

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE YOGUR TIPO II
ELABORADO CON LECHE CONCENTRADA POR
MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL UTILIZANDO
DIFERENTES TIPOS DE GRASA Y
ESTABILIZANTE**



**AUTORA:
GLORIA NOHEMY ZAMBRANO LUCERO**

**DIRECTOR:
MARCELO MIRANDA**

**Ibarra - Ecuador
2008**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE YOGUR TIPO II
ELABORADO CON LECHE CONCENTRADA POR
MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL UTILIZANDO
DIFERENTES TIPOS DE GRASA Y
ESTABILIZANTE**



AUTORA:

**GLORIA NOHEMY
ZAMBRANO LUCERO**



E - MAIL:

nohemy55gz@yahoo.es

DIRECTOR:

MARCELO MIRANDA

INTRODUCCIÓN

El equipo de microfiltración tangencial permite separar suspensiones, concentrar la leche utilizando membranas cuyo tamaño de poro oscilan entre 0.1 y 10 micras, en donde el flujo tangencial es introducido a lo largo de una superficie filtrante con el fin de remover micro partículas.

La utilización de la filtración por membranas permite la concentración de leche, cuyo principio es el incremento de sólidos y la eliminación de suero lácteo mediante centrifugación, el incremento de los sólidos es muy importante en el caso del yogur ya que éste requiere un mayor porcentaje de sólidos para obtener un producto con buenas características.

Generalmente la leche entera que se usa para la obtención de yogur de excelente calidad es necesario añadirle los respectivos sólidos lácteos que enriquezcan su composición.

Por esta razón se adicionan ciertos ingredientes funcionales como la leche en polvo que ayuda a incrementar la concentración de los mismos los cuales evitan la sinéresis y mejoran la consistencia en el producto terminado.

Los derivados lácteos presentan contenidos de grasa saturada muy elevados, lo cual afecta a la salud de las personas. En nuestro medio todavía no existen productos lácteos que reemplacen la grasa animal que contiene gran cantidad de glicéridos saturados por una grasa vegetal con bajo contenido de glicéridos saturados. Además aun no se han realizado pruebas utilizando emulsionantes y estabilizantes para lograr mayor rendimiento y mejor calidad del producto terminado.

La misión principal de la Universidad Técnica del Norte es formar profesionales de calidad, que ejecuten nuevos proyectos de investigación y se abran campo en el ámbito profesional, se interrelacionen con otras instituciones para la culminación de los mismos, es por esta razón que se realizó una alianza con la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad Técnica del Norte con el fin de aportar y fortalecer la educación y obtener resultados que sean aplicables a los estudiantes universitarios.

LA MICROFILTRACIÓN

La microfiltración tangencial es una técnica de separación sólido-líquido que utiliza membranas, sirve para separar suspensiones. Permite retener las partículas cuyo tamaño varía

entre 0,1 y 10 micras, lo que corresponde a coloides, levaduras, bacterias, emulsiones. No hay adición de productos químicos. En consecuencia, no hay modificación de la naturaleza de los productos tratados, punto muy importante cuando la meta es la reutilización de productos.

En efecto, el único medio de separación es una barrera selectiva llamada membrana. Se trata de una pared delgada, de porosidad controlada, que permite separar moléculas en función de su tamaño.

Las operaciones de filtración tangencial son procesos físicos de separación transmembrana que permiten separar y/o concentrar los constituyentes de una mezcla líquida en función de sus propiedades. Es un proceso en el que una solución fluye bajo presión sobre la superficie de una membrana. Como resultado de la presión aplicada y en función de las propiedades de la membrana el solvente y ciertos solutos pasan a través de la membrana mientras que otros son retenidos. Se puede emplear para procesos de concentración, fraccionamiento o clarificación con la obtención de dos fracciones líquidas de composición diferente entre ellas y del producto inicial.

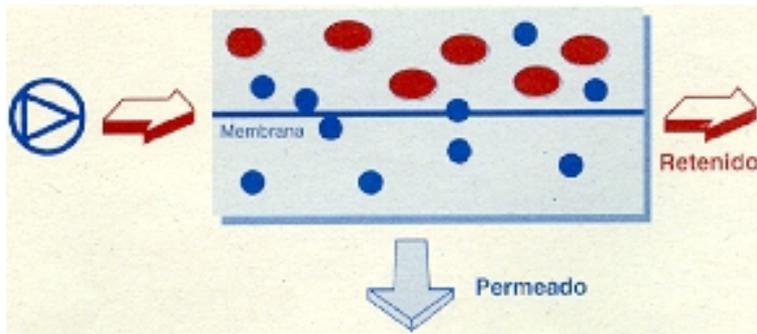
La microfiltración tangencial se caracteriza por una circulación rápida del líquido a filtrar tangencialmente a una membrana (el filtro). Así, al tiempo que se efectúa la filtración, se auto limpia la membrana, lo que permite trabajar en continuo con características de funcionamiento estables (composición, caudal).

Las técnicas de filtración tangencial son el grupo de nuevas tecnologías que ha adquirido, en los últimos años, una mayor importancia en la industria láctea. Esta aplicación surge para la mejora y optimización de los procesos de líneas de producción y como respuesta ante determinados problemas medioambientales.

La característica común a todos los procesos de filtración transmembrana es que se realizan en fase líquida, es decir, sin cambio de estado. El gran desarrollo surge a partir de los años 60. La primera aplicación conocida en industria Láctea surge para el tratamiento de lacto suero. Actualmente en industria láctea existen múltiples aplicaciones.

Como se puede ver en el dibujo siguiente, hay una entrada (el líquido a filtrar) y dos salidas: un filtrado / permeado empobrecido y un concentrado /retenido enriquecido.

Membrana de microfiltración tangencial



- El retenido es la parte de la suspensión, que no pasa a través de la membrana y contiene una alta concentración de partículas.
- El permeado en cambio, es un líquido libre de partículas (filtrado), que ha pasado a través de la membrana.
- FRV (Factor de retención volumétrica).- Es la relación entre el volumen de alimentación (VA) y el volumen de retención (VR) que pasa a través del modulo de microfiltración tangencial (MFT).

EL YOGUR

Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado, estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados.



Composición nutricional del yogur

Desde el punto de vista nutricional el yogur es igual a la leche pero por su fermentación presenta otras ventajas de digestibilidad. Su sabor y su consistencia varían de acuerdo con la calidad y el tipo de leche que se utilice para su producción.

Valor comparativo del yogur en 150 gramos

Nutrimento	Yogur Entero	Yogur bajo en grasa	Yogur bajo en grasa con fruta
Calorías	163	85	141
Carbohidratos(g)	23.6	11	26.9
Proteínas(g)	7.7	7.7	6
Grasas Insaturadas (g)	4.2	1.2	1.1
Grasas Saturadas(g)	2.3	0.8	0.6
Cálcio (mg)	240	285	225

Fuente: <http://www.educar.org/inventos/yogur.asp>.

Requisitos fisicoquímicos del yogur

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III	
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %
Contenido de grasa	3.0	.....	1.0	<3.0	.....	<1.0
Acidez,% m/m	0.6	1.5	0.6	1.5	0.6	1.5
Proteína,% m/m	2.7	.....	2.7	.....	2.7	.....
Ensayo de fosfatasa	Negativo		Negativo		Negativo	

FUENTE: NTE INEN 2 395 (Requisitos de leches fermentadas).

Aditivos del yogur

Los aditivos alimentarios son compuestos que no suelen considerarse alimentos, pero que se añaden a éstos para ayudar en su procesamiento o fabricación, o para mejorar la calidad de la conservación, el sabor, color, textura, aspecto o estabilidad, o para comodidad del consumidor.

Emulsionante:

Los emulsionantes son aditivos alimenticios que se utilizan para que los aceites y grasas se puedan mezclar con el agua o con cualquier componente líquido como puede ser el caso de la leche y formar así una emulsión, además ayudan a la conservación de los productos.

En este caso se utilizó el emulsionante Obsiemul MGH-90 para lograr que se mezcle la leche con la grasa vegetal MT-H y la crema de leche. El cual se describe a continuación:

Obsiemul MGS-90:

El Obsiemul MGS-90 es un emulsionante de calidad alimenticia basado en monoestearato de glicerilo destilado, al 90 % de concentración de alfa monoglicérido. Se lo utiliza en la fabricación de margarinas y en todos aquellos productos en

que sea necesario estabilizar mezclas de productos grasos, sólidos y agua.

Composición del obsiemul MGS-90

Es fabricado a partir de materias primas de origen natural, cuidadosamente seleccionadas y que cumplen con las normas de calidad, alimenticias y cosméticas.

Características Físicas:

Aspecto	Sólido granulado micropelletizado
Color	Blanco cremoso
Olor y Sabor	Neutros
Solubilidad	Dispersible en agua caliente. Soluble en alcoholes, aceites e hidrocarburos
Valor de acidez	Máximo 2
Punto de Fusión	65° C
Glicerina Libre	Máximo 1%
Índice de Yodo	3
Índice de Saponif.	155 – 176

Estabilizante:

Los estabilizantes son aditivos alimenticios que se utilizan con el fin de mejorar las características físicas y organolépticas de los productos, les proporcionan una textura cremosa y suave, además aumentan su período de duración.

Existen un sinnúmero de estabilizantes que se pueden adicionar a la leche para la elaboración de yogur, pero en este caso se utilizó el Obsigel 8-AGT el cual se describe a continuación:

2.3.9.1 Obsigel 8 - AGT:

El obsigel 8-AGT es un estabilizante completo para la fabricación de yogur. Es una formulación de varios hidrocoloides de calidad alimenticia, diseñada para fabricar yogur de tipo industrial con condiciones óptimas de calidad. Su uso confiere al producto terminado las siguientes ventajas:

www.obsidian.com.ec

- Da la viscosidad y el cuerpo adecuado.
- Confiere una estructura cremosa y de excelente palatabilidad, sin enmascaramiento de sabor.
- Evita la sinéresis o separación del suero.
- Permite remplazar sólidos lácteos.
- Evita la sedimentación de la fruta incorporada.

Propiedades

Apariencia	polvo blanco y fino
Solubilidad	dispersible en frío
Humedad	8-12%

GRASA VEGETAL

.Manteca Heladera (MT-H):

La grasa vegetal MT-H es una sustancia grasienta y cremosa de color blanco, es muy utilizada en industrias lácteas en especial en heladería. Es muy apetecible ya que proporciona a los productos buenas características físicas y organolépticas.

La grasa vegetal contiene 0.1% de ácidos grasos libres, 0.1% de humedad e impurezas, Su punto de fusión es de 29-32° C, y contiene 70-90% de sólidos.

GRASA ANIMAL

Crema de Leche:

La crema de leche o Nata es un ingrediente espeso, graso y de color amarillo suave, que procede de la leche. La leche normal tiene un 3.5% de nata. Ésta tiene los mismos ingredientes que la leche, pero es rica en grasas. La nata con mayor proporción

de grasas llega al 55%; dos tercios de este porcentaje son grasas saturadas y el resto monoinsaturadas.

Dado que es más ligera que otros componentes de la leche, la crema de leche asciende lentamente a la superficie y puede retirarse fácilmente. Sin embargo, lo habitual es que sea separada de la leche mediante una centrifugadora.

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la FICAYA pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

Localización del experimento

Cantón	Ibarra
Provincia	Imbabura
Parroquia	El Sagrario
Sitio	Unidades Productivas Agroindustriales

Condiciones metereológicas

Altitud	2250 m.s.n.m.
Latitud	0° 20' Norte
Humedad Relativa Promedio	73%
Pluviosidad	50,3 mm. año
Longitud	78° 08' Oeste
Temperatura	18° C

EQUIPOS Y MAQUINARIA UTILIZADA

- Equipo de microfiltración tangencial
- Termómetro, cronómetro
- Balanza gramera y analítica
- Material de vidrio (pipetas, tubos, vasos, probeta, matraces, agitador, etc.)

- Acidómetro
- Jarras de capacidad de 1 litro
- Recipiente de hierro enlozado.
- Equipo para análisis de grasa
- Viscosímetro
- Refrigeradora, cámara de fermentación
- Termolactodensímetro

METODOLOGÍA UTILIZADA

MÉTODOS

El ensayo se realizará con leche concentrada 2 FRV, de acuerdo al cálculo dicha leche tuvo 14 % de sólidos totales.

Factores en estudio:

Factor A: Tipos de grasa:

MT-H (Manteca heladera)	A1
Crema de leche	A2

Factor B: Porcentaje de grasa:

1,5 %	B1
3 %	B2

Factor C: Estabilizante:

Con obsigel 8-AGT (0,3%) C1

Sin obsigel 8- AGT (0%) C2

Tratamientos

Tratamientos	Tipos de grasa	Porcentaje de grasa (%)	Estabilizante (%)	Combinaciones
T1	MT-H	1,5	0,3	A1B1C1
T2	MT-H	3,0	0,3	A1B2C1
T3	MT-H	1,5	0,0	A1B1C2
T4	MT-H	3,0	0,0	A1B2C2
T5	Crema de leche	1,5	0,3	A2B1C1
T6	Crema de leche	3,0	0,3	A2B2C1
T7	Crema de leche	1,5	0,0	A2B1C2
T8	Crema de leche	3,0	0,0	A2B2C2

DISEÑO EXPERIMENTAL

Tipo de diseño

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C.

Características del experimento

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de tratamientos: Ocho (8)

Número de unidades experimentales: Veinte y cuatro
(24)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 1 litro de leche concentrada por microfiltración tangencial.

Análisis de variancia

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Tratamientos	7
Factor A (Tipos de grasa)	2
Factor B (% de grasa)	1
Factor C (estabilizante)	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error experimental	16

VARIABLES A EVALUARSE:

- Rendimiento
- Acidez
- Viscosidad
- Contenido de grasa
- Tiempo de fermentación
- Análisis organoléptico

- Sinéresis
- Sólidos totales
- Proteína
- Microbiología: mohos, levaduras, coliformes y E.coli.

ANÁLISIS FUNCIONAL

Detectada la significación estadística en los tratamientos se realizó: Prueba de Tukey al 5%.

Para factor A, B y C Prueba de DMS, e Interacciones.

Para las variables no paramétricas se realizó la Prueba de Friedman al 1% y 5 %.

Análisis del producto terminado

- El análisis para el tiempo de fermentación se realizó durante el proceso de elaboración.
- Los análisis de acidez, viscosidad, sinéresis y organolépticos se realizaron a un día de elaborado el producto y al cumplir los 15 días de elaboración.

Los análisis de sólidos totales, grasa, proteína y microbiológicos se realizaron en el producto terminado, una vez por tratamiento

Descripción del proceso de elaboración de yogur

Recepción y control de calidad de la materia prima:

La leche descremada se obtuvo de la empresa láctea Floralp de la ciudad de Ibarra, la misma que fue transportada en recipientes de aluminio hasta la unidad productiva de lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.



Análisis:

Se realizaron análisis de: densidad, grasa, acidez, cálculo de sólidos totales y pruebas organolépticas: olor, color, sabor.

Acidez



Densidad



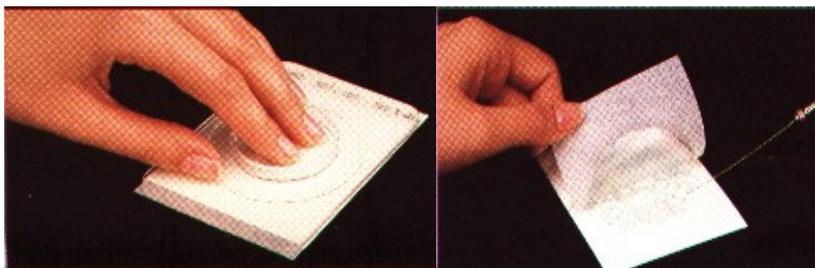
Grasa



Sólidos Totales



Pruebas microbiológicas



Filtrado

La leche antes de ser procesada fue filtrada o tamizada con el fin de eliminar impurezas.



Pesado

Se pesó la leche con el fin de obtener el valor exacto de la cantidad de materia prima que ingresa al equipo de micro filtración tangencial para al final del proceso realizar un balance de materiales del peso que entra y del que sale del equipo.



Ingreso al equipo de microfiltrado tangencial

Cuando la leche se encontraba fría, se transvasó al equipo de micro filtración tangencial en donde se concentraron los sólidos y se obtuvo una leche de concentración de 2 FRV (factor de retención volumétrica) con un porcentaje 14% de sólidos totales.



Análisis de la leche en la etapa FRV 2

Se realizaron los análisis de: sólidos totales y proteína para con estos valores comprobar que el equipo de micro filtración tangencial efectivamente realizó su función de concentrar los sólidos.

Además se realizaron análisis de: acidez, densidad, temperatura, grasa, y microbiológicos con el fin de verificar que la leche obtenida es de buena calidad, y se pesó la cantidad de leche concentrada y permeado que salió del equipo de microfiltración tangencial con el fin de realizar un balance de materiales al final del proceso.

Calentamiento

La leche concentrada FRV 2 fue sometida al proceso de elaboración de yogur por lo que se procedió a calentar hasta una temperatura de 40° C para adicionar el estabilizante.



Adición estabilizante

Para lograr una buena estabilidad en el yogur se utilizó obsigel 8-AGT al 0,2% el cual se adicionó a la leche concentrada cuando se encontraba a una temperatura de 40° C.

El estabilizante antes de ser colocado a la leche se disolvió en una pequeña cantidad de azúcar con el fin de evitar que se formen grumos en la leche.



Adición de emulsionante

Se calentó la leche a 65° C, cuando se encontraba a esa temperatura se procedió a adicionar obsiemul MGS 90 al 2% el cual antes de su adición fue preparado de la siguiente manera.

- Se pesó la cantidad de obsiemul MGS 90 a usarse.
- Se disolvió en agua previamente hervida a 65° C, en una cantidad 4 veces más de su peso.
- Se mezcló durante 15 minutos a baño de maría a 65° C cuando estuvo bien disuelto se adicionó a la leche.



Adición de grasa

La leche a 65° C y con obsiemul MGS 90 incorporado se mezcló con la cantidad de grasa calculada, se agitó bien hasta obtener una buena emulsión.



Pasteurización

La leche de concentración FRV 2 y mezclada con estabilizante, emulsionante y grasa fue sometida a pasteurización durante 10 minutos a una temperatura de 85° C; con el propósito de eliminar microorganismos que ha adquirido la leche durante el proceso antes aplicado.



Enfriamiento

Luego de la pasterización se procedió a enfriar la leche hasta una temperatura de 45° C.



Adición de fermento

Cuando la mezcla estuvo a 45° C se adicionó el fermento industrial de Yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) se agitó durante 3 minutos para luego dejar en reposo.



Incubación

La leche se dejó en la cámara de incubación a 45° C en un lapso de 3.5 horas aproximadamente o hasta que la fermentación llegó a los parámetros deseados de acidez.



Agitación y enfriamiento

La ruptura de coagulo se inició cuando se había alcanzado una acidez de 65° D, sin detener la agitación se enfrió rápidamente hasta que llegó a una temperatura de 15 – 20° C.



Envasado y almacenamiento

Se envasó el yogur en envases de polietileno de capacidad de 1 litro y se procedió a guardar en refrigeración a temperatura de 5 – 6° C.



Análisis de control de calidad

Se realizaron pruebas de control de calidad al producto terminado un día después de su elaboración y al cumplir los 15 días de la elaboración.

Los análisis realizados fueron: acidez, viscosidad, grasa, sinéresis, proteína, sólidos totales, microbiológicos: mohos, levaduras y coliformes. Todos estos análisis se realizaron con la intención de examinar si el yogur obtenido con leche concentrada por micro filtración tangencial tiene las mismas o mejores características que las de un yogur normal.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION:

Tiempo de fermentación: el mejor tratamiento es T8 (crema de leche al 3% y 0.0% de estabilizante), con una media de 4.8 horas lo que indica que con crema de leche, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye el tiempo de fermentación.

Acidez: los mejores tratamientos son: T4 (MTH al 3% u 0.0% de estabilizante), y el T8 (crema de leche al 3% y 0.0% de estabilizante), lo que indica que con un mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez.

Viscosidad: los mejores tratamientos son: T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante), y el T8 (crema de leche al 1.5% y 0.3% de estabilizante), lo que indica que la presencia de estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.

Sinéresis: el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1.5% y 0.3%), lo que indica que con crema de leche y la presencia de estabilizante evita la sinéresis.

Sólidos totales: el mejor tratamiento es el T2 (MTH al 3% y 0.3% de estabilizante), lo que indica que cuando hay mayor presencia de grasa y presencia de estabilizante aumenta el porcentaje de sólidos totales.

Rendimiento: el mejor tratamiento es el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) lo que indica que con crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante se produce mayor cantidad de producto.

Grasa: todos los tratamientos se encuentran en los rangos establecidos por la norma INEN NTE 12 que dice que el yogur tipo II debe tener un porcentaje menor al 3% y mayor al 1%, por lo que se deduce que todos los tratamientos son iguales.

Proteína: el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) ya que tiene un mayor porcentaje de proteína con un valor de 6.38g/100g, cabe resaltar que todos los demás tratamientos tienen un porcentaje de proteína muy alto a comparación con un yogur natural normal, siendo esto un punto muy importante en el producto ya que la fuente de proteína influye en la alimentación del consumidor.

Con respecto a los análisis organolépticos todos los tratamientos tuvieron la misma aceptación por el panel de degustación pero cabe resaltar:

Color: los mejores tratamientos son T8 (crema de leche al 3% y 0.00% de estabilizante), y T4 (MTH al 3% y 0.0% de estabilizante) con una media 3.6-3.7 siendo un color entre blanco intenso y blanco crema característico del yogur natural.

Olor: los mejores tratamientos son T5 (crema de leche al 1.5% y 0.3% de estabilizante) y el T1 (MTH al 1.5% y 0.3% de estabilizante) con una media de 3.6 lo que indica que tiene un olor ácido característico del yogur.

Sabor: los mejores tratamientos son T5 (crema de leche al 1.5% y 0.3% de estabilizante) y T1 (MTH al 1.5% y 0.3% de estabilizante) con una media de 3.2-3.4 lo que indica que tiene un sabor poco ácido a ácido normal.

Textura: los mejores tratamientos son T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) y T3 (MTH al 3% y 0.3% de estabilizante) con una media 3.4-4 en este caso si existió significación estadística en el transcurso de los 15 días el yogur cambió de medianamente viscoso a viscoso normal.

CONCLUSIONES

- * El yogur tipo II elaborado con leche concentrada por micro filtración tangencial, utilizando dos tipos de grasa y porcentaje de estabilizante es de muy buena calidad, ya que se obtuvo un producto con mayor porcentaje de proteína, sólidos totales, mayor viscosidad y se evitó al máximo el desuerado, por lo que se concluye que se cumple la hipótesis alternativa.

- * Luego de realizar análisis de sólidos totales y proteína en la leche concentrada se puede decir que existió un aumento de 9.29% (leche descremada) a 14,78% (leche concentrada) en sólidos totales; con respecto a proteína aumentó de 3.03 g/100 g (leche descremada) a 5.86 g/100 g (leche concentrada); por lo que se concluye que el equipo de micro filtración tangencial si desempeña su función de concentración correctamente.

- * Los tipos de grasa utilizados para la elaboración de yogur dieron excelentes resultados, ya que cada tipo influye en determinadas características del yogur, la crema de leche ayudó a disminuir el tiempo de

fermentación, produjo mayor viscosidad, disminuyó el desuerado y produjo mayor rendimiento, mientras que la grasa MTH ayudó a disminuir la acidez y aumentó el porcentaje de sólidos totales.

- * Luego de realizados los análisis de viscosidad y sinéresis se puede concluir que el uso de estabilizante ayudó a obtener una mayor consistencia en el caso de la viscosidad, evitó que exista sinéresis en el yogur, además incrementó el porcentaje de sólidos totales y aumentó el rendimiento en el producto final.

- * En el tiempo de fermentación el mejor tratamiento es el T8 (crema de leche al 3% de grasa y sin estabilizante), con una media de 4 horas, este valor se debe a que con crema de leche, un porcentaje alto de grasa y sin presencia de estabilizante ayudan a disminuir el tiempo de fermentación.

- * En la sinéresis el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) ya que es el que menos se desuera, esto indica que la crema de leche en

un porcentaje del 3% de grasa y la presencia de estabilizante evitan que exista sinéresis.

- * En la viscosidad los mejores tratamientos son el T5 (crema de leche al 1.5% y 0.3% de estabilizante) y el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) con una consistencia mayor a los demás tratamientos lo que indica que la presencia de crema de leche y estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.

- * En la acidez del yogur el mejor tratamiento son T4 (MTH con 3% de grasa y 0.0% de estabilizante), lo indica que con MTH, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez, mientras que con un menor porcentaje de grasa y presencia de estabilizante aumenta la acidez.

- * En el rendimiento con referencia al volumen inicial de la leche es de 50, 52%, es decir que el 49,48% que no se utiliza es eliminado en el permeado, el 50,52% de leche concentrada obtenida tiene un 14,48% de sólidos totales por lo que los costos de producción son bajos y

si se reutilizara el permeado bajaría aún más los costos de producción de yogur.

- * En el rendimiento con referencia al volumen de leche concentrada es de 108,65%, siendo el mejor tratamiento el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante), lo que indica que con crema de leche al 3% y con estabilizante produce mayor cantidad de producto.
- * En los análisis organolépticos se puede concluir que tuvieron buenas características en cuanto al color, olor, sabor y no existió diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, además cabe resaltar que todos tuvieron la misma aceptabilidad por parte de los degustadores por lo tanto se obtuvo un yogur natural de buena calidad, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de grasa y estabilizante no influye en las características organolépticas del yogur.
- * En cuanto a la consistencia del yogur a los 15 días de elaborado el producto si existió significación estadística, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de

grasa y estabilizante influyen en la consistencia del yogur.

- * El T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) es el mejor ya que influye en las características organolépticas, mejora el rendimiento, aumenta el porcentaje de sólidos totales, proteína, y evita la sinéresis ayudando de esta manera a mejorar las condiciones económicas del producto, debido a que este tendrá mayor aceptación por el cliente y por lo crea mayor rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- * Controlar con más frecuencia la acidez durante la fermentación para evitar que se sobrepase los ° D normales del yogur.
- * Realizar otras investigaciones aplicando microfiltración en otros tipos de productos para mayor utilización de esta nueva tecnología.
- * Probar diferentes niveles de grasa MT-H y Crema de leche en la elaboración de yogur y otros productos lácteos.
- * Utilizar el permeado en otros procesos para rebajar los costos de producción.
- * En cuanto a lo económico se recomienda el T5 (crema de leche al 3% y 0,3% de estabilizante) ya que este aumenta el porcentaje de rendimiento del producto por ende produce mayor rentabilidad, evita la sinéresis mejora las características organolépticas del producto creando de esta manera mayor aceptación del cliente, y

aumenta el porcentaje de sólidos totales siendo este un factor muy importante en la composición nutricional del yogur. Para bajar los costos de producción se recomienda el T8 (crema de leche al 3% de grasa con 0,0 de estabilizante), debido a que es el tratamiento que ocupa menos tiempo en la fermentación.

- ✳ Investigar mas acerca de nuevas tecnologías y realizar alianzas con universidades como lo que se realizó con la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad Técnica del Norte con el fin de dar nuevas oportunidades a los estudiantes y dar a conocer a las grandes empresas sobre las opciones que ofrecen las nuevas tecnologías, para de esta manera mejorar las condiciones de vida de nuestro entorno.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, CH. (1985) “Ciencia de la leche” Editorial Reverte S.A.
2. A.M.M. (1985). “Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos”. Editorial MVC.
3. BONILLA, J. (1982) “Manual didáctico sobre método analíticos para el control de calidad en leche en sus productos”. Imprenta Cosmos, Loja – Ecuador. p. 30, 31, 37, 50.
4. CHISHE, J. KOPLIS, G. (1982) “Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias “. Lengua española- Primera Edición. p. 66-70, 698-700.
5. DUBACH, J. (1980) “El ABC para quesería rural del Ecuador”. Publicado por proyecto de queserías rurales .Quito- Ecuador. p. 2.
6. FAO (1983) “Composición y propiedades de la leche” Redactado por Héctor Covacevich. Santiago Chile.
7. FRANCIS, P. RODRÍGUEZ, H. (1986) “Introducción a la lactología”.
8. [http://www.infoleche.com/fepale/fepale/capacitacion/filtracion.php\(2007\)](http://www.infoleche.com/fepale/fepale/capacitacion/filtracion.php(2007))

9. [http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm\(2007\)](http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm(2007))
)
10. [http://www.educar.org/inventos/yogur.asp\(2007\)](http://www.educar.org/inventos/yogur.asp(2007))
11. [http://www.processscientific.com/cross.htm\(2005\)](http://www.processscientific.com/cross.htm(2005))
12. [http://www.obsidian.com.ec\(2007\).](http://www.obsidian.com.ec(2007).)
13. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 6. Quito – Ecuador. p. 2.
14. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 010. Quito – Ecuador. p. 1,4.
15. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 9:2003. Quito – Ecuador. p.3.
16. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 11. Quito – Ecuador. p.2, 3.
17. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 12. Quito – Ecuador. p.3, 4.
18. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 13. Quito – Ecuador. p.1-3.

19. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 2 395:2066 Quito –Ecuador. p.1, 3.
20. LA WSON. H (1980). “Aceites y grasas alimenticias” Editorial Acribia S.A. p.61.

21. LOPEZ A. (2003). "Manual de industrias lácteas". Madrid-España 2003 Tetra Pak Processig System A.B. p. 21, 123, 125, 244, 246.
22. "Manual para el control de la calidad de la leche fresca recibida en fábricas y estaciones". Nestle - Cayambe. p.38, 52.
23. OROZCO F. (1982). Manuales para educación agropecuaria. "Elaboración de Productos lácteos". Editorial Trillas- México. p. 37, 45, 59, 60.
24. OROZCO, F. (1982). Manuales para educación agropecuaria. "Taller de leche". Editorial Trillas- México. p. 99,100.

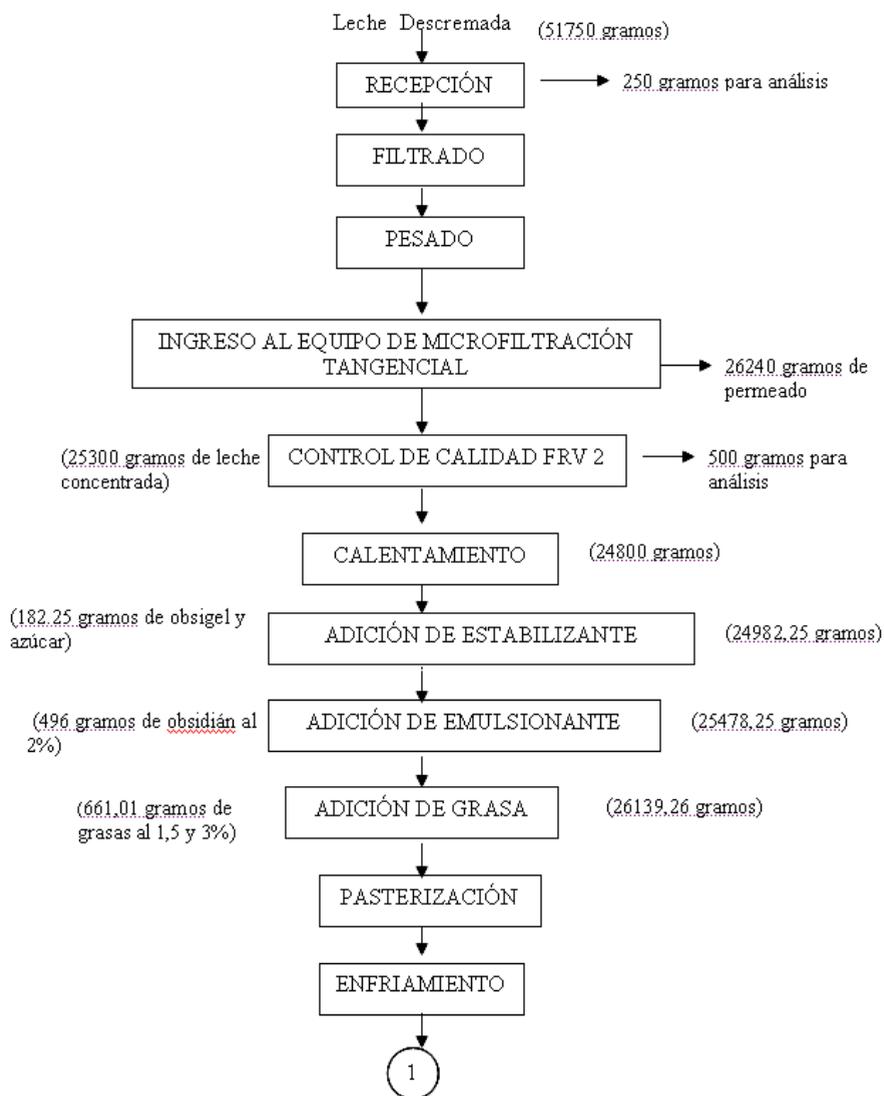
**COSTOS DE PRODUCCIÓN DE YOGUR NATURAL
TIPO II ELABORADO CON LECHE CONCENTRADA
POR MICRO FILTRACIÓN TANGENCIAL**

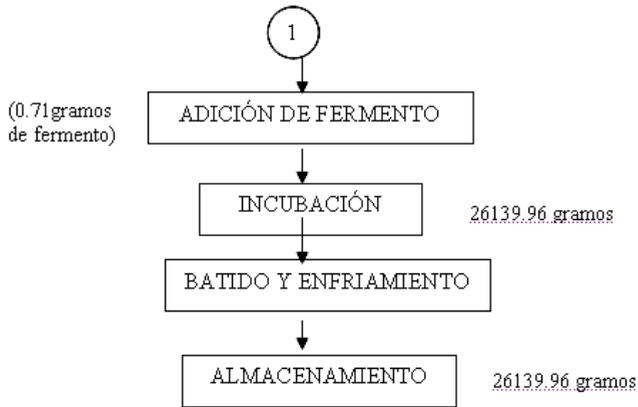
COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
Leche descremada	litros	48	0,35	16,8
Crema de leche	litros	1	0,8	0,8
Grasa vegetal MTH	kg	0,24395	0,94	0,23
Emulsionante Obsiemul MGS-90	kg	0,514	6,72	3,45408
Estabilizante Obsigel 8-AGT	kg	0,039	7	0,273
Fermento	gramos	0,8002	0,02	0,02
Azúcar	kg	0,174	0,574712	0,10
Envases plásticos		24	0,2	4,8
SUMA				26,47
COSTOS INDIRECTOS				
Energía eléctrica	kw /día	10	0,088	0,88
Agua potable	mc /día	6	0,07	0,42
SUMA				1,3
SUMA TOTAL				27,77

La inversión realizada para obtener 24 litros de yogur natural fue de \$USD 27,77 El costo por unidad de cada litro de yogur fue de \$USD 1,15 por lo que se concluye que es un precio muy rentable, ya que en el proceso de concentración de la leche en el equipo de microfiltración tangencial el 50,51% de leche

es utilizada y lo demás es eliminado en el permeado. Si se considera la utilización del permeado (40, 48%) en otros procesos los costos de producción bajarían

BALANCE DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON LECHE MICROFILTRADA TANGENCIALMENTE





RENDIMIENTO:

$\%R = \text{Peso del producto terminado} / \text{peso de la materia prima} \times 100$

$R_1 = \text{Rendimiento con referencia al volumen inicial de la leche:}$

$\%R = 26139.9655 \text{ gramos} / 51740 \text{ gramos} \times 100$

$\%R = 50.5217\%$

$R_2 = \text{Rendimiento con referencia al volumen de leche}$

concentrada:

$\%R = 26139.9655 \text{ gramos} / 24800\text{gramos} \times 100$

$\%R = 105,4\%$

