UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

"DETERMINACIÓN DE PARAMÉTROS ÓPTIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT POR SUSTITUCIÓN PARCIAL CON LECHE DE SOYA Y LACTOSUERO"

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR

JULIO WILFREDO QUINCHO YACTAYO

TINGO MARÍA - PERÚ

1 999

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DOCUMENTACIÓN E INVESTIGACIÓN
Tingo María
16/3/00
4716

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el sábado 06 de noviembre de 1999, a horas 5:00 PM., en la Sala de grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huanuco, para calificar la tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias : Julio W. QUINCHO YACTAYO, con el título:

"Determinación de Parámetros Óptimas para la Elaboración de Yogurt por Sustitución Parcial con Leche de Soya y Lactosuero"

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran aprobada con el calificativo de BUENO, en consecuencia el Bachiller Julio W. QUINCHO YACTAYO, queda apto para recibir el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22 de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana 23733; con los artículos 43° y 45° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; con los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 09 de noviembre de 1999

Ing. Eduardo Cáceres Almenara
Presidente

Ing. Jorge Castro Gracey
Vocal

.Ing. MSc. Pedro Pelaez Sánchez
Patrocinador

Ing. MSc. Elizabeht Ordóñez Gómez
Co – Patrocinador

Carmen B.

DEDICATORIA

A mis queridos padres

FÉLIX y **YOLANDA**, que siempre me brindaron amor, su abnegado sacrificio y consejos para alcanzar mi mejor anhelo.

A DIOS

Por permitirme la vida, salud e iluminar mi camino en cada instante.

Con el aprecio y cariño de siempre a mis hermanos; **ABELINO, MEDA, ALFONSO, LIDA, FLAVIANO, VICTORIA, MELVA y SONIA.**

A mis queridos Tíos

AUGUSTO y **MARGARITA**, con mucho cariño por el apoyo constante incondicional que me brindaron durante mi formación profesional.

A mis primas

MARÍA Y ROSA, quienes me dieron estímulo para mi superación.

AGRADECIMIENTO

A los Ings. **PEDRO PELÁEZ SANCHEZ** y **ELIZABETH ORDOÑEZ GOMEZ**, patrocinadores del presente trabajo de investigación.

Al **CONSEJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA** (CIUNAS), por el apoyo económico en la presente investigación.

A la **FACULTAD DE AGRONOMÍA - LABORATORIO DE SEMILLAS**, por haberme proporcionado el frijol soya para la realización del trabajo.

Al la Empresa **NEW ZEALAND MILK PRODUCTS**, por haber proporcionado el lactosuero y leche en polvo descremada para realizar esta investigación.

Al Gerente de la Empresa **GERMAN CLINGE M. REPRESENTACIONES S.A.** por apoyarme con las bibliografía.

Al Ing. **TOMAS MENACHO M.** por su amistad y apoyo incondicional en la culminación del trabajo.

A los técnicos de laboratorio, **GLELIA RIOS S.**, **CARLOS ZALAZAR S.** y **WALDIR RODRIGUEZ T.** por haber contribuido en la realización de los diferentes análisis de laboratorio.

A la biblioteca **UNAS** y la biblioteca especializada de la **FIA**, por haber contribuido con la atención desinteresada de los textos y revistas actualizadas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en Tingo María, provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco - Perú; con el objeto de obtener parámetros óptimos para la elaboración de yogurt, por sustitución parcial con leche de soya y lactosuero. Se evaluó el efecto del lactosuero (1, 2 y 3%), sustitución con leche de soya (20, 25, 30, 40 y 50%), temperaturas (85°C , 90°C) y cultivo láctico (2, 2,5 y 3%) respectivamente, evaluando la acidez, viscosidad y sensorialmente; en esta última se evaluó los atributos sabor, acidez y consistencia mediante el diseño bloques incompletos balanceados. Se estandarizó los sólidos totales a 12,5% después de haberse hecho las mezclas. Los resultados muestran que la adición de 2% de lactosuero en la elaboración de yogurt influye directamente en el proceso de fermentación, produciendo una acidez de 98°D con 20, 25, 30, 40% de sustitución de leche de soya; Pero empleando 3% de lactosuero modifican las propiedades físicas del yogurt (baja producción de acidez, desuerado, menor viscosidad, entre otros). Los parámetros óptimos de la elaboración de yogurt por sustitución parcial fue: 40% de leche de soya, 1% de lactosuero, 90°C de pasteurización y 3% de cultivo láctico. El análisis químico del producto indican un contenido de agua 87,66%, carbohidratos 5,0%, proteína 4,13%, grasa 2,07%, minerales 0,83% y fibra 0,306% respectivamente. La vida útil del yogurt se evaluó durante 30 días, se almacenaron en botes de plástico a temperatura promedia de 4,7°C, a medida que pasa el tiempo la acidez se incrementa de 90°D a 113°D y pH decreció de 4,50 a 4,20; así mismo el análisis microbiológico indican Coliformes (NMP) < 3 ufc/ml, Mohos y levaduras 10 ufc/ml. y Salmonella ausencia en 25 g. de yogurt, de igual manera las propiedades organolépticas eran aceptables tanto para los atributos de sabor, acidez y consistencia por parte de los panelistas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN Pág.

I. INTRODUCIÓN 1

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2

2.1 Generalidades de la leche 2

2.1.1 Definición de leche 2

2.1.2 Importancia de la leche 2

2.1.3 Características de los constituyentes de la leche 2

Agua 3

Carbohidratos 3

Grasa 4

Proteína 5

Minerales 6

2.2 Generalidades del grano de soya 6

2.2.1 Definición del grano de soya 6

2.2.2 Composición del grano de soya 7

Humedad 7

Proteína 7

Aceite 7

Carbohidratos 8

Minerales 8

Fibra 8

2.3 Generalidades de la leche de soya 9

2.3.1 Definición de la leche de soya 10

2.3.2 Composición y clasificación de la leche de soya 11

Leche de soya tradicional 11

Leche de soya similar a la de vaca 11

2.4 Generalidades del lactosuero 12

2.4.1 Definición de lactosuero 13

2.4.2 Componentes del lactosuero 14

Lactosa 15

Proteína 16

2.4.3 Valor nutritivo del lactosuero 17

2.5 Generalidades del yogurt 17

2.5.1.Definición del yogurt 17

2.5.2 Importancia del yogurt 18

2.5.3 Elaboración del yogurt 18

Recepción de la leche 20

Estandarizado 21

Pasteurizado 21

Enfriado 21

Inoculación 22

Incubación 22

Refrigerado 24

Almacenado 24

III. MATERIALES Y MÉTODOS 25

3.1 Lugar de ejecución 25

3.2 Materiales 25

3.2.1 Materia prima 25

Leche fresca 25

leche de soya 25

Lactosuero 25

3.2.2 Insumos

Cultivo láctico 26

Leche en polvo descremada 26

3.2.3 Materiales, equipos y reactivos 26

Materiales de laboratorio 26

Equipos de laboratorio 27

Reactivos 27

3.3 Métodos de análisis 28

3.3.1 Humedad 28

3.3.2 Grasa 28

3.3.3 Proteína 28

3.3.4 Ceniza 28

3.3.5 Fibra bruta 29

3.3.6 Carbohidratos 29

3.3.7 Densidad 29

3.3.8 Acidez titulable 29

3.3.9 Lactosa 29

3.3.10 Determinación de la viscosidad 30

3.3.11 Análisis microbiológico 30

3.4 Metodología Experimental 31

3.4.1 Caracterización físico y químico proximal de las materias primas 31

3.4.2 Preparación de mezclas y Estandarizados de los insumos para la elaboración de yogurt 31

3.4.3 Efecto del lactosuero sobre los porcentajes de leche de soya en la elaboración de yogurt 32

Evaluación de la acidez 32

Evaluación de la viscosidad 32

Evaluación sensorial 34

3.4.4 Eefecto de temperatura y cultivo láctico en la elaboración de yogurt 34

Evaluación de la acidez 36

Evaluación de la viscosidad 36

Evaluación sensorial 36

3.5 Caracterización del producto final 36

3.5.1 Caracterización físico y químico proximal 36

3.5.4 Análisis reológico del yogurt natural y sustituido 36

3.5.3 Análisis microbiológico 36

3.5.5 Evaluación del producto en almacenamiento 37

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 38

4.1 Caracterización físico y químico proximal de las materias primas 38

4.2 Preparación de la mezcla y estandarizado de los insumos para la elaboración de yogurt 40

4.3 Efecto del lactosuero sobre los porcentajes de leche de soya en la elaboración de yogurt 40

4.3.1 Evaluación de la acidez. 40

4.3.2 Evaluación de la viscosisdad 42

4.3.3 Evaluación sensorial 44

4.4 Efecto de temperatura y cultivo láctico en la elaboración de yogurt 46

4.4.1 Evaluación de la acidez 46

4.4.2 Evaluación de la viscosidad 47

4.4.3 Evaluación sensorial 48

4.5 Caracterización del producto final 50

4.5.1 Caracterización físicos y químico proximal 50

4.5.2 Análisis reológico del yogurt natural y sustituido 51

4.5.3 Análisis microbiológico 53

4.5.4 Evaluación del producto en almacenamiento 53

V. CONCLUSIONES 55

VI. RECOMENDACIONES 56

VII. BIBLIOGRAFÍA 57

VIII. ANEXO 61

I. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos a nivel mundial en la actualidad es deficiente, debido al rápido incremento de la población. El consumo de leche fresca a nivel nacional es deficiente, especialmente en zonas urbanas y pueblos jóvenes de las grandes ciudades. En nuestra región existe la disponibilidad de este alimento perecedero, teniendo como desventaja en su manejo por ser un producto que requiere de técnicas especiales para su conservación y transporte entre otros; éstas características limitan a comercializar adecuadamente leche fresca.

La leche de soya es un alimento que constituye una de las soluciones alternativas potenciales para resolver en parte los problemas nutricionales en los lugares más necesitados del país. Este extracto se obtiene del frijol entero de soya, que en la actualidad es un tema de gran interés. Por que mediante la transformación de esta leguminosa se puede obtener diversos subproductos: leche, queso vegetal, carne vegetal, refrescos entre otros y que de ésta manera disponer en el mercado al alcance del consumidor un alimento de alto valor nutrcional. El lactosuero es un producto comercial que es utilizado como fuente de lactosa en la elaboración de productos lácteos, especialmente yogurt, por lo tanto se plantea los siguientes objetivos..

- Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de yogurt por sustitución parcial con leche de soya y lactosuero.
- Evaluar las características físicas, sensoriales, composición química y comportamiento del yogurt durante el almacenamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGR1ÁFICA

2.1 Generalidades de la Leche

2.1.1 Definición de Leche

Alais (1985), define a la leche como un líquido segregado por la glándula mamaria de las hembras de los mamíferos tras el nacimiento de las crías. Es un líquido de composición compleja, blanco opaco de sabor dulce y reacción iónica (pH) cercano a la neutralidad.

Assenat (1993), define "La leche es el producto integral del ordeño total e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada, recogida con limpieza y que no contenga calostro".

Icmsf (1983) indica que la leche es la secreción de la glándula mamaria, libre de calostro, obtenida por ordeño de una o más vacas sanas, con un contenido en grasa de al menos 3,25% y un extracto seco magro superior al 8,25%.

2.1.2 Importancia de la leche

Spreer (1991), menciona que la leche es uno de los productos naturales mas valiosas y es desde hace milenio, uno de los constituyentes fundamentales de la alimentación humana. Pero a la vez se trata de una sustancia muy compleja que requiere ser transformada en sus múltiples derivados, de la aplicación de una tecnología altamente desarrollada.

Alais (1985), manifiesta que la leche es un producto que se altera muy fácilmente, ya que el calor modifica, numerosos microorganismos, que pueden proliferarse en ella, en especial aquellos que degradan la lactosa con producción de ácido.

2.1.3 Características de los constituyentes de la leche

Velasco (1995), manifiesta que la leche de vaca está constituido por sustancias sólidos solubles, dispersos y emulcionados en una proporción de 11 al 13% y

agua en un 89 a 87 %; los sólidos están constituidos por proteína, grasa, hidratos de carbono, sales, enzimas y vitaminas.

Cuadro 1: Composición química de la leche

Componentes	Rango			Promedio (%)
Agua	79,00	a	90,5	87,0
Lactosa	3,50	a	6,0	4,9
Grasa	2,20	a	8,0	3,9
Proteína	2,70	a	4,8	3,5
Minerales	0,65	a	0,8	0,8

Fuente: Revilla (1996).

Agua

Revilla (1996), señala que el contenido de agua en la leche puede variar desde 79 a 90.5%, pero normalmente representa el 87% de éste. La mayor parte del agua de la leche se encuentra en forma libre y sirve como medio de solución, dispersión o suspensión para los otros ingredientes.

Veisseyre (1988), reporta que cuantitativamente, el agua es el elemento más importante, que representa aproximadamente los 9/10 de la leche. Los otros elementos constituyen el extracto seco total, que alcanza habitualmente la cifra de 125 - 130 g /litro de leche.

Carbohidratos

Según Revilla (1996), el carbohidrato principal de la leche está formada por una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa representa cerca de 4,9% de la leche lo cual equivale a 98% de los carbohidrato que contiene ésta. La lactosa se encuentra en solución en el agua y es 70% menos soluble y 85% menos dulce que la sacarosa. La lactosa es el factor principal en la elaboración de todos los productos lácteos fermentados y macerados.

Amiot (1991), menifiesta que la lactosa es el componente más importante de los sólidos no graso de la leche. La leche contiene alrededor de un 5%, leche en polvo descremada contiene un 52% y el lactosuero en polvo un 70%.

Warner (1989), indica que el principal hidrato de carbono de la leche es la lactosa, este azúcar es casi exclusivo de la leche y no se encuentra prácticamente en otro producto natural. La cantidad presente en la leche depende de la salud de la ubre y la raza del animal productor. El contenido de lactosa de la leche se incrementa ligeramente por sobrealimentación de hidratos de carbono, especialmente de los solubles y disminuye por mastitis en la ubre.

Grasa

Bruce y Cora (1998), indican que la leche de vaca contiene más de 400 ácidos grasos diferentes, el ácido graso palmítico es el más abundante de los ácido graso saturado de 20 a 25% y el ácidos grasos oleico entre 30 a 38% del total de ácidos graso insaturados, El ácido butírico que está presente en la leche representa más o menos el 3% de la mayoría de los ácidos grasos.

Revilla (1996), reporta que la grasa cumple funciones muy importante en el valor económico y nutricional de la leche, tal como el sabor y algunas propiedades físicas de la leche y derivados de ésta. La grasa de la leche contribuye con aproximadamente 9 cal por gramos de grasa, además de servir como medio de transporte de las vitaminas liposolubles. El sabor de la leche y de sus productos derivados están estrechamente relacionado con el contenido graso. La grasa imparte una textura suave, fina y una sensación agradable a los productos de los cuales forman parte.

La grasa de la leche ésta compuesta aproximadamente por 98% de triglicéridos, 1% de fosfolípidos y de otras sustancias.

Warner (1989), menciona que la grasa de la leche consta de ácidos grasos, glicerina, fosfolípidos y otros componentes en menor proporción. Los ácidos grasos varían con la especie, la raza, el pienso, la estación y otros factores. Se ha reportado que en la grasa de la leche hay hasta 142 ácidos grasos. Sin embargo, comúnmente sólo se manejan y estudian alrededor de unos 20.

Amiot (1991), reporta que las sustancias que pueden extraerse de la leche con solvente orgánico no polares como el éter, benceno y cloroformo, son las grasas de la leche. La grasa están compuestos principalmente por glicéridos (99%) pero también contienen lípidos complejos de gran importancia en la lechería.

Proteína

Warner (1989), indica que las proteínas de la leche son : la caseína, albúmina, globulina, proteosa-peptonas y enzimas. Estas constituyen alrededor del 95% del nitrógeno presente, el nitrógeno restante es nitrógeno no proteico.

Revilla (1996), reporta que las proteínas en general forman uno de los grupos más complejos, dentro de los compuestos orgánicos, desde el punto de vista nutricional, las proteínas de la leche constituyen la parte más importante de ésta porque cuentan con proteínas de alto valor biológico, lo que significa que tiene casi todos los aminoácidos y en cantidades similares a las requeridas por los humanos.

Las proteínas están formadas por aproximadamente 78% de caseína, 17% de proteínas del lactosuero y 5% de sustancias nitrogenadas no proteícas.

Amiot (1991), manifiesta que las proteínas son los elementos constitutivos esenciales de toda célula viviente y tiene una importancia en la leche y productos lácteos. La leche contiene como término medio un 3,2% de proteínas de las que el 80% son caseínas.

Minerales

Alais (1985), señala que la leche es un alimento rico en oligoelementos, aproximadamente 1gr/100 ml. cuya concentración puede variar por factores genéticos, tipos de alimentación del ganado.

Veisseyre (1988), afirma que desde el punto de vista nutricional, el calcio y el fósforo son los elementos esenciales en la composición en minerales de la leche; estando siempre comprendida entre 1: 1 y 1:2 la relación entre estos dos elementos, puede ser asimilados convenientemente por el organismo en crecimiento.

Badui (1994), menciona que el fósforo se encuentra en la leche y sus derivados, este elemento es importante en la formación osea, metabolismo de la glucosa, trasnporte de los ácidos grasos, síntesis del ATP y como regulador de pH

Varnam (1995), indica que la leche es un importante fuente de calcio en la dieta y se considera que la asociación con la caseína puede mejorar la absorción en el tracto gastointestinal.

Revilla (1996), reporta que el porcentaje de minerales en la leche, normalmente es mayor que el que se encuentra en las cenizas provenientes de éste producto; debido a la oxidación de algunos elementos durante la incineración, esta diferencia puede ir de 0.9% en la leche a 0.6% en las cenizas. Los minerales encontrados se agrupan en macroelementos, tales como potasio, calcio, fósforo, sodio, magnesio; y los microelementos hierro, zinc, cobre, etc.

2.2 Generalidades del grano de Soya

2.2.1 Definición del grano de Soya

Saumell (1978), afirma que la soya es un vegetal de tipo herbáceo, que brinda a la humanidad una gran cantidad y variabilidad de posibles usos, todos

importantes y muchos fundamentales. La cantidad de proteína existente en 1 kg. de semilla de soya equivale a la cantidad en 2 kg. de queso, 2,5 kg. de carne, 10 ltitros de leche, o 60 huevos. La soya con 18 a 40% de proteína y la papa con sólo 1 a 4% son las dos únicas especies vegetales que poseen proteína de pleno valor nutritivo.

Pérez (1992), indica que *Glycine max*, nombre botánico de la soya, leguminosa oleaginosa que tiene alrededor del 18 a 20% de grasa, 40% de proteína y no contiene almidón, a excepción cuando se corta durante el desarrollo temprano de la semilla, la semilla ésta compuesta de una cascarilla, un hipocotilo y dos cotiledones.

2.2.2 Composición del grano de soya

Humedad

Según FAO (1992), para que los granos de soya tenga una buena estabilidad y viabilidad debe poseer una humedad de 12 a 13%.

Proteína

FAO (1995), indica que la proteína de la soya se caracteriza por poseer un equilibrio adecuado de los aminoácidos esenciales. Los aminoácidos azufrados como metionina y cistina, se encuentran en bajos concentraciones, mientras que la lisina y el triptófano se encuntran en concentraciones elevadas.

Golbitz (1994), menciona que se han encontrado 8 aminoácidos esenciales en la soya. Estos aminoácidos son necesarios para la nutrición humana y no se producen en forma natural en el organismo.

Aceite

FAO (1995), señala que el elevado contenido de aceite de la soya, representa una ventaja, por que constituye una fuente de energía. Los ácidos grasos

insaturados representan el 85% del total de lípidos de la soya, y aproximadamente el 60% de éste aceite están compuesto por los ácidos grasos esenciales (linolénico y linoléico). Los cultivares mejorados contiene un promedio de 40 a 42% de proteínas y 20 a 22% de aceite, considerando el peso seco de la semilla.

Golbitz (1994), indica que el aceite de soya encuentra su cauce en las margarinas y en aceites para cocinar y aderezar ensaladas.

Carbohidratos

La FAO (1995), reporta que los hidratos de carbono de la soya se encuentra en forma de celulosa insoluble y hemicelulosa, estaquiosa y rafinosa solubles. Estas dos últimaas son oligosacáridos que no son digeridos y absorbidos en el intestino delgado humano

FAO (1992), señala que los grano de soya contiene aproximadamente 30% de carbohidratos, divididas en dos grupos (10% solubles y 20% insolubles).

Minerales

La FAO (1995), reporta que la soya es también una buena fuente de minerales, aunque en escasa cantidad debido a que, como en muchas semillas, el ácido fítico se liga a cationes bivalentes tales como el calcio, hierro y zinc.

Para FAO (1992), los granos de soya están constituido aproximadamente por 5% de minerales, los constituyentes mayores son: el potasio, calcio y magnesio, y en menor proporción cobre, hierro y zinc.

Fibra

Etgen y Reaves (1990), describen a la fibra como la porción más insoluble de los carbohidratos y está constituido por hemicelulosa, celulosa y pentosa. Estos componentes suelen contener una cantidad considerable de lignina y es la parte

mas fibrosa del grano, es menos digestible que la celulosa.

Sanz (1990), menciona que la fibra bruta es un estimador de los carbohidratos estructurales y de los compuestos orgánicos no nitrogenadas asociados a los mismos, es decir la parte del alimento que sólo puede ser aprovechado por los microorganismos del aparato digestivo.

Golbitz (1994), reporta que la soya es una fuente natural de fibra dietética. La cascarilla de soya es procesada para ser empleado en la fabricación del pan integral.

2.3 Generalidades de la leche de soya

Chang y Stone (1990), realizaron estudios sobre efectos de los sólidos totales de la leche de soya en la producción de acidez por tipos de bacterias Lácticas: *Lactobacilus acidophylus* B-NRRL-2092 ; B-NRRL-1910 y *Lactobacilus fermentus* B-NRRL 585.

Preparación de la leche de soya: 50 gr. de soya fue remojado con agua caliente a 25°C, durante la noche. Los granos remojado fueron lavados, escurrido y molido con agua caliente (80–90°C). El producto molido se fue diluyendo con agua (300, 350, 400, 450, 500 ml.), 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 y 1:10 relación (w/v), luego fueron filtrado y se determinó los sólidos totales de las diferentes diluciones, los cuales se muestran en el cuadro 5. La producción de acidez fueron medidos después de 16- 8 hr de fermentación (37°C). La producción máxima de acidez por la bacteria B-NRRL-585 fue de 16.4 microgramo de ac. láctico/gr. de leche de soya, en la dilución 1:6, 34,85 microgramo de ac. láctico/gr. de leche de soya por la bacteria B-NRRL-2092 en una dilución de 1:7 y 39,10 microgramo de ac. láctico/gr. de leche de soya por la bacteria B-NRRL-1910 en una dilución de 1:9

Buono *el al.* (1990), realizaron trabajos con leche de soya y yogurt de leche de soya, pero tenían inconveniente con el sabor y la flatulencia. La leche de soya contenían

aproximadamente 7.3% de sólido totales, entonces ellos lograron corregir a 14%. El presente trabajo era probar, cual de los tratamientos podrían reducir la estaquiosa (azúcar de la soya) y el sabor a vegetal, la formulación de la mezcla para el yogurt fue: a) leche de soya con solución de fructosa al 25% (SOYF), b) leche de soya con leche evaporada (SOYEM), c) leche de soya con leche descremada (SOYN). Los resultados reportaron, SOYEM reducían un 53.5%, SOYF 18.5% de la estaquiosa.Y SOYN presentó una viscosidsd muy alta, SOYF fue menos viscosa y SOYEM mostró una viscosidad similar al yogurt natural.

Cuadro 5: Composición de la Leche de Soya con varias diluciones (Grano / Agua)

Relación (W / V)	Sólido Totales (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)
1:6	9.73	4.85	3.79
1:7	8.66	4.41	3.38
1:8	7.77	3.90	3.09
1:9	6.98	3.61	2.88
1:10	6.40	3.21	2.61

Fuente : Chang (1990).

2.3.1 Definición de la leche de soya

Pérez (1992), manifiesta que la leche de soya es un extracto que se obtiene del frijol entero de soya, es una solución coloidal que resulta de la molienda y emulsificación de la soya integral y agua. El factor que determina la calidad y costo de leche de soya es la concentración, la que depende del total del agua utilizada en la preparación y del peso de la soya seca utilizada.

Orellana (1983), reporta que no debemos olvidar que antes de iniciar la producción del extracto de soya se debe definir el tipo de producto que deseamos obtener, para substitutos de la leche de vaca, con el mismo valor nutritivo.

Además indica que un tratamiento térmico adecuado al grano de soya antes de ser desintegrado para la elaboración de leche de soya, se obtendra buenas características organoléptica y con más porcentajes de proteínas solubles en la leche de soya.

2.3.2 Composición y Clasificación de la leche de Soya

Golbitz (1994), señala que actualmente la leche de soya es uno de los alimentos de más rápido crecimiento en el mundo actual. Su propiedad se debe al apoyo de varios factores que incluyen: buena nutrición, abastecimiento abundante de materia prima y nuevas tecnologías que permiten la reducción del sabor a frijol, como resultado, en los Estados Unidos se puede encontrar: leche de soya simple, leche de soya con sabor original, leche de soya fortificado con calcio, leche de soya baja en grasa, leche de soya ligera, etc.

FAO (1992), indica que a la leche de soya comercial y productos similares se puede clasificar de acuerdo a su composición química y diluciones usadas en sus procesamiento:

Leche de soya Tradicional

FAO (1992), reporta que la leche de soya se obtiene por la molienda y evaporación de los granos enteros de soya. Utilizando una relación de grano/agua de 1:5, y contiene aproximadamente 4% de proteína.

Leche de soya similar a la de Vaca

FAO (1992), menciona que esta leche contiene 3.5% de proteína, en relación grano/agua de 1:7.

Pérez (1992), indica una leche de soya concentrada es elaborado con 5 a 6 partes de agua por uno de soya. Con esta relación se tiene una leche con 11% de sólidos totales, mientras que una leche de soya similar a la de vaca utiliza 9 partes de

agua por uno de grano de soya. Esta bebida contiene de 3,3 a 3,6% de proteína, al rededor de 2,1% de grasa y sólidos totales de 7,4 a 8,0%. Una bebida saborizada y edulcorada que contiene aproximadamente 1% de proteína. La relación grano/agua es 1:20.

Cuadro 2: Composición y nutricional de la leche de soya

Valor nutricional (Por 100g.)	**Leche de vaca** Entera	Semi. Descremada	**Leche de soya**
Proteína	3,4	3,5	3,6
Grasa	3,5	1,5	2,3
Carbohidrato	4,6	5,4	3,4
Kj	69,0	208,0	204,0
Kcal.	64,0	49,0	49,0
Colesterol	10,0 mg.	5,0 mg.	0,0
Lactosa	4,6	5,4	0,0
Ácidos grasos saturados	63,5%	63,5%	14,0%
Poli-insaturados	3,0%	63,5%	
Mono-insaturados	33,5%	33,5%	21,6%

Fuente: F.A.O (1992).

2.4 Generalidades del Lactosuero

Penna *et al.* (1997), realizaron trabajos cuyo objetivo fue probar los porcentajes de suero, porcentaje de cultivo láctico y temperaturas en la consistencia del yogurt. Antes de pasteurizar la leche, fue estandarizado los sólidos totales a 12.5% usando leche en polvo descremada. Después se uso suero desmineralizado en polvo con proporciones de 0%, 1,5% y 3% en remplazo de la leche descremada, previo a la pasteurizado se agrego 7% de azúcar. La temperatura de pasteurizado fue 85, 90, 95°C/10 minutos y cultivo láctico en proporción de 1, 2 y 3%. El producto final presentó las siguientes características; El tiempo más bajo de fermentación fue con 92.5°C de temperatura y 3% de suero, el yogurt mostraba una buena viscosidad. Un aumento del suero, la consistencia disminuye, el tiempo de fermentación dependió de la concentración del

suero, cultivo láctico y temperatura. Los valores de consistencia del yogurt con suero eran más altos que de los comerciales. La consistencia se podría mantenerse estable aplicando una temperatura de 91°C. El pH inicial de la mezcla oscilaba entre 6.23 a 6.53 mientras que el pH final fue de 4.32, mostrando un control apropiado de la fermentación, la acidez del yogurt oscilaba desde 0.67 a 1.09% de ácido láctico. Cuando se emplea suero, es necesario aumentar el cultivo arriba de los 2.6%, a fin mejorar el aspecto general del yogurt; las temperatura del pasteurizado no tuvieron influencia en el aspecto del yogurt, por lo tanto la consistencia del yogurt dependió únicamente del porcentaje del suero y de la temperatura del pasteurizado.

2.4.1 Definición de lactosuero

Spreer (1991), indica que el suero es el líquido resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso, tras la separación de la caseína y de la grasa. Según el procedimiento empleado para separar la caseína, por adición del cuajo o de los ácidos, se distingue el suero dulce (suero por coagulación) y el suero ácido (suero por acidificación). En el pasado se consideraba el suero muchas veces como un producto residual y no se le daba una aplicación, en realidad se trata de un subproducto integrado por valiosas materias cuya obtención y oportuno aprovechamiento revisten una importancia en la economía, el contenido acuoso elevado del suero exige un volumen de transportes considerables y limita mucho su capacidad de conservación, por eso es necesario concentrar sus componentes esenciales por sustracción del agua. El suero concentrado sirve para preparar alimentos de alto valor nutritivo; también se puede disecar por completo y convertir en suero en polvo.

Amiot (1991), menciona que el lactosuero es el líquido claro de color amarillento que se separa de la cuajada durante la fabricación del queso, representa

alrededor del 90% del peso de la leche utilizada para la elaboración del queso, contiene entre 6 a 6.4% de extracto seco, es decir, la mitad de la materia seca de la leche. El extracto seco del lactosuero dulce está compuesto esencialmente por lactosa, proteínas y minerales.

Vesseyre (1988), indica que el lactosuero es un subproducto de la quesería, tiene una composición variable y dependiendo del tipo de fabricación de que proviene. En este sentido pueden distinguirse dos tipos de lactosuero, según su acidez ya sea superior o inferior a 18°D puede ser lactosuero ácido y lactosuero dulce.

El lactosuero dulce es el más ampliamente empleado en la industria, contiene aproximadamente 63 a 67 gramos de materia seca por litro de los cuales 45 a 50 gramos son lactosa, 7 a 9 gramos de proteína, 6 a 8 gramos de sales y 1 a 2 gramos de grasa.

Según New Zealand (1997), el ALAWAY 621 es un suero dulce de leche en polvo secado por asperción y tiene buenas características de manejo y amplio rango de propiedades funcionales que incluyen: en mejorar la calidad nutricional, la textura, el sabor y el color de los alimentos.

2.4.2 Componentes del lactosuero

Assenat (1993), indica que los componentes del lactosuero son las mismas que posee la leche, la mayor parte del agua contenida en la leche se concentra en el lactosuero y en ella se encuentra todas las sustancias solubles, como la lactosa, las proteínas solubles y las sales minerales solubles y algo de grasa, el contenido de extracto seco varía entre 5 a 6% en función del tipo de queso obtenido.

Cuadro 3: Composición de los Suero del Queso (%).

Componentes	Dulce	Acido
Sólidos totales	6.50	5.20
Lactosa	4.90	4.30
Proteína	0.80	0.60
Nitrógeno no Proteíco	22.00	27.00
(% del total)	0.15	0.75
Ácido láctico	0.56	0.46
PH	6.2 0	4.60

Fuente: Badui (1994).

Lactosa

Assenat (1993), menciona que la lactosa es el principal constituyente del lactosuero presente al rededor de 72%, la lactosa presenta un interés dietético fundamental, puesto que es la unica fuente de carbohidratos de los mamiferos jóvenes incluido el hombre, y constituye la base de todos los productos destinados a remplazar la leche materna. Como todos los azúcares aportan 4 Kcal/g y constituye a estabilizar el pH intestinal, dando lugar a una mejor utilización digestiva del calcio y fosfóro.

Cuadro 4: Composición típica del suero alaway 621

Componentes	Base Seca (%)
Energía (KJ)	1435,00
Humedad	4,50
Lactosa	73,20
Grasa	0,90
Proteína (N*6,38)	14,20
Minerales	7,80

Fuente: Boletín New Zealand Milk Products (1997).

Alais (1985), reporta que la lactosa constituye la parte esencial del extracto seco del lactosuero cuyo porcentaje esta entre 70 a 75%, la lactosa es muy utilizado como mejorador de las cualidades organolépticas en le que se refiere al sabor y aroma de los productos lácteos

Proteína

Revilla (1996), manifiesta que las proteínas del lactosuero están formadas por holoproteínas y glucoproteínas y representa entre el 0,4 a 0,8% de la leche. La lactoglobulina y lactoalbumina son las principales proteínas de este grupo y no son afectados ni por los ácidos, ni por el cuajo.

La lactoglobulina es el principal responsable del sabor a la leche hervida, cuando es expuesta a temperaturas altas por tiempo prolongado.

Alais (1985), reporta que las proteínas del lactosuero constituye la parte más valiosa, sus componentes poseen un elevado valor nutrivo y presenta aptitudes funcionales muy interesante a niveles de la industria alimentaria.

Spreer (1991), menciona que en el lactosuero existe un promedio de 0,8% de las proteínas (albumina y globulina), estas proteínas poseen un gran valor biológico y son utilizados en las industrias de panificación, dietética y en productos farmacéuticos.

Assenat (1993), justifica que las proteínas del lactosuero son importantes desde el punto de vista nutritivo, ya que su valor es superior al de las proteínas de la clara de huevo, tomando como proteína de referencia. Son muy ricas en aminoácidos esenciales (lisina y triptófano); su problema radica en su aislamiento, dado que están en muy poca cantidad en el lactosuero. Ademas posee gusto neutro, y por lo tanto son mucho más agradables de consumir que las caseínas y los caseinatos. Presenta propiedades funcionales muy interesantes, por

su poder emulsionante en presencia de materia grasa, su poder gelificante por cuagulación con el calor entre otros.

2.4.3 Valor Nutritivo del Lactosuero

Desrosier (1985), manifiesta que el valor nutritivo del lactosuero es alto en algunos aspectos pero bajo en otros, la mayor paerte de la lactosa y los minerales permanecen en el suero dulce, menos en el suero ácido. En algunas personas que no tienen capacidad para hidrolizar los azúcares, existe una intolerancia a la lactosa, como el 73% de los sólidos del suero son lactosa, los sólidos del suero pueden hacer una combinación nutricional positiva a los alimentos cuando se utilizan a niveles de 3 a 10% de sólidos.

2.5 Generalidades del Yogurt

2.5.1 Definición de yogurt

FAO (1993), define que el yogurt es una leche cuajada obtenida por fermentación láctica ácida, producida por *Lactobacilus vulgaricus* y *Streptococus thermophylus*, de la leche pasteurizada o concentrada con o sin adición de leche en polvo, etc.

Para Belitz (1988), el yogurt es el producto que se obtiene, con la ayuda de microorganismos especiales, a partir de la leche de contenido graso diversos, de estructura gelatinosa, de grano fino, no totalmente ácida, de sabor aromático agradable que se diferencia claramente de la leche ácida normal.

Itintec (1983), define al yogurt como el producto obtenido por coagulación de la leche y acidificación biológica mediante la fermentación láctica, por bacterias específicos, a partir de la leche entera o descremada.

2.5.2 Importancia del yogurt

Hokes (1992), reporta que desde el punto de vista nutritivo, el yogurt es una buena fuente de proteínas de excelente calidad, de calcio y fósforo. Se sabe que las bacterias productoras de ácido láctico regularizan la actividad intestinal e inhiben el desarrollo de poblaciones de bacterias patógenas. El contenido graso normalmente bajo del yogurt también favorece la imagen saludable de estos productos.

Schmidt (1990), indica que el yogurt contiene proteínas, fósforo, vitaminas y grasa muy digerible. La acidificación transforma todos estos componentes en el sentido de facilitar su digestión.

Para Amiot (1991), los productos fermentados como el yogurt, tiene una composición en nutrirntes similar a la leche, sin embargo, la fermentación origina un aumento del 7% al 12% de aminoácidos libres y consecuentemente, la digestibilidad protéica es algo mejor. El valor biológico de las proteínas aumenta su sensibilidad con la fermentación.

2.5.3 Elaboración del yogurt

Lee *et al.* (1990), realizó estudios sobre yogurt; Comparando un yogurt base con yogurt de leche de soya. Para preparar la leche de soya se remojó 1 kg. (grano de soya) en 3 litro de agua a 60°C durante 6 a 8 horas, el remojado se lavó con abundante agua corriente, para luego agregarle 6 litros de agua destilada hirviendo, con la finalidad de inctivar la lipoxigenasa y otros factores antinutricionales, luego es molido. La mezcla resultante de la molienda fue filtrado, al filtrado se le agregó 6 litros más de agua destilada. Luego se toma 4 litros de esta leche y es tratado con carbón activado en una columna cromatográfica de 6.7 por 74 cm, con la finalidad de eliminar los compuestos

fenólicos y otros sabores extraños.

La mezcla a preparar fue: Testigo y 3 formulaciones de leche de soya.

Testigo: (M-WPC-Y) = (contenían 2% de leche homogenizada y 3% de WPC)

a) (S.M-WPC-Y) = (5% de leche de soya y WPC)

b) (ACSM-WPC-Y) = (5% de leche de soya tratado con carbón activado y WPC).

c) (ACSM-NFDM-Y) = (5% de leche de soya tratado con carbón activado y leche en polvo descremada)

WPC = Concentrado de Proteína de Suero (contenían 54% de proteína y 26% de lactosa).

NFDM = Leche en polvo descremada (contenían 36% de proteína y 52% de lactosa).

En las premezclas también incluían 3% de azúcar y 0.05% de estabilizador, estas fueron puesto en un mezclador por 1 y 3 minutos en el homogenizador, luego es pasteurizado a 82°C / 30 minutos, enfriado a 20 – 24°C, inoculando 1% de cultivo y incubando a 37°C / 16 horas.

La leche utilizada contenían 11,4% de S.T y la leche de soya 6,5%, el carbón activado no mostró ningún cambio sustancial en la leche de soya. El yogurt con M-WPC-Y presentó un contenido de 14,5% de sólidos totales, en comparación a la leche de soya, sin embargo el yogurt de leche de soya contenía entre 7,3 a 8,3% de proteína, frente al yogurt de leche de vaca que contenia 4,9% de proteína. La viscosidad del yogurt a base de soya fue considerablemente más alto que el yogurt natural, el cual presentaba mayor contenido de proteína. No existió una deferencia grande en la producción de acidez en los yogures de soya que tenían 5% de WPC y NFDM.

Recepción de Leche

Spreer (1991), indica que la leche más apropiada es que posea un contenido elevado de proteínas, por razón de su alta densidad. A pesar de ello, no es necesario elegir una leche con una proporción alto de extracto seco para su producción, pues aquel puede ser aumentado. Lo más importante es considerar el contenido microbiano y evitar la presencia de sustancias inhibidores, pues pueden ocasionar notable disturbios en el producto final.

Varnam (1995), menciona que el yogurt se puede obtener a partir de leche de todas las especies y aunque las más comunes son la de vaca y ésta leche puede ser entera o desnatada.

Assenat (1993), afirma que la leche debe presentar las características: pH a 20°C 6,5 a 6,7, acidez titulable de 15 a 18°D, una densidad de 1,028 a 1,036 kg/l y un litro de leche debe pesar 1,032 Kg..

Estandarizado

Assenat (1993), reporta que el extracto seco de la leche de partida es un factor importante en la fabricación de yogurt, pues condiciona a conferir la viscosidad del producto.

Varnam (1995), señala que la estandarización se puede llevar a cabo por desnatado, mezclando leche desnatada con leche entera, hasta un contenido de sólidos totales de un 15%. Esta práctica mejora la consistencia final del yogurt, disminuyendo la tendencia a la sinérisis y reduce ligeramente la producción de ácido durante la fermentación, obteniendo un producto menos ácido que actualmente tiene mayor aceptación.

Pasteurizado

FAO (1993), asegura que el objetivo de la pasteurización es destruir los gérmenes patógenos y la mayoría de los otros gérmenes, alterando lo menos posible la composición y la estructura de la leche.

Scholz (1997), indica que la leche debe ser calentada a 85°C por 15 minutos garantiza la precipitación de las proteínas del suero y el yogurt exhiba aspecto consistente, atractivo y sin signos de exudación de suero.

Assenat (1993), reporta que la leche ya enriquecida se somete a un tratamiento térmico, siendo el más utilizado la pasteurización de 90 a 95°C por 3 a 5 minutos. Este tratamiento tiene por objeto favorecer la precipitación de una fracción de las proteínas del lactosuero, lo que implica un mejor retención del agua y una mejora de la consistencia.

Varnam (1995), señala que la leche para la fabricación de yogurt se somete siempre a un tratamiento térmico. Durante muchos años se ha considerado óptimo un tratamiento térmico de 80 a 90°C por 30 a 10 minutos. En el tratamiento se eliminan los microorganismos patógenos productores de toxinfección con *salmonella* y *campylobacter*. Muchas veces se opta por el tratamiento continuo de 90 a 95°C por 5 a 10 minutos.

Enfriado

Spreer (1991), indica que después de la pasteurización, la leche se enfría de 1 a 2°C sobre la temperatura de incubación.

Scholz (1997), reporta que tras el calentamiento de la leche ésta se enfría a 45°C. Es necesario que la temperatura de inoculación sea superior a la temperatura de incubación, por que la leche se enfría al recibir el cultivo, la leche debe estar a una temperatura de 42°C al iniciarse la incubación.

Inoculación

Assenat (1993), indica que la inoculación o siembra, consiste en agregar los gérmenes específico del yogurt, las bacterias cocos y bacilus estan en relación 1:1, 1:2, 2:1. La inoculación , además de gérmenes activo, aporta también ácido y cuajada ya que la acidez del inoculo es del orden de 85 a 90°D.

El cultivo de yogurt debe contener exclusivamente bacterias específicas, el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophylus.*

FAO (1993), manifiesta que el cultivo láctico para el yogurt debe contener el *Streptococcus thermophylus* y el *Lactobacillus bulgaricus* en proporciones iguales. La temperatura óptimas para el desarrollo del streptococcus oscila entre 38 y 44°C y las del lactobacilus entre 41 y 46°C. El cultivo a inocularse es usualmente 3%.

Spreer (1991), reporta que la siembra de cultivo, es proporción del 2 al 3%, seguidamente es agitado.

Incubación

FAO (1993), indica que la leche se incuba directamente a una temperatura de 45°C, normalmente la acidificación se lleva a cabo en unas horas.

Spreer (1991), señala que la leche se debe incubar a temperatura de 42 a 45°C para lograr la acidificación, la consistencia, el sabor deseados. La temperatura de incubación debe mantenerse constante para regular el proceso de acidificación de manera que pueda establecerse la debida proporción entre cocos y bacilos.

Materia prima

⇩

Recepción

⇩

Estandarizado

⇩

Pasteurizado 80°C/10 min.

⇩

Enfriado 47°C

⇩

Inoculación 2 a 3%

⇩

Incubación 45°C/ 2,5 a 3 h

⇩

Refrigerado 8 a 10°C/24 h

⇩

Almacenado 4 a 7 °C

Figura 1. Flujograma para la elaboración de yogurt

Fuente: Revilla (1996).

Refrigerado

FAO (1993), manifiesta que después de la incubación se debe enfriar el yogurt rápidamente por debajo de los 10°C para detener una excesiva acidificación. Ésta provoca la retracción de las proteínas coaguladas, que resulta en la separación del suero.

Almacenado

Porter (1981), sugiere que después de la incubación se enfría a 10°C , y cuando el yogurt se ha cuajado bien, se baja la temperatura hasta 5 – 8°C. Almacenando de ésta manera el producto permanecerá en buenas condiciones durante 7 – 10 días.

Veisseyre (1988), señala que a la salida de la estufa o encubadora, el yogurt debe enfriarse rápidamente por debajo de 10°C con el objeto de detener la acidificación que produciría la retracción de la cuajada y la separación del suero.

Accolas (1994), reporta que durante su comercialización , el yogurt se debe conservar en frío, a una temperatura que no debe sobrepasar los 8°C, durante 24 días como máximo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó acabo en los laboratorios de: Tecnología de Carne, Análisis de los Alimentos, Análisis Sensorial, Microbiología de los Alimentos, Química, Nutrición animal, Semillas y Espectrofotometría de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que esta ubicada en el Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco que se encuentra a una altitud de 660 m.s.n.m y con una temperatura que varía de los 18° a 30°C y promedia anual de 25°C, es decir es un clima tropical. Se desarrolló en el período Febrero de 1998 a Enero de 1999.

3.2 Materiales

3.2.1 Materia Prima

Leche

La leche fresca de vaca fue recogida del centro de producción Granja Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, la muestra se tomó en un recipiente de porcelana del ordeño de la mañana y fue llevada rápidamente al laboratorio para su análisis y luego su procesado.

Leche de soya

El grano de soya fue adquirido del laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía, variedad Jupiter, las semillas presentaban libres de deterioro, limpio, entero y sanos. La leche de soya se preparó siguiendo los métodos descrito por (Chávez, 1986).

Lactosuero

El lactosuero en polvo fue adquirido de la empresa New Zealand Milk Prodcuts.

3.2.2 Insumos

Cultivo láctico

Se utilizó cultivo láctico liofilizado de 2,5g adquirido de la empresa German Clinge.

Leche en Polvo descremada

Se utilizó leche en polvo descremada, para la corrección de los sólidos totales, también adquirido en la empresa New Zealand Milk Products.

3.2.3 Materiales, Equipos y Reactivos

Materiales de Laboratorio

- Envases de vidrio (10,50, 250, 500, 1000 ml.)
- Pipetas de 0,5, 1, 2, 5, 10, 25 ml.
- Tubos de ensayo de 10,15 y 25 ml.
- Matraz
- Vaso de precipitación
- Papel filtro Wathman # 42
- Gradillas.
- Probetas.
- Termómetro graduado de 0 a 100°C.
- Buretas graduadas.
- Fiolas.
- Erlenmeyer
- Butirómetro para grasa con escala de 0 a 6%.
- Desecadores de vidrio.
- Crisoles

Equipos de Laboratorio

- Refrigeradora, Marca ADMIRAL, 220 V.
- Incubadora, Modelo BE-200, Rango de Temperatura de 20 a 70°C. Marca Memmer, Alemana.
- Estufa con circulación de aire caliente. Marca ´´Presicion´´, serie 10AS/5, modelo 18EM, Rango de Temperatura de 0°C a 100°C, con 7 divisones y 2 regillas, maden USA.
- Viscosímetro, Modelo RVT, Marca BrookField de 8 velocidades de un rango de 0:5 a 100 rpm. Stoughton, USA.
- Licuadora, Marca Oster de 3 velocidades, capacidad 1 litro, 220 V.
- Cocina a gas, Marca American (surge), con balón de 26 lbs.
- Centrífuga, Fedellel centrifuhganly Tylos, Modelo NYITOT, Velocidad 1000 rpm. Maden in Hungary.
- pH-metro, Marca Schott, Modelo pH-meter CG 840, digital, 220 V.
- Polarímetro, Marca Carizeiss, Serie 811855, 220 V.
- Espectrofotómetro de luz visible, Modelo 20D (Milton Roy Company, New York. USA).
- Mufla, Marca Heraeus. Type. 170. Hasta 1000°C. 220 V. USA.
- Espectrofotómetro de absorción atómica, Modelo video 12.U.S.A
- Balanza Analítica, Galaxy Ohaus electronic, Modelo 6160, capacidad 500 gr. USA.
- Hornillas eléctrica

Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1 N, 1.25%
- Agua Destilada.
- Sulfato de Cobre 6.69%.
- Ácido Pícrico
- Bicarbonato de sodio.
- Ácido Sulfúrico 1.25%, 1,82 g / ml
- Fenolftaleína al 1%.
- Alcohol amílico Q.P.

3.3 Métodos de Análisis

3.3.1 Humedad

Se determinó en una estufa a presión atmosférica, a 110°C, hasta obtener peso constante, método 13.001, 13.002, (AOAC, 1995).

3.3.2 Grasa

La grasa de la leche de soya se determinó por el método (945,44) de soxlhet y como solvente el eter de petróleo, para la leche fresca de vaca se utilizó el método (989,05) de Babcock, cuya extracción se procede con ácido sulfúrico y alcohol amílico (AOAC, 1995).

3.3.3 Proteína

Se utilizó el método micro kjeldahl que consiste en la determinación del nitrógeno total el cual es multiplicado por 6,38 para leche fresca y por 5,61 para leche de soya, métodos 920.87, 947.05 y 991.20 (AOAC, 1995).

3.3.4 Ceniza

Se utilizó el método (945,56) de calcinación directa. Se fundamenta en la oxidación de la materia orgánica a cenizas, somentiéndolas a una temperatura de

550 a 600°C (AOAC, 1995).

3.3.5 Fibra Bruta

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina método 962.09, recomendado por la (AOAC. 1995).

3.3.6 Carbohidratos

Se determina por diferencia, restándose de 100 los porcentajes de Humedad, Proteína, Grasa, Fibra y Ceniza (AOAC. 1995).

3.3.7 Densidad

Densidad, mediante el método 925.22 del Lactómetro, recomendado por (AOAC, 1995).

3.3.8 Acidez titulable

El método (947,05) utilizado fue por titulación. Para éste análisis se tomó10 ml de leche fresca en un vaso de precipitado, se adiciona 2 a 3 gotas de fenolftaleína, luego se titula con hidróxido de sodio 0.1 N en constante agitación, hasta llegar el viraje de color rosado, se anota el gasto (AOAC. 1995).

3.3.9 Lactosa

Se determinó lactosa de leche fresca y de la mezcla óptima del trabajo, por el método polarimétrico, método muy utilizada en análisis de alimentos, para aquellos compuestos que son opticamente activas, es decir que presenta poder rotatorio específico, entre ellos los carbohidratos; técnica en la que se fundamenta la polarimetría, método (896.01 (AOAC, 1995; Goden y Mur, 1988).

3.3.10 Determinación de la viscosidad

Lewis (1993), indica que es necesario determinar la viscosidad para caracterizar un fluido, existen dos situaciones en los cuales un fluido está sometido a cizalladura que son: En su flujo a través de la tubería y durante la

mezcla o agitación. Por lo tanto en ambas situaciones, si es posible medir la fuerza de cizalla, entonces se podrá caracterízar el fluido, principios en que se basan los viscosímetros rotacional. La viscosidad se determinó utilizando un viscosimetro rotacional (Brookfield) de 8 velocidades con rango de 0,5 a 100 r.p.m., con ejes 3 y 4 del equipo, la lectura se realizó en recipiente con capacidad de 600 cm^3 en baño maría (8°C). La viscosidad aparente (μ), se determinó por la fórmula dada:

μ = Lectura del equipo * factor de cada eje.

Para caracterizar el fluido se utilizó la formula siguente:

$$\tau = m(d_v/d_y)^n$$

Donde : τ = Esfuerzo de corte (N/m^2)

m = Índice de consistencia ($Pa.\ s^n$)

(d_v/d_y) = Gradiente de velocidad

n = Índice de flujo

3.3.11 Análisis microbiológico

- Recuento de coliformes totales

Se utilizó la técnica descrita por ICMSF (1983), que consiste en hacer el cultivo en medio VRBL (agar rojo-violeta neutro bilis lactosa); encubar por 24 a 48 h a 37°C, cumplido el tiempo se realiza el recuento respectivo.

- Recuento de salmonella

Se realizó empleando el método citado por ICMSF (1983)

- Recuento de Mohos y levaduras

Se utilizó la técnica recomendado por ICMSF (1983), que se fundamenta en hacer una siembra en superficie en el medio OGGA (oxidotetraciclina-

gentamicina- glucosa- extracto de levadura), se incuba a temperatura de 22°C/ 3 a 5 días, cumplido este tiempo se realiza el recuento correspondiente.

3.4 Metodología Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó como sigue:

3.4.1 Caracterización físico y químico proximal de las materias primas

Las materias prima empleados para el presente trabajo de investigación fueron: Leche fresca de vaca, leche de soya, lactosuero; en ellos se realizó el análisis físico y químico proximal: acidez, densidad y (Humedad, Grasa, Proteína, Minerales, Fibra, Carbohidratos y lactosa), siguiendo los métodos mencionados anteriormente.

3.4.2 Preparación de mezclas y estandarizado de los insumos para la elaboración de yogurt

Para la elaboración de yogurt se estandarizó los sólidos totales a 12,5% con leche en polvo descremada. El mezclado y estandarizado de los ingredientes fueron calculado mediante el cuadrado de Pearson, método que se fundamenta en formar un cuadrado; colocando los datos conocidos en los vértices izquierdo del cuadrado y la concentración deseada al centro del cuadrado. La proporción deseada se obtiene restando en forma diagonal (el valor menor del valor mayor) y se coloca al lado derecho del cuadrado, éste representará la proporción en que se debe mezclar los ingredientes, recomendado por Revilla (1996).

Valor conocido X_1 X_{2-3} Proporción a mezclar

↘ ↗

X_3

↗ ↘

Valor deseado

Valor conocido X_2 X_{1-3} Proporción a mezclar

3.4.3 Efecto del lactosuero sobre los porcentajes de leche de soya en la elaboración de yogurt

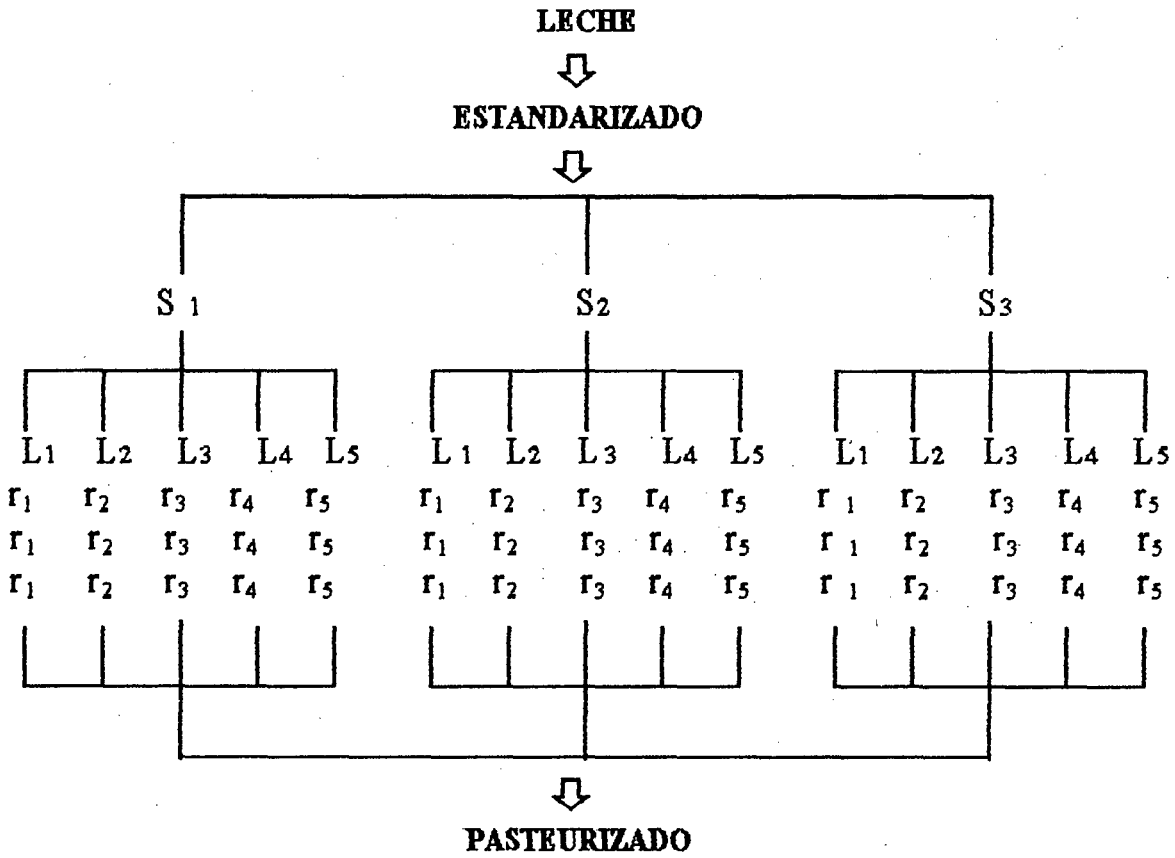
La evaluación se realizó siguiendo la figura 1 (Revilla, 1996) y figura 2, en ésta etapa se trabajó con una temperatura de 80°C/ 10 min de pasteurización y con 3% de cultivo láctico. Para determinar el efecto del lactosuero en los porcentajes de leche de soya, se evaluó mediante la acidez, viscosidad y evaluación sensorial.

Evaluación de la acidez

Para la evaluación de la acidez se tomaron 10 ml. de yogurt de cada tratamiento y se determinó por titulación, los resultados obtenidos se evaluó mediante un gráfico, para ver su comportamiento por efecto del lactosuero.

Evaluación de la viscosidad

Para la determinación de la viscosidad se tomaron 600 ml. de yogurt de cada tratamiento en estudio, luego se puso en baño maría para realizar la lectura correspondiente. Los resultados se grafican para observar su comportamiento por efecto de lactosuero.



S: Porcentaje de Lactosuero

S1: 1 %

S2: 2 %

S3: 3 %

L: Porcentaje de Leche de soya

L1: 20 %

L2: 25 %

L3: 30 %

L4: 40 %

L5: 50 %

r: Número de repeticiones.

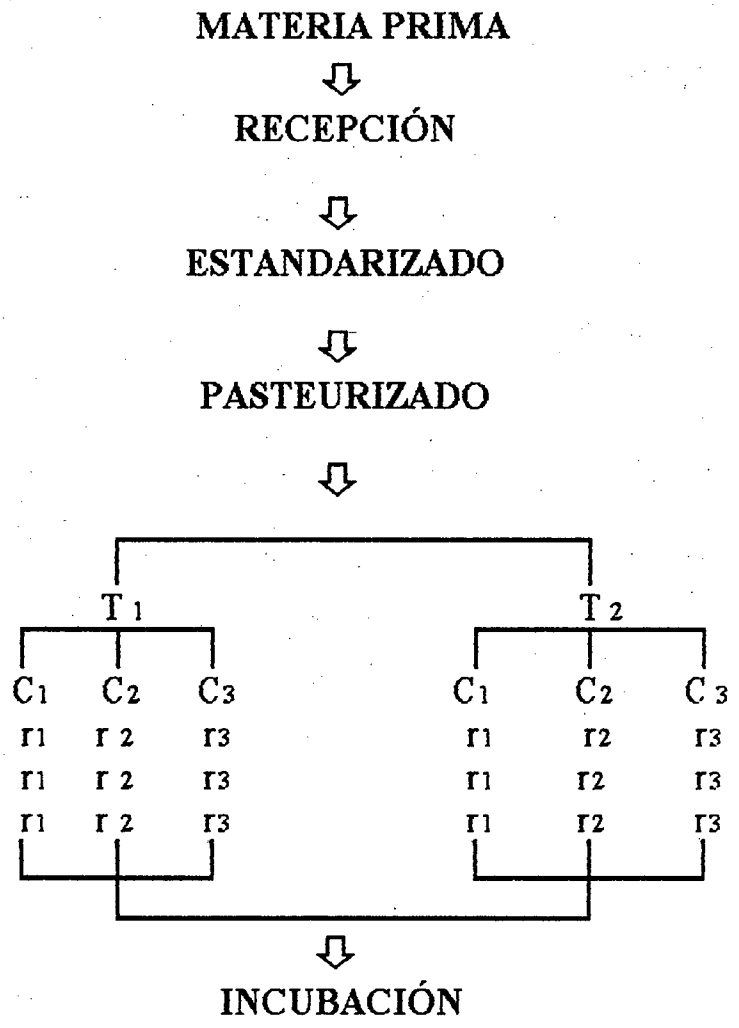
Figura 2: Esquema experimental para la evaluación del efecto del suero sobre los porcentaje de leche de soya en la elaboración de yogurt.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizaron con nueve (9) tratamientos 18 panelistas semientrenados cada panelista evaluaron 4 muestras diferentes tal como se observa en el diseño del Anexo-XXVI, las muestras se sirvieron en vasitos de plásticos de 30 mililitros de capacidad, se evaluaron entre las 9:30 a 11:30 a.m. Los atributos a evaluar fueron aspecto general, acidez y consistencia visual, para lo cual se uso una escala hedónica de calificación de 5 puntos para los tres atributos mencionado: 1-no aceptable, 2-aceptable, 3-agradable, 4-bueno y 5-excelente. Los resultados fueron evaluados mediante el diseño bloque incompleto equilibrado reportado por Cochran (1991), se trabajó con 9 tratamientos, los parámetros fueron: **t** = número de muestras o tratamientos, **k** = número de muestras que aparecen en cada bloque ($k<t$), **b** = número de bloques o jueces, **r=c**= número de repeticiones o jueces por tratmientos, λ = número de veces que un par de muestras aparece en el mismo bloque, de existir diferencias estadísticas en el análisis de varianza (ANVA) entre los tratamientos se realizó la prueba de significación de tukey $p< 0,05$.

3.4.4 Efecto de temperatura y cultivo láctico en la elaboración de yogurt

Para evaluar el efecto de la temperatura y el cultivo láctico se planteó dos temperaturas de pasteurización y tres niveles de cultivo láctico, se aplicó al tratamiento óptimo de sustitución con leche de soya. Los parámetros a evaluar fueron los mismos (acidez, viscosidad y la evaluación sensorial) para ello se sigue la secuancia de la figura 3.



T: Temperaturas.

T1: 85°C

T2: 90°C

C: Porcentaje de cultivo láctico

C1: 2%

C2: 2,5%

C3: 3%

r: Número de repeticiones.

Figura 3: Esquema experimental para la evaluación del efecto de temperatura y porcentaje de cultivo láctico en la elaboración de yogurt.

Evaluuación de la acidez

Para evaluar la acidez en esta etapa se sigue el mismo procedimiento que se utilizó en la primera etapa del trabajo.

Evaluación de la viscosidad

De igual manera se sigue el mismo procedimiento que fue utilizado en la primera etapa del trabajo.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó empleando el mismo diseño y Atributos (sabor, acidez y consistencia) que se empleó en la primera etapa, modificándose sólo el número de tratamientos (6 muestras) y el número de panelistas (10), cada panelista evaluó 3 muestras diferentes tal como se observa el diseño del Anexo-XXVII

3.5 Caracterización del producto final.

3.5.1 Caracterización Físico y químico proximal

Los análisis físicos y químico proximal se realizaron siguiendo los métodos mencionado en los métodos de análisis.

3.5.2 Análisis reológico del yogurt natural y sustituido.

Este procedimiento está basado en estudios teóricos de líquidos rotacionales de materiales complejos reológicamente, cuerpos con geometría simple en la configuración de viscosímetros básicos (Mitschka, 1982).

3.5.3 Análisis microbiológico

El análisis microbiológicos del yogurt obtenido fueron: Determinación de coliformes totales, investigación de Salmonella, recuentos de Mohos y levaduras, respectivamente siguiendo el método mencionado por ICMSF (1983).

3.5.4 Evaluación del producto en almacenamiento

El producto fue envasado herméticamente en botes de polietileno, para su almacenado a una temperatura de 6°C durante 30 días. Para estimar su vida útil del producto se tomo las muestras cada 8 días y se evaluaron los parámetros de acidez y pH.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización físico y químico proximal de las materias primas

El cuadro 6 presenta los resultados del análisis físico y químico proximal de la leche fresca, lactosuero y leche de soya.

Cuadro 6: Composición físico y químico proximal de las materias primas (%).

Componentes	Leche		Suero		Leche de soya	
	B.H	**B.S**	**B.H**	**B.S**	**B.H**	**B.S**
Humedad	89,00		93,750	3,95	95,59	
Grasa	3,15	28,64	0,020	0,36	0,94	21,26
Proteína	2,73	24,80	0,800	13,40	2,08	47,20
Minerales	0,67	6,09	0,460	7,70	0,22	4,04
Fibra					0,18	4,82
Carbohidratos	4,45	40,50		74,61	0,99	22,61
Acidez	17°D					
Densidad	1,029 Kg/l					
Lactosa	4,93		4,65			

B.H = Base Húmeda **B.S** = Base Seca

El contenido graso encontrado en la leche fresca fue 3,15% dicho resultado es similar a lo reportado por Revilla (1996), quién afirma que éste elemento juega un papel importante en el valor económico en los productos lácteos, por darle el olor y sabor característico a leche.

Los contenidos de proteína y minerales encontrados en la leche fresca fueron 2,73% y 0,67% respectivamente, éstos resultados concuerdan con lo señalado por Revilla (1996) quién determinó entre 2,70 a 8,0% y 0,67 a 0,90% para la leche fresca.

La acidez de la leche fresca encontrado fue de 17°D este resultado obtenido está dentro del rango encontrado por Adrián (1990), quien manifiesta que la leche debe tener una acidez entre 15 a 20°D cuando su calidad bacteriológica es satisfactoria. Así mismo la

densidad y el contenido de lactosa fue de 1,029 kg/l. y 4,93% respectivamente, estos resultados están dentro de los límites que menciona Badui (1994) y Assenat (1993), ellos indican que la densidad de la leche fresca está entre 1,028 a 1,036 kg/l., el valor de la lactosa encontrado es similar a lo que indica Revilla (1996), quién afirma que es 4,90% para la leche fresca, constituyendo el 98% de los carbohidratos en la leche.

Con respecto al lactosuero el componente que destacó fue la lactosa con 4,65% cuyo resultado se encuentra dentro de los valores permisible y similares a lo reportado por Veisseyre (1988), quién determinó 45 a 50 g/l., del mismo modo Soroa (1974) indica que es 5,0%. Además menciona que su extracto seco es de 6,5 a 7,5% y el 60 a 70% es de lactosa. De igual manera el 0,8% de proteína encontrado para el lactosuero muestra que este valor es similar a lo que señalan Badui (1994) y Soroa (1974).

Al analizar la leche de soya se determinaron una humedad de 95,59%, proteína 2,08%, carbohidratos 0,99% y grasa 0,94%; la FAO (1992), reporta un contenido proteíco de 3,6, carbohidratos 3,4 y grasa 2,3g/100 respectivamente, lo que permite apreciar que existen diferencia entre las cantidad de los componentes, estos resultados son afectados por la dilución realizado en el momento de la preparación de la leche de soya. Pérez (1992) determinó los componentes de la leche de soya diluida en 1:10 (grano/agua) obteniéndose 6% de sólido totales, 2,7% de proteína y 1,5% de grasa respectivamente.

Cabe resaltar que estos ingredientes tanto lactosuero como leche de soya aportan componentes valiosos para la alimentación; el lactosuero por su alto contenido de lactosa y la leche de soya con proteína y fibra que cumplen funciones benéficas en el organismo humano.

4.2 Preparación de mezclas y Estandarizado de los insumos para la elaboración de yogurt

Los resultados obtenidos de las mezclas y estandarizado se presenta en el Anexo-I, Anexo-II, Anexo-III, Anexo-IV y Anexo-V. En el Anexo-I se observa que los sólidos totales aportados por la leche de soya fue 4,41%, la leche fresca 11,0%, el lactosuero 96,05%; en la formulación con 20% de sustitución con leche de soya y 1% de lactosuero, los sólidos totales aportados fueron 0,882% de la leche de soya, 8,69% de leche fresca y 0,96% del lactosuero, haciendo un total de 10,53% de sólidos totales; requiriendo un estandarizado de 2,3% para llegar a 12,5%. Penna *el al*. (1997), quién reporta que al iniciarse la pasteurización de la leche se debe estandarizar a 12,5% de sólidos totales con leche en polvo descremada; así mismo Veisseyre (1988) indica que se debe añadir antes del pasteurizado con una cantidad apropiado de leche en polvo descremada con la finalidad de que el extracto seco alcance entre 100 a 140 g /l. de sólidos totales.

De la misma manera se han realizado los cálculos para los demás porcentajes de la leche de soya y lactosuro, tal como se observa en los anexos mencionado anteriormente.

4.3 Efecto del lactosuero sobre los porcentajes de leche de soya en la elaboración de yogurt

Para la evaluación del efecto del suero sobre los porcentajes de leche de soya en la elaboración del yogurt, se determinó mediante la evaluación de la acidez, viscosidad y de la evaluación sensorial.

4.3.1 Evaluación de la acidez

El comportamiento de la acidez del yogurt se muestran en el cuadro 7 y figura 4.

Cuadro 7: Variación de la acidez del yogurt sustituido (°D)

SUERO (%)	LECHE DE SOYA (%)					
	0	20	25	30	40	50
Testigo	97,33					
1		98	94	90	90	90
2		98	98	98	98	95
3		94	92	84	80	80

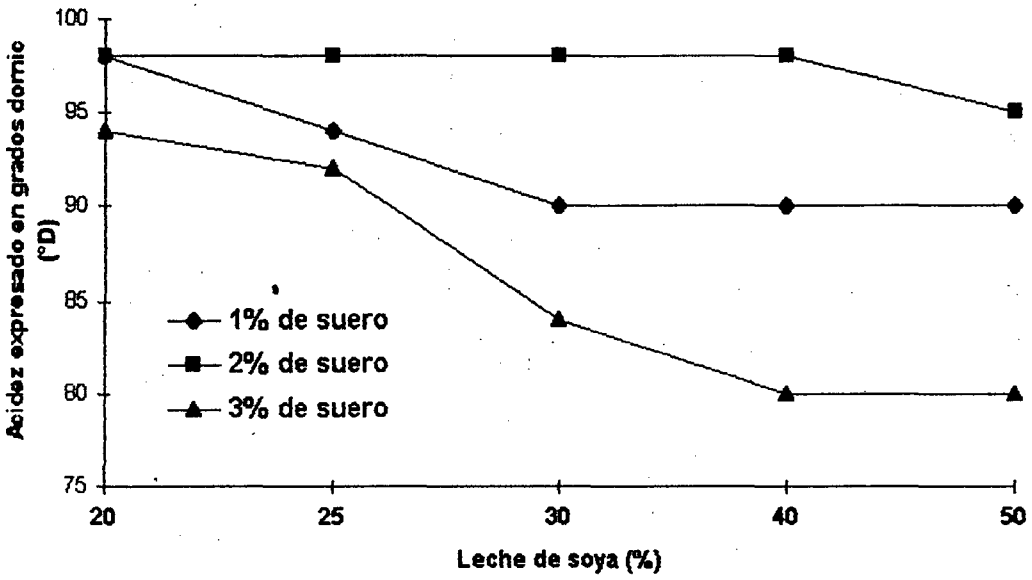


Figura 4: Variación de la acidez del yogurt sustituido

Del cuadro 7, comparando la variación de la acidez del testigo (97.33) y de los tratamientos, se observó que la acidez del yogurt sustituido con diferentes cantidades de leche de soya, disminuyó conforme aumenta el porcentaje de sustitución, obteniéndose el valor máximo de 98°D.

En el figura 4, la curva con 2 % de lactosuero muestra una acidez constante desde el punto inicial 20% hasta 40% de sustitución con leche de soya y luego tiende a disminuir, es decir que la acidez llega a 98°D en su valor máximo y el mínimo es 95°D. En la curva que contiene 1% de lactosuero, la acidez del yogurt disminuye hasta el punto que contiene 30% leche de soya, conforme se va incrementando la sustitución de leche de soya, la acidez se mantiene constante, llegando al valor máximo de acidez a 98°D y el mínimo 90°D. La curva que contiene 3% de lactosuero, el valor máximo de la acidez fue 94°D y el mínimo 80°D.

Lo anterior indica que los resultados obtenidos en el presente estudio nos muestran que efectivamente la utilización de 1 a 3% de lactosuero permite que obtenga una acidez de 67 a 109°D en el yogurt tal como señala Penna *et al.* (1997); de igual manera Lee *et. al.* (1990), determinaron para el yogurt de leche de soya enriquecido con lactosuero valores entre 100 a 119°D.

4.3.2 Evaluación de la viscosidad

Los resultados de la viscosidad se presentan en el cuadro 8 y figura 5, la variación de la viscosidad del yogurt sustituido se puede apreciar en el cuadro 8 y en la figura 5, observándose que la viscosidad desciende para todos los niveles de sustitución con leche de soya y del lactosuero, el valor más alto encontrado fue de 1560 Cp. que corresponde al tratamiento con 20% de sustitución con leche de soya y 1% de lactosuero.

Cuadro 8: Comportamiento de la viscosidad del yogurt sustituido (Cp).

SUERO (%)	LECHE DE SOYA (%)					
	0	20	25	30	40	50
Testigo	1440					
1		1560	1525	1410	1380	900
2		1415	1350	1330	1325	880
3		1300	1150	1135	1110	840

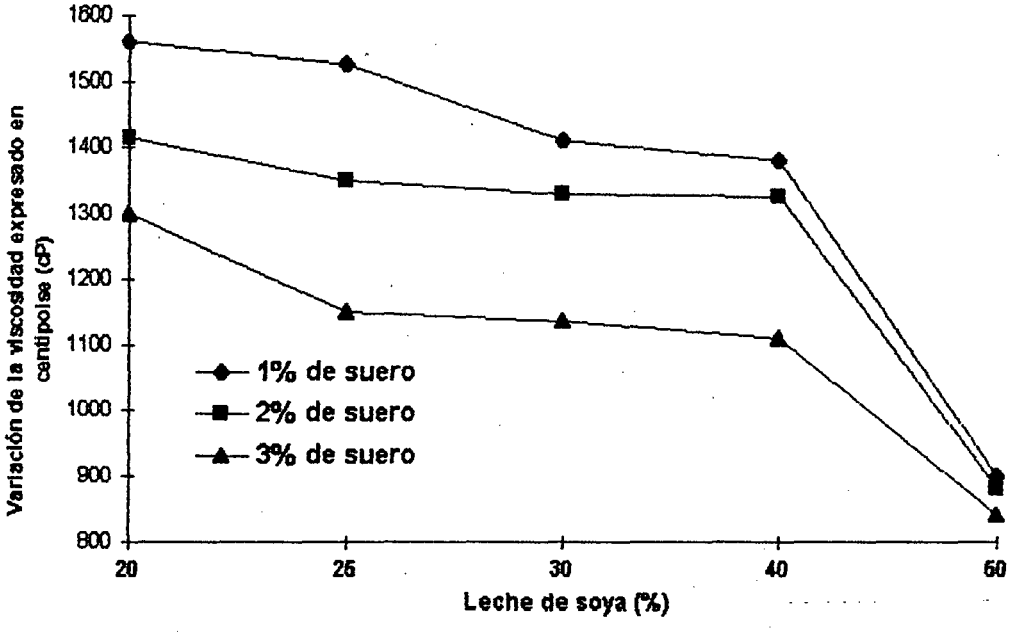


Figura 5: Comportamiento de la viscosidad del yogurt

Manifestándose similar efecto para los tratamiento con 2 y 3% de lactosuero, pero con menor tendencia a disminuir, lo cual es corroborado con Lee *et al.* (1990), quién señala que la viscosidad del yogurt de leche de soya es considerablemente más alto que el yogurt de leche natural, así mismo Penna *et. al.* (1997), manifiesta que la adición del lactosuero a la mezcla influye más en la viscosidad del yogurt y disminuye si se va aumentando la cantidad de lactosuero, además indica que es aconsejable usar un máximo de 3% de lactosuero, pero la adición de 4% o más experimenta modificaciones en las propiedades físicas del yogurt.

4.3.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con 20, 25, 30, 40 y 50% de leche de soya como sustitución, los atributos a evaluar fueron: aspecto general, acidez y consistencia.

En el Anexo-VI, se presenta los resultados del atributo **aspecto general**, donde se observa que los tratamientos T_5 y T_6 tuvieron la mejor aceptación, con 24 puntos y los tratamientos T_2, T_4 y T_7 con 23 puntos respectivamente, el puntaje más bajo lo presentó el tratamiento T_3 con 20 puntos.

En el Anexo-VIII se presenta los resultados del atributo **acidez**, donde el tratamiento T_2 tuvo mejor aceptación con 35 puntos, T_7 con 34 puntos y en el ultimo lugar se encuentra el tratamiento T_5 con 29 puntos.

En el Anexo-X se muestran los resultados del atributo **consistencia**, en donde se observa que el tratamiento T_8 tuvo mejor aceptación con 37 puntos, seguido por los tratamiento T_3 y T_9 ambos con 36 puntos y finalmente T_1, T_4 y T_7 muestran puntajes más bajos (28 puntos). El análisis estadístico muestra que no existe

diferencia estadística entre los tratamientos de cada atributo, tal como se muestra en los Anexos A-VII, IX y XI.

Para la evaluar la sustitución con 30, 40 y 50% de leche de soya se utilizó el atributo sabor por aspecto general, con la finalidad de que la evaluación sea más específica.

En el Anexo-XII se muestran los resultados del atributo **sabor**, en donde se observa que el mejor puntaje fue para el tratamiento T_5 con 38 puntos, luego los tratamientos T_1, T_2, T_4 y T_6 todos con 35 puntos, finalmente el tratamiento T_9 con 31 puntos. Realizado el Análisis de varianza no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, como se muestran en el Anexo-XIII.

En el Anexo-XIV se presenta los resultados del atributo **acidez**, donde el puntaje más alto corresponde al tratamiento T_3 (35 puntos), luego los tratamiento T_2 y T_4 (34 puntos) con puntaje más bajo los tratamientos T_7, T_8 y T_9 (31 puntos). El análisis de varianza mostró que no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos tal como se observa en el Anexo-XV.

En el Anexo-XVI se muestran los resultados del atributo **consistencia**, en el cual el tratamiento con mejor puntaje fue el T_2 (32 punto), el tratamiento T_3 (31 puntos) y en el último lugar el tratamiento T_5 (27 puntos). Del mismo modo no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos como se muestra en el Anexo-XVII. De los resultados de evaluación sensorial en la elaboración de yogurt con respecto al nivel de sustitución no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Por lo tanto para determinar la sustitución óptima se tomó tres mejores tratamientos de cada atributo evaluados, estas fueron: T5 (40% y 2%) del atributo **sabor**, T4 (40% y 1%) del atributo **acidez** y T2 (30% y 2%) del atributo **consistencia**. Estos tratamientos seleccinodos fueron sometidos

nuevamente a una evaluación sensorial mediante la prueba de ordenamiento, donde se solicitó a los panelistas a ordenar en forma ascendente los tres tratamientos de acuerdo a sus gustos y preferencias, cuyo puntajes fueron: para 1er = muy bueno, 2do = bueno y 3er = malo respectivamente. En los XVIII, XIX y XX se muestran los resultados de la evaluación sensorial de los atributos sabor, acidez y consistencia, mostrando que no existe diferencias entre los tratamientos tal como señala Pedrero (1994), quién manifiesta que para 20 panelistas y 3 muestras, el rango de aceptación está entre 32 a 48, valores iguales o mayores indican diferencias significativas entre los tratamientos en los niveles de 1% y 5% de probabilidad. Finalmente se concluye que entre los tratamientos T5, T4 y T2 no mostraron diferencias estadísticas significativas. Al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, se eligió como tratamiento óptimo al que presentó mejores características físicas y organolépticas recayendo en el tratamiento T_4 cuya formulación fue el siguiente: 40% de leche de soya y 1% de lactosuero.

4.4 Efecto de la temperatura y cultivo láctico en la elaboración del yogurt

4.4.1 Evaluación de la acidez

Cuadro 9: Efecto de la temperatura en la producción de acidez (°D) del yogurt sustituido en diferentes porcentajes de cultivo láctico.

	Temperaturas (°C)	
Cultivo láctico (%)	**85**	**90**
Testigo	97,0	98,0
2,0	94,6	98,0
2,5	95,0	100,0
3,0	101,0	102,3

En el cuadro 9 se presenta el resultado del comportamiento de la acidez, como respuesta de los diferentes porcentajes de cultivo láctico se observa que a medida que se aumenta cultivo láctico hasta 3% y la temperatura entre 85 y 90°C, la acidez del producto tiende a aumentar de 94,6 hasta 102,3°D respectivamente.

El tratamiento testigo que contiene 3% de cultivo láctico y sin corrección de sólidos totales, muestra una acidez de 97 a 98°D en 85 y 90°C de temperatura respectivamente. Finalmente la temperatura y cultivo láctico influyen directamente en la producción de la acidez del yogurt; esta evidencia es corraborado con lo que señala Accolas (1994), la actividad de las bacterias lácticas están en gran medida determinadas por la temperatura y el porcentaje de inoculación de cultivo láctico. Del mismo modo Penna *et. al.* (1997), determinó una acidez titulable de 83 a 88°D con una temperatura de 85 y 90°C añadiendo 3 % de cultivo láctico respectivamente.

4.4.2 Evaluación de la viscosidad

Cuadro 10: Efecto de la temperatura y cultivo láctico en la viscosidad del yogurt sutituido (Cp).

Cultivo láctico (%)	Temperaturas (°C)	
	85	**90**
Testigo	1340	1560
2,0	1470	1830
2,5	1460	1823
3,0	1455	1800

El cuadro 10 presenta los resultados de la viscosidad, del testigo se observa que tiende a aumentar de 1340 a 1560 Cp cuando la temperatura se varió de 85 a 90°C. Similar efecto se observa para los diferentes niveles de cultivo láctico,

alcanzando un máximo valor de 1470 y 1830 Cp. respectivamente con 2% de cultivo láctico, lo cúal demuestra que las temperaturas altas influye en la viscosidad. Cuando la temperatura no se hace variar, la viscosidad disminuye cuando se aumenta el porcentaje de cultivo láctico.

Éste resultado es similar a lo reportado Penna *et. al.* (1997), la textura del yogurt aumenta cuando la leche se calienta a 90°C, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles la cual mejora la consistencia del yogurt. Por otro lado Buono *et. al.* (1990), al elaborar tres tipos de yogurt de leche de soya, determinó una viscosidad de 360, 3200 y 4500 Cp respectivamente.

Además Accolas (1994), reporta que un tratamiento térmico de 85°C y 90°C/ 5 a 10 min. desnaturaliza el 80% de las proteínas solubles de la leche, estas proteínas desnaturalizadas tiende a una repercución directa sobre las propiedades del gel que se forma después de la acidificación.

4.4.3 Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación se observan en los Anexo-XX1, XXIII y XXV. Para el **atributo sabor** el mejor tratamiento fue T_6 (22 puntos), seguido por los tratamientos T_1 y T_5 (21 puntos), estos resultados nos indica que los panelistas encontraron mayor preferencia al tratamiento T_6, en el atributo sabor del yogurt, que fue adquirido con una temperatura de 90°C en la pasteurización y con 3% de cultivo láctico.

En el **atributo acidez** se observa que T_3 , T_5 y T_6 presento mejor preferencia por los panelistas (21 puntos); finalmente para el **atributo consistencia** se determinó que los tratamiento T_4, T_5 y T_6 alcanzaron el mayor puntaje (17 puntos) y de menor aceptación el T_1 y T_3 (15 puntos). Al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa en los tres atributos evaluado. Lo cual indica que

los diferentes tratamientos son aceptables por los panelistas teniendo cierta preferencia numérica al tratamiento T_6, y T_5 en los tres atributos.

Por lo tanto se presenta el flujograma óptimo y el costo de producción (A -XXIX) de la elaboración de yogurt por sustitución parcial con leche de soya y lactosuero.

LECHE	
⇩	
RECEPCIÓN	
⇩	
ESTANDARIZADO	12,5% Sólidos totales
⇩	
PASTEURIZADO	90°C/10 min.
⇩	
ENFRIADO	47°C
⇩	
INOCULACIÓN	3% de Cultivo láctico
⇩	
INCUBACIÓN	45°C/ 3 h
⇩	
REFRIGERADO	8 a 10°C/24 h
⇩	
ALMACENADO	6°C

Figura 6. Flujograma óptimo para la elaboración de yogurt por sustitución parcial con leche de soya y lactosuero

4.5 Caracterización del producto final

4.5.1 Caracterización físico y químico proximal

Los resultado de la formulación óptima de sustitución fue: 40% de leche de soya, 1% de lactosuero, 90°C de pasteurizado y 3% de cultivo lóctico y presentó las características siguientes: acidez 15°D, pH de 6,72 y láctosa 7,89%; es evidente que el lactosuero y leche en polvo descremada aportan valiosos porcentajes de lactosa en la formulación, influenciando directamente en la fermentación del yogurt. Al término de la refrigeración (24 horas), el yogurt alcanzó una acidez de 90°D, pH de 4,5 y una viscosidad aparente de 19,45 $Pa.s^{n}$

El cuadro 11, presenta los resultados del análisis químico proximal del yogurt. Donde se aprecia que el contenido de humedad es 87,66% éste resultado coincide con el estandarizado para la elaboración del yogurt. Así mismo el contenido de carbohidratos fue 5,0% y proteína 4,13% coincidiendo por Egan (1996) y Ministerio de salud (1993). El contenido de grasa es 2,07% valor obtenido que está por encima de lo que menciona Egan (1996), quien determinó 1,0% de grasa para el yogurt natural. La cantidad de minerales obtenidos es 0,83% siendo éste valor similar a lo que indica Ministerio de salud (1993), los minerales que más destacan en el yogurt es el calcio y el fósforo (338 y 254 mg/100 ml.de yogurt). El contenido de calcio obtenido es superior a lo que reporta Yacizi (1997), quién determinó el valor de calcio entre 190 a 200 mg/100 ml. en yogurt con leche de soya. Así mismo Veisseyre (1988), Badui (1994), afirma que desde el punto de vista nutricional el calcio y fósforo son elementos esenciales en la composición en los minerales de la leche y productos derivados; que cumplen funciones tales como regulación del pH de la sangre, formación ósea, metabolismo de la glucosa, etc.

Y por último tenemos la fibra que es 0,306%, como se sabe que el yogurt natural no contiene fibra. Yazici *et al.* (1997), determinaron los componentes del yogurt de leche de soya con 15,1% de sólidos totales, 5,4% de proteína, 6,6% de carbohidrato, 1,5% de grasa y 1,6% de ceniza.

Cuadro 11: Composición químico proximal del yogurt sustituido (%).

Componentes	Yogurt sustituido	
	B.H	B.S
Humedad	87,660	
Carbohidratos	5,000	40,45
Proteína	4,133	33,50
Grasa	2,070	16,80
Fibra	0,306	2,48
Minerales	0,836	6,77
Calcio	338,000 mg/100 ml.	
Fósforo	255,000	
Potasio	218,000	
Sodio	189,000	
Magnesio	30,000	
Hierro	1,400	
Zinc	1,300	
Manganeso	0,400	
Cobre	0,300	

B.H = Base Húmeda B.S = Base Seca

4.5.2 Análisis reológico del yogurt natural y sustituido

En la figura 7 se observa el comportamiento reológico del yogurt natural y del yogurt sustituido con leche de soya, las curvas tanto para el yogurt natural y yogurt sustituido indican un comportamiento reológico similar, además de mostrar estas características reológicas también nos presenta el tipo de fluido, es decir que

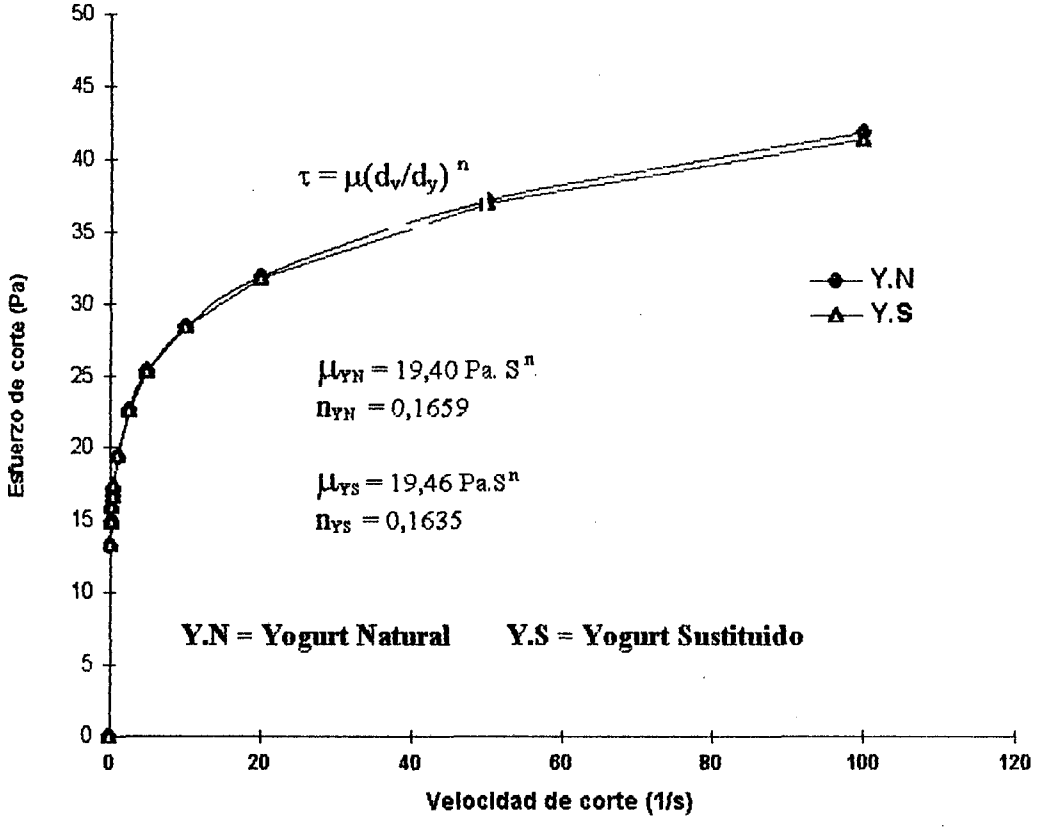


Figura 7: Reogramas del yogurt natural y sustituido

el valor de n nos determina el índice del flujo cuando $n = 1$ el reograma pertenece a fluidos newtonianos y cuando $n<1$ el reograma es para fluidos no newtonianos, por lo tanto las curvas que se muestran en la figura 6 caracterízan a fluidos seudoplásticos (no newtonianos). Así mismo la viscosidad aparente del yogurt natural y del yogurt sustituido tienen valores de (19,40 y 19,46 Pa s^n); se puede afirmar que efectivamente añadiendo lactosuero adecuado y la temperatura de pasteurización alta en la elaboración de yogurt con leche de soya se obtiene un producto nuevo con características similares al yogurt natural, además el yogurt se encuentran dentro de los alimentos líquidos y semilíquidos, tal como menciona Lewis (1993) y Muller (1977). Así mismo nos indican que en la

reología de los productos lácteos es extremadamente compleja y la viscosidad final dependerá de factores tales como temperatura, tratamiento térmico, enfriamiento y condiciones de almacenamiento.

4.5.3 Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico del producto se realizó al inicio y al finalizar el almacenamiento, en el cuadro 12 se muestran los resultados de éste análisis indicando que están dentro de los límites permisible para el yogurt natural tal como señala Madrid (1994).

Cuadro 12: Resultados del análisis microbiológico

Análisis	Inicio de l análisis 15/12/98	Final del análisis 5/02/99
• Coliformes (NMP) 35±2°C	< 3 ufc/ml	< 3 ufc/ml
• Numeración de Mohos y Levadura (REP), a T° ambiente	Ausencia	10 ufc/ml
• Investigación de Salmonella	Ausencia en 25 gr de muestra	Ausencia en 25 gr de muestra

4.5.4 Evaluación del producto en almacenamiento

Las variaciones de acidez y pH durante el almacenamiento del yogurt, se presenta en el cuadro 13 y Figura 8. Se observa un aumento progresivo de la acidez desde 90°D hasta 113°D. El valor de pH se mantuvo en el rango de 4,5 a 4,2.

Cuadro 13 : Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento

	Días de Evaluación				
	0	**8**	**16**	**24**	**30**
Acidez (°D)	90,00	98,00	106,00	110,00	113,00
pH	4,50	4,39	4,30	4,25	4,20

T° almacenamiento: Mínima = 3,41°C, Máxima = 6,0°C, Promedio = 4,7°C

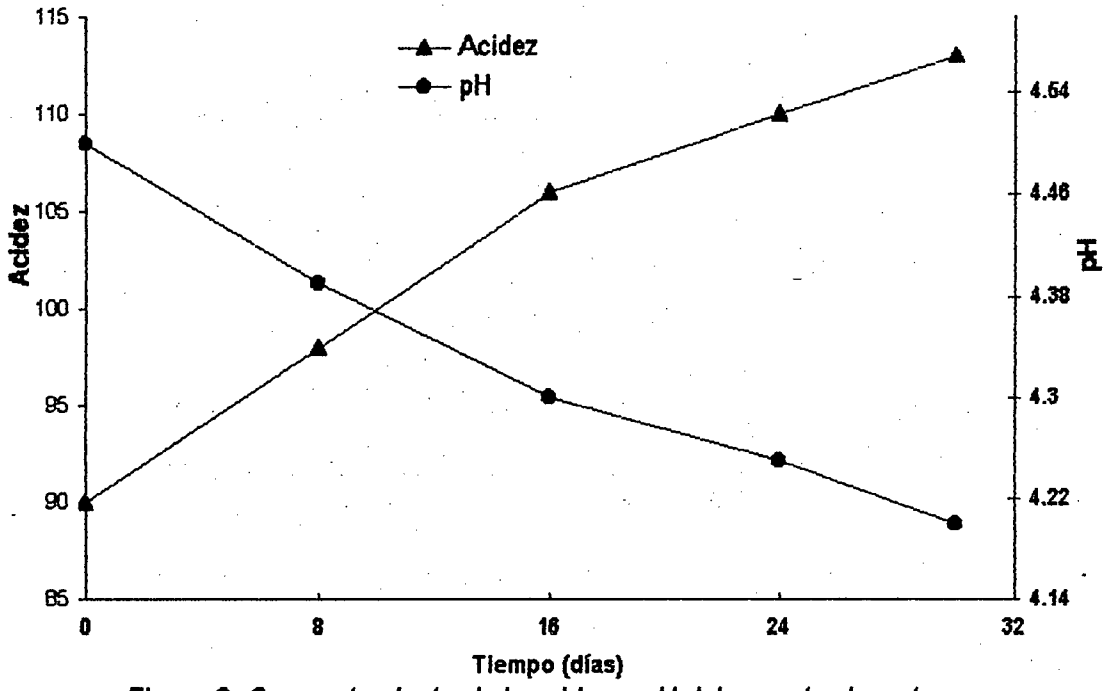


Figura 8: Comportamiento de la acidez y pH del yogurt durante su almacenamiento

En la figura 8, la curva de acidez en los primeros 16 días de almacenamiento muestra un incremento de 16°D, es decir 1°D por día; conforme transcurre el tiempo de almacenamiento el aumento de la acidez va disminuyendo, similar efecto se observa con el pH.

Este efecto es posiblemente al stress o daño que han sufrido las bacterias lácticas por efecto de la progresiva acidificación del sustrato, quedando incapacitada para seguir desarrollándose en el medio, reportado por Briseño y Martinez (1995). El mismo autor señala que como consecuencia de la refrigeración y acidificación del medio, lo que contribuye a reducir la población de las bacterias del yogurt.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se establece las siguientes conclusiones:

1. Los parámetros óptimos en la elaboración de yogurt por sustitución parcial fueron: 40% de leche de soya, 1% de lactosuero, 90°C de pasteurización y 3% de cultivo láctico; caracterizándose por mantener un contenido de Agua de 87,66%, Carbohidratos 5,0%, Proteína 4,13%, Grasa 2,07%, Minerales 0,83% y Fibra 0,306% respectivamente.
2. La adición de 2% de lactosuero en la elaboración de yogurt influye directamente en el proceso de fermentación, produciendo una acidez de 98°D con 20, 25, 30, 40% de sustitución con leche de soya. Pero la adición de 3% de lactosuero modifica las propiedades físicas del yogurt, produciendo baja acidez, sinérisis, disminución de la viscosidad.
3. La vida útil del yogurt fue de 30 días, durante este periodo la acidez se incrementó de 90°D a 113°D y el pH. decreció de 4,5 a 4,2; el análisis microbiológico reportó Coliformes (NMP) < 3 ufc/ml, Mohos y levaduras 10 ufc/ml. y ausencia de Salmonella en 25 g. de yogurt; presentado propiedades organolépticas aceptables, para los atributos de sabor, acidez y consistencia.

VI. RECOMENDACIONES

1. Habiendo demostrado que los resultados del trabajo de investigación son aceptables, se recomienda utilizar los parámetros óptimos de la preparación de leche de soya en la elaboración de queso.
2. Realizar trabajos de investigación en la elaboración de yogurt con leche de soya enriquecida con minerales (calcio y fósforo).
3. Complementar el trabajo en la elaboración de yogurt con leche fresca de otra especie para comparar la aceptabilidad y abaratar costos.
4. Emplear el lactosuero desmineralizado en la elaboración de yogurt y otros productos lácteos.
5. Utilizar la leche de soya como ingredientes en preparados de alimentos en dietas para niños.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ACCOLAS, J. P. 1994. Microbiología alimentaria. Edt. Acribia Zaragoza-España. 211-225.

ADRIAN, J.F. 1990. Diccionario de la ciencia de los alimentos de la A a la Z. Edt. Acribia Zaragoza. España. 317 p.

ALAIS, CH. 1985. Ciencia de la leche, principio de tecnología lechera. 4ta. edición. Edt. Reverte. Madrid. España. 857 p.

AMIOT, J. 1991. Ciencias y Tecnología de la Leche. Edt. Acribia, S.A Zaragoza-España. 543 p.

ASSENAT, A. 1993. Leche y Producto Lácteos. Edt. Acribia, S.A Zaragoza-España. 390 p.

AOAC 1995. Official Methods of Analysis of International. 16th. edition Vol II. chapter 32 Cereal food and chapter 33 Dairy produts.

BADUI D.J. 1994. Química de los Alimentos. 3er edición. Edt. ALHAMBRA Méxicana 581-611.

BELITZ, H.D. y GROSCH, W. 1988. Química de los Alimentos. Edt. ACRIBIA, S.A Zaragoza España. 405-431.

BRICEÑO, A. G. y MARTÍNEZ, RAUL. 1995. Comparación de metodología para la detección y enumeración de bacterias ácido lácticas en el yogurt. Edt. Achivos Latinoamericanos De Nutrición. Vol. 45. N° 3. Venezuela. 207-211.

BRUCE, J. G. and CORA, T.D. 1998. Fractionated milk fat Food technology. vol. 52 N°2 33-38.

BUONO, M.A., SETSER, C., ERICKSON, L.E., and FUNG, Y.C. 1990. Soy milk yogurt: Sensory evaluation and chemical measurement. J. Food Sci. Vol. 55. 528-531

CHANG, C.Y. AND STONE, M.B. 1990. Effect of total soy milk solids on acid production by selected lactobacillu. J. Food Sci. Vol. 55. 1643-1646.

CHAVEZ, O. 1986. Sustitución parcial de la leche de vaca por leche de soya en la Elaboración de Yogurt. Tesis. UNAS-T.M. 154.

COCRHAN, G.W. y COX, G.M. 1991. Diseño Experimentales. 3ra edición Edt. TRILLAS, S.A. Mexico. 482-649.

DESROSIER, N. 1985. Elementos de tecnología de Alimentos. Edt. CECSA. México 454-457.

EGAN, H. SAWYER, R. KIRK, R. 1996. Composición y análisis de alimentos de pearson. 2da edición Edt. CONTINENTAL, S.A. de C.V. Mexico 626-629.

ETGEN, M.W. y REAVES, M.P. 1990. Ganado lechero, Alimentación y Administración. 2da. edición. Edt. Limusa. Baldoras. México. D.F. 245-249.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) 1992. Technology of production of edible flours and protein products from soybens. Bolletin 97. 1- 16 ; 107-120.

--**1995**. El cultivo de la soya en el trópico. Edt. EMBRAPA-CNPS Brasil. 240-253 pp.

--**1993.** Elaboración de productos lacteos. 2da edición. Edt. Trillas. 59-65.

GODED, A. Y MUR, 1988. Técnica modernas aplicadas al análisis de la leche. Edt. DOSSAT, S.A. Madrid. 207-215.

GOLBITZ, P. 1994. Estandares o normas de la leche de soya, desarrollo e importancia mundial actual. edición. Julio-Set. Edt. SOYANOTICIAS. Mexico. 11-14.

HOKES, J. 1992. Los Aislados de proteínas de soya en postres congelados y productos de yogurt. Ed. Julio- Set. Edt. Soyanoticias. México. 13-17.

ICMSF, 1983. Microorganismo de los Alimentos I, Técnicas de Análisis Microbiológico. Edt. Acribia, Zaragoza-España. 162-168.

ITINTEC, 1983. Normas técnicas para leche y yogurt. Lima - Perú 11

LEE, S.Y., MORR, C.V. and SEO, A. 1990. Comparason of Milk-Based and Soymilk-Based Yogurt. J. Food Sci. Vol. 55. 532-536.

LEWIS, M. J. 1993. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesos. Edt. Acribia, S.A. Zaragoza Españna. 101-129.

MADRID,A. 1994. Nuevas normas de calidad de los alimentos. Edt. Mundi - Prensa España. 205-213.

MINISTERIO DE SALUD, 1993. Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Edt. Banco central de reserva Lima-Perú. 102 p.

MITSCHKA, P. 1982. Simple conversion of Brookfield R. V.T. readings into viscosity functions. Edt. Rheol. ACTA. 207-209.

MULLER, H.G. 1977. Introducción a la reología de los alimentos. Edt. Acribia, S.A. Zaragoza España. 62-83.

NEW ZEALAND MILK PRODUCTS, 1997. Boletin Lima - Perú. 3 p.

ORELLANA, R. S. 1983. Extracto de soya, sabrosos y nutritivos. edición. Julio-Setiembre. Edt. SOYANOTICIAS. Mexico. 25-29.

PEDRERO, D. L. 1994. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Edt. ALHAMBRA MEXICANA, S.A. México. 145-47.

PENNA, A.L., Baruffaldi, R. and Oliveira, M.N. 1997. Optimization of Yogurt Production Using Demineralized Whey. J. of Foods Sci. Vol. 62. 846-850.

PÉREZ, A. 1992. Bebida de soya: Presente y prespectiva Futura. edición. Abril-Junio Edt. Soyanoticias/ASA/México. 18-23.

PORTER, 1981 . Leche y productos lácteos. Edt. Acribia Zaragoza España. 72-85.

REVILLA, A. 1996. Tecnología de la Leche. 2da. edición. Edt. IICA San Jose-Costa Rica. 396 p.

SANZ, P.E. 1990. Los nuevos sistemas de alimentación de vacuno lechero. Edt. Aedos. Barcelona. España 182-192.

SAUMELL, H. 1978 . Soja. Edt. emisferio sur. Buenos Aires- Argentina. 1-3

SCHMITDT, K.F. 1990. Elaboración artesanal de mantequilla, queso y yogurt. Edt. Acribia, S.A. Zaragoza España. 91-95.

SCHOLZ, W. 1997. Elaboración de quesos de oveja y de cabra. Edt. Acribia, S.A. Zaragoza España. 212-219.

SPREER, E. 1991. Lactología Industrial. 2da edición. Edt. Acribia. Zaragoza-España. 459 p.

SOROA, J.M. 1974. Industrias lácteas. 5ta edición. Edt. Aedos. Barcelona. España. 293-308.

VEISSEYRE, R. 1988. Lactología Técnica. 2da. edición. Edt. Acribia. Zaragoza-Esoaña. 288-297.

VELASCO, O.J. 1995. Fundamentos de la tecnología quesera. Edt. Córdova. Argentina. 15-18.

VARNAM, H.A., SUTHERLAND, P.J. 1995. leche y productos lácteos. Edt. Acribia S.A. Zaragoza España. 322-335.

YAZICI, F., ALVAREZ, V.B., MANGINO, M.E., HANSEN, P.M.T. 1997. Formulation and Procesing of a Heat Stable Calcium- fortificed Soy Milk. Journal of Food Sci. Vol. 62. 535-561.

WARNER, N. J. 1989. Principios de la tecnología de lácteos. Ed. AGT. S.A. Mexico. 248 p.

ANEXO

A - I: Resultados de mezclas con 20% de leche de soya y 1, 2, 3% de suero, base 100 ml.

	S.T	S.T.M	S.T.C	S.T.F
Formulación 1.				
Leche de soya	4,41	0,882		
Leche fresca	11,00	8,690		
Lactosuero (en polvo)	96,05	0,960		
	Total	**10,5325**	**2,302**	**12,50**
Formulación 2.				
Leche de soya	4,41	0,882		
Leche fresca	11,00	8,580		
Lactosuero (en polvo)	96,05	1,921		
	Total	**11,383**	**1,320**	**12,50**
Formulación 3.				
Leche de soya	4,41	0,882		
Leche fresca	11,00	8,470		
Lactosuero (en polvo)	96,05	2,883		
	Total	**12,2335**	**0,3182**	**12,50**

S.T = sólidos totales, S.T.M = sólidos totales de la mezcla, S.T.C = sólidos totales corregir S.T.F = sólidos totales final

A - II: Resultados de Mezclas con 25% de leche de soya y 1, 2, 3% de suero, base 100ml

	S.T	S.T.M	S.T.C	S.T.F
Formulación 1.				
Leche de soya	4,41	1,103		
Leche fresca	11,00	8,140		
Lactosuero (en polvo)	96,05	0,961		
	Total	**10,203**	**2,677**	**12,50**
Formulación 2.				
Leche de soya	4,41	1,103		
Leche fresca	11,00	8,030		
Lactosuero (en polvo)	96,05	1,921		
	Total	**11,0535**	**1,703**	**12,50**
Formulación 3.				
Leche de soya	4,41	1,103		
Leche fresca	11,00	7,920		
Lactosuero (en polvo)	96,05	2,882		
	Total	**11,904**	**0,7087**	**12,50**

S.T = sólidos totales, S.T.M = sólidos totales de la mezcla, S.T.C = sólidos totales corregir S.T.F = sólidos totales final

A - III: Resultados de mezclas con 30% de leche de soya y 1, 2, 3% de suero base 100 ml.

	S.T	S.T.M	S.T.C	S.T.F
Formulación 1.				
Leche de soya	4,41	1,323		
Leche fresca	11,00	7,590		
Lactosuero (en polvo)	96,05	0,961		
	Total	**0,874**	**3,049**	**12,50**
Formulación 2.				
Leche de soya	4,41	1,323		
Leche fresca	11,00	7,480		
Lactosuero (en polvo)	96,05	1,921		
	Total	**10,724**	**2,083**	**12,50**
Formulación 3.				
Leche de soya	4,41	1,323		
Leche fresca	11,00	7,370		
Lactosuero (en polvo)	96,05	2,8815		
	Total	**11,5745**	**1,096**	**12,50**

S.T = sólidos totales, S.T.M = sólidos totales de la mezcla, S.T.C = sólidos totales corregir S.T.F = sólidos totales final

A - IV: Resultados de mezclas con 40% de leche de soya y 1, 2, 3% de suero base100 ml

	S.T	S.T.M	S.T.C	S.T.F
Formulación 1.				
Leche de soya	4,41	1,764		
Leche fresca	11,00	6,49		
Lactosuero (en polvo)	96,05	0,9605		
	Total	**9,215**	**3,728**	**12,50**
Formulación 2.				
Leche de soya	4,41	1,764		
Leche fresca	11,00	6,380		
Lactosuero (en polvo)	96,05	1,921		
	Total	**10,065**	**2,834**	**12,50**
Formulación 3.				
Leche de soya	4,41	1,764		
Leche fresca	11,00	6,270		
Lactosuero (en polvo)	96,05	2,882		
	Total	**10,916**	**1,862**	**12,50**

S.T = sólidos totales, S.T.M = sólidos totales de la mezcla, S.T.C = sólidos totales corregir S.T.F = sólidos totales final

A - V: Resultados de mezclas con 50% de leche de soya y 1, 2, 3%de suero, base 100 ml.

	S.T	S.T.M	S.T.C	S.T.F
Formulación 1.				
Leche de soya	4,41	2,205		
Leche fresca	11,00	5,380		
Lactosuero (en polvo)	96,05	0,9605		
	Total	**8,5555**	**4,511**	**12,50**
Formulación 2.				
Leche de soya	4,41	2,205		
Leche fresca	11,00	5,280		
Lactosuero (en polvo)	96,05	1,921		
	Total	**9,406**	**3,573**	**12,50**
Formulación 3.				
Leche de soya	4,41	2,205		
Leche fresca	11,00	5,170		
Lactosuero (en polvo)	96,05	2,882		
	Total	**10,257**	**2,617**	**12,50**

S.T = sólidos totales, S.T.M = sólidos totales de la mezcla, S.T.C = sólidos totales corregir S.T.F = sólidos totales final

A - VI :Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT**
Atributo : **ASPECTO GENERAL**

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	3			2		4	4		
2		3				2		4	4
3	2		2					3	2
4	3	4	4	3					
5	3				3		2	3	
6				3	3	4			4
7		1	1			3	2		
8		1		2	3			4	
9			3		4		2		1
10	2	3			3		3		
11		3	3		2	2			
12			2	2			3		2
13	3	4		4					4
14	4				4	2			2
15	2		4			3		1	
16				3		4	2	1	
17			1	4	2			3	
18		4					5	3	2
Total	22	23	20	23	24	24	23	22	21
Pro. Ajust	2,69	2,83	2,59	2,82	3,03	3,02	2,93	2,77	2,55

T_1 = Leche de soya 20% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 20% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 20% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 25% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 25% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 25% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 30% + Suero 3%

A - VII : Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo aspecto general

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	7,946		1,055	
Tra. No Ajustado	(t-1)	8	1,778			
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	13,9779	1,39779 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	45,5761	0,99078 CM_{Ee}		
Total	(t*c-1)	71	69,278			
Tra. Ajustado				0,2334 CM		N.S
Error Intrabloque				0,2213 CMe		

Fc = CM/Cme = 0,2334/0,2213 = 1,0558

Ftab. = 46, 10 $\langle$ 5% = 2,04 ; 1% = 2,73

A - VIII: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT** Atributo : **ACIDEZ**									
	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	5			3		4	5		
2		5				5		3	2
3	5		5					5	3
4	4	4	5	3					
5	3				5		5	5	
6				4	5	3			4
7		5	5			3	3		
8		1		2	3			5	
9			2		5		3		4
10	2	5			2		5		
11		5	5		3	3			
12			5	3			5		3
13	5	5		5					5
14	3				5	5			5
15	5		3			3		5	
16				5		5	5	4	
17			3	5	1			4	
18		5					3	1	5
Total	32	35	33	30	29	31	34	32	31
Pro. Ajust	3,93	4,43	4,15	3,74	3,67	3,83	4,26	4,03	3,85

T_1 = Leche de soya 20% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 20% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 20% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 25% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 25% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 25% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 30% + Suero 3%

A - IX: Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo acidez

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	14,7778		0,9655	
Tra. No Ajustado	(t -1)	8	3,625			
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	18,0416	1,80416 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	66,5557	1,44690 CM_{Ee}		
Total	(t*c-1)	71	103			
Tra. Ajustado				0,5066 CM		N.S
Error Intrabloque				0,5247 CMe		

Fc = CM/Cme = 0,5066/0,5247 = 0,9655

Ftab. = 46, 10 $\langle$ 5% = 2,04 ; 1% = 2,73

A - X: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT**
Atributo : **CONSISTENCIA**

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	2			5		4	3		
2		5				5		5	5
3	5		5					5	5
4	5	5	5	5					
5	5				5		4	4	
6				3	5	5			3
7		5	5			3	3		
8		3		2	4			5	
9			4		2		3		5
10	3	5			5		5		
11		2	5		5	3			
12			5	3			5		3
13	3	5		5					5
14	3				3	5			5
15	2		3			3		5	
16				3		5	3	5	
17			4	2	5			3	
18		2					2	5	5
Total	28	33	36	28	34	33	28	37	36
Pro. Ajust	3,48	4,12	4,51	3,49	4,26	4,13	3,49	4,64	4,51

T_1 = Leche de soya 20% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 20% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 20% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 25% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 25% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 25% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 30% + Suero 3%

A - XI Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo consistencia

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	1,6806		1,029	
Tra. No Ajustado	(t -1)	8	23,5278			
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	14,1573	1,4157 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	47,6343	1,03553 CM_{Ee}		
Total	(t*c-1)	71	87			
Tra. Ajustado				1,7693 CM		N.S
Error Intrabloque				1,7189 CMe		

Fc = CM/CMe = 1,7693/1,7189 = 1,029

Ftab. = 46, 10 $\langle$ 5% = 2,04 / 1% = 2,73

A - XII: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT**
Atributo : **SABOR**

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	5			5		5	5		
2		5				4		4	4
3	5		3					4	4
4	5	5	5	5					
5	5				5		5	5	
6				4	5	5			4
7		4	3			5	4		
8		5		4	4			5	
9			4		5		4		4
10	4	3			4		4		
11		4	5		5	3			
12			5	5			4		4
13	4	5		4					4
14	3				5	4			4
15	4		5			4		5	
16				4		5	3	3	
17			4	4	5			4	
18		4					4	3	3
Total	35	35	34	35	38	35	33	33	31
Pro. Ajust	4,29	4,45	4,21	4,27	4,78	4,39	4,15	4,15	3,92

T_1 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 30% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 40% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 40% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 40% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 50% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 50% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 50% + Suero 3%

A - XIII: Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo sabor

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM		Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	3,9861			1,12	
Tra. No Ajustado	(t -1)	8	3,75				
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	8,00	0,80	CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	17,1343	0,3725	CM_{Ec}		
Total	(t*c-1)	71					
Tra. Ajustado				0,4583	CM		N.S
Error Intrabloque				0,4087	CMe		

Fc = CM/CMe = 0,4583/0,4087= 1,12

Ftab. = 46, 10 $\langle$ 5% = 2,04 ; 1% = 2,73

A - XIV: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT**
Atributo : **ACIDEZ**

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	4			4		5	4		
2		5				4		4	4
3	5		5					4	4
4	4	4	4	4					
5	5				5		4	4	
6				4	4	4			3
7		5	5			5	4		
8		4		5	5			3	
9			5		5		4		5
10	5	5			4		4		
11		4	4		3	3			
12			4	4			4		3
13	4	4		5					3
14	3				3	4			4
15	3		4			3		5	
16				4		5	3	5	
17			4	4	3			3	
18		3					3	5	5
Total	**33**	**34**	**35**	**34**	**32**	**33**	**31**	**31**	**31**
Pro. Ajust	**4,11**	**4,24**	**4,40**	**4,31**	**4,02**	**4,16**	**3,76**	**3,86**	**7,88**

T_1 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 30% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 40% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 40% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 40% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 50% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 50% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 50% + Suero 3%

A - XV: Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo Acidez

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	7,7222		1,019	
Tra. No Ajustado	(t-1)	8	2,25			
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	6,5095	0,6510 CM_{eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	19,0192	0,4135 CM_{Ee}		
Total	(t*c-1)	71	35,5			
Tra. Ajustado				0,4495 CM		N.S
Error Intrabloque				0,4407 CMe		

Fc = CM/CMe = 0,4495/0,4407 = 1,019

Ftab. = 46, 10 ⟨ 5% = 2,04 / 1% = 2,73

A - XVI: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT**
Atributo : **CONSISTENCIA**

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	4			4		4	4		
2		4				4		3	3
3	4		4					4	3
4	4	4	4	4					
5	4				3		3	4	
6				3	4	4			4
7		4	4			3	4		
8		4		4	3			4	
9			4		4		4		4
10	4	4			3		3		
11		5	4		3	4			
12			5	4			3		4
13	3	4		4					4
14	5				4	3			4
15	2		2			3		3	
16				3		4	5	3	
17			4	3	3			4	
18		3					3	4	4
Total	30	32	31	29	27	29	29	29	30
Pro. Ajust	3,76	4,00	3,88	3,60	3,36	3,63	3,62	3,66	3,73

T_1 = Leche de soya 30% + Suero 1%
T_2 = Leche de soya 30% + Suero 2%
T_3 = Leche de soya 30% + Suero 3%
T_4 = Leche de soya 40% + Suero 1%
T_5 = Leche de soya 40% + Suero 2%
T_6 = Leche de soya 40% + Suero 3%
T_7 = Leche de soya 50% + Suero 1%
T_8 = Leche de soya 50% + Suero 2%
T_9 = Leche de soya 50% + Suero 3%

A - XVII Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo consistencia

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)	7	6,1667		0,7975	
Tra. No Ajustado	(t -1)	8	2,0278			
Bloq. Ajustado	(b - c)	10	3,8798	0,3879 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)	46	15,2035	0,3305 CM_{Ee}		
Total	(t*c-1)	71	27,2778			
Tra. Ajustado				0,2706 CM		N.S
Error Intrabloque				0,3393 CMe		

Fc = CM/CMe = 0,2706/0,3393 = 0,7975

Ftab. = 46, 10 ⟨ 5% = 2,04 / 1% = 2,73

A - XVIII: Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor

Código	PANELISTAS																				Total
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
56	2	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	3	1	1	1	33
63	1	2	1	3	3	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	2	2	2	2	2	40
75	3	1	3	2	2	1	2	3	3	2	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	47

A - XIX : Resultados de la evaluación sensorial del atributo acidez

Código	PANELISTAS																				Total
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
56	1	3	1	2	1	2	1	2	3	1	3	2	2	3	1	2	3	3	3	1	40
63	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	1	1	1	3	3	1	2	2	3	46
75	3	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	3	3	2	2	1	2	1	1	2	34

A - XX: Resultados de la evaluación sensorial del atributo consistencia

Código	PANELISTAS																				Total
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
56	3	3	2	1	1	3	2	3	2	2	1	3	3	3	3	2	2	3	2	3	47
63	1	1	1	3	3	1	3	1	3	1	2	2	2	2	1	1	3	2	3	1	37
75	2	2	3	2	2	2	1	2	1	3	3	1	1	1	2	3	1	1	1	2	36

T_5 = **75** = 40 % de leche de soya y 2% de suero

T_4 = **63** = 40% de leche de soya y 1% de suero

T_2 = **56** = 30% de leche de soya y 2% de suero

A - XXI: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : YOGURT Atributo : SABOR						
	TRATAMIENTOS					
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
1	4	3			5	
2	5	5				4
3	3		3	4		
4	5		5			4
5	4			4	5	
6		4	4	5		
7		4	3		3	
8		3		4		5
9			5		4	4
10				3	4	5
Total	21	19	20	20	21	22
Pro. Ajust	4,21	3,80	3,99	3,99	4,19	4,42

T_1 = 85°C + Cultivo láctico 2,0%
T_2 = 85°C + Cultivo láctico 2,5%
T_3 = 85°C + Cultivo láctico 3,0%
T_4 = 90°C + Cultivo láctico 2,0%
T_5 = 90°C + Cultivo láctico 2,5%
T_6 = 90°C + Cultivo láctico 3,0%

A - XX II Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo sabor

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Tra. No Ajustado	(t -1)	5	1,1		0,3455	
Bloq. Ajustado	(b - 1)	9	5,6555	0,6283 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*r-t-b+1)	15	9,9345	0,6623 CM_{Ee}		
Total	(t*r-1)	29	16,7			
Tra. Ajustado				0,2327 CM		N.S
Error Intrabloque				0,6764 CMe		

Fc = CM/CMe = 0,2327/0,6764 = 0,3455

Ftab. = 15, 9 $\langle$ 5% = 2,59 / 1% = 3,89

A - XXIII: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT** Atributo : **ACIDEZ**						
	TRATAMIENTOS					
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
1	3	4			3	
2	3	3				4
3	4		3	4		
4	4		5			5
5	5			4	5	
6		4	4	3		
7		4	4		5	
8		5		4		3
9			5		4	4
10				3	4	5
Total	19	20	21	18	21	21
Pro. Ajust	3,81	4,10	4,16	3,57	4,16	4,19

T_1 = 85°C + Cultivo láctico 2,0%
T_2 = 85°C + Cultivo láctico 2,5%
T_3 = 85°C + Cultivo láctico 3,0%
T_4 = 90°C + Cultivo láctico 2,0%
T_5 = 90°C + Cultivo láctico 2,5%
T_6 = 90°C + Cultivo láctico 3,0%

A - XXIV Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo acidez

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Tra. No Ajustado	(t -1)	5	1.6		0,59	
Bloq. Ajustado	(b - 1)	9	6,8	0,755 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*r-t-b+1)	15	7,6	0,5066 CM_{Ec}		
Total	(t*r-1)	29	16			
Tra. Ajustado				0,3216CM		N.S
Error Intrabloque				0,5453 CMe		

Fc = CM/CMe = 0,3216/0,5453 = 0,59

Ftab. = 46, 10 ⟨ 5% = 2,59 ; 1% = 3,89

A - XXV: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt

Producto : **YOGURT** Atributo : **CONSISTENCIA**						
	TRATAMIENTOS					
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
1	3	4			3	
2	3	4				3
3	3		2	3		
4	2		4			4
5	4			4	4	
6		2	3	4		
7		2	3		3	
8		4		2		2
9			3		4	3
10				4	3	5
Total	15	16	15	17	17	17
Pro. Ajust	3,00	3,19	2,99	3,40	3,43	3,41

T_1 = 85°C + Cultivo láctico 2,0%
T_2 = 85°C + Cultivo láctico 2,5%
T_3 = 85°C + Cultivo láctico 3,0%
T_4 = 90°C + Cultivo láctico 2,0%
T_5 = 90°C + Cultivo láctico 2,5%
T_6 = 90°C + Cultivo láctico 3,0%

A - XXVI Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo cosistencia

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc.	Sig.
Tra. No Ajustado	(t -1)	5	0,94115		0,2535	
Bloq. Ajustado	(b - 1)	9	6,8444	0,76 CM_{Eb}		
Error Intrabloque	(t*r-t-b+1)	15	11,5556	0,77 CM_{Ee}		
Total	(t*r-1)	29	19,34115			
Tra. Ajustado				0,1958 CM		N.S
Error Intrabloque				0,7723 CMe		

Fc = CM/CMe = 0,1958/0,7723 = 0,2535

$$F_{tab.} = 46,10 \left\langle \begin{array}{l} 5\% = 2,04 \\ 1\% = 2,73 \end{array} \right.$$

A - XXVII: Distribución de las muestras para la evaluación sensorial por los panelistas

	TRATAMIENTOS								
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
1	X			X		X	X		
2		X				X		X	X
3	X		X					X	X
4	X	X	X	X					
5	X				X		X	X	
6				X	X	X			X
7		X	X			X	X		
8		X		X	X			X	
9			X		X		X		X
10	X	X			X		X		
11		X	X		X	X			
12			X	X			X		X
13	X	X		X					X
14	X				X	X			X
15	X		X			X		X	
16				X		X	X	X	
17			X	X	X			X	
18		X					X	X	X

$t = 9$ $k = 4$, $c = 8$ $b = 18$, $\lambda = 3$

ANVA

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc	Sig
Repetición	(c-1)					
Tra. No Ajustado	(t-1)					
Bloq. Ajustado	(b - c)			E_b		
Error Intrabloque	(t*c-t-b+1)			E_e		
Total	(t*c-1)					
Tra. Ajustado						
Error Intrabloque						

A - XXVIII: Distribución de las muestras para la evaluación sensorial por los panelistas

	TRATAMIENTOS					
Panelistas	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
1	X	X			X	
2	X	X				X
3	X		X	X		
4	X		X			X
5	X			X	X	
6		X	X	X		
7		X	X		X	
8		X		X		X
9			X		X	X
10				X	X	X

$t = 6$ $k = 3$ $r = 5$ $b = 10$ $\lambda = 2$

ANVA

Fuente de variabilidad		G.L	SC	CM	Fc.	Sig.
Tra. No Ajustado	(t -1)					
Bloq. Ajustado	(b - 1)			E_b		
Error Intrabloque	(t*r-t-b+1)			E_e		
Total	(t*r-1)					
Tra. Ajustado						
Error Intrabloque						

A - XXIX: Costo de producción de un litro de yogurt

COSTOS DIRECTOS	YOGURT NATURAL				YOGURT SUSTITUIDO			
Materias primas	Cantidad	Precio Unitario		Costo	Cantidad	Precio Unitario		Costo
			S/	S/			S/	S/
leche fresca	1000 ml.	L	2.00	2,00	600 ml.	L	2,00	1,200
leche de soya	-	-	-	-	65 gr.	Kg.	3,00	0,195
Lactosuero	-	-	-	-	10 gr.	Kg.	21,00	0,210
Cultivo láctico	30 ml.			0.30				0,300
Envase	1 unida	100	24,00	0,24	1 unida	100	24,00	0,240
Electricidad	30 min.	24 hr.	3,96	0,08	30 min.	24 hr.	3,96	0,080
Mano de obra	30 min.	8 hr	21	1,30	30 min.	8 hr	21	1,300
TOTAL				**3,92**				**3,525**
COSTOS INDIRECTOS								
L. en polvo descremada	30 gr.	Kg.	10,00	0,3	33 gr.	Kg.	10,00	0,33
TOTAL				**0,3**				**0,33**
COSTO DE PRODUCCIÓN				***4,220***				***3,855***