



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

TEMA:

**“ESTUDIO VISCOSIMÉTRICO DE YOGURT NATURAL CON DOS
NIVELES DE GRASA Y ESTABILIZANTE”**

AUTOR:

JOHANNA STEFANY BAQUERIZO MEJÍA

QUEVEDO- LOS RÍOS- ECUADOR

2011

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme y guiarme siempre.

A la mujer incondicional, que con su ejemplo de bondad y sencillez llamo orgullosamente MAMÁ.

A mi Sr. Padre por todo el sacrificio y apoyo, que hace posible el día de hoy cumpla uno más de mis sueños en la vida.

A mis hermanos Fanny, Adrian, Andrés y sobrinos por todo su cariño.

A mi querido esposo Roberto, por brindarme su afecto y comprensión.

A mis estimados suegros por ayudarme cuando lo he necesitado.

A mi familia política y a mis amigas que de una u otra manera me acompañaron en mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Cristhian Vallejo Torres por ayudarme con sus conocimientos cuando necesité alguna explicación eficaz durante clases y en la ejecución de esta investigación.

A la Ing. Diana Vasco Mora por la disponibilidad al solicitarle su apoyo como Presidente del Tribunal de Tesis.

Al Director de Tesis el Ing. Raúl Díaz Ocampo por guiarme en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Bolívar Montenegro que como miembro del Tribunal de Tesis también forma parte del conjunto de personas que me ayudaron a culminar con esta investigación.

A los Ing. Jaime Vera Barahona y Francisco Coello quienes en su momento contribuyeron con la respectiva revisión de tesis.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“Estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante”

TESIS DE GRADO

Presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias, como requisito previo a la obtención de título de Ingeniero en Industrias Pecuarias:

Aprobado por:

Ing. Diana Vasco Mora.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Christian Vallejo.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Bolívar Montenegro.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO- LOS RÍOS- ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Raúl Díaz Ocampo, docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que la Srta. egresada Johanna Stefany Baquerizo Mejía realizó el Proyecto de investigación “Estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Raúl Díaz Ocampo.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Todas las ideas, afirmaciones, documentación y proyecciones que constan en el presente trabajo investigativo, el mismo que se ha puesto en ejecución, son responsabilidad exclusiva de su autor.

Johanna Stefany Baquerizo Mejía.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda creciente como consecuencia del aumento de la población y el estancamiento de la producción, hacen que existan problemas de abastecimiento, principalmente de proteínas, estas pueden ser de origen animal o vegetal; de las primeras la carne bovina, porcina y aves que son las principales abastecidas, así como la leche y sus derivados, mientras que la proteína vegetal es suministrada por los granos de leguminosas y oleaginosas.

Los avances en la tecnología que se han registrado en los últimos años, han permitido a la industria en general, aprovechar las propiedades de los productos agropecuarios obteniendo de éstos su máximo beneficio, por lo que la leche no queda fuera de esta condición. Actualmente el mercado es cada vez más competitivo, segmentado y sofisticado lo que resulta sumamente interesante observar como los consumidores han desarrollado la conciencia por adquirir productos de buena calidad, que cumplan con las normas establecidas.

En las recientes épocas se ha puesto mucho interés en los efectos benéficos potenciales de las leches fermentadas sobre la salud. Las mismas se han consumido durante miles de años, históricamente se destacan no sólo por su sabor agradable y ligeramente ácido, sino también por su mayor periodo de conservación en comparación con la leche. **(BLANCO, 2006).**

En el país el consumo de leche fluida manifiesta diferencias, las cifras oficiales hablan de un consumo anual de 100 litros per cápita. La producción láctea se agrupa en el centro y norte de la Sierra con un 73% debido a las condiciones climáticas que hacen favorable la obtención de una leche de mejor calidad, seguido de la Costa con un 19% y el Oriente con el 8%. **(NÚÑEZ, M. SOTOMAYOR, J. DOMENECH, M. 2008).**

Según el Centro de Industria Láctea (CIL), en Ecuador se producen 150 000 litros diarios de yogurt. **(SALVADOR, 2007).**

Son alrededor de seis empresas las que se pueden considerar grandes en la industria láctea en Ecuador. La mayor de ellas es Nestlé, Andina, Nutrileche, Reyleche, Pasteurizadora Quito y Toni Yogurt. Entre las empresas medianas se encuentran: El Ranchito, Lácteos Tanicuchi, Ecuallac, La Finca. También se encuentra un sin número de plantas artesanales, dedicadas a la producción de quesos frescos con un volumen diario de hasta 10 mil litros. (NÚÑEZ, M. SOTOMAYOR, J. DOMENECH, M. 2008).

El yogurt es un producto preparado por medio de la acidificación de la leche. Esto se logra mediante la inoculación de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Estos microorganismos se encargan de convertir la lactosa, un azúcar de la leche, en ácido láctico. En este proceso de conversión hay producción de sustancias como ácido acético, diacetilo, diacetaldehído y otras que causan sabores y aromas reconocidos en el yogurt. (BYLUND, 1996).

El yogurt es un alimento apropiado para todas las edades por su alto valor nutricional. Entre sus bondades principales destaca su efecto beneficioso sobre nuestra flora intestinal. El yogurt contiene proteínas, fósforo, vitaminas y grasa muy digeribles. Las proteínas se encuentran en una fina floculación y pre digeridas, con liberación de aminoácidos esenciales, por lo que son más asimilables que las de la leche. Los lípidos son de fácil absorción por la homogenización, de esta manera el calcio y otros nutrientes son incorporados al organismo humano en mayor proporción. (MANTELLO, 2007).

Para la obtención de los diferentes tipos de yogurt se pueden introducir muchas modificaciones en el proceso de elaboración. Además de la forma clásica de preparación y presentación (consistencia semi-sólida o batido, natural o con frutas, etc.), que de entre otros factores dependen de los elementos antes mencionados. (BYLUND, 1996).

Las pequeñas y medianas industrias dedicadas a la elaboración de yogurt, localizadas en la zona noroeste y central de nuestro país (Carchi, Imbabura,

Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua), presentan serios problemas de consistencia en su producto final, debido a varios factores, entre ellos la falta de estudios reológicos, consecuentemente su prestigio y confiabilidad se ven afectados por ofertar productos de consistencia muy variada.

El conocimiento de las propiedades y comportamiento reológico de los alimentos son esenciales para el desarrollo de nuevos productos, en el control y optimización de las variables del proceso, así como su mejora, para el diseño y evaluación de equipos tales como bombas, tuberías, intercambiadores de calor, evaporadores, esterilizadores, y mezcladores, utilizados en el control de la calidad de los alimentos, su evaluación sensorial y la aceptabilidad de un producto por parte del consumidor. **(AMED Y RAMASWAMY, 2004)**.

La industria alimentaria se ha ocupado de investigar diferentes tipos de aditivos como los estabilizantes, con la finalidad de mejorar la consistencia del yogurt, la pectina confiere al yogurt calidad y estabilidad mediante su interacción con la caseína, la cual juega un papel muy importante en la estructura del gel; durante la fermentación, las proteínas de la leche, inicialmente moléculas anfóteras, cambian su carga total. En el pH isoelectrico (4,6) la carga total es cero. A un pH mayor, la caseína tiene carga negativa y positiva a un pH menor. En cuanto a la pectina, no anfótera, su grado de disociación es mínimo a pH 2,5 y máximo a un pH próximo a 6,5; por lo tanto, la leche presenta carga total positiva a un pH bajo, mientras que la pectina, por el contrario, se encuentra cargada negativamente. Es por ello que la pectina se absorbe en la superficie de las micelas de caseína, protegiéndolas de la precipitación y estabilizando el producto. **(BELLAVITA Y GUANANJA, 1998)**.

Con este antecedente, los derivados lácteos que se obtengan gracias a la mejor combinación de un determinado nivel de grasa con otro de estabilizante (pectina), parecen ser una alternativa eficiente para solucionar los problemas presentes en las industrias que carecen de estudios reológicos, así obtendrán productos de consistencia uniforme y mejorar su aceptabilidad en el mercado.

A. Objetivos

1. General

- Evaluar el comportamiento viscosimétrico del yogurt natural con niveles de grasa y estabilizantes (pectina).

2. Específicos

- Estudiar el efecto que producen los niveles de pectina (0.15% y 0.3%) y los niveles de grasa (0.5% y 3.0%) en la caracterización físico-química del yogurt natural.
- Evaluar el perfil sensorial (olor, textura y sabor) del yogurt, elaborado con dos niveles de grasa y dos de estabilizante (pectina).
- Efectuar el análisis económico de los tratamientos.

3. Hipótesis

- a. Uno de los niveles de grasa y pectina optimizará la caracterización físico-química del yogurt.
- b. Uno de los niveles de grasa y pectina, mejorará las propiedades organolépticas del yogurt.
- c. La obtención de yogurt natural con diferentes niveles de grasa y estabilizante permitirán obtener una mejor relación beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Reología

Al estudio físico del comportamiento mecánico de los materiales se le denomina **Reología**, que es una rama de la Física que se la define como la ciencia que estudia la deformación y flujo de la materia, (MULLER 1973).

Según RAO (1999), la Reología es la ciencia encargada de estudiar el flujo y la deformación de la materia, y su campo comprende la aplicación de una fuerza y las propiedades mecánicas de sólidos, semisólidos y líquidos, bajo varios objetivos, que comprenden: conocimiento de las materias primas, en proceso y productos terminados y principalmente, el estudio de las relaciones entre composición, estructura química y propiedades reológicas; análisis de mecanismos fisicoquímicos conducentes a modificaciones de las propiedades reológicas y evaluación instrumental de la textura de los alimentos: dureza, friabilidad, consistencia, adhesión, etc.

Según DÍAZ (2010), la Reología puede definirse como la ciencia de la deformación de la materia, que se ocupa preferentemente de la deformación de los cuerpos, pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, del flujo de los líquidos e incluso de la reducción de partículas.

Por lo tanto, el campo de la reología se extiende, desde la mecánica de los fluidos newtonianos por una parte, hasta la elasticidad de Hooke por otra. La región comprendida entre ellas corresponde a la deformación y flujo de todos los tipos de materiales pastosos y suspensiones.

B. Reología de los alimentos

Los alimentos, además de ofrecer un olor, un color y un sabor característicos, exhiben determinado comportamiento mecánico: ser duros o blandos, gomosos o quebradizos, de textura uniforme o fibrosa, etc. Unos fluyen fácilmente, otros con dificultad.

Los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre; los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión; en los niños y recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental (MULLER 1973).

Cuando un alimento se procesa, el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización.

Para expresar o estimar su comportamiento mecánico, existen dos procedimientos; uno de ellos utiliza métodos sensoriales; consiste en tocar, estrujar, morder o masticar el alimento y describir las sensaciones recogidas.

El segundo grupo de métodos de evaluación utiliza métodos físicos; el valor apreciado no depende, en este caso, del individuo que efectúa la medición, que se realiza instrumentalmente; estos métodos suelen ser considerados como "objetivos", constituyendo el campo de la reología.

La reología alimentaria es la extensión de esta disciplina a los productos alimentarios. De esta manera, White en 1970, aportó una definición de la reología restringida a los alimentos: la reología de los alimentos es el estudio de la deformación y flujo de los materiales frescos, productos

intermedios y productos finales de la industria alimentaria. El proceso de masticación e ingestión de alimentos implica someter al alimento a una serie de deformaciones y flujos con el fin de descomponer su estructura en una forma más adecuada para su ingestión y posterior digestión.

C. Viscosidad

IBARZ y BARBOSA (2000), La consistencia o viscosidad de un fluido es la propiedad que gobierna sus características de fluencia, siendo una medida de resistencia interna de flujo. El comportamiento reológico de un fluido puede describirse según las distintas ecuaciones que relacionan el esfuerzo cortante (σ), con el gradiente de velocidad o de velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$).

Cuando un fluido es ideal, la expresión que describe su comportamiento es la Ley de Newton, de la viscosidad:

$$\sigma = \eta \dot{\gamma}$$

En la que η es la constante de proporcionalidad, denominada viscosidad. A la vista de esta ecuación puede decirse que la viscosidad es el esfuerzo constante que se requiere para originar un gradiente de velocidad unidad. De ahí que la viscosidad de un fluido da lugar a la facilidad o dificultad de deformarlo o hacerlo fluir. A mayor viscosidad, mayor dificultad.

1. Efecto de la temperatura

Para estudiar el efecto que produce la temperatura sobre el comportamiento de reológico los fluidos, se utiliza una ecuación tipo Arrhenius:

$$\eta = \eta_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

Expresión en la que η° es un parámetro, R la constante de los gases, E_a la energía de activación al flujo y T la temperatura absoluta.

En el caso de los fluidos newtonianos η es la viscosidad, mientras que para los fluidos no newtonianos se utiliza el índice de consistencia, K , en el lugar de la viscosidad. Sin embargo, cuando se trata de fluidos pseudoplásticos suele usarse la viscosidad aparente η° , a una velocidad de deformación fijada. (LEVENSPIEL, 1993).

2. Efecto de la concentración

$$\eta = \eta_1 (C)^a$$

$$\eta = \eta^2 \exp (bC)$$

En las que:

C ; es el contenido de sólidos del fluido

η_1 , a y b ; son parámetros a determinar, a partir de los datos de variación de la viscosidad con la concentración, a una determinada temperatura. (LEVENSPIEL, 1993)

D. Tipos de fluidos.

IBARZ y BARBOSA (2000), manifiestan que de acuerdo al comportamiento reológico, los fluidos pueden clasificarse en:

1. Fluidos newtonianos

Son aquellos en los que la relación entre el esfuerzo de corte τ_{yx} y la velocidad de deformación dv_x/dy se mantiene constante, siendo la viscosidad η la constante de proporcionalidad.

$$\tau_{yx} = - \eta (dv_x/dy)$$

Se comportan como fluidos newtonianos los gases y la mayoría de los líquidos sencillos.

2. Fluidos no newtonianos.

Son aquellos en que; la relación entre el esfuerzo de corte y la velocidad no se mantienen constantes. La viscosidad en estos fluidos varía al modificarse el esfuerzo de corte con el tiempo de aplicación del mismo.

Los fluidos no newtonianos más comunes pueden clasificarse en:

- **Pseudoplásticos**, donde se observa que la viscosidad disminuye al aplicarse un aumento en el esfuerzo de corte. Su ecuación constitutiva es;

$$\tau_{xy} = -m \left(\frac{dv_x}{dy} \right)^{n-1} \left(\frac{dv_x}{dy} \right) \text{ con } n < 1$$

Ejemplos de este tipo de fluidos son emulsiones, asfaltos a determinadas temperaturas, polímeros.

- **Dilatantes**, la viscosidad aumenta a medida que aumenta el esfuerzo de corte aplicado. La ecuación constitutiva es;

$$\tau_{xy} = -m \left(\frac{dv_x}{dy} \right)^{n-1} \left(\frac{dv_x}{dy} \right) \text{ con } n > 1$$

- **Plásticos de Bingham**, se comportan como un sólido en condiciones estáticas requiriendo un esfuerzo mínimo (τ°) para comenzar a fluir, comportándose como newtonianos a valores superiores de este esfuerzo mínimo.

$$\tau_{xy} = \tau^\circ - \eta \left(\frac{dv_x}{dy} \right) \text{ si } \tau_{yx} > \tau^\circ$$

$$\frac{dv_x}{dy} = 0 \text{ si } \tau_{yx} > \tau^\circ$$

De acuerdo a su comportamiento respecto del tiempo de los fluidos no newtonianos pueden clasificarse en:

- **Tixotrópicos**, disminuye la viscosidad a medida que aumenta el tiempo cuando están sometidos a un esfuerzo de corte constante. Dentro de este tipo de fluidos encontramos tintas de imprenta, suspensiones arcillosas, coloides.
- **Reopécticos**, aquí la viscosidad aumenta a medida que transcurre el tiempo a velocidad de corte constante, como por ejemplo se observa en la clara del huevo, (crema batida).

E. Estabilizantes.

Los estabilizantes, son como los sólidos lácteos que tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt. Entre los estabilizantes más empleados se encuentran la gelatina, almidones, gomas vegetales y pectina, generalmente son usados en rangos de 0.1 a 0.3%. **(NORMA INEN 710. 1983).**

Los agentes estabilizadores mejoran el cuerpo y la viscosidad de los productos lácteos. Estos estabilizadores incluyen compuestos como almidón, carragenina, garrofín, goma xantana, goma guar, pectina, inulina, entre otros. **(SILVERSON, 2009).**

1. Pectina

La pectina es una sustancia de origen vegetal que tiene la propiedad de formar geles en medios ácidos y en presencia de azúcar. Por este motivo, es utilizada en la industria alimentaria en combinación con los azúcares como un agente espesante, por ejemplo en la fabricación de mermeladas y confituras. Cuando la pectina es calentada junto con el azúcar se forma una red que se endurecerá durante el enfriado. **(SINGH, 1997).**

La pectina como muchos otros polisacáridos, se hinchan muy rápidamente con agua, y por eso cuando se añaden de golpe, especialmente si se añade agua al sólido, forma agregados difíciles de disolver. Su máxima estabilidad está alrededor del pH 4. (BOTTGER, 1990).

La solución es separar las partículas cuando se mezcla el polisacárido con agua, con sistemas mecánicos o mezclándolos previamente con otro material no acuoso. Son relativamente inestables desde el punto de vista químico, especialmente a temperaturas elevadas. Su máxima estabilidad está en torno al pH 4. Pueden perder grupos metoxilo, hidrolizarse, y en medio neutro o alcalino romperse por beta-eliminación. Esto afecta muy negativamente a su viscosidad y capacidad de formación de geles (CALVO, M. 2002).

La norma ecuatoriana permite la adición de pectina a un límite máximo de 10000mg/kg (INEN-NTE-2 395. 2006).

F. Leche

La leche es uno de los alimentos más nutritivos, ya que está compuesta principalmente por agua, lactosa, materia grasa, proteínas y otros nutrientes como vitaminas y minerales. La leche proveniente de la vaca es la más importante para la dieta humana y la que tiene más aplicaciones industriales. (BADUI, 2006).

1. Grasa de la leche

Según TETRA PAK (2003), la leche y la nata son ejemplos de emulsiones de grasa en agua (o aceite en agua). La grasa de la leche está constituida por ácidos grasos (Tabla 1) que se presentan como glóbulos o gotitas dispersas en el suero de la leche. Su diámetro oscila entre 0.1 y 20

μm ($1 \mu\text{m} = 0.001\text{mm}$). El contenido de grasa en la leche está entre 3 y 3.8% y el contenido mínimo es 3.25%.

Tabla 1. Principales ácidos grasos en la leche

Ácido graso	% sobre el contenido total de ácidos grasos	Punto de fusión °C	Número de átomos			
			H	C	O	
Saturados						
Ácido butírico	3.0 - 4.5	- 7.9	8	4	2	Líquido a temperatura ambiente
Ácido caproico	1.3 - 2.2	- 1.5	12	6	2	
Ácido caprílico	0.8 - 2.5	+ 16.5	16	8	2	
Ácido cáprico	1.8 - 3.8	+ 31.4	20	10	2	Sólido a temperatura ambiente
Ácido laurico	2.0 - 5.0	+ 43.6	24	12	2	
Ácido mirístico	7.0 - 11.0	+ 53.8	28	14	2	
Ácido palmítico	25.0 - 29.0	+ 62.6	32	16	2	
Ácido esteárico	7.0 - 3.0	+ 69.3	36	18	2	
Insaturados						
Ácido oléico	30.0 - 40.0	+ 14.0	34	18	2	Líquido a temperatura ambiente
Ácido linoléico	2.0 - 3.0	- 5.0	32	18	2	
Ácido linolénico	hasta 1.0	- 5.0	30	18	2	
Ácido araquidónico	hasta 1.0	+ 49.5	32	20	2	

Fuente: Tetra Pak (2003)

G. Yogurt

1. Generalidades

A fines del siglo XIX, con el advenimiento de la industria lechera en los países occidentales, se inició el interés de los productos lácteos fermentados.

Se dio gran importancia a los fermentos y a las condiciones higiénicas de su preparación, para controlar totalmente la elaboración y obtener finalmente un producto de calidad uniforme. (JEANTET, R., ROIGNANT, M., BRULÉ, G. 2005).

El yogurt es el más popular de los productos de leches acidificadas y es el de mayor consumo alrededor del mundo. El yogurt es un producto lácteo altamente digerible con un alto valor nutritivo, que suple una gran cantidad de proteínas, excelentes fuentes de calcio, fósforo, potasio y significativas cantidades de vitaminas. (SYMMONS, 1996).

2. Clasificación del yogurt

Según TETRA PAK (2003), el yogurt puede clasificarse de acuerdo al método de elaboración, el sabor y el contenido graso en los siguientes tipos:

- El yogurt aflanado (cuajado o coagulado), es el producto en que la leche pasteurizada, es envasado inmediatamente después de la inoculación, produciéndose la coagulación en el envase.
- El yogurt batido, es el producto en el que la inoculación de la leche pasteurizada, se realiza en tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y posteriormente se envasa.
- El yogurt natural, no tiene adición alguna de saborizantes, azúcares y colorantes, permitiéndose solo estabilizantes y conservantes; el yogurt saborizado, es aquel que tiene saborizantes naturales y/o artificiales.

- En la clasificación por el contenido graso, el yogurt entero tiene un mínimo de 3% de contenido graso, el yogurt parcialmente descremado esta dentro del rango de 1.0% al 2.9% de contenido graso y el yogurt descremado tiene un contenido máximo de 1.0% de contenido graso.

3. Información nutricional del yogurt

El yogurt tiene un alto valor nutritivo (Tabla 2), porque es una fuente de calcio, magnesio y fósforo, que son los minerales más importantes para nuestros huesos, están en mayor cantidad en el yogurt que en la leche. Los microorganismos, fermentan la leche para convertirla en yogurt, además de hacerla más digestiva aumenta la cantidad de algunos minerales, disminuye la proporción de colesterol que contiene la leche antes de la fermentación. Por cada 100 g de yogurt obtenemos 180 mg de calcio, 17 de magnesio, 240 de potasio, 140 de fósforo y 3.25 de ceniza. (MENDOZA, 2007).

Tabla 2. Valor nutritivo de algunos tipos de yogurt

Compuesto (unidades/100g)	Leche		Yogurt		
	Entera	Descr.	Entera	Descrem.	De fruta
Calorías	67.50	36.0	72.0	64.0	98.0
Proteína (g)	3.50	3.30	3.90	4.50	5.00
Grasa (g)	4.20	0.13	3.40	1.60	1.25
Carbohidratos(g)	4.75	5.10	4.90	6.50	18.60

Fuente: Mantello (2007)

4. Defectos del yogurt

(NTE- INEN 710), explica que diversos requisitos (Tabla 3) deben ser cuidadosamente controlados durante el proceso de fabricación, con el objetivo de obtener un yogurt de alta calidad, con adecuado sabor,

aroma, viscosidad, consistencia, apariencia y libre de suero separado, estos defectos son:

- Elección de la leche
- Normalización de la leche
- Aditivos lácteos
- Homogenización
- Tratamiento térmico
- Preparación del cultivo

Tabla 3. Especificaciones del yogurt

YOGURT						
Requisitos	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %
Grasa	3.00		1.50	2.00		0.10
Acidez	0.60	1.50	0.60	1.50	0.60	1.50
Proteína	3.00		3.00		3.00	
Sólidos no grasos	8.10		8.00		8.10	
Alcohol etílico		0.25		0.25		0.25

Fuente: INEN 710 (1983)

5. Diagrama de producción de yogurt batido

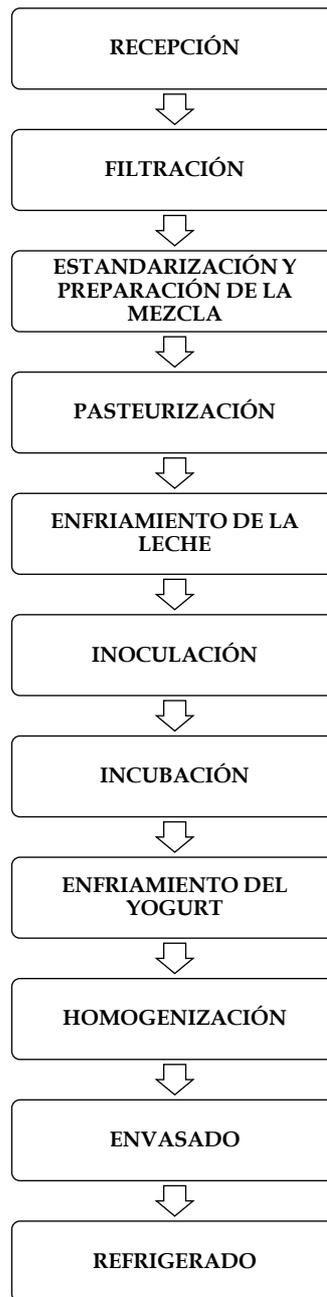


Figura 1. Diagrama de bloques para la elaboración de yogurt (TAMINE Y ROBINSON, 1993).

a. Recepción de leche cruda

Es un punto de control en donde deben realizarse verificaciones inmediatas de calidad de la leche cruda. De acuerdo a la Normativa ecuatoriana (INEN-NTE-9. 2003).

b. Filtración

La filtración o clarificación, se realizará para remover las impurezas sólidas presentes en la leche.

c. Estandarización y preparación de la mezcla

Se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega azúcar de acuerdo al tipo de producto a elaborar, y se regula el contenido de extracto seco mediante el agregado de leche en polvo, concentración por las técnicas de filtración a través de las membranas o sustracción de agua por evaporación. (TAMINE Y ROBINSON, 1993).

d. Pasteurización

Según JEANTET, et al (2005), la pasteurización tiene por finalidad la destrucción de formas vegetativas, incluyendo ciertos patógenos (Salmonella, Brucella, Listeria, etc) y la reducción de la flora banal. A continuación se detallan tres combinaciones de tiempo - temperatura:

- Baja; 62 - 65 °C/30 min
- Alta; 71 - 72 °C/15 - 40 seg
- Flash; 85 - 90 °C/1 - 2 seg

La (NORMA INEN 710), indica que se consigue resultados óptimos por medio del tratamiento térmico de la leche a 90 - 95 °C durante un tiempo de 15 minutos.

Esta combinación de tiempo/temperatura, desnaturaliza alrededor del 70 - 80% de la seroproteína, con lo que se facilita que el yogurt adquiera "cuerpo".

e. Enfriamiento de la leche

Es un punto de control porque asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo. La leche se enfría hasta una temperatura normalmente de 42 a 45 °C. **(NORMA INEN 710).**

f. Inoculación

Después de la pasteurización y concentración de sólidos, la leche se enfría a 42°C en la temperatura de incubación y siembra con el cultivo usual en la proporción del 2 al 3%. Seguidamente hay que agitarla bien. **(TETRA PAK, 2003).**

g. Incubación

En este proceso se intenta siempre conseguir una viscosidad elevada para impedir que el gel pierda suero por exudación y para que adquiera su típica consistencia. Se desarrolla de forma óptima cuando la leche permanece en un reposo total durante la fermentación por un tiempo de 2 - 4 horas ó hasta obtener una acidez de 0.65 a 0.70%. **(TAMINE Y ROBINSON, 1993).**

h. Enfriamiento del yogurt

El producto se enfría a una temperatura de 5 a 8 °C, esto detiene cualquier reducción posterior de pH, el producto se trata cuidadosamente cuando se enfría y durante el posterior envasado. **(NORMA INEN 710).**

i. Homogenización del yogurt

Este proceso se realiza para el yogurt tipo batido, con el fin de romper el gel mediante agitación suave y se le adiciona salsa de fruta, azúcar, esencias y colorante, si fuera el caso.

j. Envasado

El envasado se realiza en aparatos manuales o con maquinas como las empleadas por la leche destinada para su consumo como bebida aunque en menor volumen.

k. Almacenado o refrigerado

La temperatura de refrigeración debe ser de 5 a 6 °C, la temperatura la cual se desarrolla principalmente el aroma. El yogurt puede ser expandido a las 10 a 12 horas de almacenamiento a estas temperaturas. (TETRA PAK, 2003).

6. Caracterización del yogurt

Según la **NORMA NSO (2003)**, se escriben las siguientes características sensoriales que son:

- **Sabor.** El yogurt tendrá el sabor característico para cada forma de presentación y estará libre de sabor excesivamente ácido por sobre maduración, sabor amargo o cualquier sabor extraño.
- **Olor.** El producto deberá tener olor característico por cada forma de presentación y estará libre de cualquier olor extraño.
- **Color.** El yogurt natural deberá tener color blanco o ligeramente amarillento; los otros productos deberán tener color característico por cada forma de presentación.
- **Aspecto.** El yogurt en cualquiera de sus formas de presentación, deberá tener aspecto de coágulo uniforme, libre de grumos y/o burbujas y estará libre de suero separado. El producto con fruta deberá tener aspecto característico con la fruta uniformemente distribuida.

H. Análisis económico.

Según BEGG (2006), al responder que, como y para quien que se va a producir, el análisis económico explica cómo se reparten los recursos escasos entre los usos rivales para los que se demandan. Aunque el análisis económico se ocupa de la conducta humana, decimos que es una ciencia, por el método de análisis que emplea, no por el tema del que trata. Los economistas desarrollan teorías de la conducta del hombre y las contrastan con los hechos. Un buen análisis económico tiene, además, algo de arte. La única manera de que los economistas puedan centrar su análisis en las cuestiones en las que se deban centrarlo es comprender cómo se comportan realmente los individuos desde el punto de vista a su contribución a la economía nacional, a través de ingresos de divisas, de sustitución de importaciones, de utilización de los insumos nacionales (materias primas, mano de obra, tecnología, etc.)

Por otra parte CRAMER (1990), expresa que el análisis económico es un método de razonamiento que compara los beneficios (el ingreso o algún otro producto deseable), que resulta de una acción contra los sacrificios, (costos) de esta acción.

1. Beneficios

MANKIWI (2008), manifiesta que la cantidad que se recibe por la venta de la producción se denomina *ingreso total*. La cantidad que paga por la compra de los factores de producción, se llama *costo total*. El beneficio es el ingreso total de la empresa menos su costo total, es decir:

$$\text{Beneficio} = \text{Ingreso total} - \text{Costo total}$$

2. Costos

Para SCHILLER (2003), una función de producción nos dice cuánto podría producir una empresa. El nivel deseado de producción depende

de los precios y de los costos. Un empresario podría querer producir a pleno rendimiento, si las perspectivas de obtener beneficio fueran suficientemente buenas. En cambio podría producir nada si los costos fueran superiores a los ingresos generados por las ventas. El nivel de producción más deseable es el que maximiza el beneficio total, es decir, la diferencia entre el ingreso total y los costos totales.

a. **Distribución de costos**

SCHILLER (2003), expresa que la estructura del costo total, se distingue con la siguiente clasificación:

1. **Costos variables**

Son aquellos que varían cuando se altera el nivel de producción, por ejemplo; los costos del trabajo y los de materia prima, etc., estos elementos varían en proporción directa a los cambios en base a la actividad. El costo unitario permanece constante.

2. **Costos fijos**

Los costos fijos son aquellos que no varían con relación al volumen de producción, el total permanece constante en un nivel relevante de producción, mientras que el costo unitario varía con la producción.

TERRANOVA (1995), expresa que los costos y beneficios pueden ser directos o indirectos, los directos se originan por la acción específica de invertir y son la cuantificación directa de los insumos y productos utilizados en el proyecto. Los indirectos son los que se originan por la acción específica de invertir sobre terceras personas, bienes o servicios.

3. Ingresos

Para **MOCHÓN (2001)**, el ingreso total es la cantidad pagada por los compradores y percibidas por los vendedores de un bien, se calcula multiplicando el precio por la cantidad vendida. Definiéndose como un concepto bruto; en cambio, la utilidad es la cantidad neta o resultante. Por otra parte si los ingresos exceden a los gastos, el proceso productivo ofrece utilidad y si los gastos son superiores a los ingresos se obtienen pérdidas.

4. Aspectos de la relación beneficio/costo (B/C)

De acuerdo a lo expresado por **MURCIA (1995)**, la relación beneficio/costo es una medida adecuada para comparar el resultado económico o la ventaja económica comparativa entre algunas alternativas productivas que selecciona aquellas que le permiten tener mayores ganancias. En conclusión nos permite conocer el nivel de eficiencia de las inversiones.

5. Determinación de la rentabilidad.

BEGG (2006), opina que la rentabilidad, es una medida de la cantidad de dinero que produce una inversión o una actividad. La rentabilidad es un indicador que detalla el o los valores (porcentajes), que se logran como ganancias por cada unidad monetaria invertida.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. Localización y duración del experimento.

La presente investigación se llevó a cabo en el Taller de Lácteos de la Facultad de Ciencias Pecuarias el mismo que está localizado en el km. 7 ½ de la Vía Quevedo - Mocache, provincia de Los Ríos, la ubicación geográfica es de 1° 6 2.30" de latitud sur 79° 29 30" de latitud oeste y a una altitud de 120 msnm, entre los meses de julio a septiembre del 2011.

B. Materiales para la elaboración de yogurt.

1. Materiales y equipos

- Cocina industrial
- Cilindro de gas
- Incubadora
- Descremadora
- Cuarto frío
- Ollas
- Balanza analítica
- Termómetro
- Pipeta
- Homogeneizador
- Materiales de protección personal (mandil, botas, cofias, mascarilla, guantes etc).

2. Materia prima

- Leche de vaca

3. Insumos

- Estabilizante (Pectina Cítrica, Rapid Set, 150, Cargill France SAS)
- Cultivo lácteo (Hansen YC - 180)
- Envases

4. Instalaciones

- Taller de Lácteos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Laboratorio de bromatología.

C. Análisis físico-químicos.

1. Materiales y equipos

- Vaso de precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Matraz Kjeldahl
- Bureta
- Soporte
- Pipetas
- Desecador
- Mufla
- Centrifuga Gerber
- Balanza analítica
- Estufa
- Viscosímetro
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Termolacto-densímetro
- Desecador con silicagel
- Cámara de extracción de gases

2. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución ácido bórico
- Agua destilada
- Indicador Kjeldahl
- Solución de hidróxido de sodio al 40%

- Fenolftaleína de sodio
- Fenolftaleína alcohólica al 1N%
- Alcohol amílico

D. Metodología empleada

1. Factores y niveles estudiados

Tabla 4. El detalle de los factores y niveles evaluados se presentan a continuación.

FACTORES	NIVELES
Grasa en la leche(A)	a ₁ descremada 0.5 % de grasa a ₂ entera 3.0 % de grasa
Estabilizante (B)	b ₁ pectina 0.15 % b ₂ pectina 0.3 %

2. Tratamientos

Tabla 5. Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Descripción	Clave
T1	a ₁ b ₁ = Leche entera 3.0 % de grasa por 0.15% de pectina	01
T2	a ₁ b ₂ = Leche entera 3.0 % de grasa por 0.3 % de pectina	02
T3	a ₂ b ₁ = Leche descremada 0.5% de grasa por 0.15% de pectina	11
T4	a ₂ b ₂ = Leche descremada 0.5% de grasa por 0.3% de pectina	12
T5	T ₀ 1 = Leche entera 3.0 % de grasa	T ₀ 1
T6	T ₀ 2 = Leche descremada 0.5% de grasa	T ₀ 2

a. Esquema del experimento

Tabla 6. Detalles del esquema del experimento de la investigación

Tratamiento	TEU*	Rept.	Total
T1	2 Lt	4	8
T2	2 Lt	4	8
T3	2 Lt	4	8
T4	2 Lt	4	8
T5	2 Lt	4	8
T6	2 Lt	4	8
Total			48 Lt

TEU*: Tamaño de la unidad experimental

3. Diseño experimental

El ensayo se encontró dispuesto dentro de un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial $2 \times 2 + 2$. El primer factor (A) correspondió a dos niveles de grasa (0.5% y 3.0%), el segundo factor (B) con dos niveles de estabilizante (0.15% y 0.3%), más 2 Testigos, con 4 repeticiones por cada tratamiento, dando un total de 24 unidades experimentales.

Tabla 7. Análisis de Variancia (ADEVA) de las diferencias para las variables del análisis proximal del estudio.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)
Tratamientos	$a \times b + 2 - 1$ 5
Tipos de leche	$a - 1$ 1
Estabilizante	$b - 1$ 1
A x B	$(a - 1)(b - 1)$ 1
Testigo 1 vs todos	1/
Testigo 2 vs todos	1/
Error experimental	$(a \times b + 2)(r - 1)$ 18
Total	$[(a \times b + 2) r] - 1$ 23

1/ Comparaciones mediante coeficientes ortogonales.

a. Modelo matemático

Las fuentes de variación para esta investigación se efectuaron mediante el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + (A \times \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = El total de una observación

μ = Valor de la media general de la población.

A_i = Efecto de los niveles del factor (A) grasa de la leche

β_j = Efecto de los niveles del factor (B) estabilizante (pectina)

$(A \times \beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los niveles de los factores A*B

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio (error experimental).

b. Prueba de rangos múltiples

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleo la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad.

4. Diagrama de proceso del yogurt

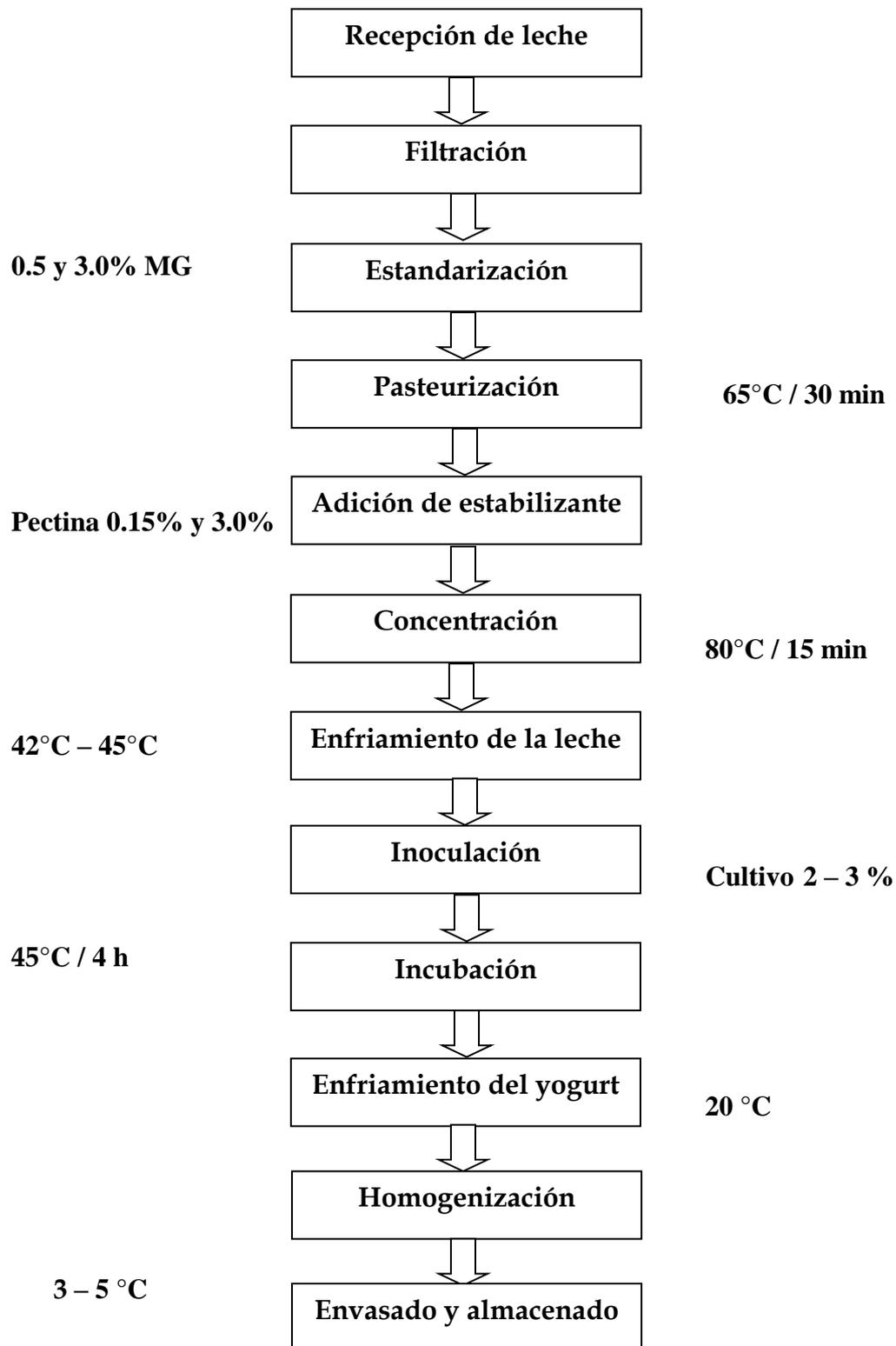


Figura 2. Diagrama de proceso del yogurt evaluado

5. Procedimiento experimental

Esta investigación fue desarrollada aplicando las buenas prácticas de manufactura que se requirieron para la adecuada elaboración del producto; actividades que se detallan a continuación:

a. Recepción de materia prima

Cuando se recibió la materia prima (leche), se realizó el análisis visual para verificar que se encuentre libre de sustancias extrañas.

b. Filtración

Empleando un lienzo se filtró la leche para separar partículas gruesas de su contenido.

c. Estandarización de materia prima

La normalización o estandarización consiste en regular el contenido de grasa, la leche se normalizó mediante el descremado al 3 y 0.5 % de contenido graso.

d. Pasteurización

La leche se trató térmicamente antes de proceder a la incubación de los cultivos lácteos, con la finalidad de eliminar todos los agentes patógenos presentes en la misma, además se mejoran las propiedades de la leche como sustrato para las bacterias del cultivo industrial. En esta investigación la pasteurización fue a una temperatura de 65°C por 30 min.

e. Adición de estabilizante

La pectina se agregó a la leche después de la pasteurización porque esta se activa a partir de los 70 °C.

f. Concentración

Se realizó a 80°C/15 min con la finalidad de mejorar la consistencia del producto final.

g. Enfriamiento de la leche

La leche se enfrió después de ser pasteurizada, con agua fría hasta que alcance la temperatura de incubación, que fue de 42°C.

h. Incubación

En este caso fue incubación directa con cultivo liofilizado, tomando en cuenta todas normas de higiene que requiere este proceso minimizando el riesgo de contaminación. El período en este proceso fue de 3.5 horas manteniendo la temperatura constante de 42°C dentro de la incubadora.

i. Enfriamiento del yogurt

Después de retirar el yogurt de la incubadora, se enfrió por segunda ocasión, aquí se requiere mayor tiempo ya que el yogurt tiene viscosidad más alta que la leche, consecuentemente tardó más hasta alcanzar la temperatura óptima para el batido que fue de 20 °C. Para ello fue almacenado en el cuarto frío hasta que estuvo listo.

j. Batido

Se realizó manualmente con un homogeneizador, en forma constante.

k. Envasado

El producto final se llenó manualmente en envases de plástico.

l. Almacenado

El producto se refrigeró a una temperatura de 3 °C.

E. Variables Evaluadas

1. Análisis físico - químicos.

a. Densidad

Se midieron 100 ml de muestra en una bureta a una temperatura de 20 °C, luego se peso este contenido en otro recipiente, se registró el resultado y se calculó la densidad mediante la fórmula:

$$\delta = \frac{m}{v}$$

δ = densidad

m = masa

v = volumen

b. pH

Para la determinación de pH se tomaron 10 ml de muestra, se estandarizó el pH-meter (Metrohm 744 pH meter) y se procedió a registrar los resultados.

c. Acidez

Para determinar la acidez, se tomaron 10 ml de muestra, se lleno el butirómetro de hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración de 0,01 N, se le agregó 1 ml de indicador (fenolftaleína al 2 %), se tituló gota a gota hasta que cambie de coloración, se registró el volumen consumido que luego se expresó en °D.

d. Sólidos Solubles

Para determinar el contenido de sólidos solubles en el yogurt, se empleó un refractómetro de rango 0 a 99 % (Atago Digital Thermometer). Los valores se expresaron en °Brix.

e. Sinéresis

Se tomó 10 ml de muestra de yogurt en un tubo de ensayo y luego se centrifugó a 1200 rpm/10 min, posteriormente se midió el suero liberado, los resultados se expresaron en porcentaje volumétrico, en mililitros de suero por mililitros de yogurt.

2. Ensayo reológico.

a. Viscosidad

Para evaluar esta variable se dispuso de un viscosímetro (Brookfield Engineering Laboratories Inc., Stoughton, Mass. E.U.A.). Se midió la viscosidad a todos los tratamientos con sus repeticiones a una temperatura ambiente (22°C), se tomaron 100 ml de muestra con aguja N° 60, velocidad de corte de 60 rpm, los resultados se expresaron en centipoise (cP).

3. Evaluación sensorial.

a. Análisis organolépticos

- Sabor
- Olor
- Textura

Para la determinación de las características organolépticas (Olor, sabor y textura), se realizó la evaluación sensorial mediante un análisis estadístico (ADEVA).

Tabla 8. Escala de intensidad del perfil sensorial para el yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

<i>OLOR</i>	<i>SABOR</i>	<i>TEXTURA</i>
ÁCIDO	ÁCIDO	BABOSA
YOGURT	YOGURT	ESPESA
		GRUMOSA

La escala definida en las sesiones fue la siguiente:

- 0 = Nada
- 1 = Casi nada
- 2 = Algo
- 3 = Ligeramente
- 4 = Normal
- 5 = Bastante
- 6 = Demasiado
- 7 = Extremadamente

Para la evaluación sensorial no se entrenó a los panelistas pero se realizó una previa explicación acerca de las generalidades de la evaluación organoléptica y se codificó las muestras empleando 12 códigos: **3500, 9512, 5438, 5683, 0772, 9477, 5923, 5961, 9235, 4158, 3284, 7547**, tomados de la pág. 353 (MEILGAARD, 1999).

Las muestras fueron presentadas en envases de plástico con tapa y marcadas con el código, además se brindó agua fresca para enjuagar la boca después de la catación de cada muestra, con la finalidad de eliminar el sabor del producto anterior.

4. Análisis económico

- **Ingreso bruto**

El ingreso bruto se lo obtuvo considerando el ingreso por concepto de la venta del yogurt originado de cada tratamiento.

$$IB = Y \times PY$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

Y = Producto

PY = Precio del producto

- **Costos totales de los tratamientos**

Se obtuvieron mediante la suma de los costos variables (materia prima, pectina, envases, mano de obra, gas, electricidad, depreciación de equipos y materiales, etc.) y los costos fijos (transporte, comercialización)

$$CT = CV + CF$$

Donde:

CT = Costos total

CV = Costos variable

CF = Costos fijo

- **Beneficio neto de los tratamientos**

El beneficio neto fue la diferencia entre el ingreso bruto, y los costos totales de cada tratamiento y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

- **Relación beneficio / costo (dólares americanos)**

Esta relación se obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento para los costos totales de dicho tratamiento.

$$R (B/C) = \frac{BN}{CT}$$

Donde:

R (B/C) = Relación beneficio/costo

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

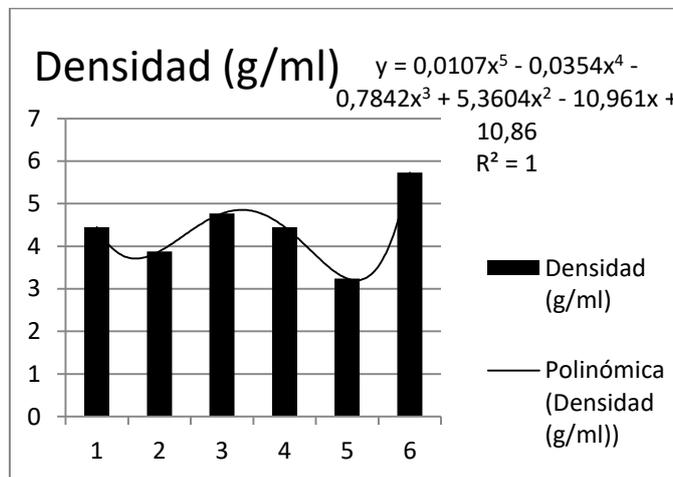
IV. RESULTADOS

A. Análisis físico - químicos

1. Densidad

Los resultados emitidos por el análisis de variancia según la prueba de "F", indicaron alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,15%. Los valores de la densidad se muestran en el Cuadro 1. Los tratamientos To2 y a2b1, alcanzaron los mayores promedios con 5.73 y 4.77 respectivamente. Siendo estadísticamente iguales los tratamientos a1b1 y a2b2, mientras que los tratamientos con menor valor fueron a1b2 y To2 y estadísticamente iguales según la prueba de Tukey, con calificaciones de 3.88 y 3.24 g/ml de yogurt.

Figura 3. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de densidad.



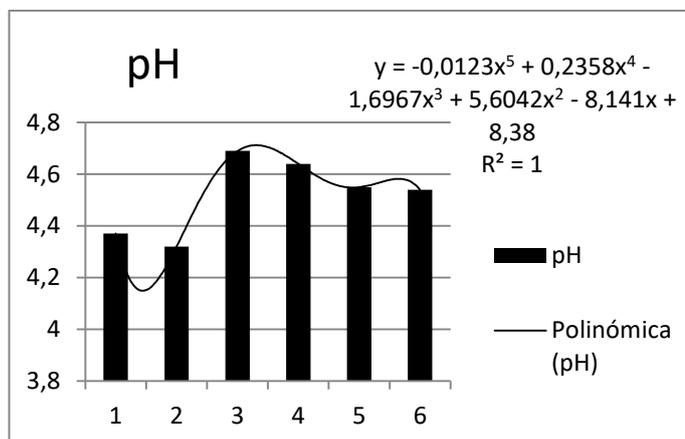
2. pH.

Según el análisis de variancia se alcanzó alta significancia para los tratamientos, presentando un bajo coeficiente de variación de 1.21%.

Los promedios de pH, se muestran en el Cuadro 1, donde el potencial de hidrógeno para el tratamiento a2b1 se presentó con

incremento 4.69, los tratamientos a1b1, a2b2, To1, To2 obtuvieron promedios entre 4.64 y 4.37. Siendo el tratamiento a1b2 el de menor pH con un valor de 4.32.

Figura 4. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de ph.

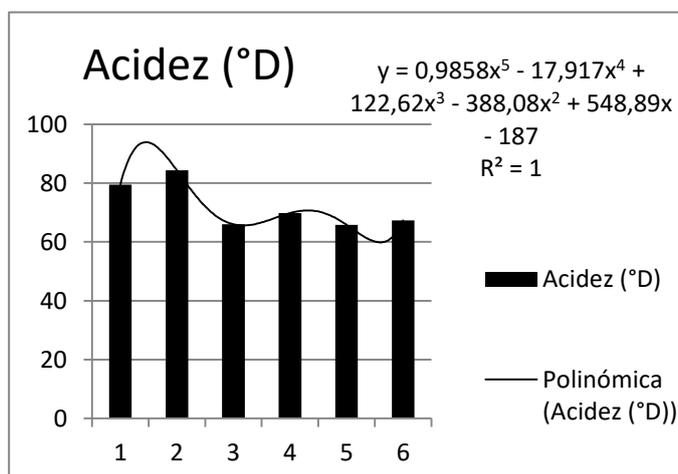


3. Acidez

Conforme lo indica el respectivo análisis de variancia se presentó alta significancia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo el coeficiente de variación de 9.63%.

En el Cuadro 1, se detallan los promedios de acidez en el yogurt. El mayor índice lo mostró el tratamiento a1b2 con promedio de 84.3 °D, sin diferir estadísticamente los tratamientos a1b1 y a2b2, los tratamientos que presentaron los menores índices de acidez fueron a2b1, To1 y To2 con promedios de 67.3, 66.0 y 65.8°D.

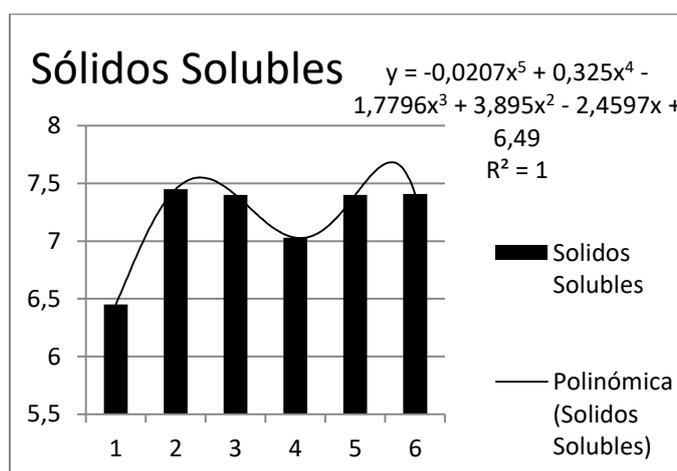
Figura 5. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de acidez.



4. Sólidos Solubles

El Cuadro 1, detalla los promedios de sólidos solubles expresados en °Brix, registrados a los dos días de elaborado el yogurt. El tratamiento a1b2 obtuvo el mayor contenido 7.45 °B. Los tratamientos a2b1, a2b2, To1 y To2, obtuvieron valores entre promedios entre 7.41 y 7.03 °B. En tanto que el tratamiento a1b1 registró el menor promedio 6.45 °B. Acorde a la deducción del análisis de variancia, los tratamientos presentaron alta significancia estadística, obteniéndose 3.11% como coeficiente de variación.

Figura 6. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de sólidos solubles.

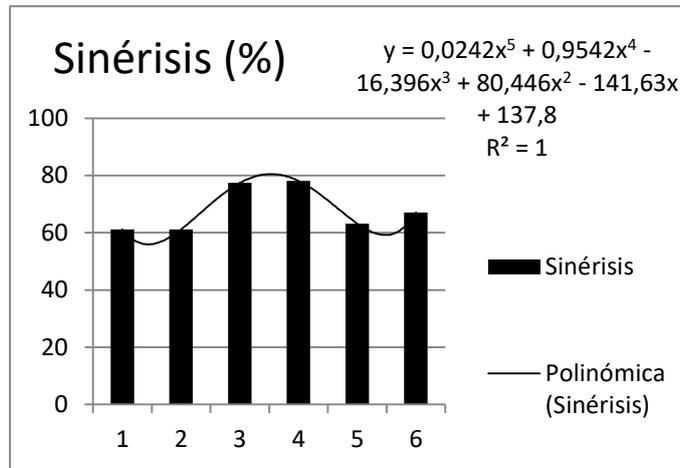


5. Sinérisis

El análisis de variancia presentó alta significancia estadística entre los tratamientos, obteniendo un coeficiente de variación de 0,25%.

Los resultados correspondientes a los promedios de sinérisis expresados en porcentaje se presentan en el Cuadro 1. Se observó que el tratamiento a2b2 registró el mayor porcentaje de sinérisis con 78.1%, siendo estadísticamente iguales al tratamiento a2b1, y diferente a los tratamientos To(1) y To(2). Los de menor porcentaje de sinérisis fueron a1b1 y a1b2 con promedios iguales de 61.2%.

Figura 7. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de sinérisis.



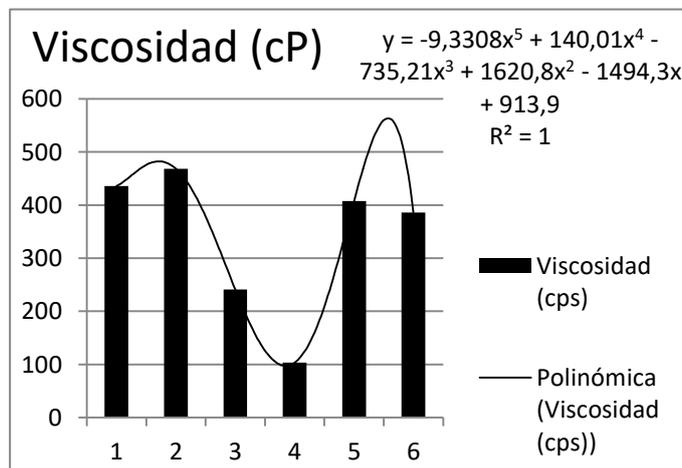
B. Ensayo Reológico

1. Viscosidad

De acuerdo al respectivo análisis de variancia, los tratamientos mostraron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación para estos promedios de 0.39%.

El Cuadro 1, indica los promedios de viscosidad (cP), en donde el tratamiento a1b2 sobresalió en viscosidad, al obtener un promedio de 468.38 (cP), mientras que los tratamientos a1b1, To(1), To(2), a2b1 difieren estadísticamente con promedios entre 435.85 y 240.90 (cP), siendo el tratamiento a2b2 el de menor viscosidad con 103.60 (cP).

Figura 8. Regresión polinómica entre los tratamientos y el contenido de viscosidad.



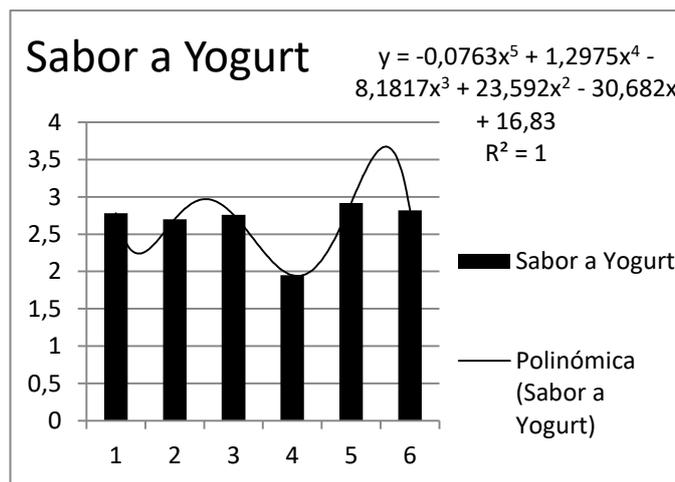
C. Evaluación Sensorial

1. Sabor a Yogurt

Según el análisis de variancia, no se presentó significancia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo el coeficiente de variación de 24.83%.

Los promedios de sabor a yogurt, se muestran en el Cuadro 1, sin presentar diferencia estadística pero sí numérica. Sin embargo el tratamiento con mayor valor lo obtuvo To(1) con un promedio 2.92, el resto tuvo calificaciones entre 1.95 y 2.82.

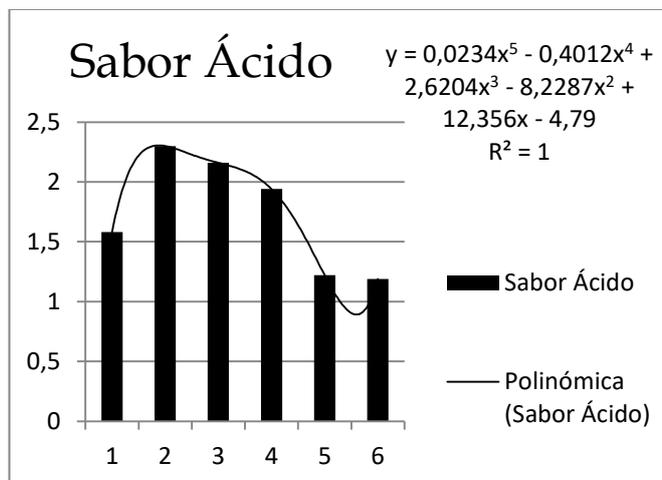
Figura 9. Regresión polinómica entre los tratamientos y el sabor a yogurt.



2. Sabor Ácido

Los resultados emitidos según el análisis de variancia, indicaron alta significativa estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 23.83%. Los valores de sabor ácido en el yogurt, se muestran en el Cuadro 1. En esta oportunidad se muestra al tratamiento a1b2 con el mayor promedio 2.30. Los tratamientos a1b1, a2b1 a2b2 y To(1) tuvieron calificaciones que oscilan entre 2.16 y 1.22. Siendo el de menor sabor ácido el tratamiento To(2) con de 1.19.

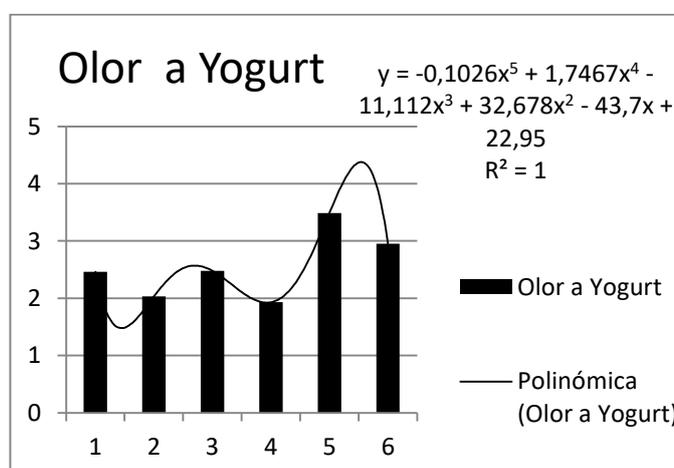
Figura 10. Regresión polinómica entre los tratamientos y el sabor a yogurt.



3. Olor a Yogurt

Conforme lo indica el análisis de Variancia los tratamientos presentaron diferencia estadísticamente significativa. Siendo el coeficiente de variación 24.07%. Los promedios de los análisis organolépticos, correspondiente a la característica olor a yogurt, se muestran en el Cuadro 1. El tratamiento con mayor promedio fue el testigo uno To(1), con un valor de 3.49, mostrando igualdad estadística los siguientes tratamientos: To(2), a2b1, a1b1 con promedios de 2.95, 2.48 y 2.46 respectivamente, siendo los de menor valor los tratamientos a1b2 y a2b2 con promedios de 2.03 y 1.93.

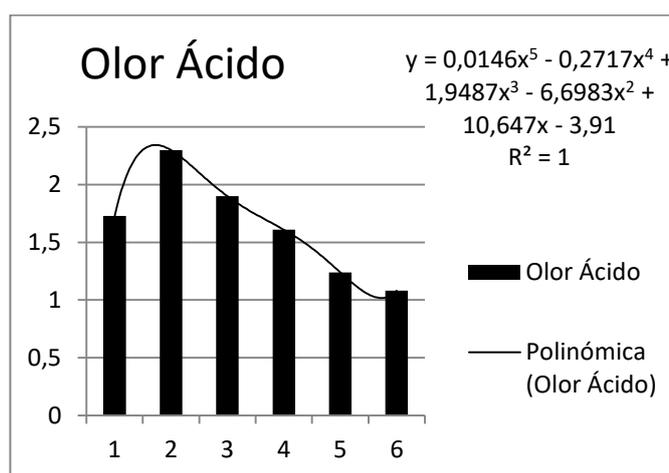
Figura 11. Regresión polinómica entre los tratamientos y el olor a yogurt.



4. Olor Ácido

De acuerdo a los resultados emitidos por el análisis de variancia no se obtuvo significancia estadística para los tratamientos, siendo el coeficiente de variación 35.75%. Los promedios de olor ácido se muestran en el Cuadro 1, observándose que el mayor índice de esta característica lo presenta el tratamiento a1b2 con valor de 2.33, siendo estadísticamente iguales los tratamientos a1b1, a2b1 y a2b2 con valores de 1.90, 1.73 y 1.61, los que presentaron el menor olor ácido fueron los tratamientos To(1) y To(2) con promedios de 1.24 y 1.08.

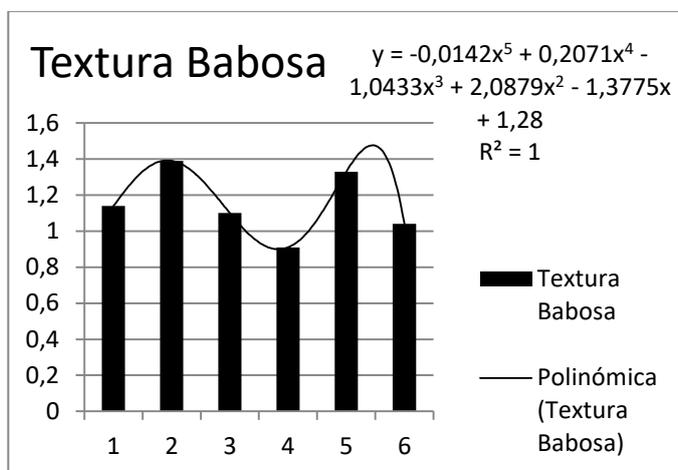
Figura 12. Regresión polinómica entre los tratamientos y el olor ácido.



5. Textura Babosa

Los tratamientos no difirieron estadísticamente, resultando el coeficiente de variación 31.35%. De acuerdo a los promedios de textura babosa establecidos en el Cuadro 1. El tratamiento a1b2, obtuvo la mayor calificación 1.39, mientras que el resto de tratamientos obtuvieron promedios entre 1.33 y 0.91.

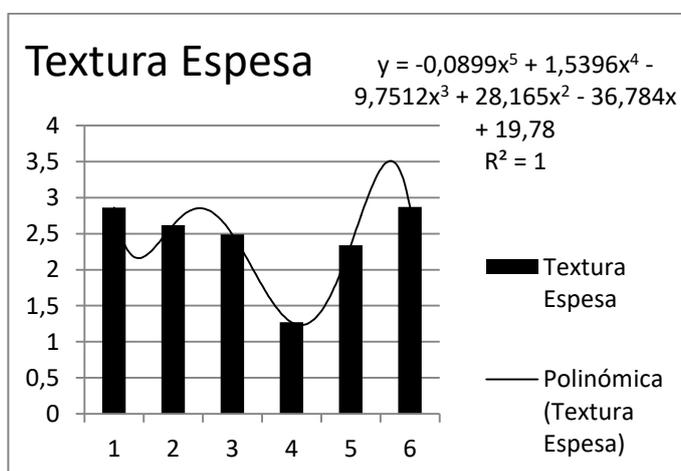
Figura 13. Regresión polinómica entre los tratamientos y la textura babosa.



6. Textura Espesa

El análisis de Variancia presento diferencia estadísticamente significativa para los tratamientos, siendo el coeficiente de variación 29.34%. Entre todos los tratamientos de yogurt evaluados, el Cuadro 1, detalla los promedios de la textura espesa, registrando el tratamiento To(2) la mayor calificación para esta característica con un promedio de 2.87, siendo estadísticamente iguales los tratamientos a1b1, a1b2, a2b1 y To(1) con promedios entre 2.86 y 2.34, superiores estadísticamente al tratamiento a2b2 que obtuvo promedio de 1.27 siendo este el de textura espesa más baja.

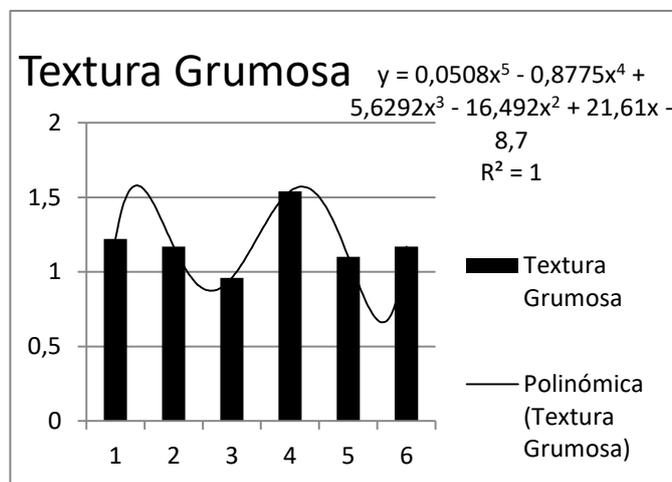
Figura 14. Regresión polinómica entre los tratamientos y la textura espesa.



7. Textura Grumosa

Conforme expresa el resultado del análisis de variancia se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 14.55%. Las calificaciones que refleja el Cuadro 1, muestran los promedios de textura grumosa. El mayor promedio se presentó en el tratamiento a2b2, con un valor de 1.54, mientras que el resto son estadísticamente iguales, con calificaciones entre 1.17 y 0.96.

Figura 15. Regresión polinómica entre los tratamientos y la textura grumosa.



Cuadro 1. Comparación de las variables evaluadas en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante (pectina).

VARIABLES	TRATAMIENTOS						PROMEDIO	C.V	TUCKEY (p<0,05)
	a1b1	a1b2	a2b1	a2b2	To(1)	To(2)			
Densidad (g/ml) ^{1/}	4,45 abc *	3,88 bc *	4,77 ab *	4,45 abc *	3,24 bc *	5,73 a *	4,42	0,15	1,48
pH	4,37 e	4,32 e	4,69 a	4,64 ab	4,55 abc	4,54 bcd	4,52	1,21	0,14
Acidez (°D)	79,5 ab	84,3 a	66,0 b	69,8 ab	65,8 b	67,3 b	72,1	9,63	15,58
Sólidos Solubles (°B)	6,45 f	7,45 a	7,40 abc	7,03 abcde	7,40 abcd	7,41 ab	7,19	3,11	0,49
Sinérisis (%)	61,2 d	61,2 d	77,4 ab	78,1 a	63,2 cd	67,1 c	68,03	0,25	0,40
Viscosidad (Cps)	435,85 b	468,38 a	240,90 e	103,60 f	407,75 c	389,00 d	340,41	0,39	2,96

* Para analizar estos resultados se tomó los dos últimos decimales, por lo tanto anteponer 1.0 antes de cada valor

EVALUACIÓN SENSORIAL

Sabor a Yogurt	2,78 a	2,70 a	2,76 a	1,95 a	2,92 a	2,82 a	2,65	24,83	1,48
Sabor Ácido	1,58 abc	2,30 a	2,16 ab	1,94 abc	1,22 bc	1,19 c	1,73	23,83	0,94
Olor a Yogurt	2,46 ab	2,03 b	2,48 ab	1,93 b	3,49 a	2,95 ab	2,56	24,07	1,34
Olor Ácido	1,73 ab	2,33 a	1,90 ab	1,61 ab	1,24 b	1,08 b	1,65	35,75	1,03
Textura Babosa	1,14 a	1,39 a	1,10 a	0,91 a	1,33 a	1,04 a	1,15	31,35	0,80
Textura Espesa	2,86 abc	2,62 abc	2,49 abc	1,27 c	2,34 abc	2,87 a	2,41	29,34	1,57
Textura Grumosa ^{1/}	1,12 b	1,17 b	0,96 b	1,54 a	1,10 b	1,17 b	1,17	14,55	0,35

Promedios con las mismas letras son estadísticamente iguales entre sí, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

^{1/}Para el análisis de variancia se efectuó la transformación de datos $\sqrt{X+0,25}$ para disminuir el coeficiente de variación.

MEILGAARD (1999). Escala (0 - 7), empleada para la determinación de análisis organolépticos donde; (0 = nada, 1 = casi nada, 2 = algo, 3 = ligeramente, 4 = normal, 5 = bastante, 6 = demasiado, 7 = extremadamente).

D. Análisis Económico

En el cuadro 2, se muestra el análisis económico de los tratamientos evaluados. Los costos directos más elevados los presentó el tratamiento a1b2 y a2b2, (1.19 USD), mientras que los menores costos totales los mostró el tratamiento To(1) y To2 (1.17 USD). Refiriéndonos a los valores mayores de ingreso bruto, estos se presentaron en los tratamientos a2b1, a2b2 y To(2) con 2.00 USD, mientras que el mayor beneficio neto lo registró el tratamiento To(2) con 0.83 USD, consecuentemente obtuvo la mayor Relación Beneficio Costo.

Cuadro 2. Análisis económico de cada litro que se efectuó en la elaboración del yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

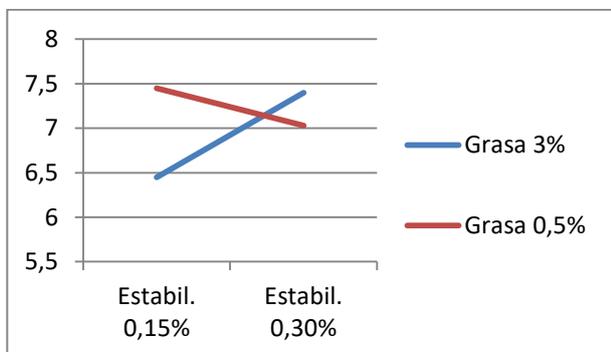
TRATAMIENTOS	Ingreso Bruto	Costo Directos	Costo Total	BN	Relación B/C
a1b1	1.75	1.03	1.24	0.51	0.41
a1b2	1.75	1.19	1.32	0.43	0.32
a2b1	2.00	1.03	1.24	0.76	0.61
a2b2	2.00	1.19	1.32	0.68	0.51
To(1)	1.75	0.97	1.17	0.58	0.49
To(2)	2.00	0.97	1.17	0.83	0.70

E. Interacciones (grasa y estabilizante)

1. Sólidos Solubles

El análisis de variancia, la interacción se presentó por dirección de la respuesta, con diferencia altamente significativa para esta variable al compararse el resultado de los factores en estudio grasa de la leche y estabilizante (pectina).

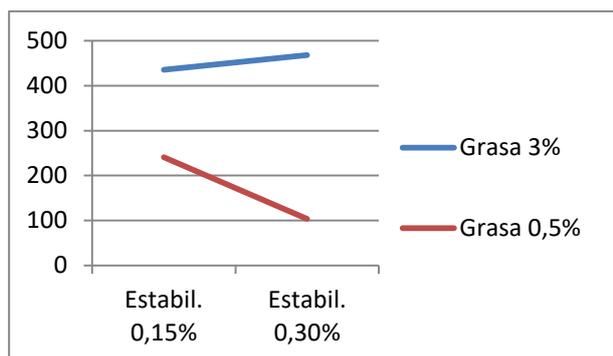
Figura 16. Representación de la interacción entre los niveles de grasa y estabilizante para el contenido de sólidos solubles.



2. Viscosidad

De acuerdo al análisis de variancia, la interacción se presentó por magnitud de la respuesta, con diferencia altamente significativa para esta variable al compararse los resultados de los factores grasa y estabilizante (pectina).

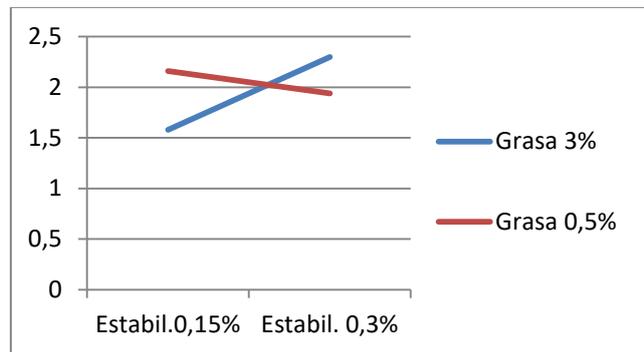
Figura 17. Representación de la interacción entre los niveles de grasa y estabilizante para el contenido de viscosidad.



3. Sabor Ácido

El análisis de variancia muestra diferencia estadística significativa para esta interacción que se presentó por dirección de la respuesta al comparar los resultados de los dos factores estudiados.

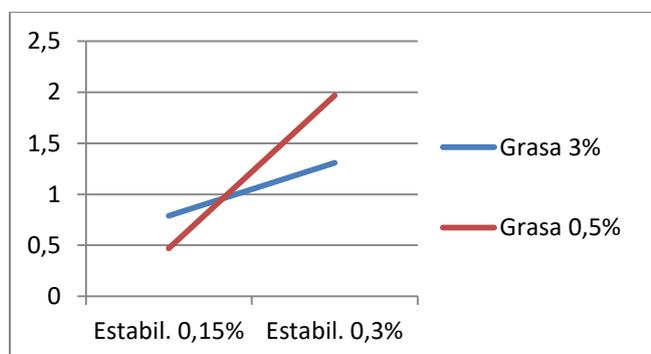
Figura 18. Representación de la interacción entre los niveles de grasa y estabilizante para el sabor ácido.



4. Textura Grumosa

La interacción presentó diferencia estadística altamente significativa según el análisis de variancia y se dio por dirección de la respuesta al comparar los factores, grasa y estabilizante.

Figura 19. Representación de la interacción entre los niveles de grasa y estabilizante para la textura grumosa.



V. DISCUSIÓN

El pH se ve estrechamente relacionado con el estabilizante (pectina) pero no con la grasa, ya que la pectina es relativamente inestable desde el punto de vista químico, especialmente a temperaturas elevadas. Su máxima estabilidad está en torno a pH 4, pueden perder grupos metóxilos, hidrolizarse y en medio neutro o alcalino romperse por beta-eliminación. Esto afecta muy negativamente a su viscosidad y capacidad de formar geles según (CALVO, M. 2002). Corroborando lo expuesto por el autor, en esta investigación los resultados de promedios de pH fueron valores entre 4.69 y 4.32, demostrando que al aumentar el pH la viscosidad disminuye y viceversa. La Norma INEN 710 (1983), indica que el pH de yogurt natural es menor a 4.6, indicando que los resultados están dentro de lo establecido por la norma. Por lo tanto se acepta la hipótesis. Uno de los niveles de grasa y pectina optimizará las características físico - químicas del yogurt.

La acidez está influenciada por el nivel de estabilizante utilizado (pectina cítrica), más no por el porcentaje de grasa; los resultados de esta investigación demuestran que al incrementar la cantidad de pectina se aumenta la acidez en el yogurt. De acuerdo con (SINGH, 1997), la pectina es una sustancia de origen vegetal que tiene la propiedad de formar geles en medios ácidos y en presencia de azúcar, por este motivo es utilizada en la industria alimenticia como agente espesante. Estos resultados permiten la aceptación de la hipótesis propuesta. Uno de los niveles de grasa y pectina optimizará las características físico - químicas del yogurt.

Asociando el concepto expresado por (BELLAVITA Y GUANANJA, 1998), quienes relacionan que la pectina se absorbe en la superficie de las micelas de caseína, protegiéndolas de la precipitación y estabilizando el producto, como un marcador que permite identificar que el mayor contenido de sólidos solubles (niveles de grasa y pectina) disminuye el

porcentaje de sinérisis o separación de suero en el yogurt, esto aprueba los resultados obtenidos en la investigación, concluyendo que con mayor contenido de sólidos solubles (7.45 °Brix), es menor el porcentaje de sinérisis (61.2 %), valores que corresponden al tratamiento a1b2, motivo por el cual se acepta la hipótesis propuesta.

Refiriéndonos a la viscosidad, el tratamiento que sobresalió de acuerdo a su promedio general (468.38 cP), fue el a1b2, quien a su vez corresponde como uno de los tratamientos con mayor contenido de sólidos solubles con 7.45 °Brix, estos resultados concuerdan con lo expuesto por **(LEVENSPIEL, 1993)**, quien indica que la viscosidad puede variar por el efecto de la concentración; es decir que al aumentar el nivel de grasa y estabilizante se mejoró considerablemente la viscosidad del yogurt, por lo tanto se acepta la hipótesis propuesta de optimizar las características físico-químicas del yogurt al aumentar los niveles de grasa y estabilizante.

De la misma manera están relacionados directamente el sabor y olor con la acidez ya si ésta disminuye el sabor y olor serán a yogurt y si sucede lo contrario serán más ácidos, como fue el caso de To(1) con el mínimo promedio de acidez (65.8 °D) fue quien presento los más altos promedios de (2.92 y 3.49) de sabor y olor a yogurt. Mientras la acidez se mantuvo más alta los promedios de sabor y olor ácido estuvieron elevados (2.30 y 2.33) respectivamente.

Con el antecedente que el uso de leche descremada (bajo nivel de grasa) se incrementa sustancialmente la relación beneficio costo, se concluye con la aceptación de la hipótesis propuesta.

La interacción entre los factores, grasa y estabilizante, presentó diferencia estadística altamente significativa para las variables: Sólidos solubles, viscosidad y textura grumosa, mientras que para el sabor ácido la diferencia fue significativa, esto demostró que al aumentar el contenido de

grasa y estabilizante (pectina cítrica) crece el contenidos de sólidos solubles, viscosidad, y sabor ácido, pero sucede lo contrario con la textura grumosa, mientras se disminuye la grasa de la leche y aumenta el nivel de estabilizante se incrementa esta variable debido a que la proteína de la leche (caseína) se precipita y produce mayor porcentaje de sinérisis o separación de suero, demostrando que la grasa de la leche y la pectina se encuentran estrechamente relacionadas para formar un gel de consistencia homogénea en el yogurt.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados y discusión derivados en este compendio experimental, se determinan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A. Conclusiones

1. La viscosidad del yogurt natural se mejoro considerablemente al emplear leche entera (3% de grasa), con mayores cantidades de estabilizante (pectina 0.3%).
2. Con relación al pH, acidez, sólidos solubles y sinérisis se optimizó la caracterización físico - química al utilizar leche entera (3% grasa), con estabilizante (0.3% pectina).
3. Los tratamientos con leche descremada (0.5 % de grasa) y alto nivel de estabilizante (0.3%pectina), muestran los valores más altos de sinérisis o suero liberado en el yogurt.
4. El uso de leche entera (3% de grasa), ofrece un producto con mejores características sensoriales para las cualidades sabor y olor a yogurt.
5. Con relación a la grumosidad, el uso de leche descremada (0.5% grasa), con bajo nivel de estabilizante (0.15% pectina) resultó ser la más apropiada para obtener los menores niveles para esta variable.
6. La mayor relación beneficio costo fue de \$ 0.70 que la obtuvo el tratamiento To(2) elaborado con leche descremada al 0.5% de grasa; es decir que por cada dólar de inversión se recuperará \$ 0.70.

B. Recomendaciones

1. Para obtener una viscosidad idónea en el yogurt, utilizar alto porcentaje de grasa en la leche entera (3%) y pectina (0.3%).
2. No utilizar leche descremada y altos niveles de pectina porque deterioran las características organolépticas, viscosidad y sinéresis del yogurt.
3. Utilizar leche descremada con bajo nivel de pectina para disminuir la grumosidad en el yogurt.
4. Establecer un ensayo reológico con otras variables que afectan el comportamiento del mismo como son textura, firmeza del coágulo.
5. Para obtener una mayor relación beneficio costo elaborar yogurt con leche descremada sin pectina.

VII. RESÚMEN

La vigente labor investigativa se llevo a efecto en la permanencia de los meses de Julio a Septiembre del año 2011, en la Finca Experimental "La María", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km. 7 ½ de la Vía Quevedo - Mocache, provincia de Los Ríos. El objetivo general propuesto fue: Evaluar el comportamiento viscosimétrico del yogurt natural con dos niveles de grasa y dos de estabilizante (*pectina*), y los objetivos específicos; Estudiar el efecto que producen los niveles de pectina (0.15% y 0.3%) y los niveles de grasa (0.5% y 3.0%) en la caracterización físico-química del yogurt natural; Evaluar el perfil sensorial (*olor, textura y sabor*) del yogurt, elaborado con dos niveles de grasa y dos de estabilizante (*pectina*); Efectuar el análisis económico de los tratamientos; sujeto a las hipótesis; Al menos uno de los niveles de grasa y pectina optimizará la caracterización físico-química del yogurt. Al menos uno de los niveles de grasa y pectina, mejorará las propiedades organolépticas del yogurt. La obtención de yogurt natural con diferentes niveles de grasa y estabilizante permitirá obtener una mejor relación beneficio/costo. Se empleo diseño completamente al azar con arreglo factorial $2 \times 2 + 2$, con cuatro repeticiones, obteniendo 6 tratamientos. El tratamiento a1b2 presento 468,38 cP, además demostró el menor porcentaje de sinérisis (61.2%) y también la acidez más alta (84.3 °D) frente a los testigos, consecuentemente adquirió la mayor calificación de sabor y olor ácido. El tratamiento con mejor sabor y olor a yogurt fue el To1. El mayor porcentaje de sinérisis lo mostró el tratamiento a2b2, además tuvo la más alta calificación para la característica de textura grumosa; El tratamiento con mejor textura correspondiente a la característica grumosidad lo presentó el a2b1 con calificación 0.96 que equivale a casi nada, que a la vez obtuvo la menor acidez (66 °D). Concluyendo con los siguientes enunciados; La viscosidad del yogurt natural se mejoro considerablemente al emplear leche entera (3% de grasa), con mayores cantidades de estabilizante (*pectina* 0.3%). Con relación al pH, acidez, sólidos solubles y sinérisis se optimizó la caracterización físico - química al

utilizar leche entera (3% grasa), con estabilizante (0.3% pectina). Los tratamientos con leche descremada (0.5 % de grasa) y alto nivel de estabilizante (0.3%pectina), muestran los valores más altos de sinérisis o suero liberado en el yogurt. El uso de leche entera (3% de grasa), ofrece un producto con mejores características sensoriales para las cualidades sabor y olor a yogurt. Con relación a la grumosidad, el uso de leche descremada (0.5% grasa), con bajo nivel de estabilizante (0.15% pectina) resultó ser la más apropiada para obtener los menores niveles para esta variable. Se recomienda que para obtener una viscosidad idónea en el yogurt, utilizar alto porcentaje de grasa (3%) y pectina (0.3%). No utilizar leche descremada y altos niveles de pectina porque deterioran las características organolépticas, viscosidad y sinérisis del yogurt. Utilizar leche descremada con bajo nivel de pectina para disminuir la grumosidad en el yogurt. Establecer un ensayo reológico con otras variables que afectan el comportamiento del mismo como son textura, firmeza del coágulo que debido a la carencia de equipos en nuestra universidad no fue posible realizarlo.

SUMMARY

The current research work took effect in the permanence of the months of July to September 2011, at the Experimental Farm "La María", owned by the State Technical University Quevedo, located at km. 7 ½ Quevedo - Mocache, province of Los Ríos. The overall objective was proposed: To evaluate the viscosimetric behavior of natural yogurt with two levels of fat and two stabilizer (pectin), and specific objectives, study the effect produced by the levels of pectin (0.15% and 0.3%) and levels fat (0.5% and 3.0%) in the physico-chemical characterization of natural yogurt, evaluate the sensory profile (smell, texture and taste) of yogurt, made with two levels of fat and two stabilizer (pectin) Perform the analysis economic treatments, subject to the hypothesis, at least one of the levels of fat and pectin optimize the physico-chemical characterization of yogurt. At least one of the levels of fat and pectin, improve the organoleptic properties of yogurt. Obtaining natural yogurt with different levels of fat and stabilizer allows for better cost / benefit ratio. They use completely randomized design with factorial arrangement $2 \times 2 + 2$, with four replications, obtaining 6 treatments. The present treatment a1b2 468.38 cps, also demonstrated the lowest percentage of syneresis (61.2%) and higher acidity (84.3 ° D) confronted with the witnesses, consequently acquired the highest score for taste and sour smell. Treatment with better taste and smell of yogurt was to1. The highest percentage of syneresis a2b2 treatment showed it also had the highest rating for crumbly texture feature, better texture treatment for the feature was presented by a2b1 lumpiness rated 0.96 or nearly all, that the Once obtained the less acidic (66 ° D). Concluding with the following statements, yogurt viscosity was improved considerably by using whole milk (3% fat), with higher amounts of stabilizer (pectin 0.3%). With respect to pH, acidity, soluble solids and syneresis was optimized physical characterization - chemistry by using whole milk (3% fat) with a stabilizer (0.3% pectin). Treatments with skim milk (0.5% fat) and high level of stabilizer (0.3% pectin), show the highest values of syneresis or serum released into the yogurt. The use of whole milk (3% fat), offers a product with better sensory characteristics for taste and odor

qualities yogurt. Regarding the crumb, the use of skim milk (0.5% fat), low level of stabilizer (0.15% pectin) was the most appropriate for lower levels for this variable. It is recommended that a viscosity suitable for the yogurt, use a high percentage of fat (3%) and pectin (0.3%). Do not use skim milk and high levels of pectin because deteriorate the organoleptic characteristics, viscosity and syneresis of yogurt. Use skim milk, low-pectin to reduce lumpiness in the yogurt. Establish a rheological test other variables that affect behavior are the same as texture, firmness of the clot due to lack of equipment at our university was not possible to do it.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AHMED, J. y RAMASWAMY, H.S. 2004.** "Effect of high-hydrostatic pressure and concentration on rheological characteristics of xanthan gum". *Food Hydrocolloids*, 18: 367-373.
- ALVARADO, J. de D. 1996.** Principios de ingeniería aplicados a alimentos. Ed. Radio Comunicaciones. Quito, Ecuador. p 180.
- BADUI, D. S. 2006.** Química de los alimentos. Editorial Pearson. 4^{ta}. ed. p - 604.
- BLANCO, S., PACHECO DELAHAYE, E. y N. FRÁGENAS. 2006.** Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Rev. Fac. Agron.* 32: 131-144.
- BELLAVITA, R. y GUANANJA, G. 1998.** Bebidas lácteas refrescantes. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, (12), 48-51
- BEGG, D. 2006.** Economía. 8^{va} Edición. Trad. Mc. Graw- Hill. Editorial Mc. Graw- Hill Companies, Inc. Impreso en Español, Puntografic, p-3.
- BYLUND, G. 1996.** Manual de Industrias Lácteas. Trad. Iragra S.A. Madrid, España. Ed. Calle Almasa. p 436.
- BOTTGER, L. 1990,** "Pectin Application". New York. pp 247- 256
- CALVO, M. 2002.** Bioquímica de los alimentos. Universidad de Zaragoza España.
- CRAMER, G. 1990.** Economía agrícola, Agroempresas. 1^{ra} edición. SA. p 56
- DÍAZ, R. 2010.** Fundamentos de la Reología de los alimentos. UTEQ. p 7.
- GERRISH, TIMOTHY, C., 2006.** Pectina para la estabilización de proteínas. España. p 2 - 3.

- IBARZ, A y BARBOSA, G. 2000.** Métodos experimentales en la Ingeniería Alimentaria. Editorial Acribia. Zaragoza - España. p 143 -149.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2003.** Norma Técnica Ecuatoriana (NTE). Tercera revisión leche cruda (Requisitos).
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2006.** Norma Ecuatoriana. Leches Fermentadas. Requisitos. INEN-2 395.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), 2009.** Estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo Ecuador.
- JEANTET, R., ROIGNANT, M., BRULÉ, G. 2005.** Ingeniería de los procesos aplicada a la industria láctea. Editorial Acribia, S.A. Trad. José María Peiró Esteban. p 59 - 60.
- LEVENSPIEL, O. 1993.** Flujo de fluidos e intercambio de calor. Edición en español. Editorial Reverté. España.
- MANKIW, G. 2008.** Principios de la economía. 4^{ta} edición. EE.UU. Traducido por Esther Rabasco P. España, Zaragoza. pp 187 - 188.
- MANTELLO, S. 2007.** "Yogurt: Valor nutritivo". Disponible en: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt/yogurt08.htm>. Editorial El Ateneo, Argentina, (Septiembre 2010).
- MENDOZA, L. 2007.** Elaboración de yogurt - 08 Octubre. 2010. Preparación del fermento de elaboración de yogurt batido.
- Disponible en:
<http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur-15k>.

MOCHÓN, F. 2001. Principios de la economía, compilado. 2^{da} edición. Trad. Español por Mc Graw- Hill. Zaragoza, España. Editorial Faresco S.A. p 61.

MULLER, H. G. 1973. Introducción a la reología de los alimentos. Zaragoza. Acribia. p 2 - 3.

MURCIA, J. 1995. Elementos para programación de inversiones, gastos e ingresos. Proyecto para la creación y desarrollo de empresa agropecuarias con base en estrategias modernas de gestión empresarial. Editorial Universidad Agraria de Ecuador. p 58.

NORMA NSO 67.01.10:06 SALVADOREÑA. 2003. Productos lácteos yogurt. Especificaciones, requisitos químicos. Características microbiológicas del yogurt. Consultado 06 Octubre, 2010.

Disponible en:

<http://www.puntofocal.gov.ar/notific-otros-miembros/s/v104-t.paf>.

NÚÑEZ, M. SOTOMAYOR, J. DOMENECH, M. 2008. Determinación de los costos de calidad en el proceso productivo de la leche. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Tesis de Grado.

PERDIGON, G. "Valor nutricional yogurt".

Disponible en:

<http://www.sabormediterraneo.com/salud/yogurt.htm>. (Octubre 2010).

RAO, M. A., STEFFE, J. F. 1993. Viscoelastic Properties of Foods. Elsevier Applied Science. Londres.

SALVADOR, M. 2007. "La producción de yogurt se crece y diversifica"

Disponible en:

http://www.elcomercio.com.ec/noticiasEC.esp?id_noticia=11000&id_sección=6=49. Quito, Ecuador. (Octubre 2010).

- SCHILLER, B. 2003.** Principios esenciales de la economía. EE.UU. Trad. Essentials of economics. España, Zaragoza. Editorial Cofas S.A. pp 92 - 93.
- SING, R. 1997.** Chemistry and uses of pectin. A review. Critical Rev. Food Sci-Technol. pp 37, 47, 75.
- SILVERSON. 2009.** Food Production of flavored milk drinks. Application report.
- Disponible en:
<http://www.silverson.com/USA/SearchResults.cfm>. (Enero 2011).
- SYMMONS, H. 1996.** Nutritional and health benefits of yogurt and fermented milks. p 8
- TAMINE, A. y ROBINSON, R. 1993.** Yogurt Ciencia y Tecnología. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- TERRANOVA, E. 1995.** Economía, Administración y Mercadeo agropecuario, compilado. 1^{ra} edición. Colombia.
- TETRA PAK, PROCESSING SYSTEMS AB. 2003.** Manual de industrias lácteas. p 18 - 20, 43, 246 - 250.
- WITTING, E. 1991.** Evaluación sensorial una metodología actual de tecnología de alimentos. 1^{era} edición. p 46 - 48.

ANEXOS

Cuadro 1. Análisis de variancia para la característica densidad, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F.	
						Tabla	F.
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	14,10	2,82	6,26	**	2,77	4,25
A :TIPO DE LECHE	1	0,79	0,79	1,75	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,79	0,79	1,75	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,06	0,06	0,13	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	6,68	6,68	14,88	**	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	5,76	5,76	12,80	**	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	8,14	0,45				
TOTAL DE DATOS	23	22,25					
Coefficiente de Variación (%)		0,15					
Promedio		4,42					

Cuadro 2. Análisis de variancia para la característica pH, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F.	
						Tabla	F.
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	0,430	0,090	30,00	**	2,77	4,25
A :TIPOS DE LECHE	1	0,009	0,009	3,00	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,409	0,409	136,33	**	4,41	8,28
A x B	1	0	0	0	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,004	0,004	1,33	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	0,003	0,003	1,00	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	0,060	0,003				
TOTAL DE DATOS	23	0,490					
Coefficiente de Variación (%)		1,21					

Cuadro 3. Análisis de variancia para la característica acidez, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F.	
						Tabla	F.
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	1235,84	247,16	5,13**	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	72,25	72,25	1,50	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	784,00	784,00	16,26**	**	4,41	8,28
A x B	1	1,00	1,00	0,02	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	192,53	192,53	3,99	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	186,05	186,05	3,86	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	868,00	48,22				
TOTAL DE DATOS	23	2103,84					
Coefficiente de Variación (%)		9,63					

Cuadro 4. Análisis de variancia para la característica sólidos solubles, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	3,12	0,62	12,4	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,28	0,39	7,8	*	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,39	0,28	5,6	*	4,41	8,28
A x B	1	1,89	1,89	37,8	**	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,21	0,21	4,2	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	0,35	0,35	7,0	*	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	0,97	0,05				
TOTAL DE DATOS	23	4,09					
Coefficiente de Variación (%)		3,11					

Cuadro 5. Análisis de variancia para la característica sinéresis, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	1229,49	245,89	8196,3	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,52	0,52	17,33	**	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	1097,26	1097,26	36575,33	**	4,41	8,28
A x B	1	0,60	0,60	20	**	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	112,70	112,70	3756,6	**	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	18,33	18,33	611	**	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	0,59	0,03				
TOTAL DE DATOS	23	1230,08					
Coefficiente de Variación (%)		0,25					

Cuadro 6. Análisis de variancia para la característica viscosidad, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	392312,70	78462,54	44580,98	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	10977,80	10977,8	6237,38	**	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	313292,070	313292,07	178006,85	**	4,41	8,28
A x B	1	28840,53	28840,53	16386,66	**	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	21764,82	21764,82	12366,37	**	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	17437,46	17437,46	9907,64	**	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	31,85	1,76				
TOTAL DE DATOS	23	392344,55					
Coefficiente de Variación (%)		0,39					

Cuadro 7. Análisis de variancia para la característica sabor a yogurt, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	2,466	0,492	1,136	NS	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,592	0,592	1,367	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,773	0,773	1,785	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,529	0,529	1,221	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,341	0,341	0,787	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	0,236	0,236	0,545	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	7,798	0,433				
TOTAL DE DATOS	23	10,264					
Coficiente de Variación (%)		24,83					

Cuadro 8. Análisis de variancia para la característica sabor ácido, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	4,53	0,91	5,35	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,25	0,25	1,47	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,05	0,05	0,29	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,88	0,88	5,18	*	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	1,27	1,27	7,47	*	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	2,07	2,07	12,17	**	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	3,04	0,17				
TOTAL DE DATOS	23	7,56					
Coficiente de Variación (%)		23,83					

Cuadro 9. Análisis de variancia para la característica olor a yogurt, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	6,800	1,378	3,620	*	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,950	0,950	2,500	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,006	0,006	0,015	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,013	0,013	0,034	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	4,200	4,200	11,050	**	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	1,700	1,700	4,470	*	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	6,960	0,380				
TOTAL DE DATOS	23	13,85					
Coficiente de Variación (%)		24,07					
Promedio		2,56					

Cuadro 10. Análisis de variancia para la característica olor ácido, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	4,13	0,83	2,36	NS	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,09	0,09	0,25	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,31	0,31	0,88	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,79	0,79	2,26	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,80	0,80	2,28	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	2,13	2,13	6,07	*	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	6,42	0,35				
TOTAL DE DATOS	23	10,55					
Coficiente de Variación (%)		35,75					

Cuadro 11. Análisis de variancia para la característica textura babosa, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	0,650	0,130	1	NS	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,216	0,216	1,660	NS	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,129	0,129	0,990	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,011	0,011	0,080	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,001	0,001	0,007	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	0,271	0,271	2,080	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	2,460	0,130				
TOTAL DE DATOS	23	3,110					
Coficiente de Variación (%)		31,35					

Cuadro 12. Análisis de variancia para la característica textura espesa, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	7,07	1,41	2,82	*	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	2,12	2,12	4,24	*	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	2,94	2,94	5,88	*	4,41	8,28
A x B	1	0,97	0,97	1,94	NS	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,02	0,02	0,04	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	1,00	1,00	2,00	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	9,04	0,50				
TOTAL DE DATOS	23	16,11					
Coficiente de Variación (%)		29,34					

Cuadro 13. Análisis de variancia para la característica textura grumosa, evaluada en el estudio viscosimétrico de yogurt natural con dos niveles de grasa y estabilizante.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabla	
						0,05	0,01
TRATAMIENTOS	5	0,750	0,150	5,17	**	2,77	4,25
A : TIPO DE LECHE	1	0,393	0,393	13,55	**	4,41	8,28
B: ESTABILIZANTE	1	0,047	0,047	1,62	NS	4,41	8,28
A x B	1	0,278	0,278	9,58	**	4,41	8,28
To(1) vs RESTO	1	0,029	0,029	1,00	NS	4,41	8,28
To(2) vs RESTO	1	0,004	0,004	0,13	NS	4,41	8,28
ERROR EXP.	18	0,530	0,029				
TOTAL DE DATOS	23	1,360					
Coefficiente de Variación (%)		14,55					

HOJAS DE RESPUESTAS Y DE TRABAJO PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.

HOJA DE TRABAJO

Para el análisis sensorial
2011

Código de la prueba: YLJ -

Coloque esta hoja junto a usted siempre en el área de trabajo y durante la prueba, tenga todo a mano.

Tipo de muestra: Yogurt natural con pectina

Tipo de prueba: Prueba descriptiva con características no estructurales

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CÓDIGO
T1	3500 9512
T2	5438 5683
T3	0772 9477
T4	5923 5961
T5	9235 4158
T6	3284 7547
CÓDIGOS ASIGNADOS A LOS PANELISTAS	
N° de panelistas	Orden de la presentación
1	3500, 5438, 0772, 5923, 9235, 3284
2	9512, 5683, 9477, 5961, 4158, 7547
3	3500, 5438, 0772, 5923, 9235, 3284
4	9512, 5683, 9477, 5961, 4158, 7547
5	3500, 5438, 0772, 5923, 9235, 3284
6	9512, 5683, 9477, 5961, 4158, 7547
7	3500, 5438, 0772, 5923, 9235, 3284
8	9512, 5683, 9477, 5961, 4158, 7547
9	3500, 5438, 0772, 5923, 9235, 3284
10	9512, 5683, 9477, 5961, 4158, 7547

1. Pega el número de identificación del panelista en su vaso.
2. Antes de servir, identificar las muestras para cada panelista y colocarlas de acuerdo a su codificación.
3. Entregar la charola a cada panelista con su hoja de respuesta.
4. La evaluación de la hoja de respuesta se tabulando los valores obtenidos de la escala y se graficarán.

HOJA DE RESPUESTA

FECHA:	CÓDIGO DE LA PRUEBA: YLJ - 2011
N° DE CATADOR:	
NOMBRE:	

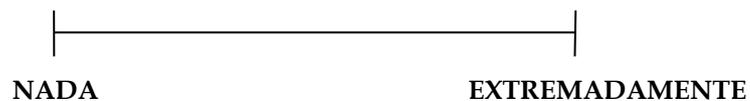
Tipo de muestra: Yogurt natural con pectina

Instrucciones:

- Escriba el código de la muestra sobre la línea
- Pruebe la muestra tanta veces que sea necesario e indique la intensidad de la característica solicitada marcando con una X sobre la línea.

Código: -----

Escala



CARACTERÍSTICAS

SABOR

ÁCIDO	-----
YOGURT	-----

OLOR

ÁCIDO	-----
YOGURT	-----

TEXTURA

BABOSO	-----
ESPESO	-----
GRUMOSO	-----

Comentarios: _____

Imágenes del trabajo de campo

Recepción de leche



Incubación del yogurt



Almacenado



Elaboración de análisis físico - químicos

