

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

Estudio y Consideraciones Económicas para la
Instalación de una Planta Piloto Productora
de Queso Fresco de Soya

231

C. ROALD MAUBERT VIVEROS

I N G E N I E R O Q U I M I C O



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.

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA 1975
PROC. MT 279



QUINIO.

Jurado asignado originalmente según el tema:

PRESIDENTE	Quim. Julio Terán Z.
VOCAL	Ing. Antonio Reyes Ch.
SECRETARIO	Ing. Fernando Iturbe H.
1° SUPLENTE	Quim. José Ma. García S.
2° SUPLENTE	Quim. Rolando Barrón R.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química U.N.A.M.

SUSTENTANTE	C. Roald Maubert Viveros
ASESOR DEL TEMA	Quim. Julio Terán Zavaleta

C O N T E N I D O

Introducción

I. Antecedentes

II. El problema de la desnutrición en México

III. Análisis alimenticio de la soya

IV. Elaboración de un queso fresco de soya

V. Selección del equipo

VI. Consideraciones económicas

Conclusiones

INTRODUCCION.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el mundo en la actualidad y especialmente los países que se encuentran en desarrollo, es la escasez de alimentos. En la mayor parte de Latinoamérica, este problema se agrava mucho por la deficiencia en sus sistemas de distribución y el bajo nivel de ingreso per cápita. El reconocimiento de dicha situación ha dado ímpetu al desarrollo de nuevas fuentes de proteínas de bajo precio, con características de fácil manejo y almacenamiento.

Los investigadores y expertos agrícolas, en su incansable lucha por mantener un nivel suficiente del alimento que evite el hambre debida al incremento de la población en el mundo, indican la necesidad de crear nuevas fuentes de abastecimiento de víveres.

La soya, planta leguminosa, se considera una de tales fuentes muy importantes en este campo, ya que entre sus muchos usos ofrece extraordinarias posibilidades como cultivo alimenticio universal, pues su elevado contenido proteico y su riqueza en grasas lo sitúan como un alimento de alto valor nutritivo. Actualmente ocupa un lugar importante en la agricultura mundial, tanto por sus propiedades alimenticias como industriales.

En el presente trabajo se analizan algunos aspectos en relación al problema de la falta de alimentos en el mundo, qué se hace para solucionarlo y de cómo la utilización de la soya puede ser una solución a tan grave problema.

Se han incluido algunos datos estadísticos de la producción de soya en México y en el mundo, así como algunos aspectos de su cultivo, lo cual da una idea de los costos,

para un posible aumento de ésta.

Se presentan también algunas consideraciones básicas acerca del problema que se presenta para gran parte de la humanidad, y en especial para nuestro país, la escasez de alimentos y las deficiencias nutricionales que ésta trae.

Así mismo se describe muy brevemente la utilización de fuentes no convencionales de proteína como posible solución a la desnutrición poniendo atención especial al uso de la soya, sus propiedades alimenticias, así como un análisis químico de su composición.

La magnitud de la situación nutricional en nuestro país, ha motivado el interés por la elaboración de este trabajo, cuya intención es la de presentar una alternativa más de utilización de la soya para la elaboración de alimentos con alto contenido proteico. Así, se hicieron algunos experimentos con el fin de obtener un queso fresco, el cual resulta de fácil preparación y tiene la ventaja de ser muy nutritivo, ya que presenta un alto contenido de proteínas.

Como el objetivo que se persigue es la instalación de una planta piloto para elaborar el queso, se incluye la selección del equipo y algunas consideraciones económicas inherentes.

Por lo anterior, queremos indicar que con la presentación de este trabajo, tenemos el firme propósito de despertar el interés por la solución al problema de la desnutrición en nuestro país, y hacemos un llamado a los sectores gubernamental y privado que tengan a bien leer nuestro trabajo, para que se estudie más a fondo la utilización de la soya en la elaboración de alimentos, que estamos seguros de que pueden ser la solución a la desnutrición no sólo de México, sino también del mundo.

I) ANTECEDENTES

La soya es originaria de China, donde ya se le conocía antes del año 2838 A.C., de ahí se extendió a Japón y a la mayor parte de los países de Asia, algunos países de Europa y posteriormente al continente Americano. Su cultivo es tan extenso debido a que es un vegetal de fácil adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y climas.

En los Estados Unidos, a principios del siglo actual y fines del anterior, la planta era una curiosidad botánica y meramente experimental; posteriormente el cultivo se popularizó y para la década de 1930 su uso industrial ya estaba cimentado. En los países latinoamericanos, con excepción de México, Brasil y Colombia, la siembra de este cultivo es eventual y únicamente con fines experimentales.

En México, la Secretaría de Agricultura y Fomento, introdujo la soya en forma experimental en el año de 1911; de hecho los trabajos se abandonaron, ya que se pretendió emplearla como un substituto del frijol y en estas condiciones competía desventajosamente con él, por su sabor, su dificultad para la cocción y sobre todo por las costumbres de la población mexicana. Otros intentos tendientes a introducir el cultivo fueron en los años de 1928, 1932, 1937 y en 1942, siendo hasta 1958 cuando se estableció en definitiva.

En la actualidad son muchos los países que producen el frijol soya, utilizándolo no sólo como alimento, sino como fuente natural para la obtención de diversos productos que se usan en la industria, de los cuales mencionaremos varios más adelante. La producción mundial de soya en 1970, fue de 46 521 000 toneladas, obtenidas en una superficie total de 35 019 000 hectáreas, con rendimiento medio de 1330 Kg/Ha., y los países que en forma preponderante contribuyen a dicha

producción mundial, se encuentran anotados en los cuadros 1 y 2, en los cuales también se puede observar la superficie que destinaron a este cultivo y la producción obtenida desde 1966 hasta 1970. En México, desde 1911 se hicieron algunos intentos para introducir el cultivo de soya en algunas regiones; sin embargo, fue hasta 1958 cuando se sembraron y cosecharon 300 hectáreas de soya comercial. Desde entonces, la superficie se fue incrementando, observándose, que en 1960 se sembraron 10 000 hectáreas; en 1966, 54 000 Ha., y para 1970 se alcanzó la cifra de 150 000 Ha., lo cual indica la importancia adquirida por esta planta en el país.

CUADRO 1. SUPERFICIE DESTINADA AL CULTIVO DE LA SOYA POR LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES, DE 1966 a 1970. (Sup. en miles de hectáreas)

P A I S	1966	1967	1968	1969	1970
ESTADOS UNIDOS	14 789	16 093	16 634	16 585	17 177
REP. DE CHINA	13 370	14 050	13 350	13 650	13 650
U.R.S.S.	855	8 850	854	860	864
INDONESIA	605	589	677	593	660
BRASIL	491	612	722	906	1 200
COREA DEL SUR	276	311	314	305	305
MEXICO	54	57	133	150	150
JAPON	169	141	122	103	98
CANADA	113	117	119	130	136
Total Mundial	31 395	41 672	33 651	34 038	35 019

"Datos tomados de: Anuario de la Producción, F.A.O. 1968 Vol. 22; 1970 Vol. 24"

En el cuadro 3 se consigna superficie, producción y el rendimiento medio en México de 1960 a 1970.

CUADRO 2. PRODUCCION OBTENIDA POR LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE SOYA, DE 1966 a 1970. (Prod. en miles de toneladas)

P A I S	1966	1967	1968	1969	1970
ESTADOS UNIDOS	25 270	26 564	30 023	30 653	30 910
REP. DE CHINA	10 970	11 100	10 670	10 920	11 500
U.R.S.S.	586	543	528	520	598
INDONESIA	417	416	420	416	420
BRASIL	595	716	654	1 057	1 500
COREA DEL SUR	161	201	245	229	229
MEXICO	94	106	218	300	300
JAPON	199	190	168	136	128
CANADA	245	220	246	209	283
Total Mundial	39 003	40 764	43 766	45 069	46 521
Rend. (Kg/Ha.)	1 240	1 210	1 300	1 320	1 330

"Datos tomados de: Anuario de la Producción, F.A.O. 1968 Vol. 22; 1970 Vol. 24"

No obstante la importancia de esta leguminosa, la producción actual no satisface los requerimientos internos para la industria, principalmente en la elaboración de aceite y en la de formulaciones de alimentos concentrados.

México, en su creciente interés por este cultivo, realizó considerables importaciones de semilla para la siembra pero también ha disminuido en ocasiones la de algunos derivados. Es importante mencionar que las importaciones de semilla se han debido principalmente a que en México aún se tienen en la producción de la misma ciertos problemas.

En el cuadro 4 se presentan las cantidades y valor de las importaciones de la semilla de 1962 a 1969.

CUADRO 3. SUPERFICIE SEMBRADA DE SOYA, PRODUCCION Y RENDIMIENTOS MEDIOS OBTENIDOS EN MEXICO, DE 1960 a 1970.

Años	Sup. (Ha)	Prod. (ton)	Rendim. (Kg/Ha)
1960	10 000	13 000	1 300
1961	10 000	20 000	1 990
1962	11 000	22 000	2 050
1963	27 000	56 000	2 050
1964	31 000	60 000	1970
1965	27 000	58 000	2 100
1966	54 000	94 000	1 730
1967	57 000	106 000	1 840
1968	133 000	218 000	1 640
1969	150 000	300 000	2 000
1970	150 000	300 000	2 000

"Datos tomados de: Anuario de la Producción, F.A.O. 1967 Vol. 21; 1968 Vol. 22; 1970 Vol. 24"

En el año de 1969, México exportó 51 694 toneladas de harina de soya, con un valor de 54 939 456 pesos. Se puede observar en el cuadro 5 las cantidades y países a donde se exportó.

Además de semilla, México ha importado aceite, ácidos y harina de soya. El valor y volúmen global de las importaciones y exportaciones realizadas de 1962 a 1969 son hechos considerables.

Como se podrá observar en las estadísticas anteriores, aun cuando el cultivo de soya se inició en extensiones importantes en el estado de Sonora, luego en Sinaloa y posteriormente en Tamaulipas y Chihuahua, también en otros luga-

res puede producirse con éxito esta leguminosa, como es el caso de la región del Bajío, Yucatán, Zona Tropical de Golfo, Tamaulipas y Chiapas bajo condiciones de temporal, y en el istmo de Tehuantepec, Apatzingán, Mexicali, La Laguna y Guerrero bajo condiciones de riego.

De hecho la Secretaría de Agricultura y Ganadería tiene ya preparado el plan Nacional de Producción de Soya, que está abarcando el período 1974-1975; de esta producción los estados que contribuyen a ella son los siguientes:

De 0 a 10 000 ton, o sea el 7.32% en Baja California Norte, Coahuila, San Luis Potosí, Oaxaca, Yucatán, Michoacán, Morelos, Jalisco, Veracruz y Quintana Roo.

De 10 001 a 25 000 ton., o sea el 4.33% en Chihuahua

De 25 001 a 60 000 ton., o sea el 11.36% en Tamaulipas

De 60 001 a 180 000 ton., o sea el 37.95% en Sinaloa

De más de 180 000 ton., o sea el 39.04% en Sonora

La soya es un cultivo lucrativo, máxime bajo condición de temporal, en que los costos de producción bajan considerablemente; y en México, aunque se cultiva en regiones con un buen porcentaje de aguas para riego, también se ha demostrado que puede rendir bajo condiciones de buen tiempo.

En la actualidad, su uso es casi exclusivamente industrial. La planta como forraje es muy valiosa para la elaboración de leche y grasa; el heno de soya es tan eficiente ó más que el de alfalfa, y cuando puede producirse en centros de consumo, constituye una fuente de proteínas para balancear la alimentación del ganado.

Puede utilizarse como abono verde, especialmente aque-

llas variedades que producen abundante follaje; sin embargo el cultivo es demasiado valioso como para dedicarlo a mejorador de suelo. Considerando que esta planta representa una valiosa fuente de proteína, debería ocupar un lugar importante en la alimentación del pueblo mexicano, para lo cual se hace necesario la expansión y promoción del cultivo. Además, podría ser de gran interés para la economía de México, pues como se puede observar en los datos estadísticos, es posible encontrar mercados para su exportación, constituyéndose así en una importante fuente de divisas para el país.

CUADRO 4. CANTIDAD Y VALOR DE LA SEMILLA DE SOYA QUE MEXICO HA IMPORTADO DE 1962 a 1969.

AÑOS	CANT. (ton.)	VALOR (\$)
1962	2 368	4 124 113
1963	898	1 654 600
1964	1 944	3 885 750
1965	2 872	5 906 254
1966	5 029	10 225 128
1967	5 338	11 795 122
1968	12 144	24 820 954
1969	15 576	32 310 336

"Las importaciones han sido de los siguientes países: Estados Unidos, Japón, Venezuela y República de China."

No obstante las buenas perspectivas que presenta, es necesario indicar que antes de utilizar la soya para fines de producción en gran escala, las personas ó empresas interesadas deben asesorarse debidamente, pues los errores de

interpretación ó de aplicación pueden originar fracaso económico.

CUADRO 5. CANTIDAD Y VALOR DE LA HARINA DE SOYA QUE MEXICO EXPORTO EN 1969.

P A I S	CANT. (ton)	VALOR (\$)
PANAMA	28 926	30 948 105
SUIZA	20 848	21 803 185
ESTADOS UNIDOS	1 710	1 945 557
COSTA RICA	115	132 609
GUATEMALA	95	110 000
Total Exportado (1969)	51 694	54 939 456
Total Importado (1970)	11 357	15 567 493

Hasta aquí se ha analizado la situación que ha tenido y tiene en la actualidad la soya en México y en el mundo, y es pertinente antes de seguir adelante, hacer una breve explicación de las variedades que se cultivan, sistemas y medios de cultivo, para dar una idea de los costos de su producción.

La soya pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideas o Papilionaceas y al género Glycine L., comprendiendo de 12 a 15 especies, de las cuales Glycine max. es la de mayor importancia económica. Es una planta anual muy similar a la del frijol en las primeras etapas de des-

arrollo. Haciendo un examen de su anatomía, tenemos:

a) Hábito de crecimiento: erecto

b) Raíz: sistema radicular pivotante bien desarrollado presentando las nudosidades propias de las leguminosas, pero más acentuadas.

c) Tallo: leñoso, erguido y ramificado de una longitud que varía de 45 a 150 cm.

d) Hojas: pinnadotrifoliadas de color verde que va variando hasta el amarillo, cayéndose a medida que las vainas maduran.

e) Flores: localizadas en inflorescencia de racimos muy pequeños y en número de 8 a 16 de color blanco y morado según la variedad.

f) Fruto: vainas de tamaño y color variable según las variedades y tipos, nunca mayores de 10 cm de longitud conteniendo de 3 a 4 semillas.

g) Semillas: de forma elíptica casi esférica, de color amarillo, verde, café o negro según la variedad.

El tipo de variedades que se siembran comercialmente ó con posibilidades futuras de cultivo en nuestras zonas productoras, son las siguientes:

1. Lee: variedad que tiene un ciclo vegetativo de mas o menos 150 días, alcanza una altura de 80 cm. cuando se le cultiva en la época recomendada, pudiendo llegar hasta 1 m. de acuerdo a la fertilidad del suelo, siendo las semillas de color amarillo; produce las vainas desde los 10 o 15 cm. sobre el nivel del suelo y es resistente al desgrane y al acame. En el Valle del Yaqui, Sonora, presenta susceptibilidad al mildiú ó cenicilla vellosa (*Peronospora manshurica*).

2) Hood: el ciclo vegetativo de esta variedad es de 140 días, sus semillas son de color amarillo, alcanzando una altura media de 70 cm. y produciendo las vainas a partir de los 7 o 10 cm. respecto al nivel del suelo; es susceptible al desgrane y al acame.

3) Hill: su ciclo vegetativo es de 120 días, con semilla de color amarillo, alcanza una altura media de 70 cm., produciendo las vainas desde 10 cm. arriba del suelo, moderadamente susceptible al desgrane y resistente al acame; ya que su ciclo vegetativo es más corto, la planta está menos expuesta al ataque del gusano pelado (*Estigmene acrea*).

4) Bragg: variedad con ciclo vegetativo de 160 días alcanzando una altura media de 90 cm. cuando se siembra en la fecha recomendada, pero puede medir hasta 1 m. según la fertilidad del suelo, la semilla es de color amarillo, produciendo las vainas desde los 15 o 20 cm. de altura; es resistente al desgrane y al acame.

5) Dare: ciclo vegetativo de 130 días, con semilla de color amarillo y altura media de 70 cm., produciendo vainas a partir de los 10 cm. respecto del piso; es susceptible al desgrane y resistente al acame.

Considerando que las variedades tienen requisitos bien definidos los cuales determinan que éstas tengan un área de adaptación limitada, ha sido necesario que los programas de investigación que se lleven a cabo en México, desarrollen nuevas variedades adaptadas a zonas ecológicas muy específicas, o bien para cubrir ciertas regiones en donde estas variedades no se adaptan. De los trabajos para el mejoramiento de soya llevados a cabo hasta la fecha por conducto del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, se han obtenido cuatro variedades, cuyas características son:

Laguna 65: esta variedad tiene un ciclo vegetativo de 120 a 130 días, su altura media es de 50 cm. pudiendo alcanzar los 80 cm., semilla de color crema; es resistente al desgrane (20 días después de la madurez) y tolerante al acame. Se recomienda para la comarca Lagunera y puede rendir de 2 a 3 toneladas por hectárea.

Batacto 66: el ciclo vegetativo de esta variedad, depende de la época de siembra y oscila entre los 130 y 170 días, sus semillas son de color amarillo, crece de 75 a 85 cm. y produce las vainas a los 14 ó 18 cm. sobre el nivel del suelo; es resistente al desgrane y al acame; rinde entre 2 y 2.4 toneladas por hectárea.

Tropicana: variedad con período vegetativo de 120 días, alcanza una altura de 80 a 100 cm. produce semilla de color crema, resistente al desgrane y rinde hasta 2.5 toneladas por hectárea en su área de adaptación (zona tropical del golfo).

Cajeme: el ciclo vegetativo de tal variedad es de 140 días, alcanza una altura de 90 cm. cuando se le siembra en la época recomendada, pudiendo llegar hasta 1m., dependiendo de la fertilidad del suelo, da semillas color amarillo y las vainas crecen a 20 cm. del piso; es resistente a las diferentes razas de mildiú o cenicilla vellosa, que se presenta en el Noroeste de México. Puede rendir hasta 3 toneladas por hectárea en el Valle del Yaqui, en Sonora.

Son tres los factores más importantes que condicionan el éxito en la producción: el clima, el suelo y la práctica cultural. Examinándolas brevemente:

a) Clima: el desarrollo vegetativo de la soya depende de qué condiciones ambientales de temperatura y luz solar, se someta, siendo esto resultado de la latitud y la altura.

El foto-período del lugar, es el factor principal que va a determinar la fecha en que la planta de soya florece y madura; el tiempo en que se llenan las vainas no es muy variable, pero sí el que transcurre de la siembra al comienzo de la floración.

Cada variedad cuenta con requisitos de clima muy bien definidos que determinan que tengan diferente área de adaptación y que por tanto, la gama de variedades utilizables sea muy amplia en los países donde el cultivo representa una gran importancia económica. Por ejemplo, en México, una de las variedades -Lee- se produce satisfactoriamente en el Valle del Yaqui, Sonora, cuya latitud es de 27°30' N; no así en Valle Fuerte, Sinaloa, cuya latitud es de 25°30' N. A latitudes muy bajas puede llegar a no producir grano.

Para que produzca sus máximos rendimientos, las temperaturas diurnas deben oscilar entre 25° y 30°C y las temperaturas nocturnas entre 18° y 25°C; la semilla requiere una temperatura mínima de 7°C para germinar. Las plantas pueden tolerar bajas temperaturas hasta 4°C, durante gran período de su desarrollo sin que se registren graves daños en el follaje, siempre que no se presenten cuando las vainas estén a medio llenar para que éstas maduren satisfactoriamente. Toleran períodos cortos de sequía, hasta poco antes de la floración, pues en esta etapa y durante la formación de la vaina, no debe faltarles humedad.

b) Suelo: aun cuando la soya prospera en casi todo tipo de suelos, excepto los muy arenosos, es necesario que a los que se elijan, proporcionarles un drenaje eficiente así como una buena nivelación para evitar que se presenten excesos de humedad que puedan perjudicar seriamente al cultivo en cualquier época de su desarrollo. Prospera en suelos

con un pH entre 6 y 7; es susceptible a las sales solubles y en ocasiones sirve como indicador de la presencia de las mismas en el suelo o en el agua de riego.

c) Prácticas culturales: o sea el hecho de preparar el terreno adecuadamente, pues de ello depende un nacimiento uniforme y un desarrollo vigoroso, por lo que es conveniente efectuar eficientemente las siguientes labores:

Desvare: útil para desmenuzar e incorporar a los residuos de un cultivo anterior, haciéndose de preferencia, una vez que el terreno está ligeramente húmedo.

Barbecho: esta operación debe efectuarse entre 20 y 30 cm. de profundidad (en algunos suelos conviene cruzar)

Rastreo: según lo requiera el terreno, dar 1 o 2 pasos de rastra.

Nivelación: el terreno debe quedar uniforme, sin promontorios o depresiones notables.

Como las leguminosas fijan el nitrógeno del aire debido a la simbiosis de sus raíces con ciertas bacterias donadoras de nitrógeno, se recomienda para la rotación de cultivos; la especie más común de este tipo de bacterias es la *Rhizobium leguminosarum*, siendo la específica para la soya, la *Rhizobium japonicum*. Si en un terreno no se ha cultivado alguna planta leguminosa, hay motivo para sospechar que en el suelo falte la bacteria que pueda vivir en simbiosis, de donde se hace necesario inocular la semilla.

Para tener una idea general de lo que cuesta producir la soya, se tomaron como base los costos de producción en el norte del estado de Sinaloa por la residencia del Fondo de Garantía en Los Mochis, Sin. En la región considerada el cultivo es bajo riego, inoculación y fertilización. Ver el

cuadro 6.

**CUADRO 6. COSTOS DE PRODUCCION DE SOYA POR HECTAREA
EN EL NORTE DEL ESTADO DE SINALOA.**

C O N C E P T O	C O S T O (\$)
PREPARACION DE TIERRAS	450.00
Barbecho	100.00
Rastreo doble	100.00
Nivelación	50.00
Limpieza de canales	20.00
Traso de riego	10.00
Surqueo	40.00
Pegar surcos	10.00
Bordos y canales	40.00
Riego de presiembra	30.00
Descopete	50.00
SIEMBRA Y FERTILIZACION	487.25
Permiso de siembra	5.00
Semilla (100 Kg.)	265.00
Fertilizante (195 Kg. de agua amoniacal)	107.25
Aplicación	40.00
Inoculante (doble dosis)	20.00
Siembra	50.00
CULTIVOS	554.66
Cultivos (2)	90.00
Abierta de surco (2)	80.00
Riegos (5)	100.00
Deshierbes (2)	90.00
Insecticidas (20 Kg. de Salvadrín)	124.66
Aplicación (3)	70.00

C O N C E P T O	C O S T O
COSECHA	240.00
Trilla	170.00
Carga y acarreo	70.00
DIVERSOS	293.94
Cuota de agua	121.00
Seguro agrícola	107.45
Seguro social	9.49
Administración	56.00
TOTAL FINANCIABLE	2 025.85
<hr/>	
Total financiable	2 025.85
Intereses	90.00
Impuestos	118.00
	2 234.75
Rendimiento esperado: 2 ton./Ha.	
Precio probable por tonelada	1 550.00 (en bodega)
Valor probable de la cosecha	3 100.00

"Datos tomados de: FIRA 1972; Manual de Ayuda Técnica para Estudios Agropecuarios en el norte del estado de Sinaloa.

Todos los datos estadísticos anteriores, pueden darnos una idea de los pasos a considerar en el caso de querer o pensar en montar una planta que produzca un queso de soya.

II) EL PROBLEMA DE LA DESNUTRICION EN MEXICO

En este capítulo analizaremos los principales aspectos del problema, contando con datos estadísticos de México dados por el Instituto Nacional de la Nutrición.

Las proteínas son el material natural que constituye a todos los seres vivos y son esenciales en todo proceso biológico. Las proteínas se forman en el organismo por la combinación de los aminoácidos, siendo varios de ellos básicos o esenciales. En total son 26 los que han sido hallados en las proteínas; algunos de estos son los esenciales, así se les denomina porque el organismo no los puede sintetizar y por lo tanto deben ser suministrados por los alimentos. En el cuadro 7 se anota cuales son dichos aminoácidos.

CUADRO 7. AMINOACIDOS NATURALES. AQUELLOS MARCADOS CON "e" SON ESENCIALES

(+) Alanina	(-) Hidroxiprolina
(+) Arginina (e)	(+) Isoleucina (e)
(-) Asparagina	(-) Leucina (e)
(+) Acido Aspártico	(+) Lisina (e)
(-) Cisteína	(-) Metionina (e)
(-) Cistina	(-) Fenil alanina (e)
(+) 3,5-Dibromotirosina	(-) Prolina
(+) 3,5-Diodotirosina	(-) Serina
(+) Acido Glutámico	(-) Treonina (e)
(+) Glutamina	(+) Tiroxina
Glicina	(-) Triptofano (e)
(-) Histidina (e)	(-) Tirosina
(-) Hidroxilisina	(+) Valina (e)

Los aminoácidos esenciales se requieren en las proporciones correctas, de tal manera que si uno de los aminoácidos se encuentra en exceso, no podrá ser utilizado totalmente, pues su consumo estará limitado por el aminoácido de menor proporción relativa en el alimento. Por lo general la alimentación disponible para el promedio de la población americana, no presenta una cantidad balanceada de aminoácidos.

La escasez de alimentos no solamente es un problema de cantidad, sino también de calidad. En términos generales se considera como una dieta adecuada la cantidad de 90 grs. de proteína al día per cápita. Sin embargo la F.A.O. ha reconocido que 72 gr. al día, es una cantidad aceptable para los países de bajo desarrollo. En el cuadro 8 se puede ver el consumo promedio de proteínas en diferentes sectores de la población mexicana y su baja proporción relativa en las proteínas, que en algunos casos alcanza niveles muy bajos.

CUADRO 8. CANTIDAD DE PROTEINAS TOTALES INGERIDAS EN DIFERENTES SECTORES DE LA POBLACION.

S E C T O R E S	PROTEINA ANIMAL	PROTEINA TOTAL
URBANO:		
Unidades habitacionales	45.8	86.1
Vecindades	23.5	67.1
Barracas periféricas	14.3	59.0
RURAL:		
Zonas de buena nutrición	20.0	69.0
Zonas de regular nutrición	15.1	60.0
Zonas de mala nutrición	10.0	56.1
Zonas de pésima nutrición	7.9	50.2

"Datos proporcionados por el Instituto Nacional de la Nutrición"

En el medio urbano, la dieta es adecuada en los dos primeros grupos que corresponden a empleados y obreros con medianos o bajos recursos; pero las barriadas periféricas o también llamadas "cinturón de miseria del Distrito Federal" habitadas por grupos sociales subocupados con bajo ingreso, muestran un nivel de consumo de alimentos muy deficiente.

El consumo del sector mencionado y por lo tanto su nutrición, es inferior a comparación de las zonas rurales que están clasificadas como de nutrición regular. El sector de la población urbana se encuentra en constante crecimiento y se debe a la constante migración que se lleva a cabo por la población rural a las zonas marginales de la ciudad, incrementando la magnitud e importancia del problema.

En el medio rural, el problema de la nutrición también es de considerable importancia, aún en el sector llamado de nutrición regular ya que tiene niveles de consumo mucho muy bajos.

De los datos anteriores se puede observar que solamente el sector urbano que vive en unidades habitacionales, sí tiene una dieta superior a la recomendada por la F.A.O. Aquí no se incluye al sector de mayores ingresos, ya que es obvio que sus consumos son mucho mayores, además de no contar con información confiable; de todos modos, este sector privilegiado y muy pequeño se encuentra arriba del promedio

El problema de la desnutrición en México, es mucho más complejo de lo que parece. Se inicia desde la infancia, ya que la alimentación es inadecuada debido a la debilidad de la madre, quien durante el embarazo y la lactancia, no es capaz de dar suficientes elementos nutritivos que necesita el niño, debido a la mala alimentación que ella recibe; esta situación se complica cuando va aunada a un destete in-

correcto; las consecuencias de esta situación son múltiples uno de cada diez niños en México mueren por desnutrición o por infecciones, y aquellos que se recuperan o sobreviven, comúnmente presentan anormalidades en su crecimiento afectando sus capacidades ya sea físicas o mentales o ambas que son causa de serios trastornos en el desarrollo social y económico del país, perpetuando así la dualidad de la sociedad.

El Dr. Salvador Zubirán, del Instituto Nacional de la Nutrición, ha calificado esta situación como de -desnutrición crónica-, caracterizada por una reducción en el tamaño corporal y de la capacidad de trabajo de los individuos, así como poca resistencia a las enfermedades y sobre todo la disminución de la energía psíquica, trayendo como resultado un proceso llamado de inadaptación social caracterizado por apatía, indiferencia y escasa capacidad productiva.

Esta formación cerebral incompleta puede condenar al país y a todos los países subdesarrollados, a estar habitados en una proporción considerable por individuos infradotados con serias deficiencias mentales, lo cual les impedirá lograr mejores niveles de vida para alcanzar el progreso de los países más avanzados.

El problema de la escasez de alimentos se vuelve mucho más complejo si se toman en cuenta la diferente proporción de aminoácidos esenciales contenidos en todas las proteínas. Si un aminoácido esencial está limitado (por ejemplo se encuentra en menor proporción que la ideal), la utilización, de los demás aminoácidos se reduce proporcionalmente.

Varios alimentos ricos en proteínas, tienen deficiencia en uno o más aminoácidos esenciales. Por ejemplo la metionina frecuentemente se encuentra en menor proporción que

la requerida, aún en las proteínas animales (carne, pescado aves y derivados lácteos); las proteínas contenidas en todo cereal, los cuales constituyen la mayor parte dietética de los mexicanos así como de muchos países en desarrollo, son deficientes en lisina y metionina.

En México, el maíz es la base de la alimentación, a tal grado que algunos sectores reciben de un 60 a 80% de proteínas solamente del maíz. Esto ha sido la causa de muy serias deficiencias nutricionales, especialmente en la niñez y mujeres embarazadas; pero no puede atribuirse al maíz por sí mismo, sino al monoconsumo que evita que no se le complemente la dieta.

Además de la presente escasez de alimentos, hay necesidad de prever los resultados de la continua explosión demográfica. Latinoamérica tiene una de las mayores tasas de crecimiento en el mundo. La actual población de México, es aproximadamente de 60 millones, de los cuales el 40% viven en las zonas rurales y el 60% viven en las zonas urbanas.

Las tasas de crecimiento esperadas para los próximos 5 años, son de 1.1% anual para el sector rural y 5.1% anual para el sector urbano, dando un crecimiento total promedio de 3.4% anual. Otro dato importante es el hecho de que, mas o menos el 18.5% de la población está formado por niños menores de cinco años, cuyos requerimientos nutricionales son más críticos.

No obstante las mejoras tecnológicas de la agricultura y el mayor empleo de fertilizantes, la tasa de incremento a cada año en la producción de alimentos, es continuamente aún superada por la tasa de crecimiento demográfico. El control de crecimiento de la población es inaplazable.

Cualquier programa educacional y social con este objeto, debe contar con el apoyo de todos los sectores, privado iglesia y sobre todo del gobierno. Sin embargo, como aún se está muy lejos de lograr un índice de crecimiento de la población cercana a cero en corto plazo, la necesidad de mejorar la alimentación es absolutamente indispensable y urgente.

El enfrentamiento a este problema implica el esfuerzo y decisión de muchos grupos trabajando en diferentes medios a fin de resolverlo. Una posible solución a la escasez de alimentos y proteínas, consiste en el desarrollo de nuevas fuentes de proteína no convencionales.

El Ingeniero Químico debe desempeñar un papel muy importante en la solución del problema tomando parte en las investigaciones, desarrollo, ingeniería de proceso, diseño, construcción y operación de plantas.

Varias fuentes no convencionales de proteína se han utilizado para satisfacer la escasez mundial de alimentos, y de las más ampliamente estudiadas, se encuentran las proteínas de origen vegetal modificadas, los concentrados proteínicos de pescado, proteínas de origen unicelular en substratos de petróleo, proteína de algas, proteína de hojas y aminoácidos sintéticos.

Desde luego que existe la posibilidad de usar estos alimentos no convencionales para alimentar al ganado, quienes posteriormente los transformarán en proteínas animales, que podrán ser consumidas después por el hombre, pero es un proceso poco eficiente, pues el ganado sólo aprovecha el 10 por ciento en su desarrollo y parte de su carne se desperdicia durante su destajo, constituyendo además un desperdi-

En el presente trabajo, hemos puesto especial atención en las fuentes no convencionales de proteína para consumo humano mediante el uso de soya para la fabricación de queso fresco, el cual tendría un 25 o 30% de proteína.

Aunque en México ya se utiliza la soya, gran parte está destinada, como anteriormente dijimos, para exportación y extracción de aceite. En el proceso de la extracción del aceite de semillas como la soya, se obtiene una pasta remanente de alta cantidad proteínica. Dicha proteína puede ser concentrada desgrasando con ácido diluido y secados subsiguientes.

La semilla de soya ha sido ampliamente utilizada en la concentración de proteínas, por extracciones múltiples a la harina desgrasada con soluciones alcalinas acuosas; la proteína cruda es centrifugada, lavada y secada, o neutralizada y secada por aspersion, obteniéndose una concentración a un 95%.

Los principales problemas que impiden el total aprovechamiento de las semillas oleaginosas en la nutrición, se deben a las condiciones insalubres y anticuadas de las instalaciones en que se les extrae el aceite y al excesivo calor a que son sometidas, degradando la proteína y limitando así su aplicación. Además de lo anterior, uno de los principales problemas que se presenta en nuestro país es la resistencia de la gente a consumir estos productos, más que otra razón, por el sabor que presenta que no es del agrado, pues en nuestra sociedad se tiene una inclinación arraigada por la ingestión de los antojitos, que si bien son deliciosos, deja mucho que desear su valor nutritivo. Otra razón a que se atribuye es la idea de considerar a estos derivados, como alimento de segunda clase, sólo propia para el ganado, o la fabricación de fertilizantes.

Varios intentos se están realizando en Latinoamérica, para comercializar productos nutritivos obtenidos a partir de las oleaginosas. En México, la firma Industrial de Alimentos se encuentra trabajando en el desarrollo de alimentos con alto contenido de proteínas a bajo costo, extraídos de la soya. Ha desarrollado varios productos derivados de la misma, tal como el Soyacit (substituto de leche), texturizados parecidos a la carne, harina integral, cereales troquelados, sopa con proteína y algunos otros.

A todos estos productos que ya se elaboran, podría sumarse nuestro queso fresco derivado de la soya que posiblemente pueda estar dentro del gusto de la gente que consume dichos productos.

III) ANALISIS ALIMENTICIO DE LA SOYA

La soya por su valor alimenticio constituye una importante fuente de proteína vegetal, pues contiene un porcentaje proteínico que varía de 40 a 60%. En México, debido a la escasa ración proteínica en la dieta del medio rural nos presenta un panorama prometedor como alimento.

Los granos verdes son ricos en vitamina A, además contienen buena cantidad de vitamina B y riboflavina, pero no el grano seco cuyo contenido vitamínico disminuye considerablemente. Verdes o secos son buena fuente de minerales: potasio, fósforo, calcio y fierro.

La composición del frijol soya es muy compleja, presenta todos los elementos necesarios en la alimentación humana; es una semilla oleaginosa compuesta principalmente de lípidos, proteínas, carbohidratos y minerales; éstos y los demás constituyentes, son acumulados por transporte de las sustancias nutritivas solubles, principalmente en la forma de aminoácidos y carbohidratos. Las investigaciones demuestran que si hay acumulación de aceite, hay disminución de carbohidratos, lo que indica que son éstos los precursores, de las grasas y aceites en la semilla. Un análisis general divide a los componentes de la soya expresados en por ciento mínimo y máximo, datos que se reportan en el cuadro 9.

La composición varía según la variedad y el medio ambiente, principalmente el clima. Esto fué investigado por Viljoen quien calculó que por cada grado centígrado elevado o disminuido, el contenido de proteína variaba en un 0.39%; el frijol soya consta de los cotiledones, cáscara y embrión o germen. En el cuadro 10 se ve la composición en por cien-

to de humedad, protefna, carbohidratos, grasa y cenizas, en las diferentes partes de la semilla.

CUADRO 9. ANALISIS PORCENTUAL DELOS COMPONENTES BASICOS DE LA SOYA

C O M P O N E N T E	% MIN.	% MAX
Humedad	5.02	9.42
Ceniza	3.30	6.35
Grasa	15.50	25.20
Fibra cruda	2.84	6.27
Carbohidratos	23.90	25.00
Protefna	29.60	55.30
Sales minerales	3.52	6.50
Almidón	0.07	1.05

La soya tiene un valor nutritivo muy alto, ya que comparándola con otros alimentos de origen vegetal, es el que contiene más protefna. Además, el valor nutritivo de éstas, es comparable al de las protefnas de origen animal, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales.... pero, qué son las protefnas?

Desde el punto de vista químico, las protefnas son polímeros cuyas unidades monómeras, o sea los aminoácidos, a través de reacciones bioquímicas complejas van a formar los tejidos, células, neuronas, etc. de un organismo.

Desde el punto de vista biológico, la función principal de las protefnas es la de suministrar al organismo, todos los materiales de construcción, lo cual explica por qué depende de éstas la vida en sí.

Desde el punto de vista nutricional se clasifican en:

a) Completas: aquellas que contienen todos los aminoácidos esenciales (como es el caso de la soya).

b) Incompletas: aquellas que no los contienen o en algunos casos, contienen sólo alguno de ellos.

Todas las proteínas de origen animal, con excepción de la gelatina, son muy nutritivas y contienen suficiente cantidad de aminoácidos esenciales para que se consideren completas, pero las de origen vegetal son incompletas, con la excepción de la soya.

CUADRO 10. COMPONENTES QUE SE ENCUENTRAN EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA SOYA. EN %.

PORTE	%	HUM.	PROTEINA	H. de C.	GRASA	CENIZA
Cotiledones	90	10.6	41.3	14.6	20.7	4.4
Embrión	2	13.1	36.9	17.3	10.4	4.1
Cáscara	8	12.5	8.9	21.1	0.6	3.8

En caso necesario, se puede substituir con soya a las proteínas animales, o para complementar aquellas proteínas, que estén deficientes en aminoácidos esenciales. La soya no solamente contiene proteína de una gran calidad, sino además que el contenido de ésta es mayor que el de muchos productos alimenticios. Para dar una idea de esto, veamos que cantidad de veces más tiene la soya respecto a otros:

- 1.5 veces más proteína que el queso
- 2.0 " " " " la carne y el pescado
- 3.0 " " " " el huevo y harina de trigo

11.0	veces más	proteína	que	la	leche
1.5	"	"	"	"	el frijol y cacahuete
1.5	"	"	aceite	que	el queso, almendra y nuez
1.0	"	"	"	"	la carne
5.0	"	"	"	"	la leche
10.0	"	"	"	"	la harina de trigo

Otra comparación del contenido de proteína de la soya y de los cuatro mejores alimentos es la siguiente:

1 Kg.	de	harina	de	soya	equivale	a	2.3 Kg.	de	carne
1 Kg.	"	"	"	"	"	"	"	72	huevos
1 Kg.	"	"	"	"	"	"	"	3.75	litros de le-
									che)
1 Kg.	"	"	"	"	"	"	"	4	Kg. de queso

Carbohidratos.- Su contenido es más bajo comparado con otros frijoles (0.5 veces menos), y son principalmente almidón y azúcar, conteniendo aproximadamente un 12% aprovechable, por lo que resulta ideal para diabéticos o en dieta en que se requiere poca cantidad de carbohidratos. Un análisis del contenido de éstos se aprecia en el cuadro 11.

Grasas.- El contenido es elevado (casi 20%), se digiere fácilmente comparado con el aceite de oliva, siendo una extraordinaria fuente de energía y calor. Predominan principalmente ésteres de alto peso molecular.

Minerales.- La soya también es rica en minerales y vitaminas, contiene cantidades considerables de fósforo, calcio y fierro; contiene 10 veces más fierro, 15 veces más Ca y 7 veces más fósforo que el trigo.

Vitaminas.- El contenido exacto se desconoce, pero sí se sabe que contiene cantidades suficientes de tiamina, ri-

boflavina, piridoxina, biotina, niacina, ácido pantoténico y ácido ascórbico.

CUADRO 11. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS EN HARINA DE SOYA. (% MAXIMO).

T I P O	POR CIENTO
Galactano	5.26
Acidos orgánicos	1.17
Pentosanas	5.43
Azúcar invertida	0.80
Sacarosa	3.65
Rafinosa	1.36
Almidón	0.48
Celulosa	2.84
Ceras	5.22
Dextrina	4.70
total	30.91

IV) ELABORACION DE UN QUESO FRESCO DE SOYA

El proceso seguido para la elaboración del queso, es muy similar al empleado en la industria; o sea que se necesitan cierto números de pasos antes de que pueda quedar ya listo para su consumo.

El sistema que se ha seguido es el siguiente:

- a) Obtención de la leche de soya
- b) Fermentación

El proceso puede hacerse de dos maneras; ya sea usando el grano con cáscara, o bien eliminándola. Durante la experimentación se eliminó la cáscara, pues parece ser que ésta es la causante del sabor característico de la soya; de todas maneras el hecho de agregar saborizantes no elimina totalmente su sabor.

La razón por la cual se pretende eliminarlo se debe a que es casi seguro que la mayoría de la gente que vaya a comer el queso, no gustará del sabor, pues como se dijo antes desafortunadamente no están acostumbrados a una dieta a base de soya, por lo que se hace necesario buscarle un sabor adecuado, que si no es el de un queso de leche de vaca, por lo menos le dé un sabor parecido.

La elaboración de la leche comprende varios pasos fundamentales para tener un buen rendimiento y las condiciones necesarias de higiene; tales pasos son:

1. Pretratamiento: se trata de la preparación preliminar o acondicionamiento del grano para poderlo manejar, y consiste en remojar la semilla en agua con un poco de hidróxido de calcio durante unas ocho horas, consiguiendo con esto que el grano se hidrate y ablande, además de que así

resulta mucho más fácil el desprendimiento de la cáscara ya sea con los dedos o con equipo industrial especial.

2. Lavado: una vez que el grano se ha descascarado, debe someterse a un lavado con agua con el objeto de quitar toda clase de impurezas como tierra, polvo etc.

3. Molienda: se realiza inmediatamente después del lavado, pasando la semilla a un molino, ya sea de martillos ó de bolas, o bien en un molino para nixtamal; en este caso, se recomienda usar molino para nixtamal en virtud de que su manejo es sencillo lo mismo que su limpieza y mantenimiento pero ya sea que se usa cualquiera de estos tipos de molino, es necesario agregar agua con el fin de prevenir la desnaturación de la proteína por efecto del calor producido por el mismo. La cantidad total de agua por kilogramo de soya es de 1 litro, así que se usarán unos 200 ml. al momento de la molienda y después se complementa con 800 ml. cuando se efectúe la cocción.

4. Cocción: cuando el grano está bien molido y se ha adicionado la cantidad de agua requerida, la suspensión obtenida se somete a cocido durante unos 45 min. y con agitación continua para evitar que se queme. Al mismo tiempo se agregan canela o vainilla y rajitas de cáscara de naranja o nuez, con lo cual se logra opacar un poco el sabor característico de la soya.

5. Filtrado: cuando la emulsión se ha cocido, se le deja reposar y enfriar durante dos horas; se somete a homogeneización para después pasarla por un filtro con el fin de eliminar la parte que no se incorporó. Este filtrado se puede someter a secado para después usarse como complemento de sopas o cualquier otro tipo de guisos; o bien emplearse en la dieta de animales de granja, quienes asimilarán las

proteínas que después consumiremos.

Una vez que se han seguido los pasos anteriores se pasa al segundo proceso de fabricación, o sea la fermentación. De hecho es este paso el que nos da el producto final listo para su consumo; pero también se requiere de más cuidado ya que hay que controlar la fermentación y la higiene durante el envasado.

Considérese lo siguiente: una vez que se ha obtenido la leche de soya, se pasará a un tanque de fermentación, donde permanecerá de 36 a 48 horas. La fermentación se lleva a cabo inoculando la leche con bacilos lácticos. Después de ese tiempo, la solución se ha separado en dos fases, una en la forma de grumos que es propiamente el queso, y otra en forma líquida que es el suero.

Tal mezcla se pasa por un filtro para eliminar todo el suero; la pasta que queda se homogeneiza y se le adicionan, sal y algún aglutinante, que en este caso es carboxi-metil-celulosa grado alimenticio.

Por último, el queso ya terminado se envasa ya sea en papel aluminio o en envases de plástico de determinada capacidad. Por razones de conservación, es aconsejable agregar algún preservativo como benzoato de sodio.

V) SELECCION DEL EQUIPO

Una vez que se han estudiado los pasos necesarios para la elaboración del queso, es posible determinar qué equipo se necesita. En primer lugar se calcularán las cantidades de materia prima que se vayan a utilizar, para después determinar la base de cálculo. Se comenzará por la selección del equipo para la elaboración de la leche y posteriormente para la fermentación.

Para la elaboración de la leche se requieren de 100 g. de semilla seca por cada litro de agua; la soya cuando se hidrata absorbe de un 95 a 110% en peso de agua, por lo que se tienen 220 g. de grano hidratado al cual ha de añadirsele un litro de agua. Una vez que se ha fermentado la leche, se obtiene alrededor de un 35% en peso de queso, por lo que si se fija una producción de 500 Kg. de queso al día se requieren producir 1430 litros de leche diarios.

El hecho de producir la leche de soya presenta ciertos problemas de ingeniería química, estando entre éstos la molienda de los granos que es importante para una dispersión eficiente en la emulsión, además de la operación continua. Dichos pequeños problemas pueden ser resueltos con la ayuda de la planta piloto; aunque cuando se produzca en escala elevada, los problemas serán un poco más serios, por el hecho de que se presentan sustancias mucilaginosas y adhesivas que pueden interferir con la filtración, presencia de espuma y el calor de desnaturalización, además de manejo de grandes cantidades de material en un tiempo determinado.

Basándose ahora en los pasos seguidos con anterioridad el equipo seleccionado es el siguiente:

Como el pretratamiento consiste en la limpieza, remojo y peso de la semilla, se requiere primero de un sistema de tamices con malla de diferente abertura y un sistema de aspiración. Una de las mallas debe ser más grande que el grano para que así se eliminen hojas y basuras de gran tamaño, y otra de tamaño menor con el fin de quitar piedrecillas y otras partículas. Por debajo del sistema de tamiz, se coloca la aspiradora para eliminar el polvo; el sistema de aspiración se efectúa por medio de un ciclón con tolva de alimentación; la potencia del motor para la extracción es de 3 H.P. Es recomendable que una vez que el grano esté limpio se pase por un electroimán que elimine tuercas, tornillos u otro material ferroso.

Para el remojo se ha pensado en una distribución de 2 tanques, tal que cada uno contenga 71.5 Kg. de grano. Estimando que tal cantidad de grano ocupa aproximadamente 60 lts y también previendo un aumento en la capacidad de la planta el volúmen de cada tanque será aquel capaz de contener 1000 litros, por lo que teniendo tanques de 1.67 m. de largo 1m. de alto y 0.6 m. de ancho, se obtiene la capacidad requerida. Como la cáscara de la semilla flota en la superficie se puede eliminar antes de vaciar, pasando, después la semilla a través de una criba y se desprenda la cascarilla.

En el caso de la molienda, se pasa el grano por un molino para nixtamal, debiendo hacerse en presencia de agua y evitar que el calor desprendido desnaturalice la proteína y además que las sustancias mucilaginosas no atasquen el molino; de todos modos debe vigilarse continuamente debido a la presencia de sustancias adhesivas.

Para el cocido de la emulsión, ésta se pasa a un tanque cilíndrico de acero inoxidable o vidriado en el interior

cuya altura será de 1.2 veces el diámetro. Como se han de producir 1430 litros de leche y en el caso de una ampliación se considera necesario un tanque de 3000 litros de capacidad. Si se hace la cocción con el tanque abierto, es decir a presión atmosférica, debe ser considerada la evaporación, por lo que se recomienda aumentar la cantidad de agua en un 25%, con el fin de evitar que la cantidad de leche de soya disminuya su volumen. Para calcular el tanque de cocción se procederá de la siguiente manera:

La fórmula para calcular el volumen de un cilindro es:

$$V = (\pi r^2)h$$

donde h= altura en cm.
r= radio en cm.
V= volumen

Despejando: (recuérdese que $h = 1.2 D = 2.4 r$)

$$r^3 = \frac{V}{\pi 2.4} = \frac{3 \times 10^6 \text{ cm}^3}{7.54} =$$

por lo que $r = (0.397 \times 10^6)^{0.33} = 73.4 \text{ cm.}$

De donde se obtiene que el diámetro será de 73.4×2 o sea 146.8 cm.; por lo tanto la altura del mismo será de $146.8 \times 1.2 = 176.16 \text{ cm.}$

El agitador que se necesita para mover la emulsión será de tres hojas radiales. Consultando el libro Unit Operations de Brown, encontramos que la relación del diámetro del tanque al diámetro del agitador debe ser igual a 3, por lo que despejando en la ecuación se tiene:

$$\frac{Dt}{D_{ag}} = 3 \quad ; \quad D_{ag} = \frac{146.8}{3} = 48.9 \text{ cm.}$$

La altura a que ha de colocarse el agitador está determinada por la ecuación que dice que la altura teórica dividida entre el diámetro del agitador debe ser igual a 1, por lo que:

$$\frac{h \text{ teórica}}{D_{ag}} = 1 \quad ; \quad h = (D_{ag}) (1) = 48.9 \text{ cm.}$$

El número de baffles de acuerdo con los datos será de 4 y su anchura viene dada por la relación $W/D_{ag} = 0.1$, donde W es la anchura del baffle, por lo tanto:

$$\frac{W}{D_{ag}} = 0.1 \quad ; \quad W = (D_{ag})(0.1) \\ = 4.89 \text{ cm.}$$

Para calcular la potencia del motor que mueva al agitador, podemos aplicar la siguiente ecuación:

$$P = \frac{(F) (d) (n^3) (D_{ag})^5}{gc}$$

en donde: $F = f(re)$; $d =$ densidad; $n =$ r.p.s. y $gc =$ gravedad

Para el cálculo de F , nos basaremos en la gráfica de el libro Unit Operations de Brown en donde viene tabulado F vs. número de Reynolds para los diferentes tipos de agitadores.

$$Re = \frac{(n) (D_{ag})^2 (d)}{\mu} = \quad \text{donde } \mu = \text{viscosidad en cp.}$$

$$Re = \frac{(5 \text{ rps})(49/30.5 \text{ ft})(1.02 \times 62.4 \text{ lb/ft}^3)}{1.53 \times 6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-sec}}$$

$$Re = 73 \ 600$$

Este valor del número de Reynolds, asegura un flujo turbulento; consultando entonces la tabla, se encuentra que para este Re el valor de F para este tipo de agitadores vale 0.33 y entonces substituyendo este valor en la fórmula para calcular la potencia tenemos:

$$P = \frac{(0.33)(1.02 \times 62.4 \text{ lb/ft}^3)(125 \text{ rps})(49/30.5)^5}{2 \times 32.2 \text{ ft/seg}^2}$$

$$P = 700 \text{ lb-ft/seg} \quad ; \quad P = \frac{700 \text{ lb-ft/seg}}{550} = 1.27 \text{ H.P.}$$

Tomando en cuenta las pérdidas por fricción, la potencia debe ser de 1.5 H.P.

Cuando la emulsión esté perfectamente cocida, se pasa a

la filtración de la misma. Se puede efectuar en varios tipos de filtros. Los más usados en la industria son de dos tipos: "Intermitentes" y "Continuos". Los de tipo intermitente, se pueden clasificar en filtros de cartucho, filtros de hojas, y filtros prensa (estos trabajan a baja presión). De los que son continuos, el más usado es el rotatorio y trabaja a vacío.

Para la planta piloto se ha escogido el filtro tipo rotatorio por su fácil manejo y las cantidades de material que se manejan. Para calcular el filtro se toman en cuenta 2 variables: el área de filtración y la torta.

Se van a manejar 1430 litros de leche al día, pero previendo una expansión, calcularemos sobre de 3000 litros/ día o sea 793 galones. Si deseamos filtrar 1.5 gal/min., o sea, 90.1 gal/hr., el área de filtración requerida viene dada por la relación $A.F. = Q/Fr$; donde A.F. es el área en ft^2 , Q es el gasto en gal/hr., y Fr la velocidad de flujo (flow rate). Según datos de la publicación "Shriver Pressure Filters", la velocidad de flujo recomendado es de 60 gal/hr- ft^2 de A.F.; despejando se tiene:

$$A.F. = \frac{90.1 \text{ gal/hr}}{60 \text{ gal/hr-ft}^2} = 1.5 \text{ ft}^2 = 45.75 \text{ cm}^2$$

el diámetro del filtro será:

$$r^2 = 1.5 \text{ ft}^2 \quad ; \quad r = \left\{ \frac{1.5}{\pi} \right\}^{1/2}$$

$$r = (0.478)^{0.5} = 0.69$$

$$D = 0.69 \times 2 = 1.38 \text{ ft} = 42.09 \text{ cm.}$$

En el mismo libro está tabulado el tipo de bomba y la potencia requerida para cada gasto, por lo que con una bomba de 0.25 H.P. es suficiente para impulsar la emulsión a través del filtro.

Ahora pasemos a la parte correspondiente a la fermentación. En este caso también se ha pensado en un sistema de 2 tanques fermentadores, cada uno con capacidad para 1500 litros, pues como después de la filtración disminuye un poco el volumen de la solución, con tanques de esta capacidad es suficiente. Tomando en cuenta que para un cilindro la altura, será de 1.2 veces el diámetro, las dimensiones de los tanques serán:

$$V = \pi r^2 (1.2 D) = 2.4 (\pi r^3)$$

$$r^3 = \frac{V}{2.4 \pi} \quad ; \quad r = \left\{ \frac{1.5 \times 10^6 \text{ cm}^3}{7.54} \right\}^{1/3}$$

$$r = 58.3 \text{ cm.} \quad ; \quad D = 58.3 \times 2 = 116.6 \text{ cm.}$$

$$h = 116.6 \times 1.2 = 139.9 \text{ cm.}$$

Aquí se agrega el cultivo de lactobacilos, a razón de 2 ml. de inóculo por cada litro de leche, o sea en total se va a utilizar 2.86 litros para los 1430 litros de leche.

Una vez que se ha formado el cuajo, se vuelve a pasar a través del filtro rotatorio, y como la solución (suero) contiene también los lactobacilos, se puede retornar al tanque

fermentador y en todo caso agregar una pequeña cantidad adicional de microorganismos para la siguiente fermentación.

Con el fin de saber la capacidad de la caldera que proporcionará el vapor para la cocción, necesitamos conocer la cantidad de vapor. Estimaremos el C_p de la leche de soya, igual al de la leche de vaca, o sea 0.93 BTU/lb °F. El vapor será de 120 lb/in² absolutas y la temperatura a que habrá de calentarse estará entre 68 °F y 203 °F; por lo tanto, calculando la cantidad requerida de calor por la leche para poder cocerla se tiene:

$$Q = (m)(C_p)(dT)$$

en donde Q es el calor necesario (BTU); m es la cantidad de leche, o sea 1430 litros (en libras); C_p el calor específico (BTU/lb °F) y dT la diferencia de temperaturas (en °F).

$$Q = (1430 \times 2.2 \text{ lb})(0.93 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F})(194 \text{ } ^\circ\text{F})$$

$$Q = 368 \ 500 \text{ BTU}$$

Ahora despejando el valor de la cantidad de vapor necesario tenemos:

$$m = \frac{368 \ 500 \text{ BTU}}{(1 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F})(171)} = 2155 \text{ lb}$$

Para conocer la capacidad o potencia de la caldera, dividimos entre el equivalente mecánico del calor, o sea 33 479 BTU/H.V., de donde resulta 11.5 H.V.; como hay pérdidas por fricción se consideran 15 H.V.

VI) CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Una vez que se ha determinado el equipo que va a usarse en la planta piloto, se harán algunas consideraciones de tipo económico tendientes a dar una idea de los gastos que esto representaría.

La soya en su carácter de leguminosa tiene la propiedad a través de sus relaciones simbióticas con algunas bacterias de fijar el nitrógeno atmosférico, por lo que resulta ideal para el plan de rotación de cultivos que conserven la fertilidad del suelo y un uso más económico de los fertilizantes, que son bastantes caros. Por consiguiente, para un aprovechamiento económico de la soya en México, deben dirigirse todos los esfuerzos de manera integral, de modo que el agricultor cuente con un mercado para ella y se sienta alentado a sembrarla.

De todos modos la fabricación del queso de soya en México, sería una aportación importante a la salida del frijol por lo que se considerará la posibilidad de la instalación y operación de una planta de tipo comercial, una vez resueltos los problemas de su fabricación por la instalación de planta piloto. Para tener una idea del costo de instalación, se harán las siguientes consideraciones de equipo, servicios etc. con miras a una planta comercial:

A) Inversión Fija

1. Inmuebles:

Terreno	\$ 150 000.00
Edificio	100 000.00

2. Maquinaria y Equipo:

1 limpiador automático	\$	25 000.00
1 electroimán		3 000.00
2 tanques para remojo		3 000.00
1 molino para nixtamal		10.000.00
2 tanques de acero inoxidable		10 000.00
1 agitador vertical c/motor de 1.5 H.P.		15 000.00
1 báscula		7 000.00
1 filtro rotatorio		70 000.00
	Total	143 000.00

3. Equipo Auxiliar:

1 caldera de 15 H.P. c/sistema de cond.		60 000.00
tolvas y tanques de almacenamiento		10.000.00
2 bombas sanitarias de 0.25 H.P.		7 000.00
instrumentación		15 000.00
instalación (+)		81 700.00
imprevistos		20 000.00
	Total	193 700.00

B) GASTOS VARIABLES

1. Materia Prima:

5 toneladas de soya a \$2100.00/ton		10 500.00
500 Kg. de azúcar a \$2150.00/ton		1 075.00
150 Kg. de extarcto de vainilla a \$90/Kg		13 500.00
250 Kg. de sal a \$1.60 Kg.		400.00
70 litros de inóculo de lactobacilos		23 100.00
	Total	48 575.00

(+) Según Lang, el costo de instalación equivale aproximadamente un 43% el valor del equipo.

2. Materiales Indirectos:		
lubricantes		300.00
herramientas y accesorios		400.00
material eléctrico		500.00
60 000 envases de plástico a \$0.25		15 000.00
	Total	16 200.00
3. Servicios:		
Agua, luz y combustible		5 000.00
4. Mano de Obra:		
1 mecánico		2 400.00
2 operarios		4 500.00
1 supervisor de control químico		6 500.00
	Total	13 400.00
5. Costos indirectos de producción:		
transporte		1 500.00
gastos de ventas		5 000.00
	Total	6 500.00
C) GASTOS FIJOS		
Mantenimiento		3 000.00
Gastos de administración		4 000.00
Seguros		4 000.00
Depreciación		4 100.00
	Total	15 100.00

Trabajando con base de 500 Kg. de queso al día, el precio por Kg. se obtendrá sumando los gastos fijos y variables y tomando en cuenta que los días de trabajo serán de 30/mes, de lo que resulta que el Kg. de queso costaría producirlo...

con un valor de \$ 5.90; este costo permitiría proporcionarlo al público hasta un precio de \$ 7.00 el Kg.

Es pertinente hacer notar que el costo obtenido, es únicamente una aproximación al costo de la producción industrial, ya que para una planta comercial es necesario considerar que la producción deberá ser por lo menos del consumo de el Distrito Federal; en todo caso estos mismos aparatos podrían ser usados en la planta comercial.

CONCLUSIONES

Hemos visto en el presente trabajo, algo de lo tremendamente grave que es el problema de la desnutrición en nuestro país, y que aún estamos muy lejos de remediarlo. También es evidente la estrecha relación que guardan la nutrición y el desarrollo económico de un pueblo, y que tal desnutrición repercute especialmente en los niños que son el futuro de la nación, provocándoles trastornos apreciables y así, las consecuencias tan graves que impedirán o retrasarán el desarrollo normal del cuerpo y el cerebro, teniendo entonces serias deficiencias para su actividad intelectual.

En México las dietas han sido defectuosas para la mayoría del pueblo, especialmente en el sector rural y las zonas sub-urbanas de bajos recursos, las cuales a través del tiempo han conformado la pavorosa geografía del hambre, en donde el ser humano se consume y degenera biológicamente, ya que su alimentación debería ser la base para una vida creadora y fecunda, que al ver cubiertas sus necesidades fundamentales, le permita explotar al máximo su intelecto. Sin embargo, tal situación parece no interesar lo suficiente, ya que se debería, en comunión con otros sectores de fuerzas vivas, esforzarse por la mejoría alimenticia y educacional de la nación.

Mueven a sonrisa y tristeza al mismo tiempo el consumo per cápita del mexicano (aunque el hecho de que en otros lugares del planeta la situación esté peor que aquí, no es motivo para sentirnos satisfechos y dejar por eso de criticar, constructivamente, la situación por la que pasamos) y debido principalmente a la evidentemente baja producción de alimentos animales. Para dar una idea de lo anterior, por mera curiosidad, veamos los consumos per cápita diarios de leche y

huevo:

Leche	0.259 litros
Huevo	0.318 unidades

De carne es todavía más crítico, considerando carne de varias especies:

Bovinos	0.026 Kg.
Porcinos	0.011 Kg.
Aves	0.006 Kg.
Caprino	0.0009 Kg.
Ovino	0.0011 Kg.

Considerando que las dietas adecuadas en proteínas y aminoácidos disminuirían notablemente los gastos de asistencia médica por el mayor poder de resistencia a las enfermedades de tipo infeccioso, aumentarían las eficiencias en los gastos de educación por el aumento del poder de captación y mayor coeficiente intelectual, al incremento del trabajo físico etc. aumentarían la productividad general del país, y así habría mayores ingresos, mayor poder de compra, mayores demandas de productos, más industrias, mayores inversiones y finalmente el rompimiento del círculo vicioso en que nos encontramos.

La desigualdad entre el explosivo crecimiento de la población y la producción de alimentos debe de sustentar planteamientos que lleven a un cambio profundo en la tecnología; ante lo expuesto anteriormente, es necesario y urgente evaluar la magnitud del problema que aqueja a México, y así dar soluciones que nos conduzcan a escoger la más eficiente con las mínimas inversiones, logrando además lo más importante.. "Una solución definitiva al problema nutricional de México."

A menos que se tomen medidas drásticas para aumentar la cantidad de proteínas disponibles, junto con otras acciones, tendientes a contrarrestar los altos índices de crecimiento demográfico, persistirá la dramática dualidad económica por la que atraviesa nuestra sociedad. El queso fresco de soya que aquí se expone, no es de ninguna manera una solución integral del problema, pero al menos se podría sumar a aquellos otros productos que ya se preparan a base de soya, y al menos ya es algo que se hace por el problema de la desnutrición.

Por todo lo anteriormente expuesto, insistimos en afirmar que un pueblo desnutrido como el nuestro, no puede definitivamente ser, un pueblo fuerte, unido, libre, culto y educado, capaz de realizar las tareas que la época exige. Es un deber del Ingeniero Químico contribuir con sus esfuerzos, y conocimientos a la solución de tan grave problema; pero sí que conste que todo esfuerzo que se haga en este campo, debe ser respaldado y estimulado grandemente tanto por el sector privado como por el gubernamental.

Por último, se plantea la siguiente pregunta: "Realmente nuestros impuestos están trabajando o irán a trabajar?..."

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

1. Andrade A. Enrique. Bataoto, nueva variedad de soya para el Valle de Culiacán. 1969
2. Barriga, Gonzalez y Sifuentes. Cultivo de la soya en el Valle del Fuerte. S.A.G. 1968.
3. Brown. Unit Operations
4. Clinkard C.E. Soya the Wonder Food. 1960.
5. Crispin M. Alfonso y Barriga S. Celio. El cultivo de la soya en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. S.A.G. 1970.
6. Escobar Rómulo. Enciclopedia agrícola y cono cimientos a-fines. México
7. Food and Agriculture Organization. Anuario de producción Volúmen 21 1967.
8. Food and Agriculture Organization. Anuario de producción Volúmen 22 1968
9. Food and Agriculture Organization. Anuario de producción Volúmen 24 1970.
10. McCabe & Smith. Operaciones básicas de Ingeniería Química
11. Morrison & Boyd. Organic Chemistry.
12. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Regiones donde se cultiva o puede cultivarse soya en México.
13. Secretaría de Agricultura y Ganadería. La soya en la alimentación. 1970.
14. Secretaría de Industria y Comercio. Anuario estadístico, del comercio exterior. 1964 a 1970.
15. Situación de la soya en México. Fondo de garantía y fomento para la agricultura. 1969.

16. Variedades de soya. Normas determinantes de su éxito, ó fracaso. 1969.
17. Vilbrant. Chemical Engineering Cost Estimation. 1969.
18. Aries. Chemical Engineering Plant Design. 1958.
19. Banco de México. Informe Anual 1973.