

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**COMPARACIÓN DE TRES ESTABILIZANTES COMERCIALES
UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE LECHE
DESCREMADA DE VACA**

IRMA SUCEL MOLINA CHEW

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**COMPARACIÓN DE TRES ESTABILIZANTES COMERCIALES UTILIZADOS EN
LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE LECHE DESCREMADA DE VACA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

POR

IRMA SUCEL MOLINA CHEW

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA ZOOTECNISTA**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Dr. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO:	Dr. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I:	Dr. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL II:	Dr. Fredy Rolando González Guerrero
VOCAL III:	Dr. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV:	Br. Set Leví Samayoa López
VOCAL V:	Br. Luis Alberto Villena Lanuza

ASESORES

Licda. Zoot. Silvia María Zea de Ortiz
Lic. Zoot. Carlos Enrique Saavedra Vélez
Lic. Zoot. Hugo Sebastian Peñate Moguel

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A
CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

**COMPARACIÓN DE TRES ESTABILIZANTES COMERCIALES UTILIZADOS EN
LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE LECHE DESCREMADA DE VACA**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

LICENCIADA ZOOTECNISTA

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

Por guiarme siempre por el buen camino y darme fortaleza para afrontar los retos.

A MIS PADRES

Priscila y Felipe, por su gran amor y apoyo incondicional, inagotables consejos, ejemplo extraordinario de esfuerzo y tenacidad, a lo largo de mi vida.

A MIS HIJAS

Stephanie y Cindy, por su amor intenso, comprensión, paciencia y sobre todo, por darme una razón para superarme y atesorar éxitos para compartir.

A MIS HERMANOS

Evelyn, Paola, Christian & Ligia, Manuel por darme ánimos en los momentos más difíciles y una mano para seguir adelante.

A MIS SOBRINOS

Anna Paula, Andrés y Josué quienes con alegría y calidez, me llenan de energía e inspiran ternura.

A MIS TIOS

German, Eduardo, Chiqui, Oscar y Mirna, por sus sabias reflexiones y buen humor.

A MIS ABUELOS

Mama Chefi, Mama Sucel, Papa Alfonso y Papa German (QEPD), por confiar en mí y mantener la ilusión de la graduación.

A MIS PADRINOS

Chiqui, Oscar, Gloria y Alvarito, por su generosidad para entender mis anhelos y compartir mis logros y frustraciones.

A MIS AMIGAS

Anabella, Ingrid, María Andrea, Sandra Ileana, Margarita, Susana y Juanita, por sus consejos y cuidados día a día.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MI FAMILIA

A MIS ASESORES

A MIS CATEDRÁTICOS

A NPH GUATEMALA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN Y PERSONAL EN GENERAL.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específicos	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Definición de yogurt	5
4.2 Aditivos usados en la elaboración de yogurt	5
4.3 Definición de estabilizante	6
4.4 Estabilizantes en la industria láctea	6
4.5 Funciones del estabilizante	7
4.6 Descripción de algunos componentes de los estabilizantes	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1 Localización	11
5.2 Fases del estudio	11
5.3 Manejo del estudio	11
5.3.1. Fase I: Elaboración de yogures	11
5.3.1.1. Materiales.....	11
5.3.1.2. Flujograma para la elaboración de yogurt.....	12
5.3.2. Fase II: Evaluación del perfil sensorial, viscosidad y sinéresis	13
5.3.2.1. Materiales.....	13
5.3.2.2. Evaluación del perfil sensorial	13
5.3.2.2.1. Olor	14
5.3.2.2.2. Aspecto	14
5.3.2.2.3 Textura	14
5.3.2.2.4 Sabor	15
5.3.2.2.5 Evaluación de la viscosidad	15
5.3.2.2.6 Evaluación del porcentaje de sinéresis	15
5.3.3. Fase III: Evaluación de los resultados	16

5.3.3.1. Materiales.....	16
5.4 Descripción de los tratamientos	16
5.5 Variables a evaluar.....	16
5.6 Diseño experimental	17
5.7 Análisis económico.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1 Olor.....	18
6.2 Aspecto	18
6.3 Textura.....	19
6.4 Sabor.....	20
6.5 Porcentaje de sinéresis.....	21
6.6 Viscosidad.....	22
6.7 Costos de producción	23
VII. CONCLUSIONES	25
VIII. RECOMENDACIONES	27
IX. RESUMEN	28
X. BIBLIOGRAFÍA	32
XI. ANEXOS	34

INDICE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de estabilizantes	7
Cuadro 2. Composición de los tratamientos	16
Cuadro 3. Resultados de la evaluación del perfil para la variable olor	18
Cuadro 4. Resultado de la evaluación del perfil sensorial para la variable aspecto	18
Cuadro 5. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable textura	19
Cuadro 6. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable sabor	20
Cuadro 7. Resultados de la evaluación durante cuatro semanas del porcentaje de sinéresis	21
Cuadro 8. Resultados de la evaluación de viscosidad	23
Cuadro 9. Resultado de costos de producción	24

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de yogurt a nivel mundial aumenta cada día más, debido a sus propiedades nutricionales como proteínas, calcio y bacterias benéficas. De acuerdo al Codex Alimentarius, el yogurt es leche (usualmente de vaca) que ha sido fermentada con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura. Cada especie de bacterias estimula el crecimiento de la otra, y los productos de su metabolismo combinado dan como resultado la textura cremosa característica, así como el ligero sabor ácido. También el yogurt contiene otros aditivos tales como sólidos lácteos, azúcares, frutas, etc. (5)

En la actualidad se ha impulsado la utilización de aditivos para la elaboración de yogurt dentro de los cuales destacan: agentes estabilizantes, edulcorantes, frutas, saborizantes y colorantes ya sea naturales o artificiales. Estos aditivos son utilizados dentro de la industria para darle un valor agregado al producto final.

Los estabilizantes son utilizados para modificar la consistencia, estabilidad, textura del yogurt, pues mejoran la palatabilidad y evitan la sinéresis. (6) Estabilizantes, como los sólidos lácteos tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt. Entre estos podemos mencionar la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina. La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogurt (sabor a almidón, por ejemplo).

La viscosidad y la consistencia son términos que se aplican a los fluidos y que representan la resistencia que ofrecen al flujo o a la deformación cuando están sometidos a un esfuerzo constante, cuanto mayor es la viscosidad, más lenta es su velocidad de flujo.

La sinéresis es una característica que presentan los subproductos lácteos, observándose una capa líquida, que es la separación del suero y el sólido del producto. Uno de los grandes retos que enfrenta la industria de lácteos específicamente la del yogurt es elaborar productos de calidad que respondan a las demandas tanto de los abastecedores como de los consumidores que sean económicamente competitivos reduciendo costos de producción.

La presente investigación pretende brindar información acerca de la utilización de estabilizantes comerciales y la influencia que estos pueden tener sobre las características de olor, aspecto, textura y sabor así, como evitar la sinéresis y aumentar la vida de anaquel del producto, afectando de esta manera el valor agregado del producto.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa entre el perfil sensorial (olor, aspecto, textura, y sabor), así como en la viscosidad del yogurt, elaborado con diferentes estabilizantes.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Aportar información sobre el uso de estabilizantes en la industria láctea.

3.2 Específicos

- Evaluar el perfil sensorial (olor, aspecto, textura y sabor) del yogurt elaborado con los estabilizantes cuyos ingredientes son: 1. Gelatina, pectina, carragenina, polifosfatos de sodio y monoestearato de glicerilo. 2. Almidón modificado, gelatina kosher, pectina, y sulfato de calcio. 3. Gelatina, pectina, carragenina, fórmula estandarizada con dextrosa.
- Evaluar la viscosidad de los yogures elaborados con diferentes estabilizantes.
- Determinar el porcentaje de sinéresis del producto terminado.
- Determinar los costos de producción.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Definición de yogurt

El yogurt es una leche fermentada, utilizando como materia prima la leche a la que se inoculan fermentos que utilizan la lactosa para dar lugar a ácido láctico. Cuando se acumula suficiente cantidad de este ácido, la leche adquiere una textura viscosa o pastosa, y se modifican sus características organolépticas hasta definir un producto distinto. Adquiere, además aroma y sabor diferenciados.

La incorporación de estos microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* garantiza la producción de características agradables y beneficiosas, ya que prolongan la vida útil de la leche, haciendo del yogurt un producto sabroso y además contribuyen a la buena salud de las personas que los consumen habitualmente.

4.2 Aditivos usados en la elaboración de yogurt

Un aditivo es toda sustancia que se añade intencionadamente a alimentos o bebidas sin el propósito de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración o conservación o para mejorar su adaptación al uso a que son destinadas.

A continuación se numeran algunos aditivos usados en la elaboración de yogurt:

- Agentes estabilizantes para modificar la consistencia.
- Edulcorantes; azúcares, y edulcorantes bajos en calorías, para atenuar el sabor ácido.
- Frutas y saborizantes para ampliar la gama de sabores en un mismo producto.
- Colorantes naturales y artificiales.

Los estabilizantes, como los sólidos lácteos tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt. Entre estos estabilizantes podemos mencionar a los más empleados en la práctica, tales como la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina. La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogurt (sabor a almidón, por ejemplo). Generalmente los estabilizantes son usados en proporciones de 0.1 a 0.3%, pero se emplean concentraciones de 0.05% de pectina para yogurt con frutas. (6)

4.3 Definición de estabilizante

Los estabilizantes y gelificantes alimentarios, a veces, llamados gomas hidrosolubles o hidrocoloides, son macromoléculas que se disuelven o dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de la viscosidad y en ciertos casos, un efecto gelificante.

Según su origen, se clasifican en:

- Las gomas de origen vegetal, esencialmente de naturaleza glucídica.
- Las gomas de origen animal de naturaleza protéica (caseínatos y gelatina).

4.4 Estabilizantes en la industria láctea

Cuando nos referimos a estabilizar un determinado producto, básicamente es que deseamos cambiar ciertas propiedades funcionales o reológicas del producto a elaborar. (Reológica: parte de la física que estudia la viscosidad, la plasticidad y la elasticidad de la materia).

Los estabilizantes son en su amplia mayoría gomas que regulan la consistencia de los alimentos principalmente debido a que luego de su hidratación forman enlaces o puentes de hidrógeno que a través de todo el producto forma una red que reduce la movilidad del agua restante.

Cuando trabaja con estabilizantes, estos efectos son fácilmente observables, ya que estos imparten una alta viscosidad o, incluso, forman un gel.

En el cuadro No.1 encontramos la clasificación de los estabilizantes de acuerdo a su origen.

Cuadro 1. Clasificación de estabilizantes

Clasificación por el origen	Estabilizante
Biopolímeros	Xanthana, Gelana, Wellana
Semillas de Plantas	Goma Locust, Guar y Garrofin
Algas	Carregeninas, Alginatos, Agar
Frutas (manzana y cítricos)	Pectinas
Exudados de plantas	Goma Arábica, Tagacanto, Karaya
Celulosa y derivados	Carboximetil celulosa de sodio (CMC)
Almidón	Almidones modificados o nativos
Origen Animal	Gelatina, Proteínas de leche, Colágeno

4.5 Funciones del estabilizante

Conociendo los orígenes y las propiedades de los diferentes estabilizantes, podemos inferir que ninguno de ellos por sí solos cumple con todas las funciones que se necesita que lleven adelante en los productos lácteos.

Un estabilizante debe cumplir con las siguientes funciones:

- Estabilizar las proteínas durante los tratamientos térmicos.

- Disminuir la sedimentación y aumentar la homogeneidad de los ingredientes.
- Aumentar la viscosidad o la fuerza del gel.
- Modificar la textura: Firmeza, brillo, cremosidad, etc.
- Evitar la separación del suero.
- Reducir el contenido de sólidos brindando las mismas características.

En general los estabilizantes en forma independientes no cumplen todas las funciones que se pretende de ellos o las cumple en forma parcial, lo que ha llevado a mezclar y combinar los diferentes principios para obtener mejores resultados. Pero a causa de esto se encontraron importantes sinérgias resultantes de estas combinaciones, lo que lleva realmente a formar sistemas de estabilización sumamente versátiles y óptimos para la industria de los alimentos.

4.6 Descripción de algunos componentes de los estabilizantes

Goma de algarrobo

Es una goma natural obtenida de las semillas de la Tara (*Caesalpinia spinosa*). Esta goma posee las características propias de las gomas vegetales, actuando como espesante, aglomerante, estabilizador, coloide y capa protectora. Posee la ventaja de ser incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición. (1)

Carragenina

La carragenina es un hidrocoloide natural extraído de algas rojas de la clase *Rhodophyceae*. Es una especialidad de carragenina, estandarizada con dextrosa para proporcionar, en agua, una fuerza de gel uniforme. Soluble en agua fría blanda/desmineralizada, formando un gel suave y bombeable adecuado para inyecciones. (14)

Goma Xanthana

La goma xántica, es un polisacárido lineal de alto peso molecular producido por la cepa de la bacteria *Xanthomonas campestris*, diseñado particularmente para uso en productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos. Este producto funciona como un coloide hidrófilo que espesa, suspende y estabiliza emulsiones y otros sistemas basados en agua. Por su extraordinaria combinación de propiedades su gama de aplicaciones es verdaderamente extraordinaria. (9)

Maltodextrina

La maltodextrina es una composición de carbohidratos provenientes de la conversión enzimática del almidón de maíz. Al ser un carbohidrato complejo, es capaz de liberar mayor cantidad de unidades de glucosa en forma lenta y continua. (10)

Derivado amilasa y amilo pectina

El almidón es utilizado como recurso energético y para muchas aplicaciones industriales por su versatilidad, bajo costo y la facilidad con que se alteran las propiedades físico químicas, ya sea mediante modificaciones químicas, enzimáticas o tratamientos físicos. El almidón es una molécula compuesta por dos tipos de polímeros: la amilasa y la amilo pectina. Normalmente usada en panadería, fermentación, suplementos dietéticos, alimentos para animales y otras aplicaciones alimentarias. (13)

Pectina

La pectina es una sustancia natural que se encuentra en la cáscara de los cítricos y otras frutas; es el agente gelatinizante que se usa en las mermeladas, yogures y jaleas. La pectina cítrica modificada se ha cambiado con calor y con ácido para que las cadenas largas con ramas de azúcares se dividan en cadenas sin ramas y más pequeñas de azúcar simple más digerible. (11)

Sulfato de Calcio

Se añade a los quesos, mantequillas y cremas para controlar la fermentación, color y textura y para mejorar los sabores. (2)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El presente estudio se realizó en la Unidad de Procesamiento de Lácteos, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.2 Fases del estudio

El estudio se llevó a cabo en tres fases:

- Fase I: Elaboración de yogures
- Fase II: Evaluación del perfil sensorial, viscosidad y sinéresis
- Fase III: Evaluación de los resultados

5.3 Manejo del estudio

5.3.1. Fase I: Elaboración de yogures

Se realizó en la Unidad de Procesamiento de Lácteos de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.3.1.1. Materiales

A continuación se detallan los materiales y equipo que se utilizaron para la elaboración de los yogures:

- Leche descremada
- Cultivo Láctico
- Aditivos
- Estabilizantes
- Termómetro
- Viscosímetro
- Estufa de Gas
- Ollas de aluminio
- Coladores
- Recipientes

- Baño de María
- Refrigeradora
- Balanza electrónica
- Recipientes de vidrio
- Paletas
- Instrumentos para la elaboración de yogurt

5.3.1.2. Flujograma para la elaboración de yogurt

A continuación se detalla cada paso para la elaboración de yogurt.

Normalización:

Para la elaboración del yogurt, se utilizó leche descremada con un contenido promedio de grasa de 0.1

Pasteurización:

Se calentó la leche hasta 82°C, para asegurarnos que la mayoría de las bacterias presentes en la leche se destruyan y no compitan con el cultivo del yogurt que más adelante se le adicionará.

Adición de Aditivos:

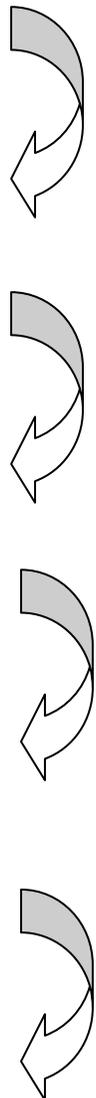
Se agregó un estabilizante (según su porcentaje de uso) cuya función fue prevenir la separación de suero, además de darle mejor textura. Se agregó azúcar en una proporción de 58 gramos por litro de leche.

Adición del cultivo:

Se bajó la temperatura de la leche hasta 45°C y posteriormente se inoculó el cultivo para hacer yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), encargado de la acidificación y desarrollo del sabor característico del yogurt.

Incubación:

La leche se colocó en recipientes y se trasladó al Baño de María, para su incubación durante 4 horas a una temperatura promedio de 45-48°C, para que se desarrollen las bacterias y proporcionen al yogurt el aroma y la textura característicos.



Batido:

Posterior a la incubación se rompió el coagulo formado batiendo suavemente procurando su homogeneidad.

Almacenamiento:

Se refrigeró a 4 - 6°C, por lo menos 24 horas para que la textura se consolide.

**5.3.2. Fase II: Evaluación del perfil sensorial, viscosidad y sinéresis**

Se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el segundo nivel salón 227.

5.3.2.1. Materiales

A continuación se detallan los materiales que se utilizaron para la evaluación del yogurt.

- Recipientes plásticos
- Cucharas plásticas
- Vasos desechables
- Agua pura
- Servilletas
- Boletas para recolectar la información
- Lapiceros

Las variables a medir son (olor, aspecto, textura y sabor).

5.3.2.2. Evaluación del perfil sensorial

Para la evaluación del perfil sensorial se utilizó las siguientes escalas hedónicas, en donde los panelistas calificaron las siguientes características:

5.3.2.2.1. Olor

El olor se evaluó mediante las siguientes características:

Olor A:

Yogurt	Crema fresca	1	2	3	4	5	Leche fermentada
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

5.3.2.2.2. Aspecto

El aspecto se evaluó mediante las siguientes características:

Aspecto

Presencia de Suero	Superficie cubierta	1	2	3	4	5	Sin suero
Brillo	Opaco	1	2	3	4	5	Muy brillante
Grumos	Muchos grumos de 1 mm o más	1	2	3	4	5	Superficie suave
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

5.3.2.2.3 Textura

La textura se evaluó mediante las siguientes características:

Filancia:

Se evaluó visualmente tomando la longitud del hilo que se forma cuando se deja caer yogurt desde una cuchara. A mayor longitud del hilo mayor es la filancia.

“Mouth thickness”:

Se evaluó comiendo el yogurt a velocidad alta. A mayor tiempo de permanencia en la boca, mayor es el “Mouth thickness”.

Textura

Consistencia	No espeso	1	2	3	4	5	Muy espeso
Filancia	No filante	1	2	3	4	5	Muy filante
Mouth thickness	Fácil de deglutir	1	2	3	4	5	Difícil de deglutir
Cremosidad	Menos Cremoso	1	2	3	4	5	Más cremoso
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

5.3.2.2.4 Sabor

El sabor se evaluó mediante las siguientes características:

Yogurt	Crema fresca	1	2	3	4	5	Leche fermentada
Ácido	Menos ácido	1	2	3	4	5	Más ácido
Dulzor	Menos dulce	1	2	3	4	5	Más dulce
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

5.3.2.2.5 Evaluación de la viscosidad

La viscosidad es un término que se aplican a los fluidos y que representan la resistencia que ofrecen al flujo o a la deformación cuando están sometidos a un esfuerzo constante, cuanto mayor es la viscosidad, más lenta es su velocidad de flujo.

Se midió por medio de un viscosímetro a 24 horas de la elaboración de los yogures, ya que estos habían alcanzado la textura deseada; se colocó el producto en el viscosímetro y se tomó con cronómetro el tiempo.

5.3.2.2.6 Evaluación del porcentaje de sinéresis

La sinéresis es una característica que presentan los subproductos lácteos, observándose una capa líquida, que es la separación del suero y el sólido del producto.

El porcentaje de sinéresis se midió una vez por semana, determinando por medio de una jeringa graduada en mililitros, midiendo la cantidad de suero que se acumuló en la superficie del yogurt durante cuatro semanas.

5.3.3. Fase III: Evaluación de los resultados

Los resultados fueron tabulados y posteriormente evaluados a través del análisis estadístico correspondiente en el centro de cómputo de la Escuela de Zootecnia.

5.3.3.1. Materiales

Para la evaluación de resultados se utilizó los siguientes materiales:

- Boletas
- Lapicero
- Computadora

5.4 Descripción de los tratamientos

A continuación en el cuadro 2. Se describen los tratamientos utilizados:

Cuadro 2. Composición de los tratamientos

Tratamiento	Composición
1	Gelatina, pectina, carragenina, polifosfatos de sodio y monoestearato de glicerilo.
2	Almidón modificado, gelatina kosher, pectina y sulfato de calcio.
3	Gelatina, pectina, carragenina, fórmula estandarizada con dextrosa.

5.5 Variables a evaluar

El perfil sensorial incluyó las variables siguientes: olor, aspecto, textura y sabor, además se evaluó la viscosidad y el porcentaje de sinéresis.

5.6 Diseño experimental

Para analizar el estudio se utilizó un panel de 31 consumidores, cada uno corresponde a un bloque o repetición. Se utilizó la prueba No Paramétrica de Friedman para medir las variables olor, aspecto, textura y sabor. (4)

La Prueba F_r de Friedman es la siguiente:

$$F_r = \frac{12}{Bk(k+1)} \sum_{i=1}^k T_i^2 - 3b(k+1)$$

B: Número de Datos

K: Número de Tratamientos

T_i: Sumatoria de las Jerarquías

Para la variable viscosidad solamente se presentó el resultado obtenido en virtud de que se tiene un dato por tratamiento.

Para la variable sinéresis, se expreso mediante, estadística descriptiva de los promedios encontrados por tratamiento.

5.7 Análisis económico

En el presente estudio se evaluó económicamente, a través de los costos de producción incurridos en cada tratamiento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Olor

Para la variable olor los resultados obtenidos en esta investigación se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable olor.

Olor	T1	X	T2	X	T3	X	p<0.05
A yogurt	2.06 a	2.87	2.05 a	2.84	1.89 a	2.68	0.7
Apreciación general	2.08 a	3.61	1.89 a	3.42	2.03 a	3.68	0.67

El Análisis de Varianza de Friedman para esta característica indicó que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, debido a que el olor característico del yogurt es producido por varios ácidos grasos volátiles como: acético, fórmico, caproico, caprílico, butírico y propiónico, que aumentan en el yogurt durante la fermentación y son responsables del aroma del mismo. (Forti, 2001).

6.2 Aspecto

Para la variable aspecto los resultados obtenidos en esta investigación se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable aspecto.

Aspecto	T1	X	T2	X	T3	X	p<0.05
Presencia de Suero	1.6 b	3.23	2.15 a	3.87	2.26 a	4.16	0.0057
Brillo	2.29 a	3.90	1.9 a	3.52	1.81 a	3.45	0.053
Grumos	2.23 a	4.13	1.82 a	3.58	1.95 a	3.77	0.164
Apreciación general	2.19 a	3.90	1.74 a	3.35	2.06 a	3.74	0.1218

Como se muestra en el cuadro anterior, el resultado de la prueba de Friedman, se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para la variable presencia de suero, en donde los panelistas manifestaron a través de la escala hedónica, calificaron que los tratamientos 2 y 3 fueron los que presentaron menor presencia de suero, no así, para el tratamiento 1.

Para las variables brillo, grumos y apreciación general no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

6.3 Textura

Para la variable textura los resultados obtenidos en esta investigación se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable Textura

Textura	T1	X	T2	X	T3	X	p<0.05
Consistencia	1.69 c	3.42	1.95 b	3.81	2.35 a	4	0.0035
Filancia	2.61 a	4.06	1.98 b	3.48	1.4 c	2.48	0.0001
Mouth thickness	2.24 a	3.23	1.95 a	2.81	1.81 a	2.55	0.154
Cremosidad	2.03 a	3.71	1.97 a	3.58	2.0 a	3.65	0.954
Apreciación general	2.19 a	3.81	1.53 b	2.94	2.27 a	3.97	0.0008

Para la variable consistencia, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0.005$). Siendo el tratamiento 3, quien alcanzo el mayor grado de espesor, seguido de los tratamientos 2 y 1 respectivamente.

Con respecto a la variable textura se pueden observar los resultados en el Cuadro 4. Según la Prueba de Friedman, para la variable Filancia se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), debido a que el tratamiento 1, mostró ser más filante que el tratamiento 2 y 3. Esto significa que a mayor longitud del hilo mayor es la filancia.

Para la apreciación general, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0.05$). Observándose que los tratamientos 1 y 3 presentaron niveles de apreciación similares gusta mucho, comparado con el tratamiento 2, que obtuvo para apreciación general gusta poco. Según Tamime & Robinson (1991), el ácido láctico en la elaboración de yogurt es importante por diversas razones: ayuda a que las micelas de caseína se desestabilicen dando lugar para que el fosfato y el calcio pasen a un estado soluble, que hace que se precipita la caseína a valores de pH de 4.6-4.7 que es cuando ocurre la formación del gel que compone el yogurt.

Para las variables cremosidad y "Mouth thickness", no se encontró diferencia estadística significativa.

6.4 Sabor

Para la variable sabor los resultados se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados de la evaluación del perfil sensorial para la variable sabor

Sabor	T1	X	T2	X	T3	X	p<0.05
A yogurt	1.95 a	2.68	2.18 a	2.94	1.87 a	2.58	0.385
Ácido	2.02 a	2.55	2.02 a	2.58	1.97 a	2.61	0.971
Dulzor	1.95 a	2.87	1.84 a	2.61	2.21 a	3.03	0.256
Apreciación general	2.03 a	3.52	1.61 b	2.97	2.35 a	3.87	0.0037

El Análisis de Varianza de Friedman para esta característica indicó que para las variables sabor a yogurt, ácido y dulzor no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, debido a que el sabor era el característico del yogurt.

A diferencia de las características anteriores en la variable apreciación general se determinó que los tratamientos 1 y 3 alcanzaron mayor grado de aceptación que el tratamiento 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el uso de diferentes estabilizantes no afecta el perfil sensorial para la variable sabor para ninguno de los tres tratamientos. Según García, 1993 afirma que el sabor del yogurt está relacionado entre los *Lactobacillus bulgaricus* y los *Streptococcus thermophilus* influenciados por factores importantes como la producción de acidez. Así mismo, el sabor característico del yogurt es debido a la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido láctico, diacetilo y acetaldehído (es el producto metabólico de ambos microorganismos), que es reconocido como el principal componente del sabor característico del yogurt; el ácido láctico contribuye al sabor fresco del yogurt. (García, 1993).

6.5 Porcentaje de sinéresis

Una de las razones de utilizar estabilizantes en la industria láctea es minimizar la separación innecesaria de líquido (sinéresis) del producto terminado, lo cual se considera como una característica no deseada. La presencia de estabilizantes previene la sinéresis en el producto, protegiendo así la proteína en la vida de anaquel del yogurt.

Cuadro 7. Resultados de la evaluación durante cuatro semanas del porcentaje de sinéresis.

Sinéresis	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Semana 1	0.0	0.5	0.0
Semana 2	0.0	0.2	1.0
Semana 3	0.0	0.2	0.2
Semana 4	0.0	0.3	0.0
Total (ml)	0.0	1.2	1.2
Porcentaje (%)	0.0	0.12	0.12

Como se muestran en el Cuadro 7, las pérdidas durante las semanas de estudio fueron muy bajas en los diferentes tratamientos, sin embargo; el tratamiento 1 fue el que obtuvo 0 pérdidas, estos resultados son considerados adecuados para la elaboración de un yogurt. La disminución de la sinéresis ocurre cuando se dan todas las condiciones idóneas tales como: proceso adecuado de la pasteurización, uso de estabilizantes, utilización adecuada de cepas de microorganismos entre otras. (García, 1993); según Rojas Castro, *et al* en 2004, evaluó diferentes proporciones de leche de vaca y cabra para la elaboración de yogurt, donde se obtuvieron porcentajes de sinéresis superiores a los del presente estudio, ya que para el tratamiento 100% de leche de cabra encontraron 2.1% de sinéresis.

Los cambios que sufren las proteínas durante la elaboración del yogurt resultan de gran importancia para la estabilidad del gel, porque están estrechamente relacionadas con el mejoramiento de la consistencia y viscosidad del producto al impedir la separación del suero ó sinéresis (Tamime y Robinson 1985). Este último factor, según Dengler & Kratz (1995), requiere especial atención, ya que la secreción de agua de la estructura del gel puede acabar con la estabilidad del yogurt, llegando a constituir uno de los peores defectos en el producto final. La sinéresis es un parámetro de interés y se encuentra entre las características más importantes de la calidad del yogurt, ya que se busca la ausencia completa de suero libre y grumos.

6.6 Viscosidad

Otra de las razones para utilizar estabilizantes en la industria láctea en especial en la elaboración de yogurt, es el darle una textura más adecuada acorde con los requerimientos y gustos de los consumidores. Los estabilizantes modifican la viscosidad, la plasticidad y la elasticidad del yogurt, confiriéndole una gran resistencia a incrementos de temperatura y esfuerzos mecánicos.

De allí se deriva la importancia de medir la viscosidad de productos terminados, como los que se evaluaron en este estudio y cuyos resultados se presentan a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados de la evaluación de viscosidad.

Viscosidad	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Distancia recorrida	8 cms.	6.5 cms.	4.5 cms.

En el Cuadro 8, el tratamiento 1 fue el que mayor recorrido tuvo 8cm./5 seg, por lo que esto indica que fue el tratamiento con menor viscosidad, mientras que el tratamiento 2 tuvo una viscosidad media debido a que avanzó 6.5 cm./5 seg.; quedando, el tratamiento 3 como el más viscoso de los tratamientos (4.5cm./5 seg).

6.7 Costos de producción

A Continuación se presentan los costos de producción en que se incurrieron para la elaboración de los tres diferentes tratamientos.

Cuadro 9. Resultados de Costos de Producción

Materia Prima	Cantidad	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Leche descremada	6 litros	Q30.00	Q30.00	Q30.00
Leche entera en polvo	180 g	Q2.93	Q2.93	Q2.93
Cultivo	0.43 g	Q2.14	Q2.14	Q2.14
Estabilizante	24 g*	Q2.26	Q4.31	Q2.03
Azúcar	348 g	Q2.18	Q2.18	Q2.18
Colorante y Saborizante	6 ml	Q1.20	Q1.20	Q1.20
Costo total/6 litros, Q		Q40.71	Q42.76	Q40.48
Costo/litro, Q		Q6.78	Q7.13	Q6.75

***Nota:** La cantidad de estabilizante utilizada en el tratamiento 2 fue de 91.2 g.

De acuerdo a los resultados en el Cuadro 9, se puede observar que el tratamiento 3 y 1 fueron similares y los que presentaron menores costos por litro producido, habiendo una diferencia entre ellos de 0.03 centavos a favor del tratamiento 3. En ese mismo cuadro se puede observar que la diferencia de costo de litro producido entre el tratamiento 2 y 3 fue de 0.38 centavos.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevo a cabo este estudio se concluye lo siguiente:

1. Para la variable olor no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos.
2. Para la variable aspecto en términos de presencia de suero, los tratamientos 2 y 3 son similares entre sí y superiores al tratamiento 1; mientras que para las características: brillo, grumos y apreciación general no se encontró diferencia significativa.
3. Para la variable textura medida en términos de consistencia los panelistas calificaron al tratamiento 3 como el más espeso, en comparación con los tratamientos 2 y 1; para la característica filancia se encontró que el tratamiento 1 fue más filante; mientras que para la apreciación general los tratamientos 1 y 3 fueron superiores en comparación al tratamiento 2.
4. Para la variable sabor únicamente se encontró diferencia significativa para la característica de apreciación general, la cual obtuvo mayor calificación los tratamientos 1 y 3.
5. Para la variable viscosidad la tendencia fue que el tratamiento 3 fue el de mayor viscosidad.
6. En relación a la sinéresis se observó que el tratamiento 1 fue el único que no presentó sinéresis durante las 4 semanas, no obstante los otros tratamientos tuvieron pérdidas bajas.

7. Para el tratamiento 3 se invirtieron menores costos de producción en relación al tratamiento 1 y 2.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones que se llevo a cabo el siguiente estudio se recomienda lo siguiente:

En base a las variables del perfil sensorial, viscosidad, sinéresis y costos de producción se recomienda el uso de un estabilizante a base de: Gelatina, pectina, Carragenina y fórmula estandarizada con dextrosa, que corresponde al tratamiento 3.

IX. RESUMEN

Molina Chew, Irma Sucel. 2009. “Comparación de tres estabilizantes comerciales utilizados en la elaboración de yogurt de leche descremada de vaca” Tesis Licda. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. P.

El presente estudio se realizó en la Unidad de Procesamiento de Lácteos, Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. El estudio se llevó a cabo en tres fases: Fase I: Elaboración de Yogures; Fase II: Evaluación del perfil sensorial, viscosidad y sinéresis; Fase III: Evaluación de los resultados.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: tratamiento 1: Gelatina, pectina, carragenina, polifosfatos de sodio y monoestearato de glicerilo. Tratamiento 2: Almidón modificado, gelatina kosher, pectina y sulfato de calcio y Tratamiento 3: Gelatina, pectina, carragenina, fórmula estandarizada con dextrosa.

Para la variable olor los resultados obtenidos indicaron que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, debido a que el olor característico del yogurt es producido por varios ácidos grasos volátiles ya que son responsables del aroma del mismo.

Los resultados obtenidos para la variable aspecto si se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para la variable presencia de suero, en donde los panelistas manifestaron a través de la escala hedónica, que los tratamientos 2 y 3 presentaron menor presencia de suero que el tratamiento 1.

Para las variables brillo, grumos y apreciación general no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Para la variable textura los resultados obtenidos en la variable consistencia, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0.005$). Siendo el tratamiento 3, quien alcanzo el mayor grado de espesor, seguido de los tratamientos 2 y 1 respectivamente.

Para la variable Filancia se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), debido a que el tratamiento 1, mostró ser más filante que el tratamiento 2 y 3.

Para la apreciación general, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0.05$). Observándose que los tratamientos 1 y 3 presentaron niveles de apreciación similares gusta mucho, comparado con el tratamiento 2, que obtuvo para apreciación general gusta poco.

Para las variables cremosidad y "Mouth thickness", no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Para la variable sabor los resultados del Análisis de Varianza de Friedman indicó que para las variables sabor a yogurt, ácido y dulzor no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, debido a que el sabor era el característico del yogurt.

A diferencia de las características anteriores en la variable apreciación general los panelistas determinaron que los tratamientos 1 y 3 alcanzaron mayor grado de aceptación que el tratamiento 2.

Para la evaluación de porcentaje de sinéresis las pérdidas durante las semanas de estudio, fueron muy bajas en los diferentes tratamientos; sin embargo, el tratamiento 1 fue el que obtuvo 0 pérdidas; estos resultados son considerados adecuados para la elaboración de un yogurt. La disminución de la sinéresis ocurre cuando se dan todas las condiciones idóneas tales como: proceso adecuado de la pasteurización, uso de estabilizantes, utilización adecuada de cepas de microorganismos entre otras.

Para la variable viscosidad el tratamiento 3 fue el que menor recorrido tuvo 4.5cm./5 seg, por lo que esto indica que fue el tratamiento con mayor viscosidad.

En la evaluación de costos de producción se puede observar que el tratamiento 3 y 1 fueron similares y los que presentaron menores costos por litro producido.

SUMMARY

Molina Chew, Irma Sucel. 2009. "Comparison among three commercial stabilizers used for yogurt preparation with skimmed cow milk" Thesis Licda. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. P.

The present research was carried out in the Unit of Dairy Products Processing, Laboratory of Brommatology of the School of Veterinarian Medicine and Zootecnia, San Carlos University of Guatemala. The research consisted of three phases: Phase I: Yogurts preparation; Phase II: Evaluation of the sensorial profile, viscosity and sineresis; Phase III: Results evaluation.

The evaluated treatments were the following: *Treatment 1*: Gelatin, pectin, carragenin, polyphosphates of sodium and monoestearate of glycerol; *Treatment 2*: Modified starch, gelatin kosher, pectin and calcium sulfate; *Treatment 3*: Gelatin, pectin, carragenin, dextrose standardized formula.

For the odor variable, the results indicated that there were no statistical differences among treatments because the typical yogurt odor is produced by various volatile fatty acids, responsible for the scent.

For the aspect variable, the results showed a significant statistical difference ($p < 0.05$) for the variable presence of serum. Panelists expressed through an hedonic scale, that treatments 2 and 3 presented lower presence of serum than treatment 1.

For variables brightness, curd and general assessment, no significant differences were found among the evaluated treatments.

For the texture variable, the results of consistency indicated a significant statistical differences among treatments ($p < 0.005$). Treatment 3 reached the higher grade of thickness, followed by treatments 2 and 1 respectively.

For the financy variable, a significant statistical differences ($p < 0.05$) was found. Treatment 1 proved to be more filant than treatment 2 and 3.

The general assessment results showed a significant statistical differences among treatments ($p < 0.05$). It was observed that treatments 1 and 3 showed similar assessment level 'like very much', compared to treatment 2, with a general assessment of 'like slightly'.

No significant statistical differences among treatments were found for variables creamy and mouth thickness.

For the taste variable, the results of the Friedman Variance Analysis indicated that for yogurt taste, sour and sweet, there was no significant statistical difference among treatments as it was the typical yogurt taste.

Different from the above characteristics, for the general assessment variable panelists concluded that treatments 1 and 3 reached a higher grade of acceptability than treatment 2.

For the evaluation of the percentage of sineresis, losses were very low during the two-week research period in the various treatmnets. It is worth mentioning that treatment 1 had '0' losses, which is considered an adequate result for yogurt preparation. The decrease in the sineresis occurs when all ad-hoc conditions are present, such as: adequate pasteurization process, use of stabilizers, adequate use of microorganism stump, among others.

For the viscosity variable, treatment 3 had the lower run with 4.5cm./5 seconds, which indicates it was the treatment with the higher viscosity.

In the production costs evaluation it can be observed that treatments 3 and 1 were similar and represented lower costs per quarter of production.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Basurto Rodríguez, L. 2000. Goma de Tara. (en línea). Consultado 7 feb. 2008. Disponible en <http://www.geocities.com/lebr7/goma.htm>
2. Características generales del mineral. 2002. (en línea). Consultado 11 mar. 2008. Disponible en <http://www.economia.gob.mx/?P=1858>
3. Destroxa. 2007. (en línea). Consultado 9 mar. 2008. Disponible en <http://www.geocities.com/grupoindustrialaisa/>
4. Díaz Camacho, JF. 1999. Introducción a los métodos no paramétricos Veracruz, MX, Universidad Veracruzana. 134 p.
5. Elaboración de Yogurt (de leche de cabra o de vaca). 2000. Elaboración de productos con leche de cabra (en línea). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Consultado 10 feb. 2008. Disponible en <http://www.promer.org/getdoc.php?docid=107>
6. Feria Nacional e Internacional del Helado artesanal. 2008. (en línea). Consultado 13 feb. 2008. Disponible en: <http://www.mundohelado.com/>
7. Forti. L. 2001. Leites fermentados. Vahlinos, BR, s.e. 63 p.
8. García, M; Quintero, R; López, A; Canales, M. 1993. Procesamiento de yogur natural y de sabores. (en línea) Consultado 23 mar. 2009. Disponible en www.dairy.products/yogur/studiespost.htm
9. Goma Xanthana. 2008. (en línea). Consultado 18 feb. 2008. Disponible en: <http://www.geocities.com/grupoindustrialaisa/xanthana.html>

10. Maltodextrina Carbo Poder. 2004. (en línea). Consultado 19 feb. 2008. Disponible en <http://www.rematazo.com/remate/8562-MALTODEXTRINA-DE ASN-4-LIBRAS.html>
11. Pectina. 2007. (en línea). Consultado 9 mar. 2008. Disponible en <http://www.geocitie.com/grupoindustrialaisa/>
12. Rojas-Castro, WN; Chacón-Villalobos, A; Pineda-Castro, ML. 2007. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. (en línea) Consultado 24 mar. 2009. Disponible en <http://www.vinv.ucr.ac.cr/latindex/agromeso-18-2/8.Rojas-yogurt.pdf>
13. Tofiño, A. 2002. Amilasa y Amilo Pectina (en línea). Consultado 01 mar. 2008. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actaagronomica/article/view/190/455>
14. Villoria, A. 2006. Carragenina. (en línea). Consultado 17 feb. 2008. Disponible en <http://www.anvisa.com/pdfcatalogo/EMPE-1000309.4-CARRAGENINA-CEAMGEL%201313.pdf>
15. Yogurt: Aditivos usados en la elaboración. 2008. (en línea). Consultado 16 feb. 2008. Disponible en <http://www.mundohelado.com/hmateriasprimas/yogurt/yogurt04.htm>
16. Zelaya Baldovinos, BD; 1998. Elaboración de yogurt líquido en Zamorano y su aceptación en el mercado de Tegucigalpa. (en línea) Consultado 22 mar. 2009. Disponible en http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/02.zamorano.edu/tesis_omfpñob/1999/T1081.pdf

XI. ANEXOS

TRATAMIENTO _____

BOLETA PARA EVALUAR EL PERFIL SENSORIAL**Olor**

Yogurt	Crema fresca	1	2	3	4	5	Leche fermentada
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

Aspecto

Presencia de Suero	Superficie cubierta	1	2	3	4	5	Sin suero
Brillo	Opaco	1	2	3	4	5	Muy brillante
Grumos	Muchos grumos de 1 mm o +	1	2	3	4	5	Superficie suave
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

Textura

Consistencia	No espeso	1	2	3	4	5	Muy espeso
Filancia	No filante	1	2	3	4	5	Muy filante
Mouth thickness	Fácil de deglutir	1	2	3	4	5	Difícil de deglutir
Cremosidad	Menos Cremoso	1	2	3	4	5	Más cremoso
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho

Sabor

Yogurt	Crema fresca	1	2	3	4	5	Leche fermentada
Acido	Menos ácido	1	2	3	4	5	Más ácido
Dulzor	Menos dulce	1	2	3	4	5	Más dulce
Apreciación general	Me gusta poco	1	2	3	4	5	Me gusta mucho