

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
SELVA - TINGO MARIA**

Facultad de Industrias Alimentarias.

**"Sustitución parcial de la Leche de Vaca
por Leche de Soya (Glycine max (L) Merrill)
en la Elaboración de Yogur".**

T E S I S

Para optar el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

OSCAR CHAVEZ ESPINOZA

Promoción 1983

**"Liberación Nacional para el Desarrollo
Industrial Alimentario"**

Tingo María - Perú

1986

DEDICADO :

A MIS PADRES :

EDUARDO y JOSEFINA

que con amor, consejo y sacrificio, hicieron realidad mi más anhelado deseo.

A MIS SUEGROS:

FRANCISCO y MARIA

por la ayuda prestada en todo momento, para la culminación de mi carrera.

A MI ESPOSA E HIJA :

JULIA EMERITA Y KATHERINE

GISELA, con todo cariño por su apoyo y comprensión para el logro de mi mayor anhelo.

A MIS HERMANOS :

Milka, Jorge Nivardo y Urzua Waises, con eterna gratitud.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. GUILLERMO DE LA CRUZ CARRANZA, Patrocinador del presente trabajo.

Al Proyecto Especial Alto Huallaga, por el financiamiento del presente trabajo en su mayor parte.

Al Ing. RUBEN DEL VALLE MANYARI, por sus valiosas sugerencias para la ejecución del trabajo experimental.

Al personal de la Estación Experimental Agropecuaria de Tulumayo, por su aporte con la materia prima.

Al Ing. HUGO ALFARO J., por su ayuda para conseguir la materia prima.

A los Ings. DAMIAN MANAYAY S., y RODOLFO TELLO S., por las facilidades brindadas para conseguir una parte de la bibliografía necesaria.

Al personal que labora en la Planta Piloto de la UNAS, Tingo María, por su colaboración en los ensayos de este trabajo experimental.

Al Ing. EDUARDO CACERES A., por las facilidades brindadas para efectuar los análisis físico-químicos y organolépticos en el Laboratorio de Control de Alimentos UNAS.

Al Sr. WALTER AGUILAR, por su colaboración en las traducciones de revistas.

Al Sr. ESTEBAN HUAMAN, por su ayuda en la realización del análisis químico.

A todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado en la realización de la presente tesis.

INDICE

	<u>Pag.</u>
I. INTRODUCCION.....	8
II. REVISION DE LITERATURA.....	10
A. Aspectos generales sobre el frijol soya....	10
1. Aspectos agro-botánicos.....	10
a. Características de la planta.....	10
b. Producción del frijol soya en el país	10
2. Composición química del frijol soya.....	12
3. Aprovechamiento industrial de la soya...	20
B. El Yogur.....	21
1. Definición.....	21
2. Clasificación.....	22
a. Por el método de elaboración.....	22
b. Por el contenido de grasa.....	23
c. Por el sabor.....	23
3. Etapas del procesamiento.....	24
a. Propagación del cultivo madre.....	24
b. Propagación del yogur.....	25
4. Acidez, consistencia y sabor del yogur..	31
5. Composición química.....	32
C. Utilización de la leche de soya en la elabo <u>ración</u> ración del yogur.....	34
1. Antecedentes sobre la elaboración de la leche de soya.....	34
a. Características químicas y nutriciona <u>les</u> les.....	34

b. Métodos de elaboración de la leche de soya.....	36
2. Antecedentes sobre los métodos de elabo- ración de yogur con leche de soya.....	40
3. Métodos de elaboración de yogur con le- che de soya.....	43
a. Mediante el aprovechamiento de los constituyentes solubles del grano (a- provechamiento parcial).....	43
b. Mediante el aprovechamiento integral de granos remojados.....	46
D. Elaboración de yogur sustituido con leche - de soya.....	48
1. Antecedentes.....	48
2. Elaboración de yogur con leche de vaca y leche de soya.....	49
III. MATERIALES Y METODOS.....	52
A. Materias primas.....	52
B. Insumos.....	52
C. Equipos y materiales.....	53
1. Equipos.....	53
2. Materiales.....	54
D. Métodos.....	54
1. Etapa Nº 1: Elaboración de la leche de soya.....	55

	<u>Pag.</u>
a. Objetivos.....	55
b. Características de la materia prima...	55
c. Procesamiento.....	57
d. Selección y caracterización de la leche a base de granos de soya y leche fresca de vaca.....	63
2. Etapa Nº 2: Estudio de sustitución parcial de leche de vaca por leche de soya en la elaboración de yogur base.....	65
a. Objetivo.....	65
b. Método.....	66
c. Evaluación sensorial.....	71
d. Caracterización del producto final....	71
3. Etapa Nº 3: Estudio de aplicación con jugo de frutas.....	73
a. Objetivo.....	73
b. Procesamiento.....	75
c. Evaluación sensorial.....	77
d. Caracterización del yogur con jugo de frutas.....	78
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	82
ETAPA Nº 1: Elaboración de la leche de soya....	82
A. De la caracterización de la materia prima...	82
B. De la evaluación y caracterización de la leche a base de granos de soya.....	84
1. Análisis sensorial.....	84

	<u>Pag.</u>
2. Análisis físico-químico.....	85
3. Análisis químico proximal.....	86
C. Del flujo definitivo.....	87
1. Grano de soya.....	87
2. Limpieza y clasificación.....	88
3. Remojo.....	88
4. Escurrido.....	88
5. Blanqueado.....	88
6. Escurrido y enjuague.....	90
7. Descascarado.....	90
8. Molienda coloidal.....	91
9. Homogenización.....	92
10. Centrifugación.....	92
11. Neutralización.....	92
ETAPA Nº 2: Sustitución de la leche de soya en la elaboración de yogur base.....	93
A. De los estudios preliminares.....	93
B. De los estudios definitivos.....	94
1. De la optimización de la sustitución....	94
2. Análisis físico.....	96
3. Análisis químico proximal.....	97
4. Rendimiento.....	98
5. Análisis microbiológico.....	101
6. Almacenamiento.....	102
C. Del flujo definitivo.....	106
1. Mezcla.....	106

	<u>Pag.</u>
2. Pasteurización y concentración.....	106
3. Siembra.....	109
4. Incubación.....	109
5. Refrigeración.....	111
6. Batido.....	111
7. Envasado.....	111
8. Almacenamiento.....	113
ETAPA Nº 3: Estudio de aplicación con jugo de fruta.....	113
A. De la selección del jugo de fruta para la e laboración del yogur frutado.....	113
B. De la determinación del máximo porcentaje - de sustitución de la leche de soya en la e- laboración del yogur frutado.....	117
1. Evaluación sensorial.....	117
2. Análisis físico-químico.....	119
3. Análisis químico proximal.....	121
4. Rendimiento.....	122
5. Análisis microbiológico.....	124
6. Almacenamiento.....	125
V. CONCLUSIONES.....	129
VI. RECOMENDACIONES.....	131
VII. RESUMEN.....	132
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	134
IX. ANEXOS.....	141

I. INTRODUCCION

En nuestro país existen pocos centros ganaderos y la mayoría se encuentran en zonas alejadas de la población, debido a las dificultades que existe en el transporte encarecen los productos alimenticios que derivan de éste, y la leche es un producto que fácilmente se descompone, especialmente en las condiciones climáticas de la selva.

Conociendo las cualidades nutritivas que tiene la leche de soya, y desconociéndose en el Perú el porcentaje óptimo de sustitución, para la elaboración de un producto fermentado con bajo costo de producción, es necesario realizar trabajos de investigación para conocer el nivel de sustitución.

Uno de los productos fermentados es el yogur, el cual es una leche ácida coagulada, que se obtiene por adición de bacterias específicas. Se caracteriza porque la acidez contribuye a la preservación, es más asimilable debido a que las proteínas se peptonizan; la lactosa se desdobra en glucosa y galactosa, luego debido a la acción de los productos metabólicos de los cultivos lácticos, se forma el ácido láctico por fermentación, adquiriendo propiedades terapéuticas.

La elaboración de este producto contribuirá a resolver los problemas mencionados en el primer párrafo, además tiene ventajas en la simplicidad de su proceso de elaboración y la utilización de equipos económicos, asimismo se podrá

utilizar a la soya que es un cultivo agrícola existente en la zona, para ser transformado en un producto de buena calidad alimenticia y de aceptación del poblador selvícola.

Los objetivos del presente trabajo son:

- a).- Estudiar la técnica de elaboración del yogur de leche, sustituida con leche de soya fijando la cantidad óptima de reemplazo.
- b).- Caracterizar el yogur con sustitución óptima de leche de soya y el yogur frutado.
- c).- Determinar el periodo de conservación de los productos elaborados.

II. REVISION DE LITERATURA

A. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL FRIJOL SOYA

1. Aspectos Agro-Botánicos

a) Características de la planta

Camacho (8), reporta que esta leguminosa es una planta herbácea anual que alcanza una altura hasta de 130 cms. aproximadamente, las flores que son de diversos colores según la especie, forman racimos terminales que posteriormente se convertirán en vainas que albergan de 1 a 4 granos redondeados de color variable que dependen también de la variedad.

Brambilla (4) y Montalvo (28), indican que se conoce un gran número de variedades en el Perú, existiendo aproximadamente 30, y se hacen esfuerzos para mejorarlos a las siguientes: Nacional, Júpiter, Pelíkano, Improvet pelikan y Mandarin S-4 ICA.

b) Producción del frijol soya en el país

En el Cuadro Nº 1, se presenta la producción de la soya a nivel nacional desde el año 1970, en donde se puede observar, que la superficie cultivada es aún pequeña y con rendimiento bajo.

CUADRO Nº 1 : Producción de soya a nivel nacional.

Año	Superficie cultivada (has.)	Rendimiento Kg/ha.	Producción T.M.
1970	370	1080	399
1971	655	1245	817
1972	555	1093	607
1973	745	1259	938
1974	1350	1328	1793
1975	1055	1396	1473
1976	2029	1420	2869
1977	2257	1303	2043
1978	3963	1128	4472
1979	5067	1589	8055
1980	6343	1687	10700 *
1981	7609	1840	14000 *
1982	4450	1843	8200 *
1983	1455	1443	2100 *
1984 <u>1/</u>	4187	1672	7000 *

FUENTE : Resumen de los anuarios de Estadísticas Agropecuarias de 1965-1979. Ministerio de Agricultura.

* = Información Estadística Básica del Sector Agrario 1980-1984.

1/ = Estimado.

2. Composición Química del Frijol Soya

En el Cuadro Nº 2, se presenta la composición química de la semilla de soya entera, y Klinge (17) menciona al analizar el cuadro que la soya tiene un alto porcentaje de proteínas, situación ésta que le da importancia en el mercado mundial, puesto que su valor en aminoácido da como resultado un alto valor biológico de este alimento haciéndolo comparable a la leche, huevos y carne.

Wolf (56), reporta que el frijol soya tiene una composición química bastante compleja y depende de factores como la variedad, clima y suelo. Las proteínas de la soya contienen una mezcla de moléculas que se diferencian en cuanto a su tamaño, carga y configuración; constituyendo la "globulina" la mayor fracción del contenido total proteico, la cual fue considerada como una proteína homogénea a la que se llama "glicina"; sin embargo actualmente se ha constatado que ésta es heterogénea.

Kopsic (18), indica que la proteína de la soya se diferencia de las demás proteínas de leguminosas por pertenecer al tipo de la caseína, químicamente se encuentra dentro de los núcleos albuminoides.

CUADRO Nº 2 : Composición de la semilla entera de soya.

Análisis	Unidades	Valores
Caloría	Cal/100 grs.	398.0
Humedad	% /100 grs.	9.2
Proteína	Grs./100 grs.	33.4
Grasa	Grs./100 grs.	16.4
Carbohidratos	Grs./100 grs.	35.5
Fibra	Grs./100 grs.	5.7
Ceniza	Grs./100 grs.	5.5
Calcio	mgr./100 grs.	222.0
Fósforo	mgr./100 grs.	730.0
Hierro	mgr./100 grs.	11.5

FUENTE: Tabla de Composición de Alimentos, para uso en América Latina. Wu Leung.

La proteína de soya tiene prácticamente todos los aminoácidos esenciales que el hombre requiere, como se puede observar en el Cuadro Nº 3, ya que con excepción de la metionina y triptófano en los que presentan deficiencias, todos sobrepasan los valores establecidos en el patrón de aminoácidos de la FAO. Especialmente la lisina y leucina que se encuentran en gran cantidad.

Smith y Circle (49) y Wolf y Cowan (57), mencionan que la globulina en su punto isoeléctrico es insoluble

en agua (pH 4.2-5.6); pero es soluble en agua o en soluciones salinas diluidas en valores de pH que están por debajo de su punto isoeléctrico.

CUADRO Nº 3 : Composición de aminoácidos de la proteína de la soya. (*)

Aminoácidos	Patrón de Aminoácidos FAO. <u>1/</u> .	Grano de Soya	Torta de Soya	Harina de soya Integ.	Concentrado de soya
Isoleucina	4.2	4.5	4.8	4.8	4.9
Leucina	4.8	7.8	7.8	7.8	8.0
Lisina	4.2	6.4	6.1	6.5	6.6
Metionina	2.2	1.3	1.4	1.4	1.3
Histidina	-	2.5	2.5	-	-
Fenilalanina	2.8	4.9	5.0	5.1	5.3
Valina	4.2	4.8	5.2	5.0	5.0
Treonina	2.8	3.9	4.3	4.2	4.3
Triptófano	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4
Cistina	4.2	1.3	1.7	1.6	1.6
Tirosina	2.8	3.1	3.8	3.9	3.7
Arginina	-	7.2	7.1	-	-
Alanina	-	4.3	4.5	-	-
Acido aspártico	-	11.7	11.5	-	-
Acido glutámico	-	18.7	18.5	-	-
Glicina	-	4.2	4.5	-	-
Prolina	-	5.5	5.6	-	-
Serina	-	5.1	5.6	-	-

(*) Los datos son expresados en grs/16 grs. de nitrógeno.

FUENTE: Soybean Processing Short Course. Wei, L.

1/ = Aminoacid Content of Foods and Biological Data on Protein, FAO.

Kophammer citado por Horvath (13) y Bressani y Elías (5) reportaron que la soya como otras leguminosas contiene ciertas sustancias tóxicas o antinutricionales entre las cuales se puede mencionar principalmente el inhibidor de la tripsina; estas sustancias como es de suponer dan como resultado un bajo valor biológico cuando los granos no son cocidos.

Horvath (13), menciona por la razón expuesta anteriormente, que los granos de soya para consumo deben ser sometidos a un tratamiento térmico, aunque ésta no debe ser muy intenso, puesto que la proteína disminuye en lo que se refiere a su digestibilidad, variando desde 60 hasta 80%, dependiendo de la temperatura y tiempo de tratamiento.

Wolf y Cowan citado por Kamishikiriyo (14), reporta que en todo tratamiento tecnológico se debe poner especial cuidado en buscar una acción térmica que elimine en gran medida los compuestos tóxicos pero sin que se vea afectado significativamente su valor nutritivo.

De Rafols (44), reporta que la soya presenta aproximadamente el 18% de aceite, y la cantidad así como el grado de insaturación de los lípidos, dependen como todo grano oleaginoso de factores como variedad, clima, suelo, labores culturales, etc.

El índice de yodo presente de esta manera se afirma que depende de la zona de producción. Existen diver

...sos estudios que han demostrado recientemente que el aceite de soya no solamente muestra una gran digestibilidad (de 95 a 100%); sino también que contrarresta adecuadamente la ingestión de grasas pesadas o saturadas que podrían ser perjudiciales a la salud de las personas provocando problemas cardiovasculares.

Smith y Circle (49) y Orthofer (33), dicen que las características genéticas de las diferentes variedades existentes, determina una variación de la cantidad de carbohidratos de los granos de soya, actualmente se sabe que esta variación se encuentra entre el rango de 20 a 25%.

En el Cuadro Nº 4 se presenta la composición de la soya en relación a sus carbohidratos. Como se observa el contenido de almidón es muy pequeño en relación a los otros componentes tales como la sucrosa, refinosa, arabinosa, galactano, estaquiosa, azúcares que pueden considerarse dietéticos con ventajas apreciables por las personas que sufren de diabetis, la refinosa es el azúcar causante de la flatulencia por la falta en las personas, de la enzima alfa-galactosidasa que lo hidroliza.

Oshima citado por Horvath (13), menciona que la utilización de los carbohidratos por el hombre se ha constatado que varía de 81.4 a 89.9%.

CUADRO Nº 4 : Composición de los carbohidratos del grano - de soya.

Carbohidratos	Contenido de Carbohidratos (%)	
	Grano entero	Grano descascarado
Galactano	4.36	6.18
Pentosana (Arabano)	4.94	4.83
Rafinosa	1.13	
Estaquirosa		5.60
Sucrosa (sacarosa)	3.31	5.26
Almidón	0.50	trazas
Celulosa		1.63
Dextrina	3.14	-
Acidos orgánicos (Cítrico)	1.44	
Principios de color	3.60	

FUENTE : The Nutricional Value of Soybean; Digestive diseases. Horvath, A.A.

Mazzani (26), indica que el contenido de minerales en la soya también depende de las variedades y de factores ecológicos, y el rango de variación se encuentra dentro de 3.6 a 3.0%. El contenido de los principales minerales es el siguiente: calcio 0.16-0.47%, fósforo 0.42-0.82%, magnesio 0.22-0.24% y potasio 1.29-2.17%. La soya es una leguminosa rica en vitaminas hidrosolubles y liposolubles; en el Cuadro Nº 5 se presenta el

contenido de las sustancias en mención.

CUADRO Nº 5 : Contenido de vitaminas en el grano de soya (100 grs.)

Vitaminas	Contenido
Vitamina A (Actividad mcgr)	Trazas(140 UI)
Tiamina (Vitamina B ₁)	0.88 mgrs.
Riboflavina (Vitamina B ₂)	0.27 mgrs.
Niacina	0.20 mgrs.

FUENTE: Tabla de Composición de Alimentos para uso en América - Latina. Wu Leung.

Liener (21), define al término "Antinutriente" como una determinada cantidad de sustancias químicas, que normalmente están asociadas con ciertas semillas proteicas, caso de la soya como se mencionó anteriormente éstas son causantes de respuestas fisiológicas adversas en el organismo humano y que se manifiestan algunas veces a través de un efecto letal, o en otros casos en un efecto crónico resultando un pobre crecimiento o en algún desarreglo glandular. Como quedó establecido estas sustancias son responsables del bajo valor nutritivo de los granos crudos, entre los principales tenemos los siguientes:

- Inhibidores de la Tripsina: es el más conocido y estudiado, fue aislado por primera vez del frijol de soja por Kunitz en 1945, es una proteína con un peso molecular de aproximadamente 20,000 y forma un complejo inactivo con la tripsina. Existe por lo menos 5 inhibidores de esta naturaleza siendo los más importantes el Kunitz y el Bowman birk. El inhibidor Kunitz constituye aproximadamente el 1.4% del grano, mientras que el Bowman birk le corresponde el 0.6%; este último es el más resistente al tratamiento térmico, ataque de ácidos o digestión por pepsina, debido a que posee una estructura molecular mucho más estable.

Albertch, citado por Smith y Circle (49) reporta que los inhibidores de la tripsina son inactivos por el calor a 100°C por 15 minutos, de tratamiento con vapor saturado se alcanza el máximo de eficiencia proteínica e inactivación del inhibidor de tripsina de cualquier producto de soja.

Trabajos realizados por Wolf y Cowan (57), encontraron que los granos al ser remojados durante 12 horas adquieren un 60% de humedad y en estas condiciones los inhibidores de la tripsina son fácilmente inactivados, al ser sometidos en agua de ebullición por 5 minutos.

- Hemaglutinina: Liener (21), menciona que esta sustancia antinutricional es responsable de la baja calidad nutritiva del producto al estado crudo. Este factor es

una gluco-proteína, que causa aglutinación de los glóbulos rojos en la sangre de conejos y ratas, se conoce muy poco acerca de su estructura.

Las hemaglutininas en la práctica no constituyen problema para el consumo humano, pues son fácilmente inactivados durante el tratamiento térmico.

- Agentes Goiterogénicos: Wolf y Cowan (57), observaron algunos efectos fisiológicos adversos por consumo de la soya sin tratamiento térmico, ellos indicaron que estos efectos se manifiestan por la dilatación de la glándula tiroides (bocio), y puede ser contrarrestado mediante la suplementación con yodo; sin embargo aún más sencillo es la eliminación parcial de cierto glucósido presente en los granos de soya por el calor actualmente no se ha podido aislar ni se conoce con claridad esta sustancia.

- Saponinas: Estas sustancias tienen un sabor amargo y con las que forman espuma, en las cuales el compuesto no azucarado es un alcohol triterpenoide que constituye aproximadamente el 0.5% del grano de soya. Estas sustancias inhiben ciertas enzimas incluyendo las colinosterasa y quimiotripsinas, pero este efecto es aún desconocido.

3. Aprovechamiento Industrial de la Soya

De acuerdo a estudios realizados por Bressani (6) y Quevedo (42), indican que la soya tiene múltiples apli

...caciones, tanto en el campo de la alimentación, así como en el campo industrial. En forma resumida se menciona las principales aplicaciones del frijol soya en el campo de los alimentos: Ingrediente enriquecedor de las dietas balanceadas de animales nomogástricos; elaboración de leches vegetales, bebida base con adición de saborizantes, etc; como agente emulsificador para postres, dulces, etc; elaboración de carne vegetal; productos deshidratados; productos alimenticios enlatados alimentos de refrigerio; enriquecimiento de panes y cereales; elaboración de quesos (tofú), yogur, helados, y manjar blanco; elaboración de cremas, sopas, frituras, etc; elaboración de soya germinada y tostada.

B. EL YOGUR

1. Definición

Según la norma de ITINTEC 202.092 (37), la definición del yogur es: el producto obtenido por coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante la acción de fermentos lácticos de las especies Lactobacillus bulgaricus Grigoroff, Streptococcus thermophilus Kruse y otros microorganismos específicos, a partir de la leche entera, reconstituida, recombinada, semidescremada o descremada.

Foster (11), relata que este producto es concentrado ya sea por evaporación o adición de sólidos de leche desgrasada, para obtener un producto

con una textura parecida a un gel firme aporcelanado y que no presenta aún el desalojo de suero. El yogur puede tener el agregado de frutas en una proporción de 5 a 15%, más el agregado de azúcar u otro edulcorante.

2. Clasificación

Robinson citado por Paitan (34), clasifica al yogur en lo que respecta al método de elaboración, contenido graso y el sabor que éste posee, y hace las siguientes diferencias:

a) Por el método de elaboración

- Yogur batido: con este procedimiento se simplifica la tecnología del yogur, y se obtiene un producto de consistencia espesa o cremosa; este producto se opone al yogur "clásico", porque este último es pastoso. La tecnología difiere de lo "clásico", en que la incubación tiene lugar en un recipiente acondicionado, donde forma un gel grande del tamaño del recipiente, luego es llevado a la cámara de refrigeración a $\pm 7^{\circ}\text{C}$ por 12 horas como mínimo, para luego ser agitado constantemente; del mismo modo que se hace en la preparación del cultivo; seguidamente se envasa.

Este tipo de yogur es menos sensible a las vibraciones y puede conservarse durante 5 a 6

días, sin la formación de sueros.

La acidificación debe realizarse hasta alcanzar su punto isoeléctrico, para impedir la exudación de suero a causa de la agitación; pero la acidificación intensa puede originar defectos caracterizados por los sabores "amargo" y "agrio".

- Yogur coagulado: este tipo de yogur tiene tal consistencia que al invertir el recipiente con boca algo más estrecha que el fondo no se vierte ni pierde su forma; que una cucharita introducida en la masa del yogur se mantenga firme, que el corte del yogur sea liso, brillante, aporcelanado y parecido a un flan bien hecho.

b) Por el contenido de grasa

Según la norma de ITINTEC (37), la clasificación del yogur de acuerdo al contenido de grasa es la siguiente:

- Yogur entero: con un contenido graso de 3.0%, como cantidad mínima.
- Yogur semi-descremado: con un contenido graso mínimo de 1% y como máximo de 2.9%.
- Yogur descremado: con un contenido graso por debajo del 1%.

c) Por el sabor

Robinson citado por Paitán (34), clasifica

al yogur de acuerdo a su sabor, en lo siguiente:

- Yogur natural: que puede ser cuajado o batido, debiendo ser libre de agregados tales como: azúcar, pulpa de frutas, mermeladas, saborizantes, jarabes, etc.
- Yogur con agregados: dentro de este tipo tenemos una diversidad de agregados, los cuales se hacen uso en el yogur coagulado como en el batido. Tal es así que tenemos: yogur con fresa, naranja, cereza, piña, vainilla, limón, grosella, frambuesa y con pulpa de frutas; siendo este último un producto relativamente nuevo en el mercado y será más popular que el yogur tradicional.

3. Etapas del Procesamiento

a) Propagación del cultivo madre

Harper citado por Paitán (34) menciona que la incubación inicial para la propagación del cultivo yogur comúnmente es obtenido de un cultivo proveedor o cultivos secos congelados, los cuales contienen Streptococcus termophilus Kruse y Lactobacillus bulgaricus Grigoroff; estos microorganismos generalmente son propagados juntos, aunque algunos laboratorios prefieren propagarlos separadamente en leche estéril, si los organismos son propagados separadamente, el cultivo

...vo madre es inoculado en igual cantidad de cada uno. La leche para la propagación del cultivo de yogur, será seleccionado y tratado en la misma manera que la leche, para la propagación de cultivos lácteos; la temperatura y el tiempo de incubación será ajustado para mantener una proporción 1:1 entre cocos y bacilos.

El proceso general para la propagación del cultivo yogur, es como sigue: leche descremada o entera, estéril o calentada a 90°C por 30 minutos; es luego ajustado a 40.5°C - 45°C e inoculado con 2% de cultivo. El cultivo es mantenido entre este rango de temperatura hasta que se coagule y hasta que el análisis volumétrico de acidez, sea cerca de 0.90% (expresado en ácido láctico); el cultivo es enfriado a 3°C , y guardado hasta la siguiente propagación.

b) Elaboración del Yogur

Spreer (50), relata que los distintos métodos de la elaboración del yogur, no difiere mucho en lo esencial, debido a esto describiremos la elaboración del yogur sin batir; la tecnología está presentada esquemáticamente en la figura Nº 1. La leche de partida está ya normalizada (depurada, pasteurizada, refrigerada) y con un contenido graso determinado.

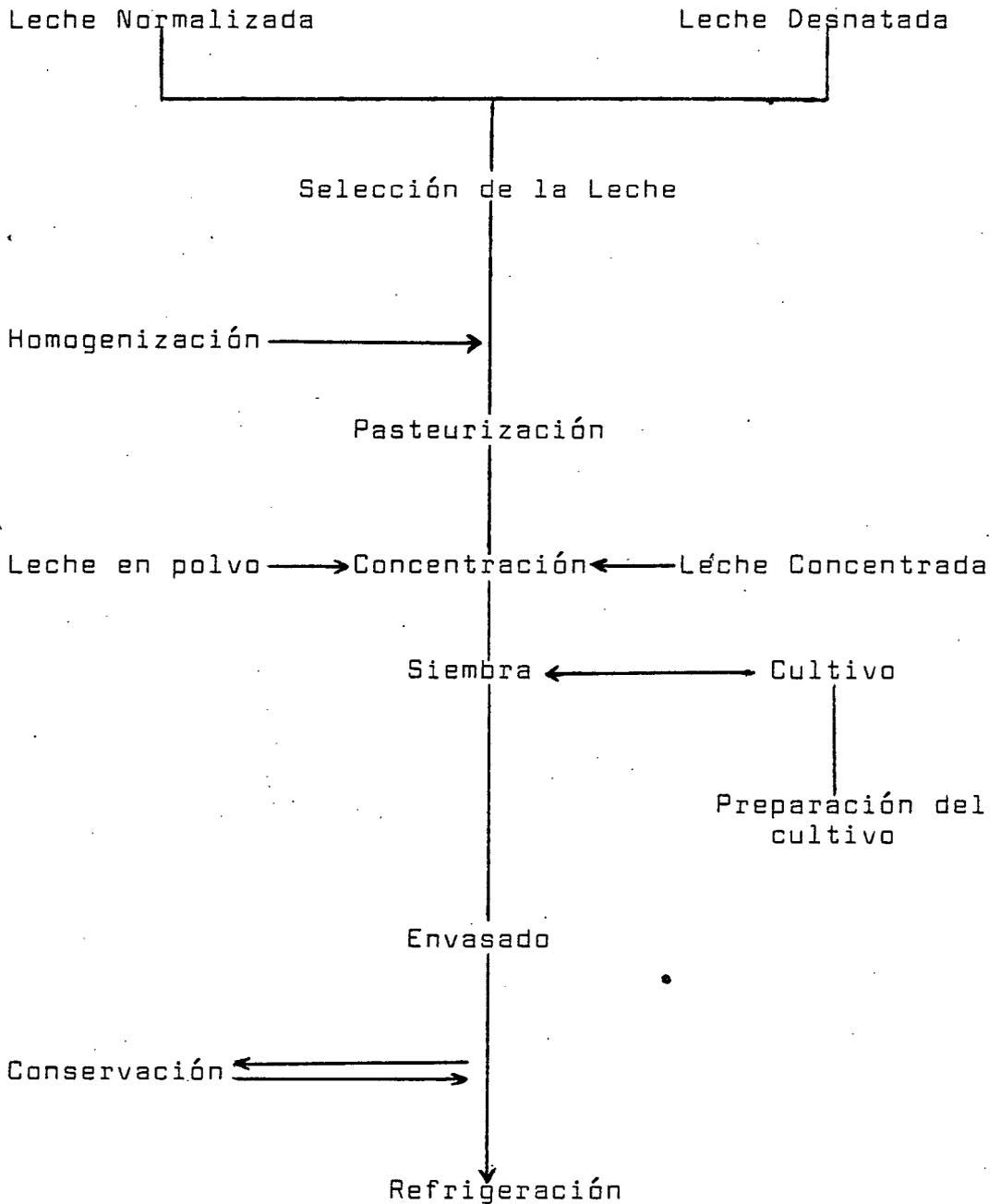


FIGURA Nº 1: Esquema de la tecnología de la elaboración del yogur.

FUENTE: Lactología Industrial, Spreer, E.

- Selección de la leche: Se debe usar el que tenga una alta densidad, debido a su contenido elevado en proteínas; no siendo necesario el que tenga una elevada proporción de extracto seco. Más importante es considerar el contenido microbiano y evitar la presencia de sustancias inhibidoras.
- Homogenización: Se realiza para mejorar el sabor y para impedir la formación de nata en la superficie. Esta operación reduce el tamaño de los glóbulos grasos y aumenta el volumen de las partículas de caseína; en consecuencia éstas no se aglutinan durante la coagulación, como cuando tienen su tamaño original. La homogenización debe realizarse a 58-60°C y 150-200 Km/cm².
- Pasteurización: Nicholls (31), indica que es necesario esta operación para obtener un mayor efecto germicida. Las proteínas lácticas ofrecen un comportamiento diverso frente al calor y los ácidos, siendo precisamente lo contrario en cuanto al ácido láctico. Para conseguir por tanto, que se coagulen también las proteínas séricas, cuando lo haga la caseína bajo los efectos de una acidificación suficiente. Son necesarias temperaturas mínimas de 85°C y hasta 100°C. No es recomendable un calentamiento más alto, pues entonces comienza la desnaturalización de la caseína y disminuye la capacidad aglutinante del gel ácido.

La pasteurización se efectúa con aparatos de placas o en recipientes especiales con agitador, como los empleados para la preparación de los cultivos.

Las relaciones existentes entre la temperatura y el tiempo de calentamiento son muy diversos; pudiendo variar en un rango de 88°C por 30 a 45 minutos, hasta 93°C por 60 a 90 minutos. Algunos investigadores recomiendan de 88°C a 95°C por 10 minutos.

- Concentración: según Spreer (50), la densidad exigida puede lograrse por dos procedimientos:

. Por sustracción de agua: anteriormente este proceso se realizaba en un pasteurizador de doble pared por el cual circulaba vapor, el contenido acuoso era disminuido de este modo por evaporación; manteniéndose la leche así, hasta alcanzar la densidad deseada. Este tipo de sustracción tenía diversos inconvenientes, es por eso que en las instalaciones modernas se realiza al vacío. El tratamiento a que es sometido la leche, resulta así más moderado al ser inferiores las temperaturas de evaporación; por otra parte se consigue mayor rendimiento con menor consumo de energía.

. Por adición de leche en polvo: esta leche debe ser de buena calidad. Primero se disuelve por completo en leche caliente (40°C), y la solución se añade a la que se va a utilizar para prepararse el yogur y

luego debe pasteurizarse. La cantidad que se debe añadir se calcula partiendo de la relación existente entre el extracto seco de la leche y la densidad, y estableciendo una proporción con el peso específico deseado; no tomándose en cuenta el contenido acuoso que tiene la leche en polvo.

Este método es más rápido que el anterior, pero tiene el inconveniente de que los cultivos bacterianos se desarrollan a veces con dificultad en ella.

- Siembra: después de la pasteurización y la concentración, la leche se enfría a 44°C y se siembra en una proporción del 2 al 3% de cultivo yogur con las siguientes características:

- . El cultivo yogur debe constar exclusivamente de las especies bacterianas siguientes: S. thermophilus Kruse y L. bulgaricus Grigoroff.
- . No debe contener otras especies no termófilas.
- . Debe haber una determinada proporción entre cocos y bacilos en el cultivo; siendo la relación cuantitativa de 1:1 a 2:3 aproximadamente.

- Envasado: inmediatamente después de la siembra se envasa la leche en los recipientes destinados a la venta, se utilizan botellas de 1/4 de litro o vasos de material plástico de otra capacidad. El envasado se realiza con aparatos manuales o con máquina como las

empleadas para la leche destinada a su consumo como bebida aunque de menor rendimiento.

- Incubación y Refrigeración: La leche envasada debe incubarse inmediatamente a temperaturas de 42°C a 45°C para lograr la acidificación, la consistencia y el sabor deseado. La temperatura de incubación se mantendrá constante para regular el proceso de acidificación de manera que puede establecerse la debida proporción en tre cocos y bacilos.

Para el tiempo de incubación y el curso de la acidificación son válidos los mismos criterios expuestos en la preparación del cultivo. También aquí es imprescindible vigilar el pH, pues sólo así puede determinarse el momento exacto en que termina la incubación (punto isoelétrico).

La refrigeración se llevará a cabo tan pronto como sea posible para que la leche no se acidifique después en exceso ($\text{pH}=3$); en 1.5 a 2.0 horas alcanzará una temperatura de 16 a 17°C . A esta refrigeración previa sigue otra más intensa (5 a $-^{\circ}\text{C}$) después de un almacenamiento de unas dos horas, durante el cual se desarrolla principalmente el aroma. El yogur puede ser expedido a las 10 a 12 horas de almacenada.

...miento a esas temperaturas.

- Conservación: Nicholls (31), manifiesta que un yogur bien elaborado, si se mantiene a 5°C de temperatura hasta la distribución a los consumidores; tiene una duración satisfactoria de 1 a 2 semanas.

4. Acidez, Consistencia y Sabor del Yogur

ITINTEC (37), normaliza la acidez del yogur, estableciendo como máximo 1.5% referido a ácido láctico. Para obtener un yogur con una acidez deseada y favorecer el sabor típico del producto es necesario contar con una leche de buena calidad organoléptica y composición química normales.

Lundsted citado por Alvarez (3), menciona que se ha encontrado, que el yogur debe tener una acidez que varía en un rango de 0.85 a 0.90% de ácido láctico con un pH de 4.5 a 3.5; la acidez se encuentra relacionada con el sabor y su efecto se presenta de la misma manera que para otros productos lácteos. Si hay ausencia de acidez muchas veces hay ausencia del sabor y aroma típico del yogur. También se dice que la formación óptima de acidez se encuentra alrededor de 0.95% de ácido láctico; por encima de este valor el producto es demasiado ácido y que en refrigeración pierde su sabor en un tiempo

corto.

Los sabores poco puros y amargos del yogur son a veces resultado de haber utilizado leche de poca calidad o cultivo indicador contaminado. También ciertas cepas de L. bulgaricus Grigoroff, pueden dar sabores amargos.

Lerche (20), menciona que la formación de cuajada débil es un problema grave en la fabricación del yogur, generalmente esto se debe cuando se utiliza leche de vaca que de por sí dan cuajada débil. Este problema también es debido a la pasteurización prolongada a altas temperaturas.

Matallana (25), indica que al yogur bien elaborado debe exigírsele adecuada consistencia, cierta dureza, aspecto agradable y un corte de color aporcelanado, brillante y liso.

5. Composición Química

Porter (41), sostiene que la composición química del yogur está basado en la composición de la leche y en los sucesivos cambios de los constituyentes de la leche que ocurren durante la fermentación láctica.

La composición de la leche está influenciada por los factores tales como: especies y diferencias de razas, variabilidad individual, etapa de lacta-

ción, edad, alimentación del ganado, etc. y por procesamiento tales como concentración de la leche, normalización del contenido graso, adición de leche en polvo, calentamiento excesivo de la leche, exposición a la luz y otros. Los cambios químicos de los constituyentes de la leche durante la fermentación resulta con reducción de lactosa y formación considerable de ácido láctico, con incremento de péptidos libres, aminoácidos y ácidos grasos y considerables cambios de algunas vitaminas.

En el Cuadro Nº 6, se muestra la composición química y valores calóricos de la leche, el típico yogur natural y un yogur endulzado con sabor a frutas. El yogur contiene más proteína, tiamina, riboflavina que la leche; pero menos vitamina A. Hay poca diferencia entre el contenido de los elementos nutritivos que suministran energía de la leche y los del yogur, pero como se añade azúcar, el yogur endulzado es una fuente más rica de energía que la leche.

CUADRO Nº 6 : Composición química y valores calóricos de la leche, yogur natural y del yogur frutado.*

Componentes	Leche	Yogur Natural	Yogur Frutado
Agua (%)	87.8	85.8	79.5
Grasa (grs)	3.7	1.5	1.5
Proteína (grs)	3.2	5.0	4.3
Carbohidratos (grs)	4.7	7.1	14.0
Vitamina A (ugr)	30.0	12.0	12.0
Tiamina (ugr)	45.0	65.0	55.0
Riboflavina (ugr)	180	270	240
Calorías:			
(Kj)	272	259	364
(Kcal)	65	62	87

* = Composición para 100 grs. de porción comestible.

FUENTE: Leche y productos lácteos. Porter.

C. UTILIZACION DE LA LECHE DE SOYA EN LA ELABORACION DEL YOGUR

1. Antecedentes sobre Elaboración de la Leche de Soya

a) Características químicas y nutricionales

Mazzani citado por Troll (53), sostiene que la "leche de soya" tiene casi el mismo contenido proteico que la leche de vaca, por consiguiente puede actuar como un sustituto proteico excelen

...te de la leche de vaca como se muestra en el Cuadro Nº 7 una comparación entre los constituyentes de la bebida de soya con los de la leche de vaca.

Según experimentos realizados en la Universidad de Pantnager (35), la bebida de soya sin dulce es una sustancia blanquecina (dependiendo del color del grano), a la cual se le puede añadir cualquier saborizante. La gran aceptación por muchas personas ha conducido a que se experimenten varias formas de utilización. La bebida de soya puede ser mezclada con la leche de vaca en proporciones altas, tal como 50:50 dando muy buenos resultados, cuyo sabor de la mezcla es casi imperceptible al sabor característico que tiene la "leche de soya".

Con la adición de 6 a 7% de azúcar, la "leche de soya" puede ser endulzada para ser consumida inmediatamente o como base de otras bebidas. La estabilidad en el almacenamiento es buena, puesto que existen trabajos que demuestran que la "leche de soya", puede pasteurizarse y almacenarse por espacio de una semana a una temperatura de 5°C.

CUADRO Nº 7 : Composición promedio de la bebida de soya y de la leche de vaca. *

Constituyentes	Bebida de Soya		Leche entera de vaca
	10 % de Concentración	12.5 % de Concentración	
Agua (%)	90	87.5	87.4
Sólidos (%)	10	12.5	12.6
Energía (cal)	47	59	65
Proteína (gr)	3.3	4.1	3.5
Grasa (gr)	3.0	3.7	3.5
Carbohidratos (gr)	2.4	3.1	4.9
Fibra (gr)	0.14	0.2	0.0
Ceniza (gr)	0.6	0.8	0.7
Calcio (mgr)	52.0	65.0	118.0
Fósforo (mgr)	53.0	66.0	93.0
Hierro (mgr)	1.1	1.3	trazas
Sodio (mgr)	59.0	74.0	50.0
Potasio (mgr)	123.0	154.0	144.0
Vitamina A (U.I)	173.0	217.0	140.0
Tiamina (mgr)	0.1	0.13	0.03
Riboflavina (mgr)	0.06	0.08	0.17
Niacina (mgr)	0.09	1.1	0.10
Vitamina D (U.I)	2.0	2.5	4.4
Viscosidad (CPS)	6.4	8.1	4.2

* = Los valores están calculados para 100 gramos.

FUENTE: "New Process for low cost, high protein beverage base". Mustakas, Y.C. et al.

Dutra de Oliveira citado por Quispe (43), menciona que la bebida de soya es potencialmente el principal recurso para combatir la falta de leche de vaca; debido a que realizó trabajos experimentales para comparar el valor nutritivo de la leche vegetal con la leche animal, siendo probado el producto biológicamente en el crecimento de ratas jóvenes.

Las respuestas de dichos crecimientos fue menor con la "leche de soya" a niveles bajos. Sin embargo, esto podría corregirse con la complementación de metionina. También se mezcló leche de vaca y soya en diferentes proporciones y observó ventajas en la aceptabilidad comercial.

b) Métodos de elaboración de la "Leche de Soya"

Quispe (43), reporta que recientes investigaciones en la tecnología de elaboración de la "leche de soya", comparan la influencia que tiene - cada paso del proceso de elaboración básico (Chino) en los rendimientos, composición, olor y valor nutritivo de la "leche de soya".

El remojado del grano antes del procesamiento propiamente dicho es un paso general incluido en algunos de los métodos antiguos y presentes en la elaboración de la "leche de soya". Otros autores hallaron que los frijoles de soya remojados

en una solución de 0.5% de bicarbonato de sodio (Na HCO_3), fueron más suaves que los frijoles remojados en agua pura y esto facilitó los pasos posteriores, especialmente en la molienda.

Desde que se ha empezado a investigar sobre la bebida de soya, se ha ido desarrollando diferentes métodos para eliminar ciertas características químicas, físicas y nutricionales. Todos estos métodos con sus etapas más saltantes se describen a continuación :

- Extracción en agua fría: Es el método tradicional Chino que comprende en un remojo de los granos durante toda la noche, molienda con agua fría, calentamiento de la bebida durante 30 minutos para la inactivación del inhibidor de tripsina y filtrado posterior.
- Extracción en agua caliente: Consiste en un remojo de los granos a 27°C por 5 a 10 horas, molienda en agua hirviendo (mayor de 80°C), filtrado del líquido obtenido y calentamiento hasta la ebullición por espacio de 30 a 60 minututos.
- Extracción ácida: Este método comprende una molienda de los granos de soya descascarados con agua acidificada a pH 3 o menor, filtrado y luego cocimiento por espacio de una hora, para

después ser neutralizado a un pH de 6.5.

- Extracción ácida con fermentación: Este método consiste en someter a la bebida de soya a un proceso de fermentación en presencia de un starter (bacteria ácido láctica), para luego complementarla con una destilación.
- Extracción alcalina : Este proceso consiste en someter a los granos que fueron previamente descascarados y remojados, a una molienda con agua a pH 9.5 luego filtrada. La bebida obtenida presentaba una alta actividad de la lipoxidasa.
- Aprovechamiento parcial del grano : Remojo de los granos en agua potable por 18 horas, escurrido, enjuague, precalentamiento a 100^oC, molido en agua caliente, homogenización, ajuste de pH de 6.5 a 7.05 y centrifugación a 8000 PSI.
- Aprovechamiento integral del grano: Método descrito por Hand, et al (12). Los granos de soya son autoclavados a 2.5 minutos de 100^oC para eliminar la cáscara, y secados durante 10 minutos a 104^oC, luego los granos son descascarados y remojados durante toda la noche en agua, escurridos y calentados por 45 minutos a 100^oC

y en seguida son molidos con adición de agua hasta formar 16% de sólidos, finalmente es homogenizado a 2000 PSI y secado por atomización a 210^oC.

- Aprovechamiento total del grano: Método desarrollado por Siegel (48). Los granos son precalentados a 100^oC por 15 minutos, quebrados y descascarados; estos granos son molidos para formar harina y calentados a 95^oC por 30 minutos después de formar la suspensión con 0.05 % de bicarbonato de sodio; la mezcla de soya/agua es pasado por un molino coloidal, formulada y homogenizada (dos pasadas) a 3500 y 500 PSI.

- Proceso de Illinois: Método descrito por Nelson et al (30). Los granos son remojados toda la noche con bicarbonato de sodio a 0.5 %, blanqueados con otra solución similar a la anterrior, molidos (dos etapas) con malla N^o 4 y N^o 1, adición de agua hasta formar 12% de sólidos; luego es calentada la mezcla a 93^oC, homogenizada (dos etapas) a 3500 y 500 PSI, regulación del contenido proteico, neutralizado con HCl y formulada; en seguida son calentados nuevamente a 82^oC por 10 minutos, y homogenizado como se hizo anteriormente, y finalmente embo

...tellado.

2. Antecedentes sobre los Métodos de Elaboración de Yogur con "Leche de Soya"

Kanda (15), menciona que en los países orientales es una práctica muy antigua la fermentación de la "leche de soya", para poder eliminar los sabores desagradables que tiene esta "leche", tratando de obtener que sean de mayor aceptabilidad, en estos países la "leche de soya" es una bebida ya popular por siglos, a pesar de ello recién en la década del 60, los investigadores se preocuparon por desarrollar productos de fermentación, utilizando diferentes procedimientos que son comunes en la industria láctea.

Mital y Steinkraus (27), indica que Kellog en 1934, fué el primero en preparar un producto fermentado por utilización de cultivos lácticos en la "leche de soya". Más tarde Gehyke y Weiser, encontraron que la "leche de soya" es un medio satisfactorio para el crecimiento de la bacteria ácido láctica; sin embargo también fué encontrado que los cultivos lácticos producían menos acidez en la "leche de soya" que en la leche de vaca; el Streptococcus citrovorus Orla-Jensen, S. paracitrovorus Orla-Jensen y S. lactis Lister, producían alrededor de la

mitad de ácido en la "leche de soya" que en la leche de vaca.

Ariyama citado por Smith y Circle (49), desarrolló un yogur a base de "leche de soya", mediante el extracto acuoso de granos remojados. Esta "leche" tuvo un aprovechamiento parcial y fué enriquecida por un 15% de sacarosa e inoculado con Lactobacillus bulgaricus Grigoroff, después de haber hecho la incubación a 37-43°C por 4-6 horas. La "leche de soya" coagulada era un producto semejante al yogur y con un contenido de proteína de 9.8%, en comparación de 3.4%, en el yogur hecho con leche de vaca.

Angeles y Marth citado por Mital y Steinkrus (27), reportaron que la producción de acidez en la "leche de soya" no era siempre relacionada directamente al cultivo de los microorganismos; ellos encontraron que el Streptococcus thermophilus Kruse, Lactobacillus delbrueckii Beijerinck, L. plantarum Holland y L. dextranicum Holland; producían gran cantidad de acidez en la "leche de soya", que en otras especies de bacterias ácido-lácticas, que han sido producidos en su habilidad a usar el azúcar; estos investigadores, llegaron a la conclusión de que la producción de acidez en el medio, depende de el crecimiento de los microorganismos y su habilidad para fermentar los carbohidratos.

Al-Kishtaini, citado por Reed (46), elaboró un yogur utilizando "leche de soya" sin cáscara; la "leche de soya" fue calentada hasta 95°C y manteniéndose así por una hora, enfriada a 40°C e inoculada con una mezcla de cultivo de S. thermophilus Kruse y L. bulgaricus Grigoroff, hallando que la adición de su crossa a los niveles de 2.5 y 5.0 % no mejoran la pro ducción de ácido, en cambio la adición de lactosa si lo mejora. El producto obtenido es insípido, pero la adición de saborizantes o jugos de fruta mejora la aceptabilidad.

Oh, H.S. (32), experimentaron el empleo de varios carbohidratos, para producir yogur de sabor agradable en base a "leche de soya" y bacterias ácido-lácticas; ellos observaron que el L. acidophilus Holland y S. thermophilus Kruse, fermentaron la sacarosa acidificando velozmente durante las 16 horas de incubación, llegando a una acidez promedio de 0.6 % y un pH de 4.3, que fue suficiente para efectos de coagulación de la "leche de soya". El L. bulgaricus Grigoroff produjo una acidez mucho más lenta y causa la coagulación de la "Leche de soya" a un tiempo mayor o igual a 30 horas; pero ninguno de los microorganismos estudiados estuvo en la capacidad de fermentar la meliobiosa y la rafinosa.

Kanda (16), utilizó sólidos de suero y sacarosa, mezclados con "leche de soya" fueron esterilizados por el calor y adicionado estabilizadores, después de enfriar la mezcla fué inoculado con cultivo en combinación de L1 acidophilus NRRL-8 1910 Moro y L. acidophilus NRRL-8 2092 Moro, en iguales proporciones. Luego incubado a 37^oC por 24 horas, y se obtuvo un producto fermentado con 4.2 de pH y guardados a 5^oC por 19 días, tuvieron un olor y sabor aceptables.

Estos microorganismos pueden utilizar la rafinosa en la "leche de soya", que son responsables de la flatulencia y contribuye además a eliminar el sabor a frijol que tiene esta "leche".

3. Métodos de Elaboración de Yogur con "Leche de Soya"

a) Mediante el aprovechamiento de los constituyentes solubles del grano (Aprovechamiento Parcial)

Pinthong, et al (40), desarrolla el siguiente método en Chaing-Mai, Thailand; y analiza experimentalmente para obtener una especie de yogur utilizando como materia prima la harina de soya integral.

En este caso se preparó "leche" diluyendo 110 grs. de harina de soya en un litro de agua a 85-90^oC de temperatura, y mezclando la suspensión

...sión resultante en una licuadora durante dos minutos; la mezcla fué enfriada a 70°C y centrifugado durante 5 minutos a 3000 r.p.m. para eliminar el residuo insoluble; en seguida las muestras fueron sometidas a un tratamiento térmico en autoclave a 15 PSI por 5 minutos y almacenados en refrigeración a 5°C hasta su utilización. Se emplearon soluciones esterilizadas de extracto de levadura al 5% y D-glucosa al 50% como suplemento intermedio.

La "leche de soya" que se empleó en el presente experimento contenía 3.84% de proteína, 2.35% de lípidos y un total de sólidos de 7.8%. Para fines de inoculación de esta leche, se preparó un medio adecuado para el desarrollo del L. bulgaricus Grigoroff y S. thermophilus Kruse, con el agregado de extracto de levadura (3 grs) y glucosa (10 grs), todo este añadido a la "leche de soya" (1 lt.). Estos microorganismos, presentes en la "leche de soya" con glucosa y levadura fueron utilizados al 2% en su forma simple y al 1% en combinación. Las temperaturas para efectos de incubación fueron de 43°C para L. bulgaricus Grigoroff, 37°C para el S. thermophilus Kruse y 37°C para la combinación.

En las muestras ya fermentadas para el caso del S. thermophilus Kruse la adición de glucosa únicamente, tuvo poca influencia en la producción

acidez, pero suplementado con el extracto de levadura solamente y sus combinaciones, permitió un incremento significativo de acidez; la adición de glucosa en el caso de L. bulgaricus Grigoroff solamente, tuvo poco efecto y aún cuando la suplementación fue mayor del 1%, no produjo efectos de consideración, la razón para este efecto no es conocido.

La combinación de los microorganismos resultaron en una ligera elevación del nivel de acidez (0.68%), que el S. thermophilus Kruse solamente (0.56%) y considerablemente menos que el L. bulgaricus Grigoroff únicamente (0.84%) en 24 horas de incubación.

Las condiciones óptimas para el L. bulgaricus Grigoroff de 0.1% de extracto de levadura y de 1% de glucosa, y para el S. thermophilus Kruse en su estado simple o en combinación puede ser de 0.1% de extracto de levadura y 0.5% de glucosa. La acidificación en exceso de 1.2% puede conducir a la elaboración de productos con sabores ácidos desagradables y un desarrollo de acidez de 1% está considerado que está en el rango óptimo.

El producto final luego de la fermentación, tuvo un aspecto homogéneo, firme parecido al requesón y con poca separación del suero.

El autor además afirma que la fermentación de la

"leche de soya" con bacterias ácido lácticas, especialmente con el L. bulgaricus Grigoroff conduce a un marcado mejoramiento en su sabor; y es factible preparar productos de buena aceptación con el solo uso de este microorganismo.

Los niveles de eliminación de oligosacáridos practicados en el presente estudio fueron relativamente pequeños; la incorporación del microorganismo como el L. fermenti Ayers-Johnson, con el propósito de eliminar la rafinosa y estaquiosa no son justificables por los resultados obtenidos. Sin embargo, al alterarse los niveles de suplementación y los métodos de preparación del cultivo iniciador, se podría conseguir una mayor reducción de oligosacáridos.

b) Mediante el aprovechamiento integral de granos remojados

Wei, et al (55), desarrolla un método a nivel-experimental en la Universidad de Illinois-Urbana, USA, dentro de una línea de investigaciones tendientes a obtener métodos adecuados para desarrollar un yogur a base de "leche de soya", que se prepara en Illinois.

En este proceso se elabora una bebida base, a partir de frijoles de soya enteros (incluyendo la

cáscara) de la variedad Wayne. La preparación de esta bebida incluye remojo y blanqueado con bicarbonato de sodio al 0.5%, este último en una solución fresca durante 30 minutos, luego molido con agua suficiente para lograr 12% de sólidos y calentados a 93^oC, para homogenizarlo en dos etapas a 3500 y 500 PSI; esta bebida resultante, conocida como "base" tuvo un contenido de 4.8% de proteína y 2.4% de aceite.

El producto base es diluído hasta lograr un 3.6% de proteína (3 partes con una parte de agua), neutralizado y formulado con 1.25% de lactosa, 2.0% de sacarosa y 20% de dextrosa. Luego es calentado a 82^oC para ser nuevamente homogenizado como se hizo anteriormente, enfriado a 40^oC e inoculado al 3% con una mezcla de cultivo de L. bulgaricus Grigoroff y S. thermophilus Kruse, usados para productos de lechería, y el cultivo es hecho bajo similares condiciones al yogur hecho con leche de vaca; después de incubado a 40^oC durante 4.5 horas el pH desciende a niveles de 4.3-4.4, para ser enfriado en estas condiciones a 16^oC; y luego savorizados con 25% de extractos derivados de fruta para yogur.

La textura del producto final es similar al yogur de la leche de vaca, debido a que se puede

variar simplemente controlando la fermentación. El sabor es a fruta y de apariencia uniforme y puede ser mejorado añadiendo frutas frescas.

D. ELABORACION DE YOGUR SUSTITUIDO CON "LECHE DE SOYA"

1. Antecedentes

Tratnik (51), reporta que actualmente los productos lácteos tradicionales son bien conocidos; en estos últimos decenios la revolucionaria industria lechera, la mercadotecnia y la ciencia de la nutrición, han contribuido en el desarrollo de nuevos productos lácteos, a través de un gran número de experimentos en los países orientales.

En los países americanos, estas investigaciones se están desarrollando recientemente para obtener productos lácteos "imitados", con una calidad nutritiva que se asemeja a la leche de vaca, para así reemplazar a la leche en la alimentación de la población de bajos ingresos, que son deficitarios en cuanto se refiere a alimentación.

Yamanaka y Furukawa citado por Mital y Stein kraus (27), experimentaron que la producción de acidez por el S. thermophilus Kruse, S. faecalis Orla-Jensen, L. bulgaricus Grigoroff, L. acidophillus Holland y L. casei Holland, fué alto, cuando se utilizó una combinación de "leche de soya" (por

encima del 70%), con la leche de vaca desgrasada; que con esta última leche solamente. También fue observado que la suplementación de glucosa en la combinación de estas leches, mejora la producción de acidez en todos los cultivos. Sin embargo la adición de sacarosa incrementaba la producción de acidez en el L. acidophilus Holland solamente.

Oh, et al (32), elaboró en Korea tres tipos de yogures, con 100% de "leche de soya", 100% de leche de vaca y en combinación a proporciones iguales de estas dos leches, y utilizando como cultivo indicador el S. thermophilus Kruse. Fueron evaluados por un panel de degustación, donde el yogur con "leche de soya", recibió una calificación más baja en olor, que el yogur hecho con leche de vaca. Sin embargo el Scor para la textura, color y sabor no se diferenciaban entre los tratamientos. El puntaje total de los calificativos no tuvo significación, estableciéndose entre bueno y regular.

2. Elaboración de Yogur con Leche de Vaca y "Leche de Soya"

Este trabajo experimental fue llevado a cabo por Tratnik y Jaksic (52), en Zagreb, Yugoslavia. En esta investigación los autores obtienen un yogur de leche de vaca con 10 y 20% de "leche de soya", los cuales no se distinguen mucho por sus

cualidades organolépticas, pero si en forma sustancial con la muestra control de leche de vaca, mientras que los elaborados con pura "leche de soya" no son aceptables.

El proceso para la elaboración de la "leche de soya", es el siguiente: Los granos de soya (225 grs.) se remojaron en agua (1.8 lts.) durante tres horas a 20°C de temperatura y en seguida fueron blanqueados durante 15 a 20 minutos, escurridos, descascarados y licuados, para obtener de esta forma una bebida que luego fué calentada en bañomaría durante 10 minutos, y filtrado en un cedazo especial, obteniéndose 1.04 lts. de "leche de soya".

La leche de vaca con 3.20 % de grasa se mezcló con 10 y 20% de "leche de soya", con 3.48 % de proteína, 2.60% de grasa, y 2.60% de carbohidratos obtenidos mediante el proceso descrito anteriormente; 500 ml. de la mezcla de leche se pasteurizó a 95°C durante 5 minutos, enfriados a 44°C, luego se adicionó 1% de almidón y 3% de cultivo de yogur, y se incubó a 44°C durante 3 a 3.5 horas, hasta lograr una acidez de 27-30°SH y una consistencia típica, luego se enfrió inmediatamente 7-8°C. La fermentación de la leche de vaca en comparación con la fermentación con la "leche de soya", se ha notado que esta última "leche", se coagula con una aci

...dez necesaria en un tiempo de 5 horas, mientras con la leche de vaca se coagula en 2.5 a 3 horas.

Aún cuando se logró un yogur con una acidez necesaria, durante la degustación se demostró que esta acidez es insuficiente, demostrándose además durante el almacenaje, un crecimiento de la acidez mucho más lento, cuando la sustitución de la "leche de soya", fué por encima del 20%.

La elaboración de yogur con las leches mezcladas, en los porcentajes ya indicados, se encontraron que tiene un buen sabor y olor, buena consistencia, sin excreción del suero y con un color blanco poco amarillento. Pero en cambio, el yogur hecho a base de pura "leche de soya", tiene una textura débil pero homogénea, sin separación del suero, con olor y sabor a soya poco amargo, que lo hace un producto inaceptable.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio de investigación se realizó en los Laboratorios y Planta Piloto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y en el Laboratorio de Análisis de Alimentos del Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA), la duración efectiva fue de 6 meses.

A. MATERIAS PRIMAS

1. Frijol soya, variedad nacional,...
2. Leche

Se empleó leche fresca procedente de la granja zootécnica de la UNAS.

3. Jugo de frutas

Se usó el jugo de las siguientes frutas de la zona de Tingo María: Piña (Ananas comosus), variedad: Zamba Cocona (Solanum topiro), tipo: Aperado y Maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa), variedad: Passiflora edulis f. flavicarpa.

B. INSUMOS

1. Azúcar blanca refinada.
2. Cepas de yogur liofilizado de la marca HANSEN
3. Envases de plástico de cuatro onzas de capacidad.
4. Bicarbonato de sodio
5. Agua potable, destilada y bidestilada.

C. EQUIPOS Y MATERIALES

1. Equipos

- Balanza de precisión, marca ESZTERGON, capacidad 500 grs., Hungría.
- Balanza analítica, tipo : LB-105, de 100 grs., de capacidad, Hungría.
- Ollas o marmitas de vapor, tipo: KVG-12 KISKUNGE-LEGYHAZA, con capacidad útil de 20 litros, Hungría.
- Molino de discos, marca CORONA, funcionamiento manual, Industria Nacional.
- Refrigeradora, marca LEHEL, tipo: L-50, de 5 pies cúbicos de capacidad, Hungría.
- Molino coloidal, tipo: M-10-951, con rango de molienda 0.00 a 3.90 m.m., Hungría.
- Homogenizador, marca SOAVI, B. y FIGIL de 100 lt/hr. de capacidad, Italia.
- Centrífuga, tipo: LV-411LZ301, con capacidad de 3700-18000 r.p.m., Hungría.
- Cocina eléctrica de fabricación nacional.
- Esterilizador, marca: MEMMERT, tipo: U15-771414, funcionamiento máximo de temperatura 220°C, Alemania.
- Estufa bacteriológica, tipo LP-104, Hungría.
- Homogenizador, marca: BIOMIX, tipo: LE-402, con movimiento intermitente de 40%, Hungría.
- Estufa, tipo: LP-303, funcionamiento máximo de temperatura de 120°C, Hungría.

- Mufla, tipo: LR-201, funcionamiento máximo de temperatura de 1200°C, Hungría.
- Bañomaría, con termómetro graduado de 0 a 80°C.
- Potenciómetro, marca: RADELKIS, con rango de pH - de 1 a 13, tipo: OP-106, portátil, Hungría.

2. Materiales

- Balanza, tipo comercial, marca METRIPOND, capacidad máxima de 20 Kgs., Hungría.
- Clasificador de granos de 3.15 a 6.3 mm. de diámetro.
- Micrómetro, marca SOME INOX-EXTRA con rangos de 1/16 de pulgada, Checoslovaquia.
- Materiales de remojo, con capacidad de 10 lts.
- Olla de cocción a fuego directo.
- Refractómetro de mano, marca FOX-GUEM, con rango de 0 a 85% de sacarosa, Hungría.
- Materiales de laboratorio, se utilizó tanto para la elaboración de la bebida de soya, yogur y para los diferentes análisis, tales como: Buretas, microburetas, balones, placas petri, vasos de precipitado, vasos fleaker, matraces, fiolas, termómetro, cronómetro, densímetro, lactodensímetro, pipetas, reactivos químicos, medios de cultivo y caldos nutritivos entre otros.

D. MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se efectúa en

tres etapas, como se describe a continuación.

1. ETAPA Nº I : Elaboración de la leche de soya

a) Objetivos

El objetivo de esta primera etapa es establecer un procedimiento para la obtención de una leche a partir de granos de soya, con una calidad bromatológica y organoléptica similar a la leche de vaca, que pudiera emplearse adecuadamente en la elaboración de yogur; para ello se establece: las características de la materia prima, formas de trabajo, características del producto terminado. De esta manera la leche obtenida se utiliza en las etapas siguientes como sucedáneo de la leche de vaca en la elaboración del yogur.

b) Características de la materia prima

La caracterización y determinación de la calidad de la materia prima se efectúa como sigue:

- Control Fitosanitario

Para este análisis se toma en cuenta la cantidad de granos sanos, quebrados, dañados (hongos insectos, etc.), materia extraña (tierra, pedazos de tallo, etc.), presencia de insectos, larvas y otros estadios de insectos.

- Volumen específico y clasificación

Para esta determinación se utiliza una probeta graduada y un clasificador de granos normaliza

...do con diámetro de abertura comprendidos de 3.15 a 6.3 mm.

- Características físicas del grano de soya

Este análisis se realiza en forma manual separando los componentes del grano y pesándolos individualmente; también se hacen otros análisis como: peso de cien granos y el diámetro promedio del grano medido con un micrómetro.

- Composición químico proximal

Se realizan las siguientes determinaciones analíticas:

- . Humedad, método de la estufa recomendado por Pearson (36).
- . Proteína total, método semimicro Kjeldahl (Nitrógeno X 6.25) recomendado por Briceño y Villacorta (7).
- . Cenizas totales, por incineración en mufla a 600°C por 3 Hrs. recomendado por Briceño y Villacorta (7).
- . Fibra total, por el método de la digestión ácida-alcalina, descrito por Pearson (36).
- . Carbohidratos totales, obtenidos por diferencia de las determinaciones anteriores.

- Actividad ureásica

Esta determinación se realiza en el residuo in soluble (pasta), que se obtiene luego de la --

centrifugación, durante la elaboración de la leche de soya, se emplea el método descrito por la AACCC(1). Loayza (22), considera que los productos a base de soya para consumo humano, deben tener una actividad ureásica de 0.1 a 0.3 como máximo.

c) Procesamiento

La preparación de las leches a base de granos de soya se hace mediante la aplicación de unos procedimientos desarrollados por las siguientes instituciones y autores: Universidad de Illinois, Alvin Siegel y Hand. et al; estos flujos de operaciones se pueden apreciar en los esquemas que se indican a continuación.

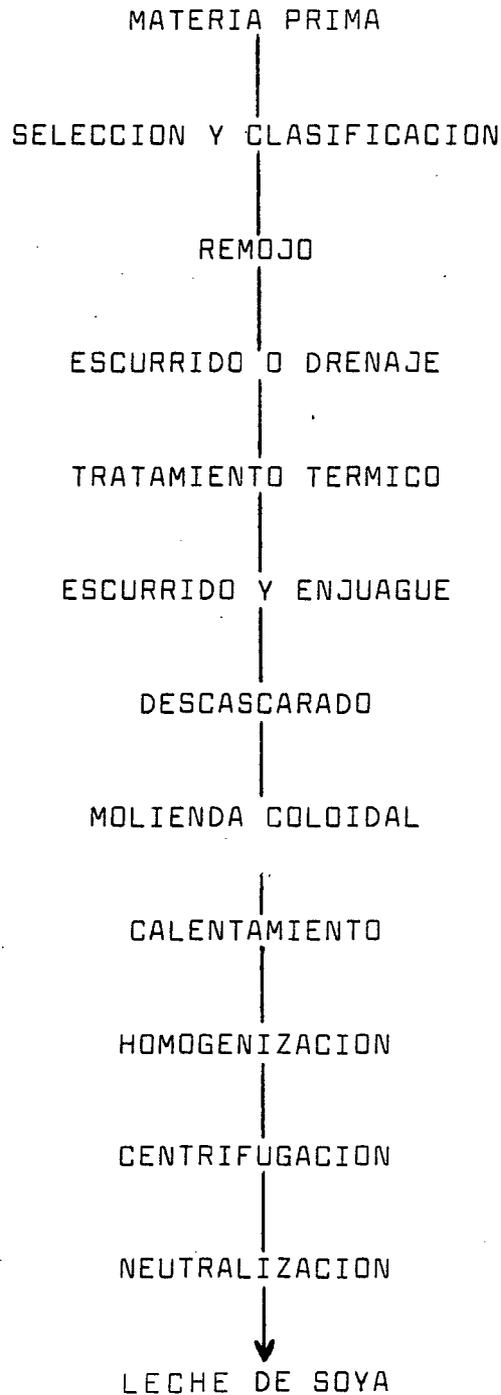


FIGURA Nº 2 : Esquema del flujo de procesamiento para la obtención de leche de soya (Glycine max (L) Merrill, variedad: Nacional, método: Illinois Modificado.

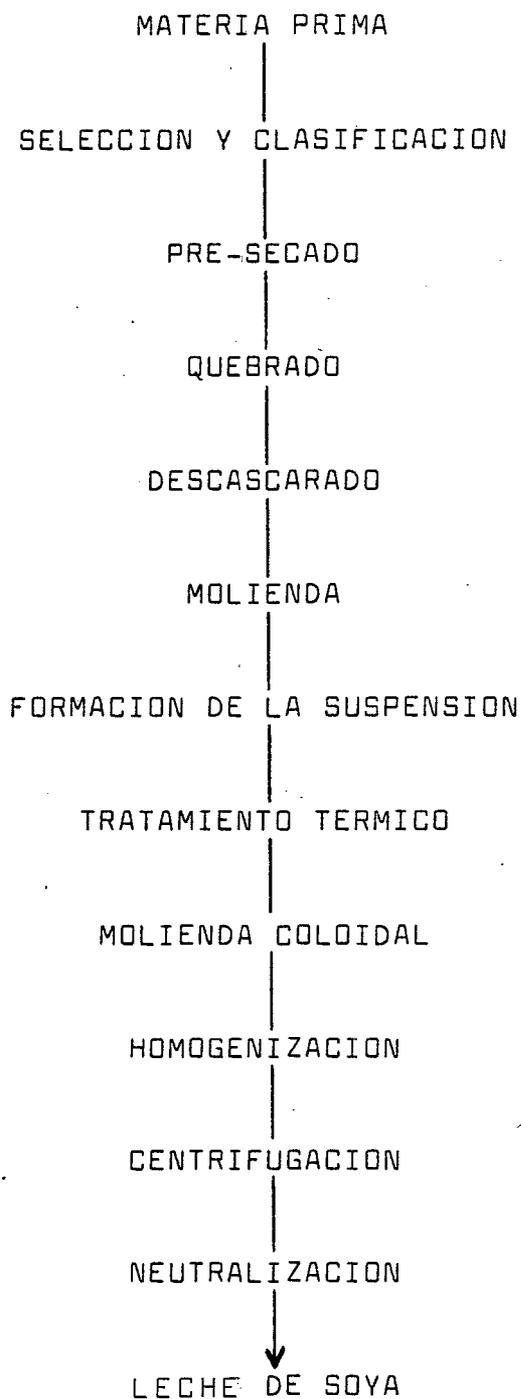


FIGURA Nº 3: Esquema del flujo de procesamiento para la obtención de leche de soya (Glycine max (L) Merrill, Variedad: Nacional, Método descrito por Siegel A., Modificado.

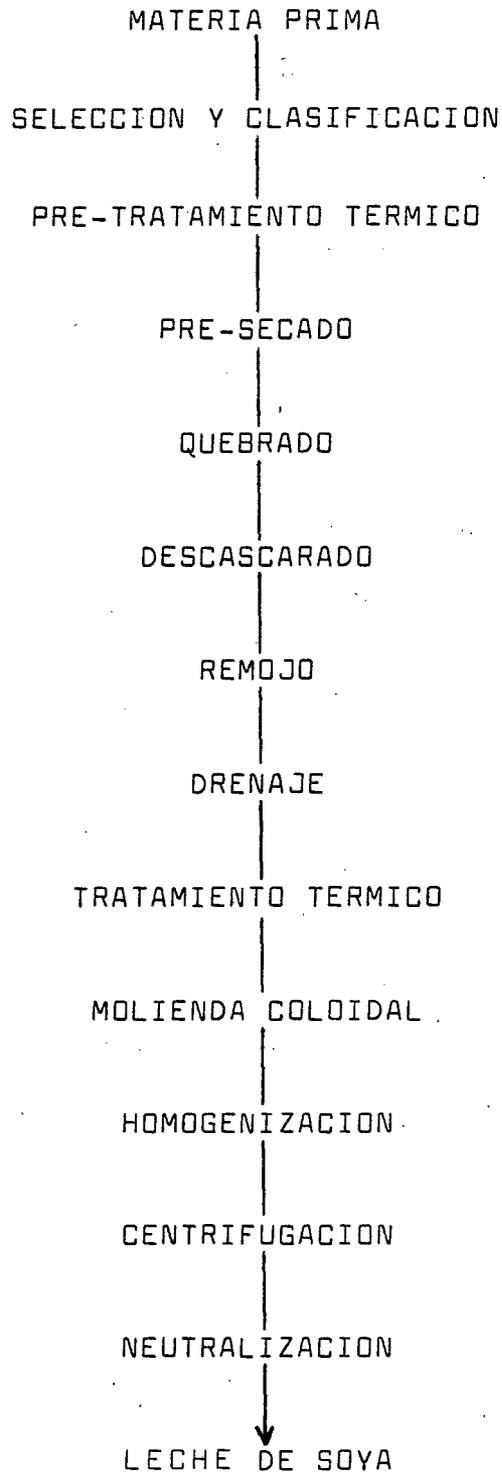


FIGURA Nº 4: Esquema del flujo de procesamiento para la obtención de leche de soya (Glycine max (L) Merrill, Var.: Nacional, Método descrito por Hand. et al, Modificado.

De la manera indicada se obtienen tres leches que a su vez fueron evaluadas física y organolépticamente para su selección y utilización posterior, en las siguientes etapas del trabajo de investigación. Seguidamente se describen las operaciones generales utilizadas en los esquemas que anteceden.

- Método Illinois Modificado

Primeramente se selecciona el grano de soya en forma manual eliminando los granos quebrados, dañados, picados e impurezas, etc. Luego se clasifica en dos tamaños, con la ayuda de un clasificador de granos; posteriormente se remoja en agua potable, hasta que el grano llegue a la saturación; luego del escurrido se somete a un tratamiento térmico en olla con chaqueta de vapor (marmita), para inactivar las sustancias antinutricionales del grano; seguido del escurrido se descasca con la ayuda de un molino de discos, para posteriormente moler con la ayuda de un molino coloidal, en presencia de agua a 85°C; posteriormente se efectúa una homogenización para obtener una mezcla uniforme en cuanto al tamaño de partícula, seguidamente se separa el residuo insoluble (pasta), del extracto acuoso de soya, con la ayuda de una centrífuga para obtener un producto de consistencia aceptable, y finalmente se neutraliza la

leche a un pH de 6.5.

- Método descrito por Siegel Alvin Modificado

Inicialmente el grano es seleccionado y clasificado en igual forma que en el método anterior, enseguida son precalentados a 100°C por 15 a 20 minutos en una estufa, para facilitar la subsecuente separación de la cáscara con la ayuda de un molino de discos, luego se usa un limpiador de granos para separar la cáscara de los cotiledones; posteriormente los granos descascarados son pasados a través de un molino universal, para obtener harina; subsecuentemente es adicionado agua para formar la suspensión, luego es llevado a la marmita para ser calentado a 96°C por 30 minutos, enseguida la mezcla es pasada dos veces a través de un molino coloidal para obtener una solución uniforme finamente molida; para posteriormente realizar una homogenización y obtener de esta manera una textura semejante a la leche; seguidamente es centrifugado y ajustado el pH con bicarbonato de sodio.

- Método descrito por Hand, et al. Modificado

Los granos de soya son seleccionados y clasificados igual que en métodos anteriores, para luego ser sometido a un pre-tratamiento térmico durante

tres minutos a 100^oC, con la ayuda de la marmita posteriormente son pre-calentados en una estufa, para luego someter el grano a un quebrado y descascarado, en igual forma que en el método descrito por Siegel. Luego las operaciones subsiguientes a partir del remojo hasta la obtención de la bebida, son similares a los descritos en el método Illinois, a excepción de que en el presente método la operación del descascarado se realiza en forma física antes del remojo.

d) Selección y caracterización de la leche a base de granos de soya y leche fresca de vaca.

- Evaluación Sensorial

La selección de la leche de soya que se utiliza para trabajos definitivos, se hace a través de una evaluación organoléptica simple, con la ayuda de un panel de degustación semientrenado; para la calificación organoléptica se emplea el método de ordenamiento jerárquico (Ranking), descrito por Ranganna (45) la diferencia estadística se efectúa en base a atributos separados, y la significación se halla mediante cuadros ya establecidos. Los atributos tomados en cuenta a este nivel son: sabor, olor color, textura.

- Análisis Físico-Químico

. De la leche de soya: Las determinaciones que se

realizan son: Densidad, que se hace con la ayuda de un densímetro calibrado a 20°C de 700 a 2000 unidades; la concentración de hidrogeniones (pH), se realiza usando el potenciómetro con sensibilidad de 0.05 de pH calibrado a 27°C, con una solución tampón de pH 7.00; la determinación de la acidez se hizo mediante titulación con NaOH, según Briceño y Villacorta (7), los sólidos totales se determinan siguiendo el método recomendado por ITINTEC (37); luego la viscosidad se realiza utilizando el viscosímetro de OSTWALD.

. De la leche de vaca: Los análisis que se efectúan son: la densidad y se realiza con la ayuda de un lactodensímetro de Quevenne, calibrado a 15°C de 15 a 40 unidades; la determinación de la concentración de hidrogeniones (pH), la acidez, los sólidos totales y la viscosidad, se procede de igual forma que en el caso de la leche de soya. Para la prueba de reducción de azul de metileno se sigue el método usado por Castillo (9).

- Análisis Químico Proximal

La determinación analítica es similar para ambas leches, con la única diferencia que el análisis de la fibra, sólo se realiza en la leche de soya: la cantidad de agua presente en la muestra se calcu

...la, mediante la diferencia de los sólidos totales en un cien por ciento de muestra; la determinación de la proteína se realiza mediante la titulación con fomaldehído o prueba de Walker, descrito por Lora S. DE (23); el análisis de grasa según el método de gerber; recomendado por ITINTEC (37); la de terminación de la fibra se realiza a partir de una muestra desgrasada, siguiendo el método descrito por Pearson (36); el análisis de cenizas según lo recomendado por ITINTEC (37); los carbohidratos to tales se calculan por diferencia de las determinaciones anteriores.

2. ETAPA II: Estudio de sustitución parcial de leche de vaca por leche de soya en la elaboración de yogur base

a) Objetivo

En base a los resultados que se obtengan en la primera parte de este estudio, que es de obtener una leche a base de granos de soya, con buenas propiedades funcionales para sustituirlo en la elaboración del yogur; se continúa con la segunda etapa, siendo los objetivos que se plantea los siguientes: encontrar el procedimiento más adecuado para la elaboración del yogur base sustituyendo leche de vaca por leche de soya. Asimismo establecer la proporción óptima y efectuar una evaluación de la calidad

y estabilidad del yogur.

b) Método

Para el trabajo de sustitución en la elaboración de yogur se utiliza el método recomendado por ITINTEC (37), denominado YOGUR BATIDO. En el esquema que se indica a continuación, se muestran las operaciones que se utiliza para el fin indicado.

- Preparación de las muestras en estudio

Los trabajos se efectúan a dos niveles: el primero con carácter preliminar para ubicar dentro de qué rango de sustitución se podría encontrar el óptimo, y el segundo de carácter definitivo para evaluar la muestra ideal.

- Procesamiento

Las condiciones de trabajo se muestran a continuación:

• Preparación del cultivo yogur

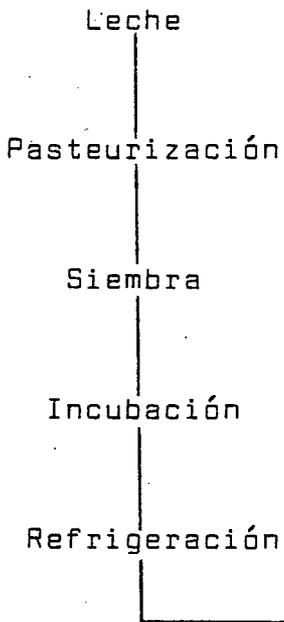
Pasteurización

La leche fresca recién recepcionada se somete a un tratamiento térmico, a una temperatura de 85°C durante 30 minutos, al término del cual se enfría a 42°C de temperatura.

Siembra

Luego de la pasteurización y enfriado a 42°C, se realiza la siembra de la cepa de yogur liofiliza

Preparación del
Cultivo Yogur



Preparación del
Yogur Base

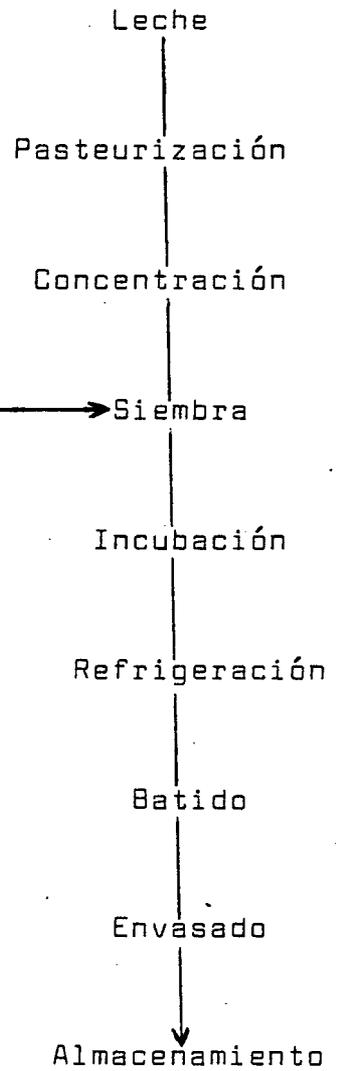


FIGURA Nº 5 : Esquema de flujo de procesamiento para la obtención del yogur.

...do con la ayuda de un mechero. Esta cepa es acondicionada con anterioridad en treinta frasquitos esterilizados de 7 ml. de capacidad, y es efectuada - en forma aséptica; para ir usando de acuerdo a su requerimiento en cada una de las pruebas. Esta operación se realiza inoculando una determinada cantidad de cepa en un volumen de leche calculada a partir de la proporción de dos litros por sobre de cepa.

Incubación

La leche inmediatamente sembrada se incuba usándose para ello una estufa graduada, al que se regula a 42°C de temperatura; manteniéndose dicha temperatura por un periodo de tres horas, al término del cual se tiene como resultado el cultivo yogur.

Refrigeración

Se lleva a cabo inmediatamente culminada la incubación, para evitar la excesiva acidificación del cultivo yogur. La temperatura de refrigeración a que se somete los cultivos de yogur es de 10°C , y para después de 24 horas ser utilizados en la elaboración del yogur.

. Preparación del yogur base

Pasteurización

Preliminarmente se toman proporciones de susti

...tución hasta un 30%, para encontrar bajo qué rangos aproximados podría estar ubicada la mezcla -- ideal, que no arrojara un sabor diferente a los yogures elaborados con leche de vaca; seguidamente se hace mezclas que varían en dos por ciento entre las diferentes muestras, hasta un rango que se considera una mezcla óptima; luego se pasteuriza la mezcla de leches a una temperatura de 88°C durante 30 minutos, al término del cual se enfría a 45°C.

Concentración

Esta operación se realiza mediante la sustracción de agua y se procede durante la pasteurización para lo cual se agita constantemente, durante todo el tiempo que dura el tratamiento térmico en mención, para que de esta forma el contenido acuoso disminuya rápidamente por evaporación, hasta alcanzar una cantidad de sólidos totales equivalentes al 14%, que se requiere para fines del presente trabajo.

Siembra

Se efectúa utilizando el cultivo yogur descrito anteriormente, en una proporción del 2 por ciento; esto se añade a la leche agitándose por espacio de dos minutos, con la finalidad de distribuir homogéneamente el cultivo en la leche; esta siembra se

efectúa a una temperatura de 42^oC.

Incubación

Las muestras en estudio son inmediatamente in cubados, para evitar el enfriamiento del mismo, la temperatura de incubación a la que se somete es de 42^oC, lo que se mantiene durante 2.5 horas, hasta que la muestra alcance 85% de ácido láctico, de acidez final.

Refrigeración

Se lleva a cabo inmediatamente culminada la in cubación, para evitar que el yogur sea acidificado en exceso; esta operación se realiza a 10^oC de temperatura durante 24 horas, considerándose de esta forma un enfriado lento.

Batido

Para realizar esta operación se adiciona a las muestras obtenidas, una solución diluida de sacarosa al 8 por ciento, batiéndose enérgicamente para lograr un buen mezclado.

Envasado y Almacenamiento

Las muestras obtenidas con el procedimiento descrito, son envasados para su almacenamiento en vasitos de plástico de 4 onzas de capacidad, quedando de esta manera expeditos para su evaluación y caracterización.

c) Evaluación Sensorial

- De los estudios preliminares

Las muestras evaluadas tanto en el estudio preliminar como en el estudio final, se someten a un control de calidad organoléptico, mediante un análisis de diferencia empleando la prueba del Duo-Trío, según lo establece Mackey (24); tomándose como atributos el sabor y el olor, empleando panelistas semi-entrenados; la significación estadística se halla mediante cuadros ya establecidos.

- De los estudios definitivos

Se evalúa el producto final comparándolo con una muestra elaborada con leche de vaca solamente, para ver si existe una clara diferencia en la aceptación del producto en estudio. Se emplea un análisis diferencial por el método de comparación pareada, como lo establece Larmond(19); los atributos considerados son: color, sabor, textura y apariencia general; se utilizan panelistas semientrenados, los resultados obtenidos se analizan estadísticamente mediante un diseño completo al azar.

d) Caracterización del Producto Final

- Análisis físico

Los análisis que se realizaron son: la determi

...nación de la densidad, mediante el método de pesada directa; la viscosidad empleando una bureta graduada y cronómetro, para determinar el tiempo de desplazamiento de la muestra a analizarse y del agua, para calcular la viscosidad a partir de la relación directa entre el tiempo de desplazamiento y la viscosidad, del agua frente al yogur; los sólidos totales que queda determinado luego de eliminar la humedad de la muestra en mención.

- Análisis Químico Proximal

Este análisis es similar al que se realiza en el inciso (d) de la Etapa I, con la diferencia de que la determinación de proteína se realiza mediante el método Kjeldahl, recomendado por ITINTEC (37); y el análisis de grasa mediante el método de Soxhlet, recomendado por la AOAC (2).

- Rendimiento

Esta determinación se establece en el flujo de finitivo, haciéndose una proyección para 100 Kgs. de grano de soya.

- Análisis Microbiológico

Se efectúa con el propósito de establecer las condiciones higiénicas y sanitarias del proceso de elaboración del producto final. Se utili

...za el procedimiento descrito por Rosell y Dos Santos (47) e ITINTEC (37).

Los análisis son dirigidos a establecer:

- . Gérmenes aerobios viables totales.
- . Recuento total de hongos.
- . Recuento de coliformes totales.

Para los dos primeros análisis se emplea el método de recuento estandard en placa de incorporación, y para el último el método del número más probable.

- Almacenamiento

El estudio del almacenamiento se efectúa a dos temperaturas, una del medio ambiente a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y otra a refrigeración a 4°C ; para esto se toma en cuenta el porcentaje de acidez y la variación de pH, asimismo se considera las pérdidas de peso, pérdida de textura y otras alteraciones de los caracteres organolépticos.

3. ETAPA Nº III : Estudio de Aplicación con Jugo de Frutas

a) Objetivo

Esta última etapa del estudio tiene por finalidad determinar las posibilidades de empleo de jugo de frutas, en la elaboración de yogur con sustituciones de leche de soya, fijando su máximo porcentaje de reemplazo.

b) Procesamiento

En esta etapa del estudio el procesamiento se realiza en dos fases: 1) preparación del yogur base 2) agregado de jugo de frutas. Estas fases se muestran en el esquema de flujo de la figura N° 6, que a continuación se muestra.

Las condiciones de trabajo se muestran a continuación:

- Preparación del cultivo yogur

Se sigue los mismos pasos descritos en el inciso (b) de la Etapa II.

- Preparación del Jugo

. Selección: Primeramente se selecciona la fruta a procesarse escogiendo mediante una inspección visual, una fruta que contenga un jugo de buena calidad.

. Lavado: Con chorro de agua fría, para eliminar las impurezas como el polvo, tierra, etc., que puede estar presente en la superficie externa de la fruta.

. Blanqueado: La fruta es sumergida en agua a 100°C por espacio de dos minutos.

. Cortado: Se lleva a cabo con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, y se extrae la cáscara, corazón (en el caso de la piña) y semilla (en el caso de la cocona y el maracuyá), para luego cortarlos

Preparación del
Cultivo Yogur

Leche
↓
Pasteurización
↓
Siembra
↓
Incubación
↓
Refrigeración
↓
Cultivo Yogur

Preparación del
Yogur

Leche
↓
Pasteurización
↓
Concentración
↓
Siembra
↓
Incubación
↓
Refrigeración
↓
Batido
↓
Envasado
↓
Almacenamiento
↓
Yogur con Pulpa
de Frutas

Preparación del
Jugo

Selección
↓
Lavado
↓
Blanqueado
↓
Cortado
↓
Pulpeado
↓
Refinado
↓
Jugo de Fruta

FIGURA Nº 6 : Esquema de flujo de procesamiento para la obtención del yogur frutado.

en rodajas y trozos pequeños.

. Pulpeado : Se realiza en la pulpeadora, colocándose en ella las rodajas y trozos cortados, obteniéndose al final la pulpa de cada una de las frutas a utilizarse.

. Refinado: Se emplea molino coloidal con abertura de los esmeriles de 0.05 mm., con la finalidad de obtener una pulpa finamente dividida. Luego este jugo así obtenido se le caracteriza determinando los sólidos solubles, con la ayuda de un refractómetro manual; la acidez utilizando Na OH a 0.1 N. de concentración para la titulación, y el pH empleando un pH-metro.

- Preparación del Yogur Base

Se sigue los mismos pasos descritos en el inciso (b) de la Etapa II, se hace tres ensayos.

. Primero: Se usa un yogur preparado con un porcentaje óptimo de leche de soya; determinado en la etapa II, a partir de este producto se hace estudios preliminares en cuanto al porcentaje de adición del azúcar y del jugo de fruta; luego se evalúa estas muestras para hallar el porcentaje más adecuado de adición.

. Segundo: Se parte del yogur con el porcentaje óptimo de sustitución de leche de soya y el óptimo de adición de azúcar y jugo de frutas determinada ante

...riormente. A este producto se le incorpora tres tipos de jugos normalizados: piña (Ananas comosus), variedad: Zamba; Cocona (Solanum topiro), tipo: Ape rado y Maracuyá (Passiflora edulis f. flavicorpa), variedad: Passiflora edulis f. flavicorpa. Seguida mente se evalúa las muestras de yogur, para hallar la fruta de más aceptación.

. Tercero: Se prepara muestras de yogur base con porcentajes, de sustitución de leche de soya por en cima del óptimo, incorporándose a las mismas el ju go de fruta de mejor preferencia. Se evalúa estas muestras para determinar cuál es el máximo porcenta je de sustitución de leche de soya, que señale una diferencia sensorial estadísticamente significativa.

c) Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial a efectuarse en esta última etapa del estudio sirve para:

- Determinar las mejores características de un yo gur a base de un porcentaje óptimo de adición de azúcar y jugo de frutas; utilizándose el método de comparación pareada, descrito por la Larmond (19).
- Preparar un yogur con buena aceptación partiendo de tres frutas tropicales a seleccionarse, tomándo se en consideración la utilización de una mezcla óp tima de leche de soya, con leche fresca de vaca; en este paso se emplea el método de ordenamiento jerár

...quico (Ranking) descrito por Ranganna (45).

- Encontrar el máximo porcentaje de sustitución de leche de vaca por leche de soya, empleando el jugo de fruta seleccionada en el paso anterior; en este estudio se emplea dos métodos de evaluación sensorial, el método de comparación pareada múltiple descrito por Larmond (19), para un nivel preliminar; y la prueba del Duo-Trío según lo establece Mackey (24), para el nivel definitivo, tomándose atributos como olor y sabor; en el primer método indicado se comparan tres pares de muestras, la muestra en estudio (con 25, 30 y 40% de sustitución), con la muestra testigo (yogur con pura leche de vaca), utilizando panelistas semientrenados.

d) Caracterización del Yogur con Jugo de Frutas

- Análisis Físico

Para la realización de estos análisis en el producto final, se sigue las mismas pautas descritas en el inciso (d) de la Etapa II.

- Análisis Químico Proximal

La determinación del análisis químico proximal a este nivel, se realiza en base a lo expuesto en el inciso (d) de la Etapa II.

- Rendimiento

Se determina el rendimiento de elaboración del yogur con jugo de fruta, en base a una proyección

de 100 Kgs.

- Análisis Microbiológico

La determinación de las condiciones higiénicas y sanitarias del producto final, se realiza en base a lo descrito en el inciso (d) de la Etapa II.

- Almacenamiento

El almacenamiento del yogur frutado se hace, siguiendo las pautas señaladas en el inciso (d) de la Etapa II.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

ETAPA Nº 1 : ELABORACION DE LA LECHE DE SOYA

A. DE LA CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

La caracterización de la materia prima se hizo en base a lo indicado en materiales y métodos; en el cuadro Nº 8 se presenta los resultados del control fitosanitario, practicados en los granos de soya que se emplearon en el estudio, se observa que tienen buen grado de sanidad y un porcentaje bajo de contaminación por insectos y materia extraña; con los resultados obtenidos podemos afirmar que la materia prima utilizada es de buena calidad sanitaria.

CUADRO Nº 8 : Control fitosanitario del frijol de soya
(Muestra : 100 grs).

Características	Cantidad %
Granos en buen estado	97.3
Granos quebrados	1.5
Granos picados por insectos	0.7
Granos malogrados por hongos	-
Insectos vivos	-
Insectos muertos	2 unidades
Larvas y huevos	-
Materia extraña	0.5
Origen	Fundo UNAS Nº 1.
Destino	Consumo humano.
Condición de almacenamiento	Temperatura 27 ^o C y humedad relativa 84 %.

En los cuadros Nos. 9, 10 y 11 se presentan los resultados de las características físicas de la materia prima, en los que se observa un alto porcentaje de granos (95.85%) con un diámetro promedio de 0.5 cm. Con relación al volumen específico, peso de cien semillas con 0.45 cm. y 0.60 cm. de diámetro, se encontró que fué de 0.85, 11.4 y 20.3 respectivamente.

Por otro lado la variedad empleada, presenta 90.6 % de cotiledón, 7.3% de cáscara y 2.1% hipocotilo. Estos valores están acorde con granos de soya de buena calidad.

CUADRO Nº 9: Clasificación del frijol de soya en tamices

Diámetro del Tamiz (cm)	Cantidad Retenida (%)
0.63	---
0.50	95.85
0.40	4.15
0.315	---

CUADRO Nº 10: Características físicas del frijol soya.

Características Físicas	Cantidad
Color del tegumento	crema
Color del hilo	marrón claro
Diámetro promedio del grano (cm)	0.45 - 0.60
Volumen específico (lt/kg)	0.85
Peso de 100 semillas con 0.45 cm. de diámetro (gr)	11.4
Peso de 100 semillas con 0.60 cm. de diámetro (gr)	20.3

CUADRO Nº 11 : Componentes del grano.

Variedad	Grano entero (%)	Cotiledón (%)	Cáscara (%)	Hipocotilo (%)
Nacional	100	90.6	7.3	2.1

En el cuadro Nº 12 se presenta la composición química del grano de soya empleado en el estudio, obtenido de una muestra de 100 gramos, en la cual se observa que la composición química proximal expresada en base húmeda y base seca, coinciden con lo reportado por Wu Leung (58), encontrándose que la variedad de soya que se cultiva en

la zona, tiene un buen valor de proteína y grasa; estos dos compuestos indican la riqueza nutritiva del insumo que se ha empleado, como sustituto de la leche de vaca en la elaboración del yogur. El contenido de carbohidratos totales es de 26.4% y está formado por varias clases de azúcares simples (sacarosa, rafinosa y estaquiosa) y polisacáridos como indica Horvath (13). La leche de soya se caracteriza por no tener lactosa en su constitución, lo que constituye una de las mayores dificultades en utilizar este grano como sustituto de la leche de vaca, pues to que este azúcar representa uno de los elementos básicos de partida, que emplean los microorganismos formadores del yogur.

CUADRO Nº 12 : Composición química del grano de soya
(muestra: 100 grs.)

Componentes	Contenido Porcentual	
	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	10.00	---
Proteína (Nx6.25)	37.80	42.00
Grasa	20.00	22.22
Ceniza	5.80	6.45
Fibra	3.75	4.17
Carbohidratos tot. (*)	26.40	29.33

(*) = por diferencia.

B. DE LA EVALUACION Y CARACTERIZACION DE LA LECHE A BASE DE GRANOS DE SOYA

1. Análisis Sensorial

Como se indica en el numeral (d) de la Etapa I de materiales y métodos, para el presente estudio se busca determinar un flujo de procesamiento para la obtención de leche de soya de muy buenas características organolépticas y físico químicas, que pudiera reemplazar satisfactoriamente a la leche de vaca en la elaboración final del producto del presente estudio. Esta optimización se realizó en base a la obtención de la leche de soya por tres métodos, las bebidas fueron evaluadas mediante un Rankin utilizando panelistas semientrenados, que valoraron atributos como: sabor, olor, color y textura. En el Cuadro Nº 13, se presentan los resultados del análisis sensorial, a un nivel del 5% de probabilidades de error, del análisis de datos incluidos en el cuadro aludido, se observa que cualquiera de los tres métodos de obtención de leche de soya son buenos, pues no existen diferencias significativas, con relación a los atributos que se utilizaron para su evaluación; porque según la tabla del rango de grados, establece como máximo un nivel de 23 para obtener significación estadística; esto nos indica claramente que cualquiera de los tratamientos es válido, para la obtención del yogur. Sin embargo se escogió el método de Illinois modificado (tratamiento Q), por haber

alcanzado una mejor puntuación con relación a los otros dos métodos ensayados.

CUADRO N° 13 : Evaluación organoléptica de las leches a base de granos de soya.

Color			Sabor			Olor			Textura			
T R A			T A M			I E N			T O S			
Q	K	Y	Q	K	Y	Q	K	Y	Q	K	Y	
Suma de Grados	23	30	37	28	28	34	29	29	32	29	32	29
Suma de grados requeridos para obtener significación al nivel de 5% (G.L. 0.05) para 3 tratamientos y 15 repeticiones.												

NOTA :

Q = Leche de soya obtenida por el método "ILLINOIS" modificado.

K = Leche de soya obtenida por el método descrito por ALVIN SIEGEL, modificado.

Y = Leche de soya obtenida por el método descrito por HAND, et al, modificado.

2. Análisis Físico Químico

En el Cuadro N° 14, se presenta el análisis físico químico de la leche de soya seleccionada (Método Illinois) en la cual se observa que los valores hallados, son parecidos a los de la leche de vaca que se empleó en la elaboración de yogur (muestra testigo); con relación a los sólidos totales, la leche de soya elaborada es ligeramen

...te inferior a la leche de vaca en 2.0%, también se aprecia que la acidez titulable es menor. En general se puede afirmar que no existe incompatibilidad notoria al tratarse de reemplazar la leche de vaca por la leche de soya.

CUADRO Nº 14 : Análisis físico químico de la leche de soya y de la leche fresca de vaca.

Determinación	Leche de Soya	Leche de Vaca
pH	6.4	6.5
Sólidos totales (%)	10.4	12.4
Densidad (gr/cm ³)	1.035 <u>1/</u>	1.032 <u>2/</u>
Acidez titulable (%) <u>3/</u>	0.15	0.16
Viscosidad CPS a 20 ^o C	2.09	2.12

1/ = Análisis efectuado a 20^oC. de temperatura

2/ = Análisis efectuado a 15^oC. de temperatura

3/ = Grs.de ácido láctico/100 grs. de muestra.

3. Análisis Químico Proximal

En el Cuadro Nº 15, se presenta la composición química de la leche de soya y leche de vaca empleado en el estudio, y se observa que los constituyentes de ambos - insumos son similares; solamente existe diferencia en la composición de carbohidratos totales, en la que la leche de vaca tiene más que la leche de soya.

CUADRO Nº 15 : Composición química de la leche de soya y leche entera de vaca (muestra: 100 grs).

Constituyentes	Leche de Soya	Leche entera de Vaca
Agua (%)	89.60	87.60
Proteína (gr)	3.74	3.50
Grasa (gr)	3.28	3.70
Carbohidratos totales (grs) *	2.70	4.54
Fibra (gr)	0.006	-. -
Ceniza (gr)	0.68	0.66

* = por diferencia.

C. DEL FLUJO DEFINITIVO

En el esquema del flujo de operaciones que se muestra en la figura Nº 7, se presenta el procedimiento definitivo de la leche de soya.

A continuación se describe brevemente los procedimientos empleados en cada operación.

1. Grano Soya

Se trabajó con la variedad Nacional, de cultivo en la zona de selva alta, utilizándose solamente los que presentaban buena conformación, libre de daños mecánicos e insectos, haciéndose previamente un análisis físico-químico para permitir su caracterización y control de calidad.

2. Limpieza y Clasificación

El lote a utilizarse en cada experiencia, fué previamente sometido a una limpieza y clasificación mecánica, con la ayuda de un clasificador de granos, provistos de cuatro mallas y adicionalmente de la etapa o fondo, para retener impurezas menores, de diámetro: 6.3, 5.0, 4.0 y 3.15 mm., con el fin de retener en la primera, las partículas y otras impurezas groseras de mayor tamaño que el grano normal y retener en la segunda y tercera, el grano a utilizar en el proceso, dejando pasar las impurezas y otras partículas menores a través de esta última, para su posterior eliminación.

3. Remojo

Se realizó en una solución de agua destilada y bicarbonato de sodio (NaHCO_3), al 0.25 % (peso). La proporción de granos secos de soya:solución fué de 1:3, las cuales permanecieron dentro de la solución por 24 horas a temperatura ambiente ($27 \pm 1^\circ\text{C}$).

4. Escurrido

Fueron realizados, después de que el grano hubo alcanzado una máxima saturación (110 %), y fué transportado a un envase que permitiera su escurrido.

5. Blanqueado

Se preparó una solución idéntica a la utilizada para el remojo inicial, y una igual proporción de granos secos:solución; se sometieron los granos a un blanqueado

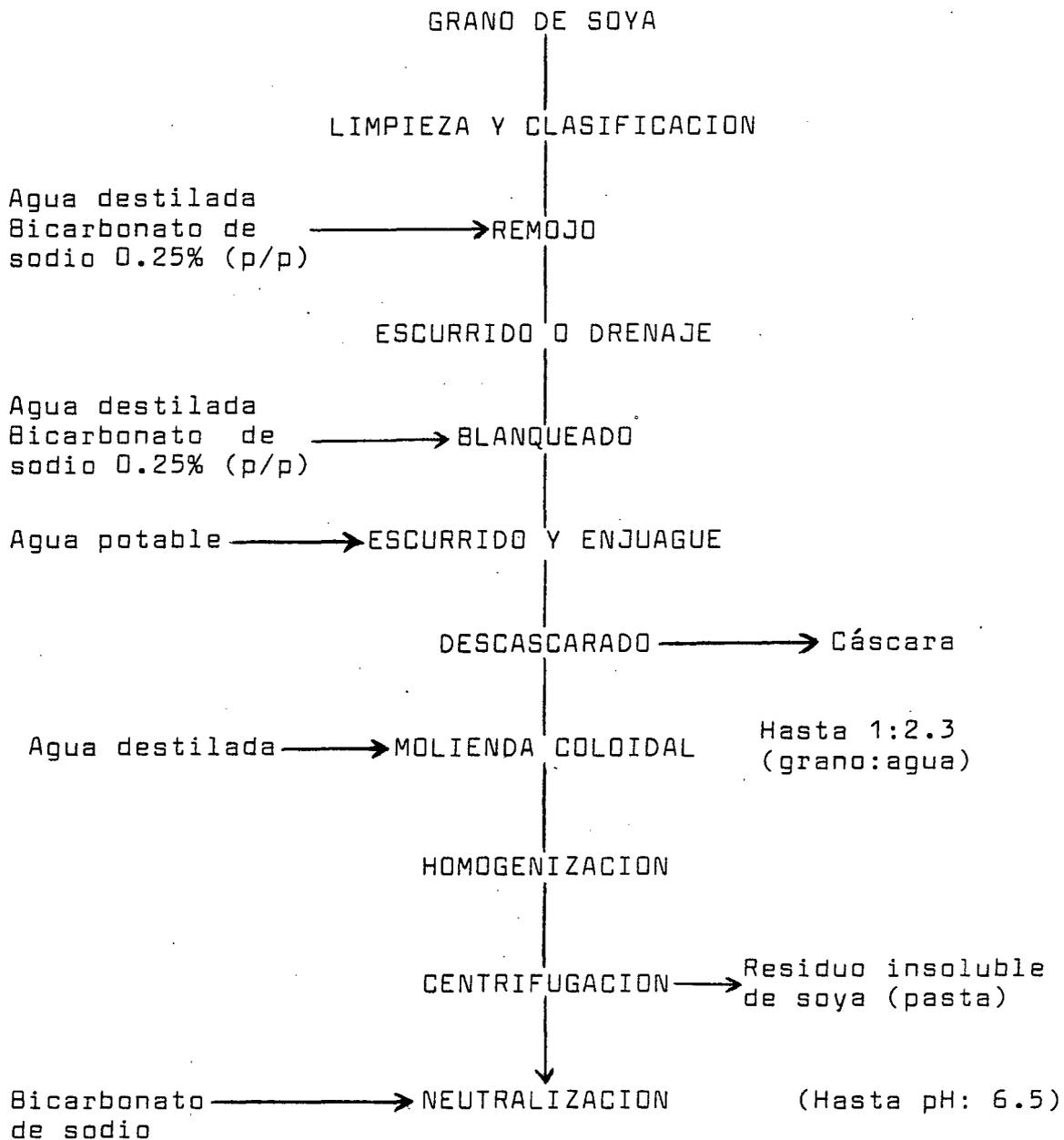


FIGURA Nº 7 : Esquema del flujo de procesamiento para la elaboración de la leche de soya.

a 100°C por espacio de 15 minutos de tratamiento con calor húmedo, para destruir los factores antinutricionales que tiene el grano de soya en su estado crudo.

En el Cuadro N° 16, se indica el resultado del análisis de actividad ureásica, practicado en muestras sin tratamiento térmico, una actividad ureásica de 2.00, la misma que queda inactivada a un tratamiento de 15 minutos; en contrándose bajo estas condiciones 0.02, lo que satisface los límites establecidos, reportados por Loayza (22).

CUADRO N° 16 : Efecto del tratamiento térmico en la actividad ureásica.

Muestras	Tiempo (min)	pH inicial con sol. Buffer fosfato	pH final con sol. Buffer-fosfato	Actividad Ureásica (dif. de pH).
1 *	---	6.98	8.98	2.00
2	15	6.98	7.00	0.02

* TESTIGO.

6. Escurrido y Enjuague

Estos granos ya blanqueados fueron sometidos nuevamente a un escurrido, con el fin de eliminar la solución de blanqueado sobrante. El enjuague se realizó con el fin de desprender la cáscara así como para eliminar totalmente el líquido de blanqueado que haya quedado impregnado en los granos.

7. Descascarado

Se realizó primeramente con la ayuda de un molino

de discos "Corona", cuya separación de los discos se reguló para permitir el paso de los cotiledones, evitando la ruptura de los mismos y favorecer por fricción, el desprendimiento de la cáscara; luego se completó el descascarado manualmente. En esta operación se utilizó envases aplanados, para que las cáscaras por diferencia de densidad floten y de esta manera poderlas eliminar.

8. Molienda Coloidal

El grano húmedo descascarado, se sometió a una molienda coloidal, acompañado de agua a 85°C , con el fin de desintegrarlo y permitir poner en íntimo contacto los constituyentes solubles intracelulares con el medio acuoso, facilitándose de este modo la dispersión y suspensión de los diferentes constituyentes en el sistema; se procedió a pasar a través de un molino coloidal, a diversas separaciones entre los esmeriles, inicialmente al de mayor separación (0.5 mm) y luego a menores separaciones (0.3, 0.2 y 0.1 mm), para reducir al mínimo el tamaño de las partículas; y fueron las adecuadas para los fines del proceso, al permitir una eficiente desintegración del grano y extracción de los constituyentes solubles. Se llevaron a cabo experiencias con diferentes proporciones de granos remojados: agua (1:2, 1:2.3; 1:2.5, 1:3, 1:5), se encontró que la proporción adecuada es 1:2.3, por obtenerse con ella un producto de mejor consistencia y apariencia, que aquellos obtenidos con las otras pro

...porciones; ya que estos se presentaban muy pastosos (1:2), o de consistencia diluida (1:2.5, 1:3, 1:5).

9. Homogenización

Se realizó con la finalidad de dar una mayor reducción del tamaño de partícula, para obtener una leche con una textura suave al paladar. Esta operación se hizo a una presión de 300 bar (306 Kg/cm²), y a una temperatura de 80°C; que fué previamente llevado a la temperatura indicada, para asegurar la total eliminación del sabor as^{trigente} que pueda tener esta leche, debido a la actividad de la enzima lipoxigenasa que ataca a los ácidos grasos de la soya, principalmente al linoleico y linolénico en una fracción de segundo, produciendo así un olor y sa^{bor} desagradable.

10. Centrifugación

La suspensión fué centrifugada con el fin de separar el residuo insoluble (pasta) del extracto acuoso de soya, obtener un producto de textura aceptable.

Esta operación se realizó a 1500 r.p.m. durante 10 minutos, tiempo que fué determinado experimentalmente como la óptima; no se tomaron en cuenta otros tiempos (5 y 15 minutos), debido a que con estos la leche no tenía la textura deseada.

11. Neutralización

Durante la molienda coloidal se utilizó agua destilada con un pH de 4.5 y luego después de la centrifuga

ción esta leche tuvo un pH de 6.4; por lo cual se tuvo que neutralizar a un pH de 6.5 con bicarbonato de sodio, para estar en iguales condiciones que la leche de vaca y poder ser mezclados posteriormente.

ETAPA Nº II : SUSTITUCION PARCIAL DE LECHE DE VACA POR LECHE DE SOYA EN LA ELABORACION DE YOGUR BASE.

A. DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES

En el Cuadro Nº 17, se presentan los resultados de los estudios iniciales de sustitución, donde se muestran que hasta un 20 %, no existe diferencia en los caracteres organolépticos del yogur elaborado experimentalmente con relación al testigo. A partir de dicho porcentaje de sustitución, se pudo captar un cambio en el sabor y no en el aroma, siendo bastante notorio este cambio a partir del 30 %, con relación a las otras características como: color, textura y apariencia general, mayormente no hubieron diferencias con las muestras y el testigo; sin embargo a un nivel del 50 %, se notan cambios con relación al sabor, olor, color y apariencia general, pero no al punto en que se rechazaría. En base a lo hallado en esta parte preliminar del trabajo de sustitución, se estableció como parámetro del estudio definitivo, en la optimización de la sustitución de la leche de vaca por la leche de soya, valores que están ubicados entre 20 y 30 %, haciendo variar la sustitución de 2 en 2 % entre los valores mencionados.

CUADRO Nº 17 : Evaluación organoléptica del yogur con sustitución parcial de leche de soya.

Grupo	Sustitución	Respuestas correctas.	Respuestas incorrectas	Significación
I	10 %	10	5	N. S.
II	20 %	11	4	N. S.
III	30 %	14	1	A. S.

NOTA :

N. S. = No significativo

A. S. = Altamente significativo.

8. DE LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS

1. De la Optimización de la Sustitución

En el Cuadro Nº 18, se presenta los resultados de la evaluación organoléptica, practicado en a sustitución dentro de los porcentajes que más se acercaban al óptimo empleando para sus análisis estadísticos la prueba del Duo-Trio; como se puede ver en un 20 % de sustitución, se halla una respuesta no significativa (10 respuestas correctas y 5 incorrectas), a partir de 22 % para arriba la prueba indica que existe significación en la diferenciación que realizaron los panelistas, así por ejemplo a 24% de sustitución, existe 13 respuestas correctas y solamente 2 incorrectas. Por lo tanto esta evaluación sirvió de base, para tomar la decisión de escoger como óptimo un 20 % de sustitución, de la leche de vaca por la

leche de soya.

En el Cuadro N° 19, se presenta el análisis de variancia de la prueba de comparación pareada, en la evaluación del producto final; o sea a 20 % de sustitución versus una muestra testigo. Tanto en los atributos de aroma y sabor se comprueba que no exuste significación, lo que nos lleva a aceptar con un porcentaje muy importante de sustitución, de la leche de soya en la elaboración de yogur; por lo tanto el proceso final para la continuación de los estudios, se hizo con un 20 % de sustitución.

CUADRO N° 18 : Evaluación organoléptica del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

Grupo	Susti- tución	Respuestas correctas	Respuestas incorrectas	Signifi- cación
I	20 %	10	5	N.S.
II	22 %	12	3	P.S.
III	24 %	13	2	S.

NOTA :

N.S. = No significativo.

P.S. = Poco significativo.

S. = Significativo.

CUADRO Nº 19 : Análisis de variancia de la prueba de comparación pareada en la evaluación del producto final.

Aroma	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
Niveles	1	0	0	0	N.S.
Orden	1	0.147	0.147	0.074	
Error	28	55.853	2.00	---	
Total	30	56	--	---	
<u>Sabor</u>					
Niveles	1	0.815	0.815	0.40	N.S.
Orden	1	0.037	0.037	0.018	
Error	28	57.148	2.041	--	
Total	30	58	--	--	

2. Análisis Físico

En el Cuadro Nº 20, se presenta los resultados de las características físicas del yogur con sustitución de leche de soya obtenido como producto final; podemos apreciar con relación al porcentaje de sólidos totales, que este valor promedio es sensiblemente superior a los que ostenta el yogur de leche de vaca, según lo reportado por Porter (41) y las normas del ITINTEC 202.092 (37) quien indica que deba tener como mínimo 11.5 % de sólidos totales; este hecho sin embargo no significa ningún problema, sino más bien una cierta ventaja con relación

a su aspecto nutricional o sea hay una mayor cantidad de sustancias nutritivas.

CUADRO Nº 20 : Análisis físico del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

Determinación	Yogur sustituido con leche de soya
Sólidos totales (%)	14.40
*Densidad (gr/cm ³)	1.067
*Viscosidad CPS	4.77

* Análisis efectuado a 20^oC de temperatura.

3. Análisis Químico Proximal

Los resultados del análisis químico proximal, practicado en el yogur obtenido con un 20 % de sustitución de leche de soya, se muestra en el cuadro Nº 21, y se observa un contenido de proteína de 3.45 %, cantidad que es inferior a lo mencionado por Porter (41), tanto para yogur natural como frutado (5 y 4.3 % respectivamente). Sin embargo esta aparente mayor cantidad de proteínas, se debe al bajo contenido de grasa que poseen dichos productos (1.5 %), cantidad ésta que es muy inferior a lo encontrado al yogur preparado en el estudio (3.42 %). En relación al contenido de carbohidratos se ha hallado 6.28 %, esta cifra es superior a los que contiene la leche de vaca, pero menor al que presenta el yogur natural (4.7 y 7.1 % respectivamente), según indica Porter (41);

este último debido a la cantidad de leche desgrasada en polvo y azúcar adicionado para su elaboración. En lo que se refiere a la cantidad de ceniza, se puede comentar que los valores son bastante similares para la ceniza, como manifiesta Porter (41); por otro lado la fibra ha llada, mas que nada se refiere a polisacáridos (almidón, dextrina y celulosa) que contiene la leche de soya, en contrándose en cantidades mínimas (0.0012 grs).

CUADRO Nº 21: Composición química del yogur con sustitución óptima de leche de soya (muestra: 100 gramos).

Constituyentes	Yogur sustituido con leche de soya	
	Base Húmeda	Base Seca
Agua (%)	85.6	---
Proteína (Nx6.38) (gr)	3.95	27.43
Grasa (gr)	3.42	23.75
Fibra (mgr)	1.20	8.32
Ceniza (gr)	0.75	5.20
Carbohidratos totales (gr) *	6.28	43.62

* Por diferencia.

4. Rendimiento

El rendimiento del yogur en estudio se puede considerar bueno, pues se alcanzó 1129.54 % de rendimiento; sobre este particular se debe hacer resaltar que, estas cifras alcanzadas, se debe casi exclusivamente a la in

...corporación de leche fresca de vaca, azúcar blanca refinada y agua durante la molienda (854.20, 85.36 y 406.64 Kgs. respectivamente), hecho que nos evidencia que el rendimiento en realidad no es en un sentido netamente positivo, puesto que han habido pérdidas en un cierto número de operaciones en el proceso, tales como: el descascarado, molienda coloidal, homogenización, centrifugación, batido y envasado; pérdidas como se puede observar en el Cuadro N^o 22, alcanzan una cifra total de 415.31 Kgs.

CUADRO Nº 22 : Balance de materia durante el proceso de elaboración del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

OPERACION	Materia Prima e Insumos			Rendimiento (%)
	Ingresas(kg)	Se elimina (Kg)	Sigue en proceso(Kg)	
Selección	100,00	2.70	97.30	97.30
Remojo	grano=97.30 agua=291.90 NaHCO ₃ =0.73	--	389.93	389.93
Escurrido	389.93	185.60	204.33	204.33
Blanqueado	grano=204.33 agua =291.90 NaHCO ₃ = 0.73	--	496.96	496.96
Escurrido y enjuague	496.96	298.31	198.65	198.65
Descascarado	198.65	21.85	176.80	176.80
Molienda coloidal	grano=176.80 agua =406.64	18.67	564.77	564.77
Homogenización	564.77	249.35	315.42	315.42
Centrifugación	315.42	102.51	212.91	212.91
Neutralización	212.91	---	213.55	213.55
Mezclado	leche de soya= 213.55 leche=854.20	--	1067.75	1067.75
Pasteurización y concentración	1067.75	16.02	1051.73	1051.73
Enfriado	1051.73	5.23	1046.50	1046.50
Siembra	leche=1046.50 cultivo=20.93	--	1067.43	1067.43
Incubación	1067.43	0.32	1067.11	1067.11
Refrigeración	1067.11	--	1067.11	1067.11
Batido	yogur=1067.11 azúcar= 85.36	11.53	1140.94	1140.94
Envasado	1140.94	11.40	1129.54	1129.54
Almacenamiento	1129.54	---	1129.54	1129.54

5. Análisis Microbiológico

En el cuadro Nº 23, se presenta los resultados del análisis microbiológico del yogur en estudio, los valores hallados reflejan un buen tratamiento de los insumos en el proceso de preparación del yogur, pues están muy por debajo de los límites microbiológicos máximos establecidos por ITINTEC (37), así establecen como aceptable una contaminación de 2.5×10^5 colonias de gérmenes aerobios viables totales, 10 col/mlt. en coliformes totales y 100 col/mlt. en hongos totales; todas estas cifras son mayores al que posee el producto en estudio, con lo que puede afirmarse que el producto se elaboró dentro de un ambiente de alta calidad higiénica, obteniéndose un producto con buenas condiciones sanitarias.

CUADRO Nº 23: Análisis microbiológicos del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

Determinación	Valores Experimentales
Gérmenes Aerobios viables totales	9×10^3 u.f.c/ml *
Recuento total de hongos	3 col./ml.
Recuentos de coliformes totales	Negativo

* = Indica unidades formadoras de colonias sobre mililitro.

6. Almacenamiento

El almacenamiento del yogur al medio ambiente a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ resulta un fracaso para fines de comercialización, por más eficiente que fuere su proceso de elaboración, ésta al cabo de 5 días será un producto con un pH bastante bajo, oscilando alrededor de 3.43 y una acidez excesivamente alta de hasta 1.50 % de ácido láctico, como se puede ver en el cuadro N^o 24. Aparte de ello el estado del producto es indeseable, debido a la fermentación de los ingredientes añadidos, como se observa en la figura N^o 8, el yogur almacenado a 4°C , tuvo buena capacidad de conservación de 16 días como se presenta en el cuadro N^o 25, esto debido a las condiciones higiénicas en que se desarrolló el proceso de elaboración; en esto superó a lo reportado por Nicholls (31), que establece 14 días como un tiempo máximo de conservación a 5°C , de yogur a partir de leche de vaca. El almacenamiento hecho a temperatura de refrigeración tuvo poca variación en cuanto a pH y acidez, como se puede observar la curva ascendente en la figura N^o 8.

CUADRO Nº 24 : Resultado de la variación del pH y acidez durante el período de almacenamiento al medio ambiente a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

Días	Yogur sustituido con Leche de Soya	
	pH	Acidez (%) <u>1/</u>
0	4.30	0.90
1	3.90	1.21
2	3.81	1.32
3	3.79	1.38
4	3.65	1.40
*5	3.43	1.46
6	3.24	1.50

* = Día en que se hace inaceptable el producto .

1/ = Referido al ácido láctico.

CUADRO Nº 25 : Resultado de la variación de pH y acidez durante el periodo de almacenamiento en refrigeración a 4°C, del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

Días	Yogur sustituido con Leche de soya	
	pH	Acidez (%) <u>1/</u>
0	4.30	0.89
1	4.12	0.99
2	4.04	1.05
3	3.98	1.11
4	3.93	1.15
5	3.88	1.19
6	3.84	1.23
7	3.81	1.27
8	3.78	1.30
9	3.74	1.33
10	3.71	1.35
11	3.67	1.36
12	3.63	1.38
13	3.62	1.39
14	3.60	1.40
15	3.56	1.42
*16	3.50	1.45
17	3.41	1.48

* = Días en que se hace inaceptable el producto

1/ = Referido a ácido láctico.

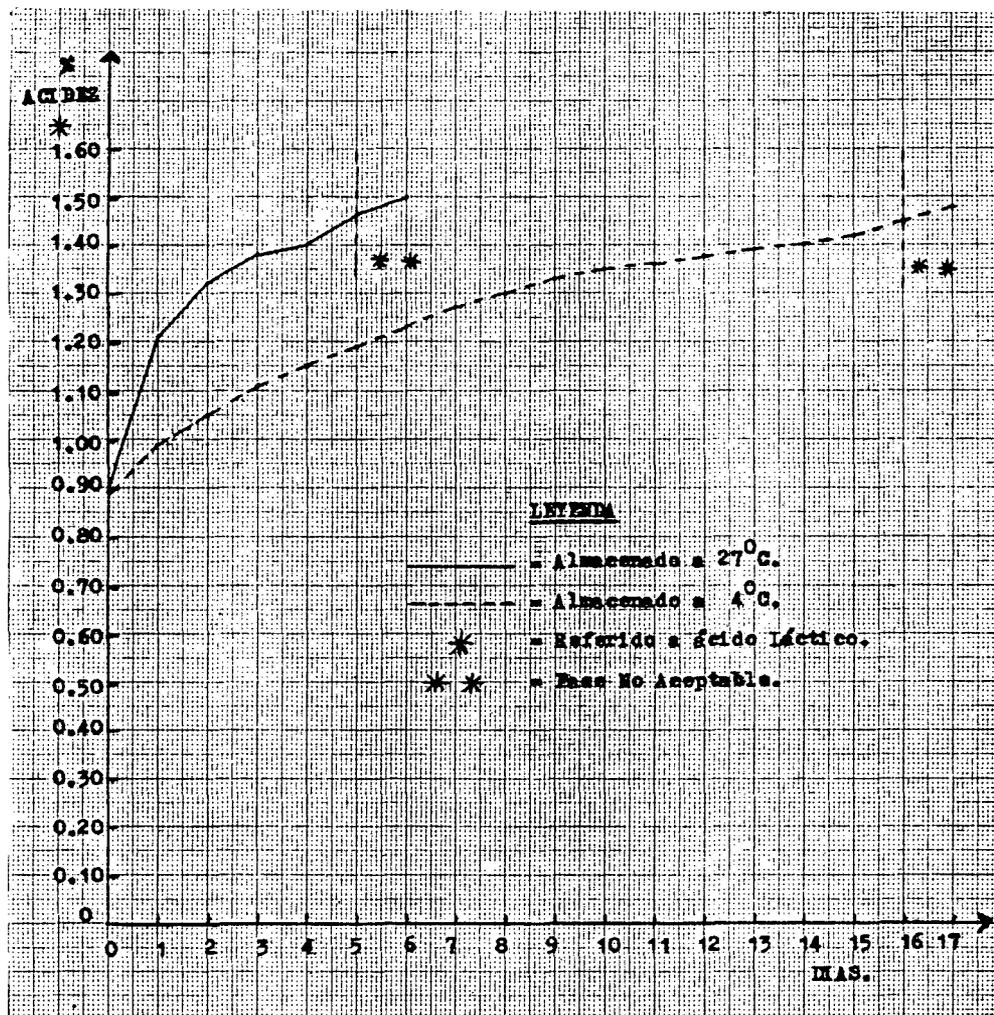


FIGURA Nº 8: Relación de la variación de acidez durante el periodo de almacenamiento en refrigeración a 4°C y al medio ambiente a 27°C, del yogur con sustitución óptima de leche de soya.

C. DEL FLUJO DEFINITIVO

En el esquema del flujo de operaciones que se muestra en la figura N° 9, se presenta el procedimiento definitivo de elaboración de yogur sustituido con leche de soya.

A continuación se describe brevemente, los procedimientos empleados en cada operación.

1. Mezcla

Se utilizó leche de soya elaborada en la Etapa N° I del presente estudio y leche fresca de vaca, efectuando en esta última leche, la prueba de reducción de azul de metileno en el estado crudo. Como se presenta en el Cuadro N° 26, se puede ver que la leche de vaca utilizada fué de buena calidad, según lo establecido por ITINTEC (37). estas leches se mezclaron en los porcentajes ya indicados y en recipientes especiales para el mezclado.

2. Pasteurización y Concentración

La pasteurización se realizó a 88°C durante 30 minutos, en recipientes de acero inoxidable, agitándose constantemente durante todo el proceso, a fin de que la temperatura sea homogénea en todo el volumen de la leche en pasteurización, y también para eliminar el agua por evaporación y disminuir así el contenido acuoso. Durante el tiempo que duró este tratamiento térmico, se eliminó

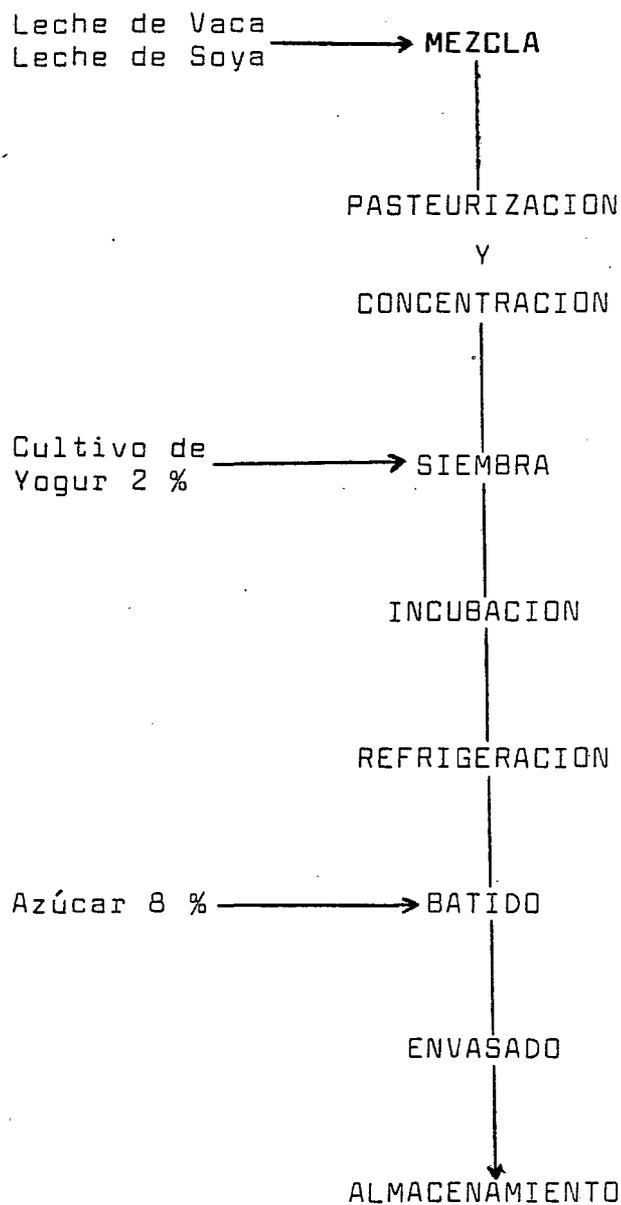


FIGURA Nº 9 : Esquema del flujo de procesamiento para la elaboración de yogur con sustitución óptima de leche de soya.

CUADRO Nº 26: Prueba de reducción de azul de metileno en la leche fresca de vaca.

TUBOS	TIEMPO	DECOLORACION	TIPO DE LECHE CRUDA
T.C.1-Con agua			
T.C.2-Con azul de metileno			
T.P.1.	3.5 Hrs.	Violeta azulado	buena
T.P.2.	3.4 Hrs.	Violeta azulado	buena
T.P.3.	3.5 Hrs.	Violeta azulado	buena

NOTA :

T.C. = Tubo de Control

T.P. = Tubo de Prueba.

gran cantidad de vapor de agua, concentrándose de esta manera los sólidos totales, para obtener al final un producto con buenas características físicas y químicas.

3. Siembra

Luego de haberse realizado el proceso de pasteurización y concentración de la leche, se enfría hasta 42°C para realizar la siembra del cultivo yogur (en una proporción del 2 %); luego se agita la leche por espacio de dos minutos, con la finalidad de distribuir homogéneamente el cultivo en la leche. Se utilizó un cultivo con una acidez de 0.918 % de ácido láctico y un pH de 4.28.

4. Incubación

Una vez sembrado el cultivo en la leche, inmediatamente se incubó esta mezcla para evitar el enfriamiento del mismo a una temperatura de 42°C, la que se mantuvo durante .5 horas en una estufa bacteriológica, con mecanismo regulador de temperatura. Al término de la incubación se pudo apreciar que la leche pasa de su estado líquido (suspensión) al estado sólido (gel), esto debido a la precipitación de la caseína formando un gel blando y uniforme.

Es importante en esta etapa el control de la variación de la acidez, pues este dato indicará el momento oportuno en que se debe detener la incubación; el control se realiza al inicio, cada cuarto de hora y al fi

...nal de la incubación; siendo la acidez final alcanzada en esta etapa de 0.88 % de ácido láctico, como se puede observar en el Cuadro Nº 27.

Durante el tiempo que duró la incubación, existió un aumento considerable de la acidez conforme transcurría el tiempo, alcanzándose cada vez índices más altos, como se aprecia en las curvas ascendentes de la figura Nº 10, debido al buen porcentaje de sólidos totales que tuvo la mezcla de leche.

CUADRO Nº 27: Resultado de la acidez y pH del yogur con 2% de siembra, durante el tiempo de incubación.

Tiempo	Acidez (%) *	pH
Leche sin siembra	0.160	6.50
Instante de la siembra	0.170	6.47
15 minutos	0.195	6.39
30 minutos	0.245	6.24
45 minutos	0.290	6.10
60 minutos	0.330	5.98
75 minutos	0.410	5.74
90 minutos	0.515	5.42
105 minutos	0.605	5.15
120 minutos	0.765	4.67
135 minutos	0.830	4.47
150 minutos	0.880	4.33

* = Referido a ácido láctico.

5. Refrigeración

Se llevó a cabo inmediatamente terminada la incubación, para evitar que el yogur sea acidificado en exceso. La refrigeración al que se sometió el yogur fue a 4°C, consiguiéndose de esta forma un enfriado lento, para obtener un yogur con 0.90 de ácido láctico al cabo de 12 horas de refrigeración.

6. Batido

Una vez terminado el enfriamiento, se adicionó al yogur una solución de azúcar y agua destilada, que fue previamente pasteurizada a 100°C por 5 minutos y luego enfriado; la cantidad de azúcar que se utilizó en la preparación fue del 8 %.

Luego se sometió al yogur a un batido con la ayuda de un homogenizador (Biomix), para distribuir uniformemente en todo el yogur base la solución de azúcar añadido, obteniéndose de esta forma un yogur batido con sustitución óptima de leche de soya (Yogur natural).

7. Envasado

Inmediatamente después de terminado el batido y obtenerse un yogur bastante homogéneo, se procedió al envasado en vasos de material plástico de 110 ml. de capacidad previamente esterilizados con agua hervida. Esta etapa de envasado se realizó en forma manual.

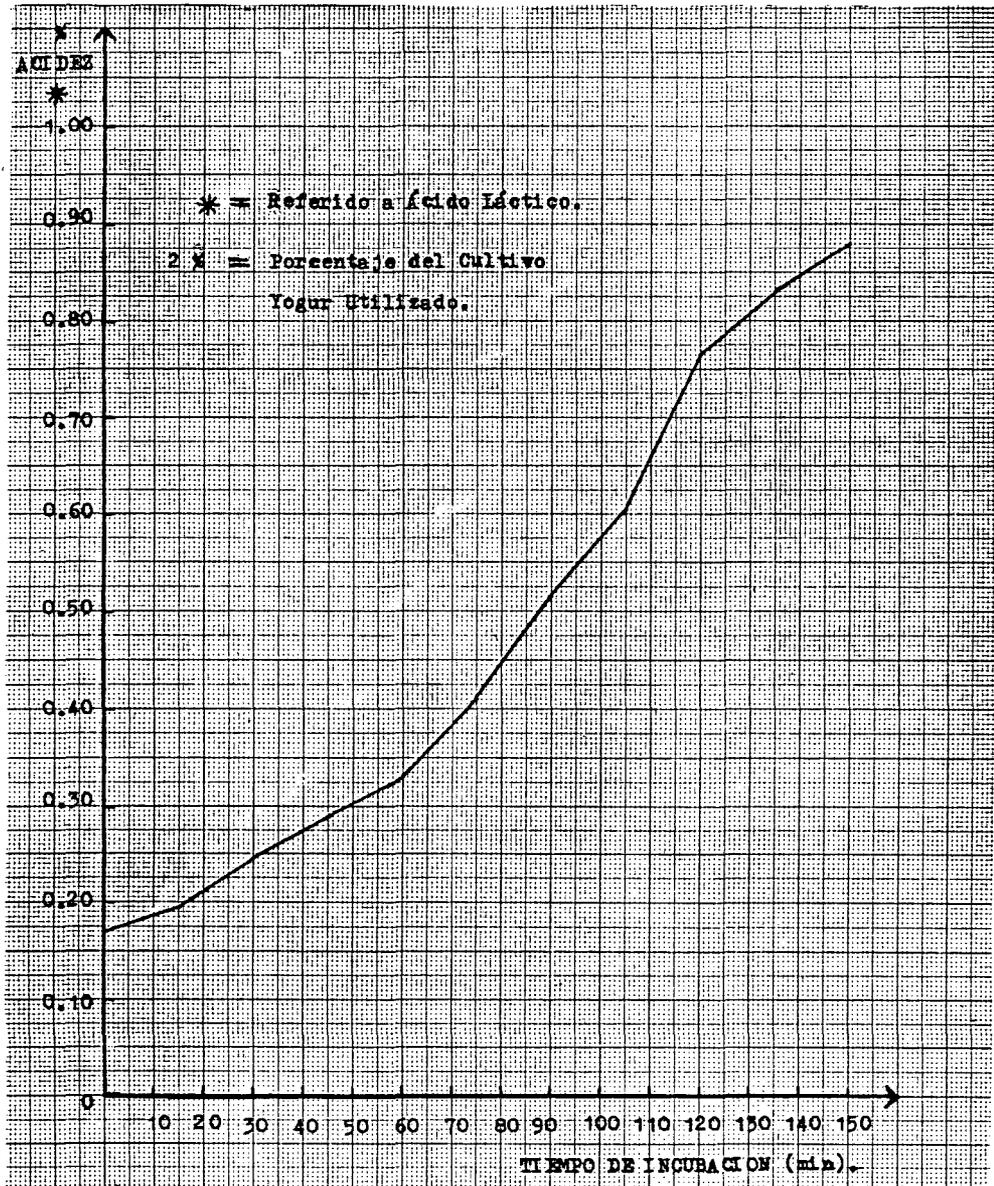


FIGURA Nº 10 : Relación de la acidez durante el tiempo de la incubación del yogur base.

8. Almacenamiento

El yogur envasado y procesado de esta forma, quedó listo para ser sometido al panel de degustación, para la determinación de sus características organolépticas, y para analizar la variación de pH y acidez en función al tiempo transcurrido durante su almacenaje. Este almacenaje se realizó al medio ambiente a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a refrigeración a 4°C .

ETAPA Nº III ; ESTUDIO DE APLICACION CON JUGO DE FRUTA

A. DE LA SELECCION DEL JUGO DE FRUTA PARA LA ELABORACION DEL YOGUR FRUTADO

A este nivel del estudio, a través de un análisis sensorial, se halló en primer término el porcentaje apropiado de jugo de fruta y azúcar, para la elaboración de yogur frutado y de igual manera se buscó escoger la fruta que más se adapte para la obtención del producto en mención; para ello se utilizó 15 catadores semientrenados y se empleó las pruebas de comparación pareada simple y la de Rankin, utilizándose tres jugos de frutas: piña, cocona y maracuyá. En el cuadro Nº 28 se presenta los resultados de la evaluación sensorial para hallar los porcentajes de adición de azúcar y jugo de fruta; se observa en todos los casos que la mejor proporción resultó ser 10 % para el jugo de fruta y 15 % para el azúcar; así el puntaje es de 13 a 2 para la piña, 12 a 3 para la

cocona y 12 a 3 para el maracuyá; por lo tanto esta proporción de fruta y azúcar se tomó como válido para la continuación del estudio.

En el Cuadro Nº 29 se presenta los resultados del Rankin, para la selección del jugo de fruta a un nivel del 5 % de probabilidades de error, se ve que el mejor jugo para la elaboración de yogur es el de maracuyá; por que según la tabla del rango de grados, establece como máximo un nivel de 23 para obtener significación estadística. Por lo tanto se seleccionó la mencionada fruta para la continuación del estudio, que consistió en la determinación del mayor porcentaje de sustitución de la leche de soya en la elaboración de yogur, pero con la adición de jugo de maracuyá como se indica en el numeral precedente.

CUADRO Nº 28 : Evaluación organoléptica de la prueba de comparación pareada del yogur con sustitución óptima de leche de soya, con frutas tropicales.

GRUPO	TRATAMIENTO	PUNTAJE
I (piña)	1	2
	2	13 *
II (cocona)	3	3
	4	12 *
III (maracuyá)	5	3
	6	12 *

* = Muestra significativa

NOTA = Tratamiento 1, 3, 5 contiene 12 % de azúcar y 15 % de fruta.

Tratamiento 2, 4, 6 contiene 15 % de azúcar y 10 % de fruta.

CUADRO Nº 29 : Evaluación sensorial mediante la prueba "Rankin", del yogur con sustitución óptima de leche de soya, con frutas tropicales.

	Sabor	Olor	
	T R A T A M I E N T O		
	Q	K	Y
Suma de grados	32	36	22 *
Suma de grados requeridos para obtener significación al nivel de 5 % (G.L.O.05) para 3 tratamientos y 15 repeticiones.			

* = Muestra significativa.

NOTA :

Q = Yogur con sustitución óptima de leche de soya saborizado con jugo de piña.

K = Yogur con sustitución óptima de leche de soya saborizado con jugo de cocona.

Y = Yogur con sustitución óptima de leche de soya saborizado con jugo de maracuyá.

B. DE LA DETERMINACION DEL MAXIMO PORCENTAJE DE SUSTITUCION DE LA LECHE DE VACA POR LECHE DE SOYA EN LA ELABORACION DEL YOGUR FRUTADO

1. Evaluación Sensorial

En el Cuadro N^o 30, se presenta el análisis de variancia de la prueba de comparación múltiple, como se ve es altamente significativo la diferencia de las muestras en estudio, siendo para ello necesario precisar cuál de los porcentajes tomados es el mejor, y es precisamente a través de la prueba de DUNCAN (Cuadro N^o 31) que se encuentra, que a 25 % es significativamente diferente la preferencia otorgada, con relación a 30 y 40 % de sustitución; pues la media es 3,60, contra los otros valores de 2.67 y 2.40 respectivamente; por lo tanto se pasó a la evaluación definitiva, para determinar con mayor exactitud el porcentaje de sustitución que podría encontrarse entre 25 y 30 % para lo cual se utilizó la prueba del Duo-Trio, cuyo resultado se encuentra en el cuadro N^o 32 y se halló que hasta un 26% de sustitución no había una diferencia significativa. Por ello a este nivel del estudio, se dejó como definitivo por ser el de mayor acceptación, la elaboración del yogur frutado con jugo de mara cuyá, con 26 % de sustitución de la leche de vaca por la leche de soya.

CUADRO Nº 30: Análisis de variancia de la prueba por comparación múltiple del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Muestra	2	11.90	5.95	22 A.S.
Panelista	14	5.11	0.37	1.37 N.S.
Error	28	7.43	0.27	
Total	44	24.44	---	

A.S. = Altamente significativo

N.S. = No significativo

CUADRO Nº 31: Resultado de la prueba de Duncan para muestras tras de yogur frutado.

Cálculos		T R A T A M I E N T O S		
		A (25%)	B (30%)	C (40%)
Media		3.60 S.D.	2.67	2.40
E.M.		0.13		
R.S.	1	--		
	2	0.38		
	3	0.40		
Rango		(A-C)1.20 > 0.40 (RS ₃)		
		(A-B)0.93 > 0.38 (RS ₂)		
		(B-C)0.27 < 0.38 (RS ₂)		

NOTA: E.M. = Error estándar de la media.

R.S. = Rango corta de significación

S.D. = Significativamente diferente.

CUADRO Nº 32: Evaluación sensorial del yogur frutado sus-
tituido parcialmente con leche de soya.

Grupo	Susti- tución	Respuestas correctas	Respuestas incorrectas	Signifi- cación
I	26 %	11	4	N.S.
II	28 %	12	3	P.S.
III	30 %	13	2	S.

NOTA .:

N.S. = No significativo

P.S. = Poco significativo

S. = Significativo

2. Análisis Químico

En el presente estudio se utilizó, jugo de maracuyá seleccionada mediante paneles de degustación, y la caracterización se presenta en el Cuadro Nº 33; se observa que el jugo presenta un valor de pH bastante bajo (2.58) una acidez considerable (2.56) y una baja cantidad de sólidos solubles (4.5); lo que indica que la fruta en men-
ción, tuvo un índice de madurez de 1.76.

En el Cuadro Nº 34, presentamos los resultados de algunas características físicas del yogur con sustitución máxima de leche de soya obtenida como producto final. En este cuadro podemos apreciar con relación al porcentaje de sólidos totales (15.84 %), un valor muy inferior con relación al que presenta el yogur frutado con

leche de vaca, ostentando un valor promedio de 20.5 %, según menciona Proter (41); dicho valor se debe a la elevada cantidad de carbohidratos que posee el yogur frutado, como indica la bibliografía en mención (14 %), esto debido a la gran cantidad de fruta adicionada para su elaboración; según las normas ITINTEC 202.092, la cantidad máxima de fruta a añadirse debe ser de 25 %.

CUADRO Nº 33 : Características físico-químicas del jugo de maracuyá.

Determinación	Valores experimentales
pH	2.58
Sólidos solubles (Brix)	4.50
Acidez total (gr.de ácido cítrico/100 gr.de muestra)	2.56
Índice de madurez	1.76

CUADRO Nº 34: Análisis físico del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya.

Determinación	Yogur frutado sustituido con leche de soya
Sólidos totales (%)	15.84
Densidad (gr/cm ³) *	1.076
Viscosidad CPS *	6.45

* = Análisis efectuado a 20^oC de temperatura.

3. Análisis Químico Proximal

Los resultados del análisis químico proximal, practicado en el yogur frutado con 26% de sustitución de leche de soya se muestra en el Cuadro Nº 35, donde se menciona un contenido de proteína igual a 4.12 %, cantidad ésta que es ligeramente inferior a lo reportado por Porter (41) que indica un valor promedio de 4.3 %; sin embargo este aparente mayor contenido de proteínas, se debe al bajo contenido de grasa que posee dicho producto (1.5%), cantidad ésta que es muy inferior a lo encontrado en el yogur preparado durante el estudio (3.05%). En lo que se refiere al contenido de carbohidratos, se encontró un valor promedio de 7.82%, cantidad que es inferior al que presenta el yogur frutado con leche de vaca (14 %), como indica Porter (41); dicho valor se debe a la gran cantidad de adición de fruta durante su elaboración, como se sabe las frutas está constituido en gran parte por este elemento.

Con relación al contenido de ceniza, se puede comentar que los valores son similares a los mencionados por Porter (41). Por otro lado, la cantidad de fibra hallada fue mínima, en relación a la considerable cantidad que tuvo la leche de soya utilizada.

CUADRO Nº 35 : Composición química del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya. Muestra: 100 gr.

Constituyentes	Yogur frutado sustituido con leche de soya	
	Base Húmeda	Base Seca
Agua (%)	84.16	---
Proteína (Nx6.38) (gr)	4.12	26.01
Grasa (gr)	3.05	19.25
Carbohidratos totales (gr) *	7.82	49.37
Fibra (mgr).	1.60	10.10
Ceniza (gr)	0.85	5.32

* Por diferencia.

4. Rendimiento

El rendimiento del yogur frutado en estudio se puede considerar bueno, pues se alcanzó 1005.63 % de rendimiento, obteniéndose altas cifras debido exclusivamente, a la incorporación de leche fresca de vaca, agua durante la molienda, azúcar y jugo de fruta (607.80, 406.64, 123.12 y 82.09 Kgs. respectivamente), hecho que nos evidencia que el rendimiento en realidad no es en un sentido netamente positivo, puesto que han habido pérdidas a través de las diferentes operaciones realizadas, como se muestra en el Cuadro Nº 36. El rendimiento obtenido a es

CUADRO Nº 36: Balance de materia durante el proceso de elaboración del yogur frutado.

OPERACION	Materia Prima e Insumos			Rendimiento (%)
	Ingresas (kg).	Se elimina (Kg).	Sigue en Proceso (Kg.)	
Selección	100.00	2.70	97.30	97.30
Remojo	grano=97.30 agua=291.90 NaHCO ₃ =0.73	--	389.93	389.93
Escurrido	389.93	185.60	204.33	204.33
Blanqueado	grano=204.33 agua=291.90 NaHCO ₃ =0.73	---	496.96	496.96
Escurrido y Enjuague	496.96	298.31	198.65	198.65
Descascarado	198.65	21.85	176.80	176.80
Molienda Coloidal	grano=176.80 agua =406.64	18.67	564.77	564.77
Homogenización	564.77	249.35	315.42	315.42
Centrifugación	315.42	102.51	212.91	212.91
Neutralización	212.91	---	213.55	213.55
Mezclado	leche de soya =213.55 leche=607.80	---	821.35	821.35
Pasteurización y concentración	821.35	12.32	809.03	809.03
Enfriado	809.03	4.05	804.98	804.98
Siembra	leche =804.98 cultivo=16.10	---	821.08	821.08
Incubación	821.08	0.25	820.83	820.83
Refrigeración	820.83	---	820.83	820.83
Batido	yogur=820.83 azúcar=123.12 fruta=82.09	10.26	1015.78	1015.78
Envasado	1015.78	10.15	1005.63	1005.63
Almacenamiento	1005.63	---	1005.63	1005.63

...te nivel del estudio fué menor, al que se consiguió durante la elaboración del yogur natural en el presente estudio, debido principalmente al mayor porcentaje de adición de leche de vaca, que se realizó para su procesamiento.

5. Análisis Microbiológico

En el Cuadro N^o 37, se presenta los resultados del análisis microbiológico, practicados en muestras de yogur frutado en estudio; los valores hallados se encuentran muy por debajo de los límites microbiológicos máximos establecidos por ITINTEC (37), que establece como aceptable una contaminación máxima de 2.5×10^5 de gérmenes aerobios viables totales, 10 col./mlt. en coliformes totales y 100 col./mlt. en hongos totales; todas estas cifras son mayores al que posee el producto en estudio, con lo que se puede afirmar que el producto se elaboró en condiciones óptimas de sanidad.

CUADRO N^o 37: Análisis microbiológico en el yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya

Determinación	Valores Experimentales
Gérmenes aerobios viables totales	11×10^3 u.f.c./ml.
Recuento total de hongos	2 col/mlt.
Recuento de coliformes totales	negativo

6. Almacenamiento

El almacenamiento practicado al yogur frutado al me di o ambiente, tuvo poca capacidad de conservación, pues a los cuatro días fué un producto con un pH bastante ba jo (3.42), y una acidez excesivamente alta de hasta 1.56 % de ácido láctico, como se muestra en el Cuadro N^o 38. Aparte de ello el estado del producto fué indeseable, de bi do a que el jugo de fruta añadido comenzó a fermentar se, como se puede ver en la figura N^o 11.

El yogur almacenado a 4^oC, tuvo buena capacidad de conservación de 14 días, como se presenta en el Cuadro N^o 39, esto nos indica que el producto se elaboró bajo buenas condiciones higiénicas; este resultado concuerda con los datos reportados por Nicholls (31). El almacena m ie nto hecho a 4^oC tuvo poca variación de pH y acidez, como se puede observar la curva ascendente de la figura N^o 11.

Es muy importante tener presente que el jugo de fru ta ad ic io na do no sólo influye en el sabor, sino también en la variación de la acidez y pH durante el almacena m ie nto, y en el aspecto del yogur. Por ello es imprescin d ib l e trabajar en las mejores condiciones higiénicas, para lograr de esta forma un tiempo más prolongado de al macenaje y el producto se mantenga siempre en buenas con di ci o nes.

CUADRO Nº 38: Resultado de la variación de pH y acidez - durante el periodo de almacenamiento al medio ambiente a $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya

Días	Yogur frutado sustituido con leche de soya	
	pH	Acidez (%) <u>1/</u>
0	4.29	0.90
1	3.85	1.25
2	3.60	1.32
3	3.52	1.41
* 4	3.42	1.48
5	3.24	1.53
6	3.04	1.56

* = Día en que se hace inaceptable el producto.

1/ = Referido a ácido láctico.

CUADRO Nº 39: Resultado de la variación de pH y acidez durante el periodo de almacenamiento en refrigeración a 4°C, del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya.

Días	Yogur frutado sustituido con leche de soya	
	pH	Acidez (%) <u>1/</u>
0	4.28	0.90
1	4.07	1.03
2	3.95	1.08
3	3.87	1.13
4	3.79	1.17
5	3.69	1.21
6	3.65	1.24
7	3.60	1.28
8	3.54	1.31
9	3.49	1.34
10	3.48	1.36
11	3.47	1.48
12	3.45	1.40
13	3.42	1.43
* 14	3.40	1.46
15	3.34	1.48
16	3.28	1.51
17	3.20	1.54

* = Día en que se hace inaceptable el producto

1/ = Referido a ácido láctico.

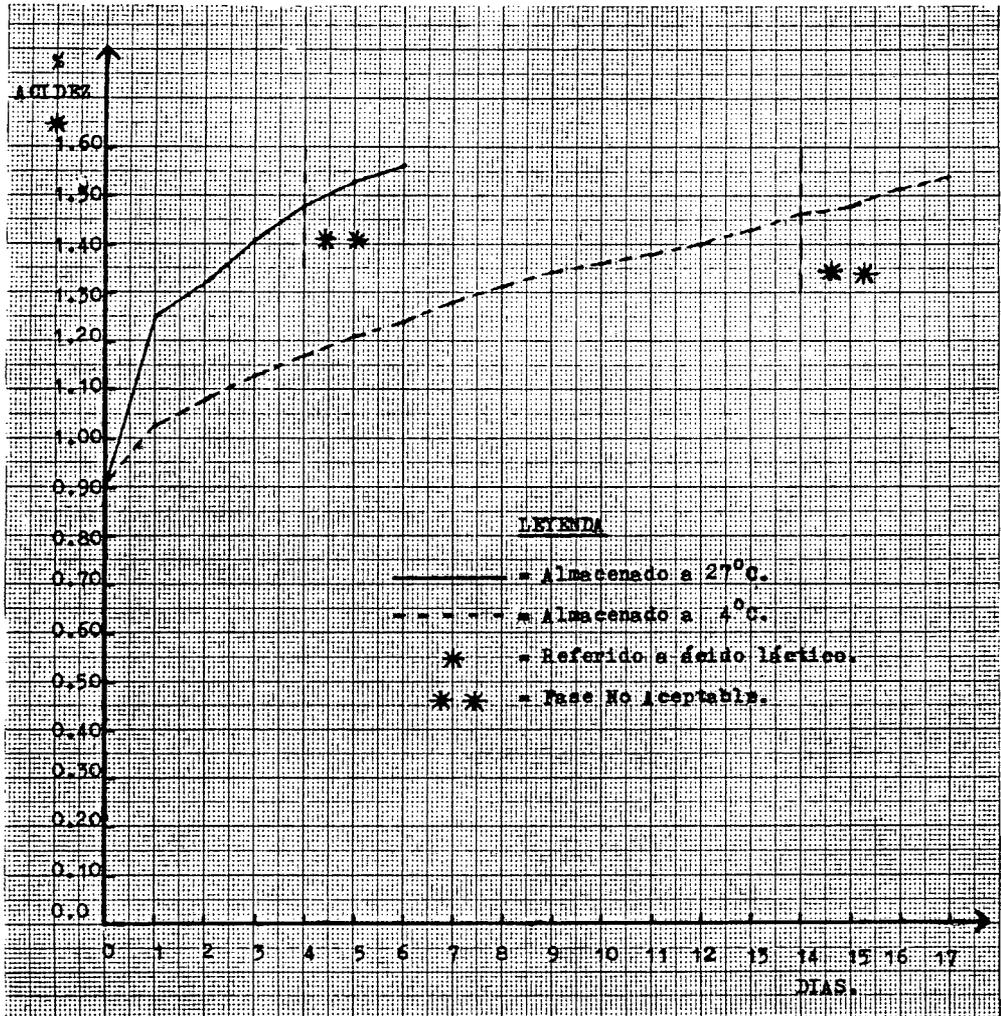


FIGURA Nº 11: Relación de la variación de acidez durante el periodo de almacenamiento en refrigeración a 4°C y al medio ambiente a 27°C, del yogur frutado con sustitución máxima de leche de soya.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se desprenden del presente trabajo son los siguientes:

1.- El método utilizado para la elaboración de la leche de soya fué el de Illinois modificado, aprovechando los constituyentes solubles del grano de soya. Las condiciones de operación utilizadas, han permitido obtener un producto de características de presentación similares a la leche de vaca.

Los resultados de las pruebas de sustitución en la elaboración de yogur natural y frutado, mostraron hasta un nivel de sustitución de 20 y 26 % respectivamente, de acuerdo a sus características organolépticas no existen diferencias significativas con relación a un testigo. Para el yogur frutado la adición óptima fué del 10% para el jugo y 15% para el azúcar; la fruta que se encontró como el adecuado fué el maracuyá.

Las condiciones de operación más adecuados para la obtención del yogur con sustitución óptima de leche de soya, han sido las siguientes:

- . El mezclado de 20 % de leche de soya y 80% de leche.
- . En la concentración por sustracción del contenido acuoso, la temperatura y tiempo de pasteurización es de 88°C por 30 minutos.
- . Siembra con cultivo iniciador, con una acidez de 0.918 % de ácido láctico, en una proporción del 2%.

. Incubación a 42^oC durante 2.5 horas.

. Batido con 8 % de adición de azúcar.

2.- El yogur natural y el frutado elaborado, presentaron un contenido de sólidos totales del orden de 14.4 y 15.84%, de grasa del orden de 3.42 y 3.05% y 3.95 y 4.12% de proteína respectivamente. Estas muestras tuvieron un rendimiento del orden de 1129.54% y 1005.63% respectivamente. Las pruebas microbiológicas en las muestras de yogur natural y frutado durante el almacenaje, mostraron que éstos eran aptos para el consumo humano.

3.- Las muestras de yogur natural y frutado son recomendables almacenarlos al medio ambiente, porque solamente se conserva hasta un máximo de 5 días, pero si se almacena en refrigeración a 4^oC, se conserva en buen estado hasta 16 días.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda realizar estudios de investigación de procesamiento de yogur de leche de soya, saborizado con frutas tropicales.
- 2.- Realizar trabajos de investigación en el procesamiento de quesos, helados y manjar blanco, elaborados con leche sustituida con leche de soya.
- 3.- Efectuar investigaciones en el aprovechamiento de la pasta soya, en la fabricación de productos alimenticios tales como: panes, pasteles, fideos y embutidos con alto valor proteico.
- 4.- A las instituciones estatales y particulares, que propicien el aumento de la producción de soya en el país, y desarrollen variedades de buen rendimiento, para utilizarlos en la agroindustria.

VII. RESUMEN

La finalidad del trabajo fué obtener un yogur sustituido con leche de soya a nivel de laboratorio, de bajo costo de producción.

Se hicieron pruebas preliminares con el fin de seleccionar el método adecuado en la elaboración de la leche de soya utilizando los siguientes métodos: Illinois modificado, Siegel, A, modificado y Hand et al modificado.

Una vez seleccionado el mejor proceso, se procedió a encontrar el porcentaje óptimo de sustitución de leche de soya mediante paneles de degustación. También se trabajó con sustituciones de leche de soya, azúcar y jugo de fruta (piña, maracuyá y cocona), para encontrar que jugo de fruta y en qué porcentaje de adición de azúcar y jugo, permite el mayor nivel de sustitución de leche de soya.

El yogur con sustitución óptima y el yogur frutado, fueron sometidos a análisis físico, químico y microbiológico, con el fin de caracterizar y controlar su comportamiento durante el almacenaje a temperaturas de refrigeración y medio ambiente.

Se encontró que:

A.- El método utilizado para la elaboración de la leche de soya fue el de Illinois modificado, aprovechando los constituyentes solubles del grano de soya. Las condicion

...nes de operación utilizadas, han permitido obtener un producto de características de presentación similares a la leche de vaca.

B. Los resultados de las pruebas de sustitución en la elaboración de yogur natural y frutado, mostraron hasta un nivel de sustitución de 20 y 26% respectivamente, de acuerdo a sus características organolépticas no existen diferencias significativas con relación a un testigo. Para el yogur frutado la adición óptima fué del 10% para el jugo y 15% para el azúcar; la fruta que se encontró como el adecuado fué el de maracuyá.

C. Las condiciones de operación más adecuadas para la obtención del yogur con sustitución óptima de leche de soya han sido las siguientes:

- El mezclado de 20% de leche de soya y 80% de leche.
- En la concentración por sustracción del contenido acuoso, la temperatura y tiempo de pasteurización es de 88°C por 30 minutos.
- Siembra con cultivo iniciador, con una acidez de 0.918 % de ácido láctico, en una proporción del 2%.
- Incubación a 42°C durante 2.5 horas.
- Batido con 8% de adición de azúcar.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Washintong, -- Approved Methods, St. Paul, Minnesota, 1969. v. 1/- 350 p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Washing- ton, Official Methods of Analysis, 11th. Washington 1970.
3. ALVAREZ, F. Métodos de elaboración de yogur con frutas - nativas de la selva del Huallaga central. Tesis - Ing.Zoot. Tingo María, Universidad Nacional Agraria de la Selva, 1976. 69 p.
4. BRAMBILLA, A.V. Fibras y oleaginosas. Oleaginosas, Lima Universidad Nacional Agraria, La Molina, 1972. pp. 11-31.
5. BRESSANI, R. y ELIAS, Y.L. Processed vegetable protein -- mixtures for human consumption in developing coun-- tries. Advances in Food Research. (USA), 16:23-34, 1968.
6. _____. BRAHAM, J.E. y BEHAR, M. Mejoramiento nutricio- nal del maíz. Guatemala, INCAP, 1972. pp. 149-16.
7. BRICENO, Z. y VILLACORTA, L. Manual de prácticas del cur- so de nutrición I. Lima, Universidad Nacional Agra- ria, La Molina, 1979. 42 p.
8. CAMACHO, L.H. Características morfológicas y agronómicas de la soya. In. Curso Internacional de Producción - de Soya, Conferencia. Bogotá, ICA/INTSOY, 1979. 60 p.

9. CASTILLO, C.L. Control bacteriológico de la leche cruda por el método de la reductasa. Tesis Ing. Agr. Lima Escuela Nacional de Agricultura, La Molina, 1952. - 36 p.
10. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Aminoacid content of foods and biological data on - protein. Roma, 1970. 186 p.
11. FOSTER, et al. Microbiología de la leche. México, Herrero, 1965. 490 p.
12. HAND, et al. Pilot plant studies on soymilk. Food Technology (USA) 18(5):139-142, 1964.
13. HORVATH, A. The nutritional value of soybeans. Digestive diseases (USA) 2(3):77-183, 1938.
14. KAMISHIKIRIYO, M.I. Utilización de la torta de soya (Glycine max) (L) Merrill, para la elaboración de yogur (Compota o Machacado). Tesis Ing. Ind. Alim. Lima, - Universidad Nacional Agraria La Molina, 1977. 183p.
15. KANDA, H. et al. Yoghurt production by lactobacillus fermentation of soybean milk. Process Biochemistry -- (USA) 11(4):23-46, 1976.
16. _____. Method for making soybean milk yoghurt. Japanese Examined Patent, 1981. 12 p.
17. KLINGE, G. Política agrícola alimenticia. Lima, Sociedad Nacional Agraria, 1946. pp.290-294.
18. KOPSIC, T.L. y SANCHEZ, O. Obtención de leche, yogur y queso de soya; Informe trimestral. Bahía Blanca, Argentina, Universidad Nacional del Sur, 1975. 21 p.

19. LARMOND, E. Methods for sensory evaluation of food. Ota
wa, Canadá, Department of Agriculture, 1967. 57 p.
20. LERCHE, M. Inspección veterinaria de la leche. Zaragoza
España, Acribia, 1969. pp.294-295.
21. LIENER, E. Toxic substances associated with seed proteins
World proteins resources. New York, McGraw-Hill, -
1965. pp.178-193.
22. LOAYZA, C. Molienda selectiva en seco de leguminosas pa-
ra la obtención de fracciones ricas en proteínas, -
Lima, IIA, 1978. 63 p.
23. LORA, S.P.DE. Manual de práctica de tecnología de la le-
che. Lima, Universidad Nacional Agraria, La Molina
1979. 135 p.
24. MACKAY, A.C. et al. Evaluación sensorial de alimentos. --
2a.ed. San Felipe, Venezuela, CIEPE, 1984. 136 p. -
(Series Manuales Nº 2).
25. MATA LLANA, Y.S. El yogur en la nutrición humana. La Ha-
cienda (USA) 56(4):205, 1961.
26. MAZZANI, B. Plantas oleaginosas. Barcelona, Salvat, 1963
pp.244-247.
27. MITAL, B.K. y STEINKRAUS, K.H. Fermentation of soy-milk -
by lactic acid bacteria. A review. Journal of Food
Protection (USA) 42(11):895-899, 1979.
28. MONTALVO, S. y AVALOS, Q. Cultivo de soya en el Perú. Li
ma, Estación Experimental Agrícola La Molina, Bole-
tín Técnico Nº 2, 1981. 100 p.

29. MUSTAKAS, Y.C. et al. New process for low cost, high protein beverage base. Food Technology (USA) 25(8):80-86, 1971.
30. NELSON, A.I. et al. Illinois process for preparation of soy milk. Journal of Food Science (USA) 41(57):61, 1976.
31. NICHOLLS, G.M. Cursos regionales de capacitación y demostración de industrias lecheras; productos fermentados. Santiago de Chile, Universidad, 1970. 12 p.
32. OH, H.S. et al. Preparation of soy milk yoghurt and related studies. Korean Journal of Nutrition (Korea) - 14(4):175-181, 1981.
33. ORTHOEFER, F. Soybean physiology agronomy and utilization. New York, Academic Press, 1978. pp.185-188.
34. PAITAN, A.E. Elaboración de yogur con chirimoya (Anona-chirimola), guayaba (Psidium guajava 1.) y mango (maanfifera indica), Tesis Ing. Ind. Alim. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, 1979. 97 p.
35. PANTNAGER. UNIVERSITY OF AGRICULTURE TECHNOLOGY, A bried note on soy milk/Beverage process. Gevind Ballabh - Pant. Nainital, India, 1975. 21 p.
36. PEARSON, D. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Zaragoza, España, Acribia, 1976. 331 p.
37. PERU. INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TECNICAS, (ITINTEC), Norma N°202.001. Diciembre 1975, N°202.012. Enero 1979, N°202.023. Noviembre 1969, N°202.028, Febrero 1979, N°202.050. Octubre

1983, N°202.076.Abril 1978, N°202.077.Abril 1980, -
N°202.092.Setiembre 1983.

38. PERU. Ministerio de Agricultura, Oficina Sectorial de -
Estadística e Informática de Alimentación. Resumen
de los anuarios en estadística agropecuaria de 1965
1979. Lima, Perú, 1980.
39. _____. Información estadística básica del sector --
agrario de 1980-1984. Lima, Perú, 1985.
40. PINTHONG, R. et al. The development of a soya-base yoghurt.
Journal of Food Technology (England) 15(6):647-667,
1980.
41. PORTER, J.W. Leche y productos lácteos. Zaragoza, Acri-
bia, 1980. 380 p.
42. QUEVEDO, I.F., HURTADO, P.F. y LESCANO, A.C. Informe sobre
el congreso mundial de investigación en soya. Perú
Ministerio de Alimentación, Informe especial N° 43.
1975. 19 p.
43. QUISPE, S.M. Utilización del frijol de soya (Glycine max
(L) Merrill, en elaboración de helados. Tesis Ing.
Ind.Alim. Lima, Universidad Nacional Agraria La Mo-
lina, 1978. 165 p.
44. RAFOLS, W.DE. Aprovechamiento industrial de los produc--
tos agrícolas. Barcelona, Salvat, 1964. pp.403-407
45. RANGANNA, S. Manual of analysis of fruit and vegetable.
New Delhi, India, Central Food Technological Rese--
arch Institute, 1977. 284 p.

46. REED, W. et al. Microbiological of a pasteurized whole -- soybean beverage. Illinois, s.e. 1974, 450 p.
47. ROSELL, J.M. y DOS SANTOS, I. Métodos analíticos de laboratorio lactológico y microbiológico de las industrias lácteas. Barcelona, Labor, 1952. v.1/913 p.
48. SIEGEL, A. Informe anual: procesamiento y utilización industrial de la soya. Urbana, INTSOY/AID, 1980, 20p.
49. SMITH, A.K. y CIRCLE, S.J. Soybean: Chemistry and technology; proteínas. Wesport, AVI, 1972. v.1/395 p.
50. SPREER, E. Lactología industrial. Zaragoza, Acribia, -- 1975. pp.300-323.
51. TRATNIK, L. Sojino Mlijeko. Mljekarstvo (Yugoslavia) 31 (12):360-365, 1981.
52. _____. y JAKSIC, B. Proizvodnja svjezeg sira I jo urta od krabljeg mlijeka sa sojinim. Mljekarstvo (Yugoslavia) 32(2):48-51, 1982.
53. TROLL, J.F. Uso del frijol soya (Glycine max) (L) Merrill en la elaboración de una bebida proteica. Tesis Ing. Ind.Alim. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, 1975. 216 p.
54. WEI, L. Soybean processing short course. Urbana, USA, University of Illinois, 1979. 16 p.
55. _____. NELSON, A.I. y STEINBERG, M.P. The development with soybean beverage Illinois yoghurt. Urbana, USA University of Illinois, 1984. 18 p.
56. WOLF, W.J. What's soy protein. Food Technology (USA) 26 (7):44-54, 1972.

57. WOLF, W.J. y COWAN, J.C. Soybeans as food resource. ed.
rev. New York, s.e. 1975. pp.265-267.
58. WU LEUNG Woot-Tsuen. Tabla de composición de alimentos
para uso en América Latina. Guatemala, INCAP-1 CNND
1961.

IX. ANEXOS

ANEXO Nº 1: Resultado de las diferentes evaluaciones organolépticas, realizadas en el presente estudio.

CUADRO Nº 40: Resultado de grados de preferencia de la prueba de calificación o "Ranking", en la evaluación sensorial de la leche de soya.

PANE LIS TAS.	A T R I B U T O S A E V A L U A R S E											
	SABOR			OLOR			COLOR			TEXTURA		
	1ºP.	2ºP.	3ºP.	1ºP.	2ºP.	3ºP.	1ºP.	2ºP.	3ºP.	1ºP.	2ºP.	3ºP.
1	Q	K	Y	K	Q	Y	Q	K	Y	K	Q	Y
2	Q	Y	K	Y	Q	K	Q	K	Y	Y	Q	K
3	K	Q	Y	K	Y	Q	Q	Y	K	K	Y	Q
4	Y	K	Q	Y	K	Q	Q	K	Y	Q	K	Y
5	K	Q	Y	K	Q	Y	Q	K	Y	Q	Y	K
6	Q	K	Y	Y	K	Q	Q	K	Y	Y	K	Q
7	Q	K	Y	K	Q	Y	K	Y	Q	K	Q	Y
8	Q	Y	K	Q	Y	K	Q	Y	K	Y	K	Q
9	K	Q	Y	Q	K	Y	Q	K	Y	Q	K	Y
10	K	Q	Y	K	Y	Q	K	Q	Y	Y	Q	K
11	Y	K	Q	Y	K	Q	Y	K	Q	Y	Q	K
12	Q	Y	K	Q	K	Y	Q	K	Y	Y	Q	K
13	K	Y	Q	Q	Y	K	Q	Y	K	K	Q	Y
14	K	Y	Q	Q	Y	K	K	Q	Y	Q	K	Y
15	Y	Q	K	Q	K	Y	Y	K	Q	Y	Q	K

CUADRO Nº 41: Resultado de la prueba de Duo-Trío en la evaluación del yogur natural, sustituido parcialmente con leche de soya a nivel preliminar.

PANE LIS- TAS.	GRUPO I Muestras: "R", 26 y 64	GRUPO II Muestras: "R", 45 y 38	GRUPO III Muestras: "R" 56 y 78
	Muestra Dife- rente a "R"	Muestra Dife- rente a "R"	Muestra Dife- rente a "R"
1	64	45	78
2	26	45	78
3	64	38	78
4	26	45	78
5	64	38	78
6	26	45	56
7	64	45	78
8	64	45	78
9	64	45	78
10	26	38	78
11	64	45	78
12	64	45	78
13	26	45	78
14	64	38	78
15	64	45	78

NOTA:

Muestra : 26, 38 y 56 igual a "R".

CUADRO Nº 42: Resultado de la prueba de Duo-Trío en la evaluación del yogur natural, sustituido parcialmente con leche de soya a nivel definitivo.

PANE LIS- TAS	GRUPO I Muestras: "R" 59 y 75	GRUPO II Muestras: "R" 23 y 84	GRUPO III Muestras: "R" 69 y 40
	Muestra Dife rente a "R"	Muestras Dife rente a "R"	Muestra Dife rente a "R"
1	59	84	69
2	75	84	69
3	59	23	69
4	59	84	69
5	59	84	40
6	75	84	69
7	59	84	69
8	59	23	69
9	59	84	69
10	75	84	69
11	59	84	40
12	75	84	69
13	59	23	69
14	59	84	69
15	75	84	69

NOTA:

Muestras: 75, 23 y 40 igual a "R".

CUADRO Nº 43: Resultado de puntuación de la prueba por comparación pareada, del yogur natural sustituido parcialmente con leche de soya.

ATRIBUTOS	Frecuencia de Puntuación							Total Punt.	Media	Diferencia por preferencia
	-3	-2	-1	0	1	2	3			
<u>AROMA</u>										
0 - 10	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0.07
10 - 0	0	3	3	4	3	2	0	-2	-0.14	-0.07
Total	0	6	6	7	6	5	0			
<u>SABOR</u>										
0 - 10	1	2	1	4	5	2	0	4	0.27	0.303
10 - 0	0	3	5	3	2	2	0	-5	-0.34	-0.305
Total	1	5	6	7	7	4	0			

CUADRO Nº 44: Resultado de puntuación dela prueba por comparación pareada, del yogur con sustitución óptima de leche de soya con frutas tropicales.

PANE LIS- TAS.	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III	
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
1		I		I		I
2		I	I			I
3	I			I		I
4		I		I		I
5		I		I	I	
6		I	I			I
7		I		I		I
8	I			I		I
9		I		I		I
10		I		I	I	
11		I		I		I
12		I	I			I
13		I		I	I	
14		I		I		I
15		I		I		I
Total	2	13	3	12	3	12

CUADRO N° 45: Resultado de grados de preferencia de la prueba de calificación o "Ranking", del yogur con sustitución óptima de leche de soya con frutas tropicales.

PANE LIS- TAS.	A T R I B U T O S A E V A L U A R S E					
	SABOR			OLOR		
	1er.P.	2do.P.	3er.P.	1er.P.	2do.P.	3er.P.
1	Y	K	Q	Y	Q	K
2	Q	Y	K	Q	K	Y
3	Y	K	Q	Q	K	Y
4	Y	K	Q	Y	Q	K
5	Y	K	Q	Y	K	Q
6	Q	Y	K	Q	K	Y
7	Q	Y	K	Y	Q	K
8	Q	Y	K	K	Y	Q
9	Q	Y	K	Y	K	Q
10	Q	Y	K	Y	K	Q
11	Y	K	Q	Y	K	Q
12	Y	Q	K	Y	K	Q
13	Y	K	Q	Y	Q	K
14	Y	K	Q	Y	K	Q
15	K	Y	Q	Y	Q	K

CUADRO Nº 46: Resultado de puntuación de la prueba por comparación múltiple, del yogur frutado sustituido parcialmente con leche de soya.

Panelista	Valor de Sustitución			Total
	25%	30%	40%	
	A	B	C	
1	4	3	3	10
2	4	2	3	9
3	4	4	2	10
4	3	2	3	8
5	3	2	2	7
6	4	3	3	10
7	3	2	3	8
8	3	3	2	8
9	3	2	2	7
10	4	3	2	9
11	4	2	2	8
12	3	3	2	8
13	4	3	3	10
14	4	3	2	9
15	4	3	2	9
TOTAL	54	40	36	130

CUADRO N° 47: Resultado de la prueba de Duo-Trío, en la evaluación del yogur frutado sustituido parcialmente con leche de soya.

PANE LIS- TAS.	GRUPO I Muestras: "R" 34 y 97	GRUPO II Muestras: "R" 90 y 48	GRUPO III Muestras: "R" 82 y 94
	Muestra Dife- rente a "R"	Muestra Dife- rente a "R"	Muestra Dife- rente a "R"
1	97	90	94
2	34	90	94
3	97	48	94
4	97	90	94
5	97	90	94
6	34	90	82
7	97	90	94
8	97	90	94
9	97	48	94
10	34	90	94
11	97	90	94
12	97	90	82
13	34	90	94
14	97	48	94
15	97	90	94

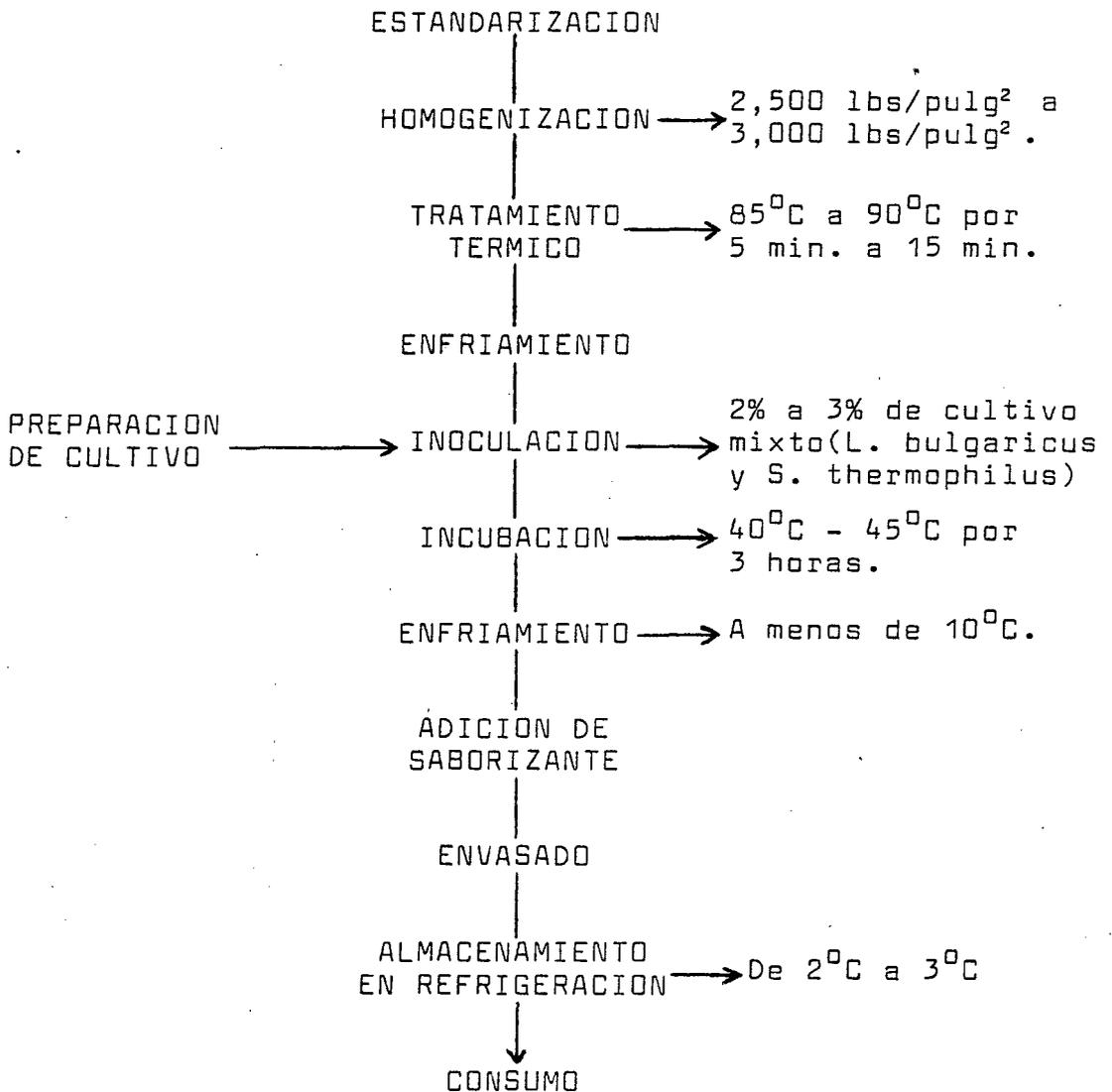
NOTA:

Muestra: 34, 48 y 82 igual a "R".

ANEXO Nº 2: Método, clasificación y requisitos establecidos por el Instituto de Investigación Tecnológica - Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC).

A. Método de Elaboración del Yogur Batido

Figura Nº12: Esquema del flujo de procesamiento para la elaboración del yogur batido.



B. Resultados Físico-Químicos

CUADRO Nº 48: Calificación de la leche cruda entera.

Tiempo de Reductasa	Porcentaje de Grasa	Calificación
Más de 4 hrs.	De 3.6 a más	Muy buena = A
De 3 a 4 hrs.	De 3.1 a 3.5	Buena = B
Más de 0.5 a menos de 3 hrs.	De 2.7 a 3.0	Aceptable = C

Luego de efectuada la calificación, deberá aplicarse el siguiente cuadro de clasificación.

CUADRO Nº 49: Clasificación de la leche cruda entera.

CLASE	REDUCTASA	GRASA
A	A	A
	A	B
B	B	A
	B	B
C	A	C
	B	C
D	C	A
	C	B
E	C	C

CUADRO Nº 50: Análisis físico-químico establecidos para el yogur entero.

DETERMINACION	LIMITE
Materia grasa de leche, mínimo	3.00 % m/m
Sólidos totales de leche, mínimo	11.50 % m/m
Acidez en gramos de ácido láctico, máximo	1.50 %.

C. Requisitos Microbiológicos

CUADRO Nº 51: Análisis microbiológico establecido para el - yogur.

Determinaciones	Límites			
	N	m	M	c
Numeración de coliformes	5	3	10	1
Numeración de hongos	5	10	100	1
Numeración de levaduras	5	10	100	1
Recuento de microorganismos Aerobios Viables.	5	2.5×10^4	2.5×10^5	1

NOTA:

N = Número de unidades de muestra que se debe analizar de un lote de alimentos.

c = Número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa.

NOTA:

m = Cantidad aceptable de M. O. permitido (col/mlt).

M = Cantidad máxima de M. O. permitido (col/mlt).
