
- 41.- O.P.S.  
Normas para el Examen de los Productos Lácteos.  
Organización Panamericana de la Salud; Organiza- -  
ción Mundial de la Salud. Washington, D.C. U.S.A.,  
(1963).
- 42.- Pederson, C.  
Microbiology of Food Fermentation  
The Avi Publishing Co. Inc. (1971).
- 43.- Peterson, M.  
Fermentation. En: Encyclopedia of Food Technology  
Johnson and Peterson. The Avi Pub. Co., (1974)
- 44.- Ramírez, H.J.; Arroyo, P. y Chávez, A.  
Aspectos Socioeconómicos de los Alimentos y de la  
Alimentación en México.  
Comercio Exterior, 21, 8:675 (1971).
- 45.- Ramírez, J. Ayluardo, L., Gamaliel, B. y Chávez, A.  
La Crisis de Alimentos en México: Un Análisis de -

- la Situación Alimentaria en los Ultimos Años.  
Informe de la Sección de Economía Alimentaria.  
INN-Conacyt-Pronal. Méx. (1975).
- 46.- Ramírez, J; Ayluardo, L; Gamaliel, B y Chávez, A.  
Problemática y Perspectivas de las disponibilida--  
des de Alimentos en México.  
Comercio Exterior, 25, 5:558 México, (1975).
- 47.- Ramos Córdova, M.  
Leche, Su Producción Higiénica y Control Sanitario  
Edición del Autor, 2a. México, (1969).
- 48.- Recalde, F.  
Política Alimentaria y Nutricional  
Fondo de Cultura Económica. México, (1970).
- 49.- Rodríguez, H. M.  
Medición de Lisina Disponible en Materia Prima y  
Concentrados Protéicos.  
Tesis Profesional. Facultad de Química. UNAM,  
México, (1972).
- 50.- Stein, W. and Moore, I.  
Chromatography of Aminoacids on Sulfonated Polys--  
trene Resins.  
J. Biol. Chem. V, 192:663, (1951).
- 51.- Tagle, M.A.  
Nutrición 73.  
Impresores Jerba LTDA. Chile, (1973).

- 52.- Tovar, G.R.  
Productos Derivados del Frijol de Soya. Técnicas Tradicionales Empleadas en el Lejano Oriente. Seminario sobre Aplicación de la Investigación en el Desarrollo de la Tecnología de Alimentos. Fac. de Química, UNAM. (1975).
- 53.- Van Veen, A.G. y Graham, D.C.W.  
Fermented Milk-Wheat Combinations. Trop. Geo. Med. 21:47 (1969)
- 54.- Veisseyre, R.  
Lactología Técnica  
Ed. Acribia. España, (1972).
- 55.- Watts, B.  
Smoking Process.  
En: Encyclopedia of Food Technology  
Johnson and Peterson. The Avi Pub. Co. (1974)
- 56.- Wild, C. y Massieu, G.  
Relaciones con Instituciones Oficiales, Paraestatales y Privadas  
Oficiales sobre Investigación y Desarrollo en Alimentos.  
Rev. Technol. Alim. Méx. 10:255 (1975).
- 57.- Yokoya, F.  
Recientes Contribuciones de Tecnología de Alimentos en la Nutrición Humana.  
Boletín del Instituto de Tecnología de Alimentos - 5:49 Brasil, (1970).



ANEXO A

## MÉTODOS Y TÉCNICAS TEMPERATURA (5)

### FUNDAMENTO

La determinación de temperatura es una práctica de rutina que se lleva a cabo al recibir la leche. A bajas temperaturas se controla el crecimiento bacteriano que ocasiona la descomposición de la leche.

### MATERIAL.

Termómetro "Taylor", graduado de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+110^{\circ}\text{C}$

### TECNICA.

Para determinar la temperatura de la leche, se deben observar las siguientes condiciones (41)

a) El termómetro debe estar calibrado y graduado con divisiones no menores de  $1^{\circ}\text{C}$ , con un rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$ .

b) El termómetro se introduce en la muestra hasta cubrir totalmente el bulbo.

c) Se deja suficiente tiempo para que la temperatura del termómetro se establezca a la del producto y se lee directamente introducido en el líquido.

## DENSIDAD (5)

### FUNDAMENTO.

La densidad es una propiedad física que varía con la cantidad de grasa y sólidos totales, en vir-

tud de lo cual, se puede tomar como índice de posibles adulteraciones de la leche ya sea por adición de agua o bien por separación de grasa; se utiliza también en forma directa para calcular el contenido de sólidos totales. La densidad es función de la temperatura, por lo que se deben registrar ambas a la vez a fin de efectuar las correcciones necesarias.

#### MATERIAL.

Lactodensímetro Emfys  
 Probeta graduada de 250 ml.

TECNICA.- Se llena la probeta con la muestra, en este caso leche y se introduce cuidadosamente el densímetro sin tocar las paredes del recipiente. Se deja flotar libremente durante 30 seg. y se lee la división más alta de la escala que alcanza el menisco de la leche.

### ACIDEZ TITULABLE (47)

#### FUNDAMENTO.

Es un índice indirecto del grado de contaminación bacteriana de la leche. En el yogurt indica el desarrollo de la fermentación así como la eficacia y características de la cepa y el momento de terminación del proceso.

#### MATERIAL.

Matraz Erleymeyer de 50 ml.  
 Pipeta volumétrica de 9 ml.  
 Bureta graduada de 50 ml.

#### REACTIVOS.

Hidróxido de sodio 0.1 N.

## Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%

## TECNICA.

Se miden 9 ml. o se pesan 9 gramos de la muestra perfectamente homogeneizada a 20°C y se transfiere cuantitativamente al matraz, se añaden 5 gotas de indicador y se titula con la solución de hidróxido de sodio hasta la aparición del primer tinte rosado que permanezca 15 segundos.

## CALCULOS.

$$\text{g\% de ácido láctico} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N } 0.09 \times 100}{\text{peso muestra en gr.}}$$

pH (47)

## FUNDAMENTO.

Mediante esta determinación se evalúa la acidez aparente de la muestra para lo cual se utiliza un potenciómetro.

## MATERIAL.

Protenciómetro Beckman  
Vasos de precipitados de 30 ml.

## REACTIVOS.

Solución buffer de pH 7

## TECNICA.

Se prepara el potenciómetro de acuerdo a las instrucciones del equipo y se calibra con la solución buffer de pH conocido.



QUIMICA

Se ajusta el control de temperatura a la temperatura de la muestra; se introducen los electrodos a la muestra y se lee directamente el pH en la escala del potenciómetro.

## LACTOSA (5)

(Método colorimétrico del ácido pícrico)

### FUNDAMENTO.

En la leche y derivados, los glúcidos están representados casi exclusivamente por lactosa. El ácido pícrico es reducido por los glúcidos reductores en medio alcalino a ácido picramico de color rojo, siendo la intensidad del color desarrollado proporcional a la concentración de éstos.

### MATERIAL.

Espectrofotómetro Bausch & Lomb  
Tubos colorimétricos.  
Matraces volumétricos de 100 ml.  
Pipetas volumétricas de 2 y 10 ml.  
Embudos.  
Baño de agua hirviendo  
Papel filtro Watman # 4.

### REACTIVOS.

Solución saturada de ácido pícrico  
Solución de carbonato de sodio al 22%  
Solución patrón de lactosa (disolver 1 g. de lactosa monohidratada en 1 l. de - agua destilada).

## TECNICA.

a) Con pipeta volumétrica, se transfieren 2 ml. de la muestra a un matraz volumétrico de 100 ml. el cual contiene una solución saturada de ácido pícrico, - se mezcla, se afora y se filtra a través del papel filtro.

b) Se transfieren 10 ml. del filtrado a otro matraz volumétrico de 100 ml., y se agregan 10 ml de -- agua destilada, 10 ml. de solución de ácido pícrico y - 10 ml. de la solución de carbonato de sodio. Se tapa el matraz.

c) Al mismo tiempo se prepara la muestra patrón: En un matraz aforado de 100 ml. se colocan 10 ml. de la solución patrón de lactosa, 10 ml, de agua destilada, 10 ml. de la solución de ácido pícrico y 10 ml. - de la solución de carbonato de sodio. Se tapa el matraz.

d) Ambos matraces se llevan al baño de agua hirviendo por 15 minutos, se enfrían al mismo tiempo y se aforan con agua destilada. Se mezclan bien.

e) Se lee en el fotocolorímetro a 520 milimicras.

## CALCULOS.

$$\% \text{ de lactosa} = \frac{\text{densidad óptica muestra}}{\text{densidad óptica patrón}} \times 5$$

## H U M E D A D (5)

## FUNDAMENTO.

La determinación de la cantidad de agua de -

un alimento, se puede efectuar directamente en una balanza de humedad, por evaporación al vacío o por determinación de sólidos totales.

#### I.- Determinación por balanza de humedad.

##### MATERIAL.

Balanza Ultra X.  
Platillos de la balanza.

##### TECNICA.

Se tara el mecanismo de pesada con la pesa de 10 g. y se ajusta el cero. Se coloca la muestra (10 g) y se enciende la fuente de energía luminosa de acuerdo a la intensidad deseada. Una vez que no haya variación, se lee directamente el % de humedad en la escala de la balanza.

#### II.- Sólidos totales. (2)

MATERIAL.- Crisoles de porcelana  
Pinzas para crisol.  
Baño de vapor  
Estufa de desecación  
Desecador.  
Balanza analítica Sartorius.

##### TECNICA

Se pesan 5 g. de muestra en un crisol de porcelana tarado, se evapora sobre un baño de vapor por 10 ó 15 min. y enseguida se pasa a la estufa de desecación a 95-100°C hasta peso constante. El crisol se enfría en un desecador y se pesa.

CALCULOS.

$$\% \text{ s\u00f3lidos totales} = 100 - \frac{\text{peso de la humedad} \times 100}{\text{peso muestra}}$$

## CENIZAS (2)

FUNDAMENTO.

Las cenizas forman la parte mineral de un — alimento. La materia org\u00e1nica a elevada temperatura se quema produciendo agua, bi\u00f3xido de carbono y calor, que dan los minerales que no sufren cambios.

MATERIAL.

Crisoles de porcelana.  
Pinzas para crisol.  
Mechero.  
Mufla.  
Desecador.  
Balanza anal\u00edtica Sartorius.

TECNICA.

Se pesan 5 g. de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado. Se evapora la muestra en un ba\u00f1o de vapor por 15 minutos, se lleva a una estufa de desecaci\u00f3n calentada a 100\u00b0C durante dos horas y se pasa a la mufla a 550\u00b0C hasta la obtenci\u00f3n de un residuo de cenizas libres de carb\u00f3n. El cristal se enfr\u00eda dentro de un desecador y una vez fr\u00edo se pesa.

CALCULO.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{peso de las cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$



PROTEINAS TOTALES (2)  
(Método de Kjeldahl)

FUNDAMENTO.

Mediante la acción del ácido sulfúrico concentrado, se oxida la materia orgánica hasta agua y bióxido de carbono, el nitrógeno se reduce a amonio el cual se fija como sulfato de amonio que es de gran estabilidad. Esta sal se hace reaccionar con un álcali fuerte liberándose el amoniaco que se destila y recibe en un volumen conocido de ácido bórico. Por titulación del ácido se determina la cantidad de nitrógeno orgánico del alimento que multiplicado por un factor (6.38 para productos lácteo y 6.25 para harinas) dá la cantidad de proteínas en %.

MATERIAL.

Aparato Kjeldahl de digestión y destilación "Lab-Conco"  
Matraces Kjeldahl de 800 ml.  
Matraces Erlenmeyer de 500 ml.  
Pipetas graduadas de 5 ml.  
Bureta graduada de 50 ml.  
Probetas graduadas de 25 y 50 ml.

REACTIVOS.

Acido sulfúrico concentrado, R.A.  
Acido sulfúrico, 0.1 N  
Hidróxido de sodio Q.P., 50%  
Acido bórico, R.A., 2%  
Sulfato de potasio, R.A.  
Sulfato de cobre, R.A.  
Oxido de selenio, R.A.  
Solución de Rojo de Metilo, 0.1%

## MEZCLA DIGESTORA:

Se mezcla 200 g. de sulfato de potasio, 20 g de sulfato de cobre y 5 g. de óxido de selenio.

## TECNICA.

Digestión.- Se pesa en papel glacine de 0.5 a 1 g. de muestra o se miden 5 ml. de leche, se colocan en un matraz Kjeldahl. Se adicionan 8.5 g de mezcla digestora, perlas de vidrio para regular la ebullición y 25 ml. de ácido sulfúrico concentrado. El matraz se coloca en el aparato de digestión durante 60 a 90 minutos hasta que la mezcla quede transparente. Se deja enfriar y se procede a la destilación.

Destilación.- Se adicionan 300 ml. de agua destilada, una pequeña cantidad de polvo de zinc y 90 ml. de hidróxido de sodio al 50%. Se coloca inmediatamente el matraz en el destilador con la extremidad del condensador sumergida en 50 ml. de solución de ácido bórico al 2% y 3 gotas de rojo de metilo. Se destila hasta obtener un volumen alrededor de 250 ml. y se titula con solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N hasta el vire del indicador. Se hace un blanco de reactivos para corrección.

## CALCULOS.

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 \text{ problema} - \text{ml } H_2SO_4 \text{ blanco}) \times N \text{ } H_2SO_4 \times \text{meq } N_2 \times 100}{\text{peso de la muestra en g.}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times \text{factor}$$

## G R A S A   C R U D A   ( 2 )

## FUNDAMENTO.

La grasa de los alimentos es extraída de diferentes formas, según el tipo de muestra. En leche, - se procede a extraerla por la acción de una mezcla de - solventes; los que además de las grasas arrastran otros compuestos orgánicos como son ácidos grasos, fosfolípidos vitaminas, esteroides, hidrocarburos, etc.

## MATERIAL.

Aparato extractor de grasa "Lab-Conco"  
Vasos para extracción de grasa de 80 ml.  
previamente tarados.  
Matraces Erlenmeyer de 250 ml.  
Pipetas volumétricas de 10 ml.  
Probetas graduadas de 50 y 100 ml.  
Embudos.  
Agitadores con puntas de goma.  
Papel filtro Watman # 42  
Desecador.  
Balanza Analítica Sartorius.  
Colectores de solvente.

## REACTIVOS.

Mezcla de cloroformo-metanol 2:1

## TECNICA.

A 10 ml. de la muestra se le adiciona 100 - ml. de la mezcla de solvente, se agita y deja reposar - durante 3 horas, agitando ocasionalmente. Se filtra so bre papel filtro y se lava el residuo con dos porciones de 10 ml. del solvente.

El filtrado se lleva al aparato extractor -- usando el colector hasta la eliminación total del sol--vente. Se pasan los vasos conteniendo la grasa a un desecador y fríos, se pesan.

Cuando la muestra es sólida, se pesa de 2 a 5 gramos en un cartucho poroso. En un vaso para grasa previamente tarado se adicionan de 70 a 80 ml. de la --mezcla de solventes. Se coloca el cartucho y el vaso -- en el aparato extractor y la extracción se lleva a cabo por goteo continuo durante 8 a 10 horas. Se evapora el solvente hasta su total eliminación. Se coloca el vaso en una estufa a 100°C hasta peso constante, se enfría -- en un desecador y se pesa.

#### CALCULOS.

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

### F I B R A C R U D A (2)

#### FUNDAMENTO.

Se llama fibra cruda a toda sustancia orgáni--ca contenida en una muestra que no sea soluble en éter y que carezca de nitrógeno. Está constituida por carbo--hidratos del tipo polisacáridos no metabolizables como celulosa, pententosanos, lignina, etc. que resisten la hidrólisis ácida y alcalina sucesivamente.

#### MATERIAL.

Condensador de fibra cruda "Lab-Conco"

Vasos Berzelius de 600 ml.

Filtros California de 200 mallas

Matraces Kitasato de 750 ml.  
Crisoles de porcelana.  
Estufa  
Mufla  
Desecador.

#### REACTIVOS.

Acido sulfúrico R.A. al 1.25% (0.255 N)  
Hidróxido de sodio R.A. al 1.25% (0.313N)  
Alcohol etílico al 99.5%  
Asbesto tratado.

#### TECNICA.

En un vaso Berzelius se colocan de 2 a 4 g. de muestra desengrasada y 0.5 g. de asbesto tratado, se agregan 200 ml. de ácido sulfúrico caliente mezclando inmediatamente y se coloca el vaso sobre la parrilla del condensador; iniciada la ebullición, se mantiene ésta por 30 minutos exactos. Se filtra al vacío a través de filtro California y se lava con agua caliente hasta la neutralidad. Se pasa el contenido del filtro al vaso y se adicionan 200 ml. de hidróxido de sodio caliente. Se procede de igual forma que en la hidrólisis ácida, Una vez lograda la neutralidad, se enjuaga con dos porciones de alcohol etílico y el residuo se pasa a un crisol tarado. Se lleva a la estufa a 150°C por dos horas, se enfría y se pesa. Se lleva finalmente a la mufla hasta calcinación, se enfría en desecador y vuelve a pesarse.

#### CALCULOS.

La diferencia de las pesadas nos dá el conte

nido de fibra cruda.

$$\% \text{ de fibra cruda} = \frac{\text{peso de la fibra cruda}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

## C A R B O H I D R A T O S (2)

### FUNDAMENTO.

La cantidad de carbohidratos asimilables, se determina por diferencia. Se suman los resultados de humedad, cenizas, fibra cruda, proteína y grasa y se restan de 100, considerándose esa diferencia como los carbohidratos asimilables.

## R E D U C T O R E S (2)

(Prueba de Fehling)

### FUNDAMENTO.

Esta prueba se basa en la reducción del tartrato de cobre en la solución alcalina con la formación de óxido cuproso debido al poder reductor de los azúcares.

### MATERIAL.

Matraces volumétricos de 100 ml.  
 Matraces Erlenmeyer de 250 ml.  
 Pipetas volumétricas de 5 ml.  
 Buretas de 50 ml.  
 Parrilla eléctrica.  
 Embudos.

### REACTIVOS.

Reactivo de Fehling  
 Solución standard de lactosa.

Sol. acuosa de azul de metileno al 0.2%  
Acido clorhídrico R.A., concentrado.

El reactivo de Fehling se compone de dos soluciones que se mezclan inmediatamente antes de ser usadas.

Reactivo A.- Solución de sulfato cúprico. Disolver 34.65 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en 500 ml. de agua destilada y filtrar.

Reactivo B.- Solución alcalina. Disolver 125 g. de hidróxido de potasio y 173 g. de tartrato doble de sodio y potasio (sales de Rochella) en agua hasta -- 500 ml. y filtrar a través de asbesto.

Solución estándar de lactosa.- Disolver 10g. de lactosa anhidra en 1000 ml., tomar 20 ml. y aforar a 100 ml. (un ml. de esta solución contiene 2 mg. de lactosa)

#### TECNICA.

Se pesan 10 g. de muestra en un matraz volumétrico de 100 ml. y se afora con agua tibia, se reposa por 15 min. se agita y se filtra. Con esta solución se titulan 10 ml. de la solución de Fehling modificación de Soxhlet en ebullición que se hace mezclando inmediatamente, antes de ser usada 5 ml. de la solución A y 5 ml. de la solución B de Fehling. Cuando sólo permanezca un ligero color azulado, sin suspender la ebullición, se le agrega 1 ml. de la solución azul de metileno. Se completa la titulación hasta decoloración total. Con -- este título obtenemos los reductores directos.

Para determinar los reductores totales, se -

toman 50 ml. del filtrado y se agrega 1 ml. de HCl. con centrado, se calienta por 30 minutos, se neutraliza y - con esta solución se titulan 10 ml. de la solución de - Fehling modificación Soxhlet, procediendo igual que en el caso anterior.

Se determina previamente el factor de la solución de Fehling valorándose con la solución estándar.

Factor = ml. gastados de sol. estándar x 0.002 g.

CALCULOS.

$$\text{g/l de la lactosa} = \frac{\text{factor} \times 10.000}{\text{ml. gastados.}}$$

#### A N A L I S I S M I C R O B I O L O G I C O (1)

Este tipo de análisis indica la calidad sani taria de un producto, es un índice de contaminación bac teriana.

Preparación de las diluciones.

Previo a las prácticas microbiológicas deben prepararse las diluciones y los medios de cultivo estériles.

MATERIAL.

Cuarto especial

Balanza Triple Beam.

Autoclave.

Estufa de incubación.

Mechero.

Contador de colonias de campo oscuro Quebec

Contador de tecla.

Tubos con tapón de plástico (estériles)

Pipetas estériles

Espátula estéril.



## TECNICA.

Se pesa 1 gramo de muestra en condiciones -- asépticas y se transfiere a un tubo con 9 ml. de agua -- estéril, se mezcla bien, se toma 1 ml. y se pasa a otro tubo con 9 ml. de agua estéril, se repite la operación hasta tener la dilución de 1:10.000.

Se efectuaron tres tipos de pruebas:

a) Cuenta total de microorganismos viables.

## FUNDAMENTO.

Esta determinación valora la calidad sanitaria de los productos, aunque con limitaciones debido a que la cuenta de colonias depende del tipo y estado del microorganismos, medio de cultivo empleado, condiciones de incubación y otros factores. Sin embargo es un método muy usado que determina la población bacteriana y -- sus posibles fuentes de contaminación.

Medio de cultivo usado: Plate-Count-Agar (Difco)

## TECNICA.

Se preparan 3 cajas Petri estériles para cada dilución, se coloca 1 ml. de la dilución en cada una de ellas y 15 ml. del medio fundido estéril a una temperatura de 43-45°C en condiciones asépticas, se rotan -- las cajas sobre un plano horizontal y cuando el medio -- sodifica se invierten. Se introducen a la estufa de in cubadora a 32°C por 48 hrs. ± 3 hr. (temperatura establecida por A.P.H.A.\* que permite el crecimiento del mayor número de gérmenes).

---

\* American Public Health Ass.

Transcurrido el tiempo de incubación, se selecciona la caja que contenga entre 30 y 300 colonias y se cuentan con la ayuda del contador de colonias Quebec y el contador de tecla.

El número de colonias se multiplica por la recíproca de la dilución y se reporta como cuenta estándar de colonias por gramo de alimento, indicando temperatura y tiempo de incubación.

b) Cuenta de gérmenes coliformes.

#### FUNDAMENTO.

El grupo de bacterias coliformes incluye todas las bacterias aerobias y facultativas, gram negativas, no esporuladas, capaces de producir gas. Es el -- grupo de mayor importancia sanitaria y su presencia puede ser índice de contaminación de gérmenes patógenos en los alimentos por lo que los límites permisibles son -- muy bajos.

Hay varios métodos para identificarlos:

b<sub>1</sub>) Prueba presuntiva.

Medio de cultivo:

Caldo lactosado bilis-verde-brillante al 2% (Difco).

#### TECNICA.

El medio se esteriliza en tubos con tapón de rosca y campana. Se coloca un mililitro de la primera dilución (1:10) en dos tubos y se incuban a 32°C durante 48 hr. Si existe gas en la campana se considera positiva la prueba.

b<sub>2</sub>) Prueba confirmativa.

Cuando la prueba anterior es positiva se procede al conteo de las colonias.

Medio.

Rojo-violeta-bilis-agar(Difco)

TECNICA.

Se siembra un ml. de cada dilución en cajas Petri estériles de la misma forma que para la cuenta total de microorganismos, empleando como medio de cultivo el rojo-violeta-bilis-agar-estéril.

Se cuentan las colonias típicas desarrolla--das, subsuperficiales de color rojo púrpura generalmen--te con un halo rojizo de bilis precipitada.

Se reporta como número de colonias de coli--formes por gramo de alimento.

c) Identificación de hongos y levaduras.

Con el fin de identificar el tipo de micror--ganismos que crece en el proceso de la fermentación, se usan 2 medios específicos, uno que permite el crecimiento de hongos y otro el de levaduras.

c<sub>1</sub>) Identificación de hongos.

Se emplea como medio de cultivo Sabouraud, -maltosa agar, adicionado con estreptomycin.

TECNICA.

Se disuelve un gramo de estreptomycin en --100 ml. de agua estéril, se toman 4 ml. de esta solu--

ción por cada litro de medio, se vacía en cajas Petri - estériles y se siembra una asada del producto durante - la fermentación. Se incuban las cajas invertidas a -- 28°C durante 72 h.

c<sub>2</sub>) Identificación de levaduras.

Utiliza como medio Papa-dextrosa-agar acidificado a un pH de 3.5 con ácido tartárico.

TECNICA.

Se esteriliza al mismo tiempo el medio y una solución al 10% de ácido tartárico, ya frío el medio -- (a una temperatura de 45-50°C) se agrega 1 ml. de la solución ácida por cada 100 ml. de medio. Se vacía en las cajas Petri en condiciones asépticas y se siembra una - asada en forma de estría, de la mezcla de la fermenta--ción. Se incuban a 28°C durante 72 hs.

## EVALUACION DE LA CALIDAD DE LAS PROTEINAS (36)

FUNDAMENTO.

\* Las proteínas tienen como función primaria - la de proveer los aminoácidos necesarios para que el organismo los utilice en la síntesis de sus propias pro--teínas, así como para su mantenimiento. La calidad de la proteína dependerá de la eficiencia por la cual se - incorpora a las proteínas tisulares; lo que dependerá - de las proporciones que guarden entre sí los aminoáci--dos indispensables que la formen. Se considera por tanto, una proteína de buena calidad que tiene proporcio--nes de aminoácidos en balance adecuado y parecido a - - las proteínas del organismo.\*

Los métodos que permiten evaluar la calidad de las proteínas se describen a continuación:

#### A) Método Químico (32)

Uno de los principales métodos químicos para evaluar la calidad proteica se refiere al cálculo de la calificación química. Este método consiste en determinar el aminograma de la proteína problema y compararlo con el de la proteína patrón de referencia establecido por la FAO (1957). Se relaciona la cantidad de cada aminoácido de la proteína a evaluar con la del aminoácido de la proteína patrón que corresponde al 100 de calificación química. Se toma como calificación química de la proteína aquél aminoácido que nos dé el menor %.

#### a<sub>1</sub>) Análisis Cuantitativo de Aminoácidos de la Proteína.

##### FUNDAMENTO (51)

La separación de aminoácidos para su cuantificación usando la cromatografía en columna, es un método muy simplificado gracias al aparato construido por Moore y Stein.

El método básicamente consiste en la separación de los aminoácidos por medio de columnas de resinas sintéticas de intercambio iónico, usando buffers de citrato de sodio como eluyentes y la determinación colorimétrica del complejo colorido formado al reaccionar el aminoácido con el reactivo de ninhidrina a una temperatura óptima. La medida de la intensidad del color se grafica por un registrador automático sobre papel logarítmico. A esta gráfica se le llama aminograma.

El analizador consta de cuatro sistemas:

- 1.- Separación de aminoácidos en la columna de cromatografía por intercambio iónico.
- 2.- Formación del complejo de color azul con el reactivo de ninhidrina para la determinación de cada uno de los aminoácidos ya separados.
- 3.- Determinación de la intensidad del complejo ya formado para la cuantificación de cada aminoácido.
- 4.- Trazo automático mediante un registrador.

El analizador empleado tiene 2 columnas, en una se separan los aminoácidos básicos y en la otra los neutros y ácidos.

#### MATERIAL.

Analizador automático de aminoácidos Beckman.  
Modelo 116  
Micropipetas de 200 lambdas (λ)

#### REACTIVOS.

Buffer de citrato de sodio, pH 3.25  
Buffer de citrato de sodio, pH 4.30  
Buffer de citrato de sodio, pH 5.25  
Sol. de hidróxido de sodio 0.2N  
Ninhidrina  
Muestra de proteína hidrolizada.

#### Preparación de la muestra.

Para estudiar el contenido de aminoácidos de una proteína, es necesario que éstos se encuentren libres, lo cual se consigue hidrolizando la proteína.

## MATERIAL.

Matraces redondos de fondo plano de 250 ml.  
Refrigerantes  
Baño de aceite  
Pipetas volumétricas  
Filtros  
Evaporador rotatorio al vacío Buchler

## REACTIVOS.

Acido clorhídrico 6N  
Solución buffer de citrato de sodio 0.2N,  
pH 2.14

## TECNICA.

En un matraz se colocan de 50 mg a 150 mg - de muestra desengrasada, se agrega 60 ml. de ácido clorhídrico 6N y se lleva a reflujo en baño de aceite a -- 160°C por 25h. El hidrolizado se filtra para eliminar huminas y se evapora al vacío a sequedad, se lava con - porciones de 10 ml. de agua destilada, evaporando cada vez. El residuo se disuelve en solución buffer de citrato de sodio y se ajusta a 25 ml. con la misma solución.

La muestra así hidrolizada, queda lista para el análisis cromatográfico.

## Oxidación de la Muestra.

La hidrólisis ácida de las proteínas destruye totalmente el triptófano y parcialmente a otros aminoácidos, como la metionina y cisteína, por esta razón antes de hidrolizar se oxida la proteína con ácido perbromico y así la cisteína pasa a acido cisteínico y la

metionina a sulfona, derivados que son más resistentes a las condiciones de hidrólisis.

#### MATERIAL.

Evaporador rotatorio al vacío Buchler.  
Pipetas volumétricas de 10 ml.  
Matraces redondos de 250 ml.

#### REACTIVOS.

Acido per fórmico que se prepara así:  
A 4.5 ml. de ácido fórmico al 88% se le agregan 5 ml. de peróxido de hidrógeno al 33%. -  
Se mezclan perfectamente.

#### TECNICA.

Se pesan de 50-150mg de muestra desengrasada y se colocan en un matraz. Se agregan 1.5 ml. de ácido per fórmico y se deja reaccionar por 15 minutos a temperatura ambiente. Se evapora el ácido al vacío y se procede de igual forma que la muestra hidrolizada. De la muestra hidrolizada se toman 200 lambdas que se colocan en la superficie de la resina y se introducen con una corriente de nitrógeno, lavando 3 veces las paredes de la columna con la solución buffer correspondiente (para la separación de los aminoácidos ácidos y neutros, - - buffer de citrato de sodio pH 3.25 y 4.30 y para los básicos buffer de citrato de sodio pH 5.25).

Se llena el espacio comprendido entre la resina y el borde superior de la columna con la misma solución buffer y se cierra perfectamente para que se inicie la elución de los aminoácidos, los cuales reaccionan con el reactivo de ninhidrina. Esta mezcla se --



transfiere a un baño de agua en ebullición para que se desarrolle el colorido que pasa por el colorímetro. La densidad óptica del complejo se mide a 570 y 440 nm y se grafica sobre papel semilogarítmico.

#### CALCULOS.

Por comparación de las gráficas obtenidas -- con los estándares de los aminoácidos correspondientes, se obtiene la cantidad de cada aminoácido presente en la muestra. Se calcula el área bajo la curva, que se obtiene con el estándar y concentraciones conocidos de cada aminoácido, y se relaciona con las áreas de las -- curvas obtenidas de los aminoácidos de la muestra problema.

#### Determinación de Triptófano (50)

La determinación de este aminoácido se lleva a cabo en 2 etapas:

- 1) Reacción del triptófano con p-dimetil amino benzaldehído en solución de ácido sulfúrico para formar productos de condensación incoloros.
- 2) Oxidación de estos productos incoloros con nitrito de sodio desarrollando un color azul proporcional a la cantidad de triptófano presente en la muestra.

#### MATERIAL.

Fotocolorímetro Bausch & Lomb.  
Celdas colorimétricas.  
Matraces Erlenmeyer de 50 ml.  
Pipetas volumétricas de 1, 5 y 10 ml.

## REACTIVOS.

Acido sulfúrico 21.4 N

p-dimetil amino benzaldehido al 0.5% en ácido clorhídrico 1N

Nitrito de sodio al 0.05% en agua destilada.

## TECNICA.

A 10 mg de la muestra, se le adicionan 2.5 - ml. de la muestra solución de p-dimetilaminobenzaldehido y 12 ml. de acido sulfúrico se agita y se deja reposar 17 h. en ausencia de luz. Al mismo tiempo se prepara un blanco de reactivos, un patrón de caseína como doble control (10mg) y los estándares de triptófano con - cantidades de 50 a 300 mg.

Transcurrido el tiempo, se adiciona 0.1 ml.- de la solución de nitrito de sodio y se deja reposar al abrigo de la luz durante 30 min. más.

Se lee el fotocolorímetro a 590 m , ajustando a 100% de transmitancia con agua destilada.

Tubo	PBAB	Sol.Tipo de trip- tófano.	Caseína	Problema	Ac. Sulfúrico
1	2.5ml	- - - -	- - -	- - -	12.0 ml.
2	"	0.5 ml.	- - -	- - -	11.5 ml.
3	"	1 ml.	- - -	- - -	11.0 ml.
4	"	1.5 ml.	- - -	- - -	10.5 ml.
5	"	2.0 ml.	- - -	- - -	10.00 ml.
6	"	2.5 ml.	- - -	- - -	9.5 ml.
7	"	3.0 ml.	- - -	- - -	9.0 ml.
8	"	- - - -	10mg.	- - -	12.0 ml.
9	"	- - - -	- - -	10mg.	12.0 ml.

## CALCULOS.

Utilizando las tablas correspondientes al % transmitancia se transforma a densidad óptica. Este valor se interpola en la curva de triptófano para obtener la cantidad de este aminoácido en la muestra de 10mg. - El resultado se reporta como gramos de triptófano en -- 100g. de proteína.

## a) DETERMINACION DE LISINA DISPONIBLE (8) (49)

## FUNDAMENTO.

El valor nutritivo de las proteínas en base a los aminoácidos no siempre está de acuerdo a la cantidad de éstos sino que disminuye el grado de aprovecha-- miento de algunos aminoácidos esenciales debido a va-- rios factores, como la presencia de inhibidores de enzi-- mas digestivas que se encuentran en algunos alimentos y especialmente por reacciones que afectan principalmente a la lisina en determinadas condiciones fisicoquímicas y en presencia de carbohidratos, ya que, el grupo E-amino de este aminoácido reacciona con los grupos carboni-- los reductores, formando un complejo que no es atacado por las enzimas digestivas (Reacción de Maillard) y és-- to hace que no toda la lisina del alimento se asimile -- por el organismo.

De los métodos más aceptados para determinar la cantidad de los grupos E-amino libres de la lisina, se encuentra el de Carpenter y Ellenger, quienes en -- 1957 determinaron la "lisina disponible" usando un colo rímetro. A este método se le han hecho modificaciones posteriores, la metodología de Bruno-Carpenter introdujo el metil-cloroformiato que hace que sólo el derivado de la E-lisina sea soluble en éter, extrayendo esta por

ción, se lee en el colorímetro la interferencia del -- reactivo 1,2,4 Dinitrofluorobenceno con otros aminoácidos; por lo que la diferencia de intensidad de color -- del hidrolizado antes y después de la reacción con el -- metil cloroformiato y extracción con éter es la medida de "lisina-disponible".

#### MATERIAL.

Agitadores magnéticos.  
 Balanza analítica  
 Baño de aceite  
 Espectrofotómetro Bauch & Lomb  
 Matraces de fondo redondo  
 Refrigerantes.  
 Matraces volumétricos de 200 ml, 100ml, y 10 ml.  
 Parrilla eléctrica  
 Pipetas  
 Embudo de separación  
 Matraces Erlenmeyer de 50 ml.  
 Potenciómetro.

#### REACTIVOS.

Acido clorhídrico 8.1 N  
 Acido clorhídrico concentrado.  
 Buffer de pH 8.5 de  $\text{NaHCO}_3$  8% y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  8%  
 Solución de  $\text{NaHCO}_3$  al 8%  
 Metil cloroformiato (ó cloruro de metoxi-carbonilo) Merck.  
 Eter etílico  
 Solución de NaOH al 10% y 2 N  
 Etanol absoluto.  
 E-dinitro fenil-lisina · HCl estándar  
 1 fluor, 2,4 dinitro benceno (FDNB) sigma  
 solución alcohólica de fenolftaleína.

## TECNICA.

## Preparación del derivado:

Se suspende un gramo de muestra en 8 ml de  $\text{NaHCO}_3$  al 8%. Se agita y se deja reposar durante 10 min. Durante este tiempo se prepara el reactivo 0.3 ml. de  $\text{FDNB}$  se solubilizan en 12 ml. de etanol, se agrega a la muestra y se somete a agitación mecánica por 2 horas. - Se evapora el etanol en un baño de agua hirviendo y se le agregan 24 ml. de  $\text{HCl}$  8.1N, se refluja por 16 hs. en baño de aceite ( $130-150^\circ\text{C}$ ). Transcurrido este tiempo el hidrolizado se enfría, se filtra y se lava con agua. El filtrado y las aguas de lavado, se aforan a 200 ml.

## Determinación de E-dinitrofenil-lisina.

Se toma una alícuota de 10 ml. del hidrolizado y se coloca en un embudo de separación para lavarlo enérgicamente con éter, varias veces, hasta que la capa etérea no sea colorida, el exceso de éter se evapora.

De esta manera, teniendo el derivado libre de exceso del reactivo, se toman tres alícuotas de 2 ml. cada una.

- 1a.- 2 ml. del derivado se aforan a 10 ml. con agua destilada (1)
- 2º.- A 2 ml. del derivado se le agregan 3 gotas de fenoltaleína, se titula con  $\text{NaOH}$  2N hasta tinte rosado, se anota la cantidad requerida de  $\text{NaOH}$  y se elimina la muestra.
- 3º.- Se agrega a 2 ml. del derivado, la cantidad de  $\text{NaOH}$  necesaria para titular la 2a alícuota; se ajusta el pH a 8.2-9.6 con solución amortiguadora pH 8.5 de  $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ . Se agrega 0.05 ml. de me

tilcloroformiato y se deja reposar 10 min. Se adiciona 0.75 ml. de ácido clorhídrico concentrado y se pasa a un embudo de separación. Se lava con porciones de 10 ml. de éter, hasta que el éter sea incoloro y los restos de éter se evaporan en baño maría, esta alícuota será la núm. 1'.

Con el espectrofotómetro se determina la densidad óptica de los tubos (1) y (1') a una longitud de onda de 436 m .

CALCULOS.

$$\frac{(D.O. (1) - D.O. (1')) \times \text{concentración del estándar} \times \text{factor de dilución}}{D.O. \text{ estándar}} \times 100$$

micro-moles de E-dnfl = peso muestra.

Curva estándar.

Se pesan 17.7 mg de E-dinitrofenil-lisina -- HCl y se afora a 100 ml. con agua destilada. Se toman 10 ml. y se aforan nuevamente a 100 ml.

De esta última dilución con una concentración de 0.05 moles por mililitro, se toman 1,2,3 hasta 10 ml., llevándose todos a un volumen final de 10 ml. con agua. Se toma la lectura a 436  $\mu$  .

B) METODOS BIOLOGICOS DE LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA. (9), (25), (39).

FUNDAMENTO.

Mediante la evaluación biológica se determina la respuesta de animales de laboratorio a una dieta determinada que involucra a la proteína problema.

Se han venido manejando como animales de laboratorio a ratas Wistor en virtud de su facilidad de manejo, además se ha reportado que los resultados obtenidos con ellos son similares al hombre, debido a que su metabolismo de utilización de las proteínas de los alimentos es semejante al del organismo humano.

Entre los métodos biológicos más utilizados son los que miden cambios de peso corporal y los que miden cambios de nitrógeno corporal.

b<sub>1</sub>) Métodos que miden cambios de peso corporal.

La eficiencia proteica (EP) es de estos métodos el más común, relaciona el incremento de peso en función de la cantidad de proteína ingerida. El aumento de peso proporciona una forma de evaluar el valor de la proteína, ya que si la dieta no tiene un balance adecuado de los aminoácidos indispensables y en cantidades suficientes, el crecimiento es muy lento y a veces nulo.

$$EP = \frac{\text{ganancia de peso (g)}}{\text{proteína ingerida(g)}} \times 100$$

## TECNICA.

- 1.- Se selecciona un grupo de 10 ratas blancas del mismo sexo y cepa (machos Wistor generalmente) de 21 a 23 días de nacidos con un peso aproximado de 35 a 40 g. la diferencia entre la mayor y la menor no debe exceder a los 5 g.
- 2.- Las ratas seleccionadas se colocan en jaulas individuales, en un cuarto con temperatura y humedad relativa controladas ( $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y 50-60%) se someten a depleción durante 24 horas a fin de controlar el estado de nutrición de los animales. Se les proporciona agua ad libitum.
- 3.- Después de la depleción se pesan los animales y se alimentan con la dieta preparada previamente, con la proteína a evaluar como única fuente protéica a una concentración de 10% ( $\pm 0.3\%$ ). El cuadro 14 muestra la composición de la dieta.
- 4.- La dieta se proporciona ad libitum, durante 28 días, tomando diariamente el peso del animal y la cantidad de dieta consumida, así al final del experimento se tiene la ganancia total de peso y la cantidad total de dieta consumida.
- 5.- Se efectúa un experimento en forma paralela utilizando como fuente protéica la caseína y se toma como proteína patrón, a la misma concentración (10%), lo cual nos va a servir para relacionar los resultados obtenidos con nuestra proteína problema.

Es interesante señalar que la E.P. sólo mide la capacidad de una proteína para mantener el crecimiento sin tomar en cuenta las necesidades de mantenimiento por lo que la proteína que no permita crecimiento de peso pero sí el mantenimiento, tendrá una EP de cero. - Además el crecimiento no siempre refleja un aumento en





## TECNICA.

En este experimento se utilizaron los mismos animales empleados en la determinación de la Eficiencia Proteica.

Al término de los 28 días del estudio, se -- sacrificaron las ratas con cloroformo, se colocan en -- una charola y se abren longitudinalmente de la boca al ano. Se meten al horno durante 24 h. a 105°C. Una vez secas y frías se pesan y se muelen, una por una, en una licuadora tratando de que queden lo más homogéneas posible, una vez molida la muestra, se transfiere cuantita--tivamente a un recipiente adecuado. En este caso se colocaron en una bolsa de polietileno, perfectamente identificadas y se procedió a la determinación de  $N_2$  total por triplicado, tomando alrededor de 2 gr. de muestra y usando 10 gr. de la mezcla digestora, dejando los matraces en digestión por 90 minutos. En la destilación, -- se puede agregar algún antiespumante para evitar que se presente la saponificación de la grasa de la rata con -- el hidróxido de sodio.

Al inicio del experimento se sacrifican 2 ó 3 animales del mismo peso y características de los que se van a alimentar con las dietas, y usando las misma -- metodología, se determina el nitrógeno total que será -- el nitrógeno total de la rata blanco (ratas sacrifica--das a tiempo cero).

De igual forma se trata el grupo alimentado con la dieta patrón de caseína, los resultados nos servirán para referir los obtenidos con las ratas alimenta--das con la dieta de la proteína a evaluar.

CUADRO 14  
COMPOSICION DE LA DIETA NORMAL.

Componentes	Cantidad. %
Proteína*	10.0
Aceite de maíz	19.8
Mezcla de vitaminas**	2.2
Mezcla de sales minerales***	4.0
Celulosa	4.0
Glucosa	20.0
Sacarosa	20.0
Almidón de maíz	<u>20.0</u>
TOTAL	100.0

\* Se refiere a la proteína a evaluar

\*\* Mezcla de vitaminas para dietas (NBC)

MEZCLA DE VITAMINAS.

Componentes	Cantidad.
Vitamina A(200,000 /g)	4.50 g.
Vitamina D(400,000 g)	0.25 g.
Alfa Tocoferol	5.00 g.
Acido ascórbico	45.00 g.
Inositol	5.00 g.
Cloruro de colina	75.00 g.
Menadiona (vit. K)	2.25 g.
Acido p-aminobenzoico	5.00 g.
Niacina	4.50 g.
Rivoflavina	1.00 g.
Clorhidrato de Peridoxina	1.00 g.
Clorhidrato de Tiamina	1.00 g.
Pantotenato de calcio	3.00 g.
Biotina	20.00 mg

Acido fólico	90.00 mg.
Vitamina B <sub>12</sub>	1.35 mg.
Dextrosa c.b.p.	1000.00 g.

Esta mezcla de vitaminas NBC la vende Nutritrional Biochemicals Co.

#### MEZCLA DE SALES MINERALES

Componentes	Cantidad (g)
Fosfato de calcio tribásico	57.996
Cloruro de potasio	15.000
Cloruro de sodio	25.000
Citrato de Hierro	0.600
Carbonato de Magnesio	0.550
Cloruro de manganeso	0.550
Carbonato de cobre básico	0.140
Carbonato de zinc	0.160
Yodato de sodio	0.002
Fluoruro de sodio	<u>0.002</u>
TOTAL	100.000

ANEXO B

## ATOLE

### INGREDIENTES:

Producto Seco*	100g.
Agua	500 ml.
Piloncillo	185 g.
Sal	0.05 g.
Canela en Rama	1 g.

### MODO DE HACERSE:

Se mezclan los ingredientes y se calientan a fuego lento hasta ebullición, se mantiene así durante 3 minutos sin dejar de agitar. Se pueden adicionar esencias de sabores en una proporción de 0.1%. En este caso, se probaron esencias de naranja, plátano, piña, mango, fresa, manzana, nuez y chocolate.

## PAPILLA

### INGREDIENTES:

Producto seco	100 g.
Agua	300 ml.
Piloncillo	185 g.
Sal	0.05 g.
Canela en rama	1 g.

### MODO DE HACERSE:

Se mezclan los ingredientes y se calientan a fuego lento hasta ebullición, manteniéndose así durante

---

\* En todas las recetas se denominará "producto seco" - al obtenido a partir de una mezcla yogurt-harina de - maíz en una relación en porcentaje de proteínas de -- 65:35 respectivamente.

3 minutos sin dejar de agitar. Se pueden adicionar pulpas de frutas naturales de plátano, papaya, guayaba, -- fresa (150g) o jugos de naranja, piña (150 Ml. con sólo 200 ml. de agua y 150 g. de piloncillo).

### SOPA

#### INGREDIENTES:

Producto seco	175 g.
Agua	1 lt.
Jugo de Jitomate	150 ml.
Sal	2 g.
Azúcar	1 g.
Cebolla	100 g.
Epazote seco	1 g.
Chile ancho	80 g.
Manteca	15 g.

#### MODO DE HACERSE:

En la manteca se fríe la cebolla, se adicionan el jugo de jitomate, agua, sal, epazote, azúcar y -- producto, sin dejar de agitar y a fuego lento se deja -- que hierva durante 3 minutos.

Se le puede adicionar al gusto el chile asado y desvenado.

### TAMALES

#### INGREDIENTES:

Producto seco	300 g.
Manteca de cerdo	150 g.
Agua de anís	30 ml.
Azúcar	4 g.
Sal	2 g.

Royal	2 g.
Bicarbonato de Sodio	1.5 g.

#### MODO DE HACERSE:

Se bate la manteca y se adicionan los demás ingredientes sin dejar de batir. La masa se coloca en hojas de maíz. Se pueden rellenar de frijol, salsa roja, salsa verde, rajas de chile poblano. Los tamales - envueltos, se introducen en una vaporera hasta que estén bien cocidos.

Los tamales se pueden hacer dulces, agregando 425 g. de azúcar y se rellenan con uvas, pasas, frutas secas, etc.

#### TORTAS DE PAPA

##### INGREDIENTES:

Producto seco	50 g.
Papa cocida y molida	150 g.
Manteca	20 g.
Huevo	1
Sal	1 g.
Azúcar	3 g.
Bicarbonato de sodio	1 g.

#### MODO DE HACERSE:

Se mezclan bien los ingredientes y se divide en porciones de alrededor de 20 g. Se frien en aceite - calientes. Se sirven sólo o con salsa picante.



## TORTAS DE CALABAZA \*

## INGREDIENTES:

Producto seco	150 g.
Agua	100 g.
Manteca	15 g.
Sal	2 g.
Azúcar	2 g.
Royal	1 g.
Huevo	1
Calabaza cocida picada	300 g.
Oregano	0.5 g.

## MODO DE HACERSE:

Se mezclan bien los ingredientes y se colocan cucharadas soperas de la mezcla en aceite caliente para freirlas.

## TORTILLAS DE HUEVO

## INGREDIENTES:

Producto seco	60 g.
Sal	0.5 g.
Huevos	2
Aceite	10 ml.
Cebolla picada	15 g.

## MODO DE HACERSE:

En un sartén se vierte el aceite y se sancocha la cebolla, posteriormente se añade el producto, los --

---

\* La calabaza se puede substituir por verdolagas, ejotes, chícharos ó plátano.

huevos y la sal, se mezcla todo y se tapa hasta que cuaje.

Se puede agregar picante (chile serrano, rajas poblanas) y jitomate, cilantro, etc.

#### PASTA DE CROQUETA

##### INGREDIENTES:

Producto seco	100 g.
Agua	300 g.
Cebolla	100 g.
Sal	1.5 g.
Aceite	20 ml.

##### MODO DE HACERSE:

En el aceite se sancocha la cebolla, se agrega la mezcla de producto seco con agua y sal y sin dejar de batir, se deja a ebullición lenta hasta que espe-se.

Se sirve acompañando pescado, arroz, etc, o con pan o tortillas.

#### PASTA CON JITOMATE

##### INGREDIENTES:

Producto seco	150 g.
Agua	500 g.
Jitomate	300 g.
Cebolla	100 g.
Sal	3 g.
Perejil	10 g.

## MODO DE HACERSE:

Se frien la cebolla, los jitomates molidos -- con el perejil y la sal, se agrega el producto y el -- agua. Se deja cocer sin dejar de agitar. Puede agregar se picante al gusto.

## CHILES RELLENOS

## INGREDIENTES:

Producto seco	100 g.
Agua	200 ml.
Sal	2 g.
Azúcar	1 g.
Frijol molido	100 g.
Chiles poblanos	6

## MODO DE HACERSE:

Los chiles se asan y desvenan.

Paralelamente se prepara el relleno:

A fuego lento se deja que espesen los demás ingredientes mezclados y sin dejar de agitar. Con esta pasta se rellenan los chiles y se colocan capeados o -- no, en caldillo de jitomate dejándolos cocer a fuego -- lento.

## GALLETAS DE NARANJA

## INGREDIENTES:

Producto seco	500 g.
Manteca	300 g.
Azúcar	200 g.
Jugo de naranja	150 ml.
Rayadura de naranja	3 g.
Yemas	2
Royal	2 g.

Sal 0.5 g.

MODO DE HACERSE:

Se acrema la manteca con el azúcar y se le agregan el jugo de naranja, las yemas y rayadura. Los ingredientes secos se mezclan aparte y se incorporan a la mezcla anterior.

Se extiende la pasta con el rodillo y se cortan figuras. Las galletas se colocan en una charola en grasada y enharinada y se hornean por 20 minutos a 150°C.

DONAS DE LIMON

INGREDIENTES:

Producto seco	250 g.
Manteca	300 g.
Azúcar	250 g.
Huevo	1
Jugo de limón	5 ml.
Rayadura de limón	0.3 g.
Sal	0.05 g.
Royal	2 g.

MODO DE HACERSE:

Se bate la manteca con el azúcar, el huevo y el jugo de limón, se van agregando el producto seco, rayadura, sal y finalmente el royal. Se corta la pasta en forma de donas y se fríen en aceite. Calientes, se espolvorean con azúcar.

## POLVORONES DE CANELA

## INGREDIENTES:

Producto seco	400 g.
Manteca	250 g.
Azúcar	200 g.
Royal	2 g.
Canela polvo	2 g.
Huevo	1
Yema	1
Sal	0.5 g.

## MODO DE HACERSE:

La manteca se acrema, se agrega el azúcar, - el huevo y la yema, se bate bien. Se adicionan los demás ingredientes hasta formar una masa que se pueda extender y cortar en círculos. Se colocan en charolas en grasadas y se hornean a 150°C ya horneados se revuelcan en azúcar y canela en polvo.