



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EVALUACIÓN DE TIPOS DE ESTABILIZANTE Y PORCENTAJE DE
GRASA DE LA LECHE EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y
SENSORIAL DEL YOGUR**

AUTORES:

**CARLOS GERMAN VÉLIZ PINARGOTE
CRISTHIAN WAGNER ÁLCIVAR GILER**

TUTOR:

ING. DENNYS LENÍN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

CARLOS GERMÁN VÉLIZ PINARGOTE y CRISTHIAN WAGNER ALCÍVAR GILER, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

CARLOS G. VÉLIZ PINARGOTE

CRISTHIAN W. ALCÍVAR GILER

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Dennys Zambrano Velásquez Certifica haber tutelado el trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE TIPOS DE ESTABILIZANTE Y PORCENTAJE DE GRASA DE LA LECHE EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DEL YOGUR”**, que ha sido desarrollada por Carlos Germán Véliz Pinargote y Cristian Wagner Alcívar Giler, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo a la normativa de la institución.

ING. DENNYS L. ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE TIPOS DE ESTABILIZANTE Y PORCENTAJE DE GRASA DE LA LECHE EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DEL YOGUR**”, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Carlos Germán Véliz Pinargote y Cristhian Wagner Alcívar Giler, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

ING. RICARDO R. MONTESDEOCA PÁRRAGA, Mg.

MIEMBRO

ING. DAVID W. MOREIRA VERA, Mg.

MIEMBRO

ING. EDITH M. MOREIRA CHICA, Mg.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día. A nuestros padres y familia por su apoyo incondicional y por siempre creer en nosotros. A todo el cuerpo Docente de nuestra amada carrera, que aportaron desde el inicio de nuestra formación profesional con sus conocimientos y su calidad humana, de forma especial a nuestro Tutor el Ing. Lenin Zambrano Velásquez, por su guía constante y apoyo durante todo el desarrollo del trabajo de titulación. A los miembros del tribunal por sus sugerencias y aportes para que este trabajo sea de calidad. Y es que es tanto y a tanta gente, a los que tenemos que agradecer, que una hoja no bastaría para plasmar nuestra gratitud, solo resta decir gracias, muchas gracias a todos.

CARLOS G. VÉLIZ PINARGOTE

CRISTHIAN W. ALCÍVAR GILER

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y dedicación que conllevó el desarrollo de este trabajo, está dedicado y con sobra de merecimientos a los seres más importantes en mi vida; mi amada familia. A mis compañeros y amigos quienes han sido parte importante de ésta etapa de mi vida, impulsándome día a día a ser mejor y a todas las personas que me brindaron su apoyo y amistad durante el hermoso camino que me ha llevado a este momento.

CARLOS G. VÉLIZ PINARGOTE

A Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera, darme salud para lograr todos los objetivos propuestos.

A mi madre Paola, a mis abuelos y a mi tío, por ser pilares fundamentales en lo que soy, en mi educación académica como en la vida.

A todos ellos por ser el soporte incondicional, compartiendo los gratos y difíciles momentos a mi lado. De igual manera a toda mi familia, gracias por apoyarme.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por recogerme en sus aulas y darme la oportunidad de tener una carrera universitaria, a mi tutor por cada detalle y momento dedicado en aclarar cualquier tipo de duda, y a todos y cada uno de los docentes que a través de sus clases y orientaciones depositaron en mi sus enseñanzas y ejemplos que me permitirán ser un mejor profesional.

CRISTHIAN W. ALCÍVAR GILER

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
PALABRAS CLAVES.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
KEY WORDS.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. YOGUR.....	5
2.1.1. CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL YOGUR.....	5
2.1.2. IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN	6
2.1. PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR	7
2.2.1. LECHE.....	7
2.2.1.1. CONTENIDO DE GRASA.....	7
2.2.2. ESTABILIZANTES.....	8
2.2.2.1. INULINA	8
2.2.2.2. CC-729	9
2.2.3. AZÚCAR.....	9
2.2.4. FERMENTO	9

2.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL YOGUR.....	10
2.3.1.	SINÉRESIS.....	10
2.3.2.	VISCOSIDAD	10
2.3.3.	pH	11
2.3.4.	ACIDEZ	11
2.3.5.	°BRIX.....	11
2.4.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES U ORGANOLÉPTICAS	11
2.5.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	12
2.5.1.	TIPOS DE PRUEBA	12
2.5.2.	TIPOS DE JUECES.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		15
3.1.	UBICACIÓN	15
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	15
3.3.	VARIABLES A MEDIR Y MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	15
3.4.	FACTORES EN ESTUDIO.....	16
3.4.1.	FACTORES	16
3.4.2.	NIVELES.....	16
3.5.	TRATAMIENTOS.....	16
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.7.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	18
3.8.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	19
3.8.1.	DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR	19
3.8.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR	21
3.8.3.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	23
3.8.3.1.	SINÉRESIS.....	23
3.8.3.2.	°BRIX.....	23
3.8.3.3.	pH	23
3.8.3.4.	ACIDEZ	23
3.8.3.5.	VISCOSIDAD	23
3.8.4.	PRUEBA SENSORIAL	24
3.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25

4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	25
4.2.	MEDIAS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL YOGUR Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
4.3.	INCIDENCIA DE LOS FACTORES EN ESTUDIO SOBRE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS	26
4.3.1.	INCIDENCIA DEL FACTOR A	26
4.3.2.	INCIDENCIA DEL FACTOR B	27
4.3.3.	INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DE LOS FACTORES	28
4.4.	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL YOGUR.....	30
4.4.1.	SINÉRESIS.....	30
4.4.2.	VISCOSIDAD	32
4.4.3.	pH	33
4.4.4.	ACIDEZ	35
4.4.5.	°BRIX.....	36
4.5.	PARÁMETRO SENSORIAL DEL YOGUR	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		39
5.1.	CONCLUSIONES	39
5.2.	RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....		41
ANEXOS.....		46

CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 2.1.	ESPECIFICACIONES DE LAS LECHE FERMENTADAS.....	6
CUADRO 2.2.	COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y EL YOGUR	7
CUADRO 3.1.	TRATAMIENTOS.....	17
CUADRO 3.2.	ESQUEMA ANOVA DE DOS FACTORES	17
CUADRO 3.3.	ESQUEMA ANOVA DE UN FACTOR	18
CUADRO 3.4.	COMPOSICIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	19
CUADRO 4.1.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE PROVENIENTE DE LA ESPAM MFL	25
CUADRO 4.2.	RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL YOGUR	26
CUADRO 4.3.	DIFERENCIA SENSORIAL ENTRE LOS TRATAMIENTOS.....	38

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE YOGUR	20
---	----

CONTENIDO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1. INCIDENCIA DEL FACTOR A SOBRE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL YOGUR	27
GRÁFICO 4.2. INCIDENCIA DEL FACTOR B SOBRE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL YOGUR	27
GRÁFICO 4.3. INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DEL FACTOR A Y B SOBRE LA SINÉRESIS Y °BRIX.....	28
GRÁFICO 4.4. INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DEL FACTOR A Y B SOBRE LA VISCOSIDAD	29
GRÁFICO 4.5. INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DEL FACTOR A Y B SOBRE EL PH	29
GRÁFICO 4.6. INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DEL FACTOR A Y B SOBRE LA ACIDEZ.....	31
GRÁFICO 4.7. COMPARACIÓN DE LA SINÉRESIS DE LOS TRATAMIENTOS CON RELACION AL TESTIGO	31
GRÁFICO 4.8. COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LOS TRATAMIENTOS CON RELACION AL TESTIGO.....	33
GRÁFICO 4.9. COMPARACIÓN DEL pH DE LOS TRATAMIENTOS CON RELACION AL TESTIGO.....	34
GRÁFICO 4.10. COMPARACIÓN DE LA ACIDEZ DE LOS TRATAMIENTOS CON RELACION AL TESTIGO	36
GRÁFICO 4.11. COMPARACIÓN DE LOS °BRIX DE LOS TRATAMIENTOS CON RELACION AL TESTIGO	37

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito valorar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un yogur elaborado con 3 niveles de grasa y usando dos tipos de estabilizante. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) bifactorial en 2x3. Factor A: Tipos de estabilizantes, 2 g/L de CC-729 y 30 g/L de Inulina; Factor B: Leche al 1%, 2,5% y 4% de grasa, que originaron seis tratamientos, además se incluyó un testigo (Leche entera + gelatina sin sabor), se realizaron tres repeticiones resultando 21 unidades experimentales de 1000g. Las variables fisicoquímicas analizadas fueron: Sinéresis, viscosidad, pH, acidez y °Brix, cuyos resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza en comparación al testigo mediante la prueba de significancia de Dunnett; resultando el factor A con incidencia sobre todas las variables, además la inulina presentó mejores resultados; mientras que el factor B no presentó diferencias significativas sobre ninguna variable. La evaluación sensorial (prueba de preferencia sensorial), fue realizada por un panel de 75 jueces no entrenados cuyos resultados se analizaron por medio de la prueba de Friedman en donde se evidenció un mejor comportamiento al incrementarse la grasa en la leche, presentando mayor aceptabilidad el testigo y el T5 (3 % de inulina con leche con 2,5% de grasa), también se logró determinar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos frente al testigo.

PALABRAS CLAVES

Yogur, tipos de estabilizante, porcentaje de grasa de la leche, características fisicoquímicas, análisis sensorial.

ABSTRACT

The purpose of this research was to assess the physicochemical and sensory properties of a yogurt made with 3 levels of fat and using two types of stabilizer. A 2x3 bifactorial completely randomized design (DCA) was used. Factor A: Types of stabilizers, 0.2% of CC-729 and 3% of Inulin; Factor B: 1% milk, 2.5% and 4% fat, which originated six treatments, in addition a control was included (whole milk + unflavored jelly), three repetitions were made, resulting in 21 experimental units of 2000 gr. The physicochemical variables analyzed were: Syneresis, viscosity, pH, acidity and ° Brix, whose results were evaluated by means of an analysis of variance in comparison to the control by Dunnett's significance test; resulting the factor A with more incidence on all the variables, besides the inulin presented better results; while factor B did not show significant differences over any variable. The sensory evaluation (sensory preference test), conducted by a panel of 75 untrained judges, results that were analyzed by means of the Friedman test showed a better behavior when fat increased in milk, the control and T5 being more acceptable (3% inulin with milk with 2.5% fat), it was also determined that there were significant differences among the treatments against the control.

KEY WORDS

Yogurt, types of stabilizer, percentage of fat of the milk, physical chemistry characteristics, sensory analysis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a Parra (2009) una de las industrias que tiene mayor impacto en los sectores de la economía de países industrializados y en desarrollo es la industria láctea y según Jiménez, Sosa y Vélez (2004) uno de los productos lácteos de mayor consumo es el yogur. Es por ello que se estudia los problemas tecnológicos en su elaboración y los que se presentan con mayor frecuencia son la viscosidad y el grado de sinéresis, manifestándose con la expulsión de agua del gel, Vera (2011) detalla que uno de los causantes de este problema es la reducción del contenido de grasa y el uso de estabilizantes, dicho problema puede conducir a que el producto sea rechazado por el consumidor. En Ecuador el consumo del yogur según PROECUADOR (2014) tiene una tendencia creciente, ya sea por los beneficios que proporciona su consumo o debido a la mayor capacidad adquisitiva de la población. Heredia (2006) pone en manifiesto que en Ecuador existe una gran cantidad de empresas dedicadas a la producción de yogur, mismas que en variadas ocasiones no cumplen con los estándares de calidad reglamentarios o presentan defectos en sus características; como son el grado de sinéresis y la viscosidad, presentando falencias y por ende genera una producción de yogur poco apetecible para el consumidor.

Iriberry (2014) indica que la disminución del contenido de grasa de la leche, causa un alto grado de sinéresis, además de una muy baja cremosidad que está directamente relacionada con la consistencia y la viscosidad del yogur. Según Jiménez *et al.* (2004) la sinéresis se presenta durante el almacenamiento, como resultado de la pérdida de estabilidad y de la pérdida de retención de agua de los componentes del yogur. Los estabilizantes comerciales son una alternativa para conferirle mayor fuerza a la estructura del gel, pero García, Quintero y López (2004) hacen mención que en dosis inadecuadas pueden formar grumos y tener efectos adversos en el sabor; además de que las legislaciones de varios países prohíben su uso. Es por ello que en diversas investigaciones se manejan variados niveles de

grasa, siendo reemplazados de forma parcial o total con otro tipo de productos como son las fibras. Al respecto investigaciones como la de Rinaldoni, Campderrós y Pérez (2012), Crispín, Lobato, Espinoza, Alvarez y Vernon (2015) demuestran que se puede elaborar un yogur de calidad en base a parámetros fisicoquímicos y sensoriales, utilizando inulina como aditivo alimentario funcional y además como sustituto parcial de la grasa de la leche, e implantando un campo de estudio con materias primas cuyo uso no es habitual. Otra investigación desarrollada por Montesdeoca, Benítez, Guevara y Guevara (2017) indica que el estabilizante comercial CC-729 presentó los mejores resultados en la valoración fisicoquímica de una bebida láctea fermentada.

Dentro de la elaboración de yogur, las características que mayor importancia poseen y por lo cual son los más evaluados, son los parámetros fisicoquímicos, que son determinantes en la calidad. Dentro de las características sensoriales Martínez (2017) informa que se imponen; la apariencia, ya que dentro de ella se evalúa la presencia de suero, y la consistencia en donde se evalúa la textura y cremosidad. Actualmente el yogur elaborado en el taller de lácteos de la ESPAM MFL, presenta un alto grado de sinéresis y una textura débil que genera una baja aceptación por parte del consumidor local y además de acortar la vida útil del producto; generando pérdidas económicas.

Una vez analizados todos estos factores que componen la problemática, se llega a la siguiente interrogante:

¿La utilización de diferentes tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche permitirá elaborar un yogur que reúna las mejores características fisicoquímicas y sensoriales?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en el mejoramiento de las características fisicoquímicas del yogur elaborado en el taller de procesos lácteos de la ESPAM MFL, mediante el manejo del contenido de grasa de la leche y la utilización de

inulina, que es una fibra dietética usada principalmente como agente texturizante y estabilizante en productos lácteos (Parra, 2012). Además del estabilizante comercial CC-729 cuyo estudio ha demostrado su eficacia como agente estabilizante en bebidas lácteas fermentadas. El desarrollo de dicha investigación se regirá con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2395 para bebidas lácteas fermentadas y su metodología se basará en los procesos ya establecidos para un yogur tipo batido, dándose su innovación en la utilización de estos dos factores en estudio y con lo cual existe la posibilidad de obtener un producto con mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

En el ámbito técnico según Bot, Erle, Vreeker y Agterof (2004) la inulina tiene como propiedades ser un sustituto de la grasa ya que se le atribuye la capacidad de formar micro cristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que atrapan gran cantidad de agua, originando una textura cremosa y fina que proporciona sensación bucal similar a la grasa. A su vez siendo fibra dietética insoluble tiene la capacidad de dar estabilidad evitando la separación del lácteo suero de la bebida láctea fermentada. Según el PNBV (2017) el desarrollo de las fuerzas productivas se centra en la formación de talento humano y en la generación de conocimiento, innovación y nuevas tecnologías. Este proyecto procura obtener bio-conocimientos a través de una nueva formulación de yogur con materias primas de interés agroindustrial y a su vez preservando la soberanía alimentaria. En la cual los parámetros fisicoquímicos que se analicen deben estar comprendidos en el rango que indica la normativa, la cual permite la adición de ingredientes de origen natural siempre y cuando estos no sobrepasen el 30% del peso total del producto final.

En lo que respecta al beneficio del consumidor, este se encamina principalmente a personas con problemas estomacales, diabetes y de sobrepeso o para todo tipo de personas que son consumidores de productos bajos en grasa; tal como detalla Lara (2011) la inulina aporta estos beneficios en la salud del consumidor, dándole así la facilidad de consumir un yogur con estas características sin el temor que les cause problemas en la salud.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche sobre la sinéresis para alcanzar la calidad fisicoquímica y sensorial del yogur.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer el tipo de estabilizante que presenta menor grado de sinéresis para mejorar la calidad fisicoquímica.

Establecer el porcentaje de grasa de la leche que presenta menor grado de sinéresis para mejorar la calidad fisicoquímica.

Establecer la aceptabilidad mediante prueba de preferencia sensorial con jueces no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

H₀= Todos los tratamientos presentan el mismo grado de sinéresis en el yogur.

H₁= Al menos un tratamiento presenta menor grado de sinéresis en comparación al testigo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. YOGUR

El yogur, producto lácteo resultante de la fermentación láctica de leche entera, semidescremada o descremada, obtenida mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*; que son responsables de las transformaciones metabólicas en los carbohidratos, las proteínas y los lípidos, que conducen al desarrollo de su sabor y viscosidad características. La transformación más importante es la fermentación láctica que utiliza la lactosa de la leche como sustrato (Moreno *et al.* 2013 y López, 2011).

2.1.1. CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL YOGUR

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2395, 2011) el yogur se puede clasificar de la siguiente forma:

Según el contenido de grasa

- a) Entero
- b) Semidescremado (parcialmente descremado)
- c) Descremado

De acuerdo a los ingredientes

- a) Natural
- b) Con ingredientes

De acuerdo al proceso de elaboración

- a) Batido
- b) Coagulado o aflanado
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado

e) Deslactosado

Cuadro 2.1. Especificaciones de las leches fermentadas

Requisitos	Entera		Semidescremada		Descremada		Método de ensayo
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5	...	1,0	<2,5	...	<1,0	NTE INEN 12
Proteína, % m/m							
En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	...	2,7	...	2,7	...	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/m							
En kéfir suave							
En kéfir fuerte	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
Kumis	...	3,0	...	3,0	...	3,0	
	0,5	...	0,5	...	0,5	...	
Presencia de adulterantes ¹⁾	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

1) Adulterantes: Harina y almidones (excepto almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011).

2.1.2. IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN

El yogur posee un alto valor nutritivo, en parte se debe a la cantidad de proteína que presenta, además Romero y Mestres (2004) detallan que se lo considera dentro del grupo de los probióticos en dependencia de las colonias de microorganismos presentes en su composición. El yogur aporta mucho a la salud humana, y Parra (2012) nos muestra varios de los beneficios que genera el consumo del mismo: prevención de cáncer de colon, disminución de colesterol, mejoramiento de la flora intestinal, efectos en el sistema inmune y prevención de helicobacter pylori, entre otros. Las bacterias responsables de estos efectos son las bacterias ácido-lácticas-probióticas como Bifidobacterias, Streptococcus y principalmente Lactobacillus.

Cuadro 2.2. Composición de la leche y el yogur

Compuestos (unidades/100g)	Leche entera	Leche descremada	Yogur entero	Yogur semidescremado
Calorías	77,5	36	72	50
Proteínas (g)	3,5	3,3	3,9	3,4
Grasas (g)	4,25	0,13	3,4	1,7
Carbohidratos (g)	4,75	5,1	4,9	5,2
Calcio (mg)	119	121	145	150
Fósforo (mg)	94	95	114	118
Sodio (mg)	50	52	47	51
Potasio (mg)	152	145	186	192

Fuente: Vera (2011).

2.2. PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR

A continuación se presentan las principales materias primas empleadas en la elaboración de yogur:

2.2.1. LECHE

Para Moreno *et al.* (2013) la leche es el fluido biológico que secretan las hembras de los mamíferos. Mientras que el INEN 0003 (1984) lo define como el producto íntegro, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro, obtenido por ordeño higiénico, completo, de vacas sanas y bien alimentadas

2.2.1.1. CONTENIDO DE GRASA

La grasa se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa (Agudelo y Bedoya, 2005). La viscosidad del yogur está influenciada por varios factores como la calidad y el contenido de grasa, el yogur está compuesto de un gel en el cual las proteínas desnaturalizadas del suero actúan como uniones con la matriz de caseína y los glóbulos de grasa son incorporados dentro de la estructura. Las características

estructurales y mecánicas del yogur pueden ser alteradas por los factores anteriormente mencionados, resultando en pobres características sensoriales y una alta sinéresis (Anaya, Dzul, García, Lobato y Herrera, 2016).

2.2.2. ESTABILIZANTES

Los estabilizantes son aditivos que mantienen las propiedades físicas de los alimentos, conservando la homogeneidad de los productos e impidiendo la separación de los diferentes ingredientes que componen su fórmula. Ferreira (2010) menciona que son sustancias que también facilitan la disolución, aumentan la viscosidad, aumentan la capacidad de retención de agua, ayudan a evitar la formación de cristales que afectarían la viscosidad y la apariencia homogénea del producto. La gran mayoría está formada por polisacáridos o por proteínas.

Los agentes estabilizadores mejoran el cuerpo y la viscosidad de los productos lácteos. Estos estabilizadores incluyen compuestos como almidón, carragenina, garrofin, goma xantana, goma guar, pectina, inulina, entre otros. Ramírez y Vélez (2013)

2.2.2.1. INULINA

La inulina es una fibra dietética, es decir que no es degradada por la enzima humana amilasa o ptialina, presente en la saliva y secreción pancreática. Como resultado, la inulina atraviesa la mayor parte del tracto digestivo prácticamente sin cambios, y es sólo en el colon, donde las bacterias en él residentes comienzan a degradar la inulina. Lara, Lara, Julian, Pérez, y Benítes (2017) hacen referencia a que la inulina posee importantes beneficios, en formulaciones de alimentos; mejora las propiedades organolépticas, además de ser un buen sustituto de grasas sin modificar las texturas. Entre las plantas más representativas que producen fructanos se identifican las del grupo Liliaceae (ajo, cebolla espárrago, ajo porro) y Compositae (achicoria, pataca o tupinambo y yacon). Además Chacón (2006) detalla que la inulina puede tener dulzuras equivalentes al 10% correspondiente a la sacarosa.

La inulina es un prebiótico, es decir, “un ingrediente alimenticio no digerible que produce un efecto beneficioso en el hospedador al estimular el crecimiento selectivo y/o la actividad metabólica de un número limitado de bacterias en el colon”. Entre los beneficios a la salud aportados por la inulina se reporta la disminución de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon y enfermedades relacionadas al tracto gastrointestinal así como un aumento en la absorción de calcio y una mejor actividad inmunológica (Lara, 2011). Además otras investigaciones como la realizada por Lee, Kim, Jang, Kang, y Choue (2004) demostraron que la ingesta de este prebiótico reduce los factores de riesgo asociados a la hiperglicemia en mujeres.

2.2.2.2. CC-729

Según Descalzi s.f. este estabilizante está constituido por una mezcla especialmente seleccionada de almidón modificado, pectina y goma guar para yogur.

2.2.3. AZÚCAR

Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa (Cabezas, C., Hernández, B., y Vargas, M. 2016). El azúcar refinado lo único que contiene son hidratos de carbono con un valor calórico de 398 kcal por cada 100g y carece de proteínas, grasas, minerales y vitaminas (Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente, 2016). El 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el resto de la remolacha (Gómez, L., Beltrán, L., y García, J. 2013).

2.2.4. FERMENTO

El fermento para yogur original es una combinación simbiótica de cepas aisladas y seleccionadas de fuentes naturales, constituidos por bacterias ácido lácticas de los

tipos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Para que la leche se fermente se debe alcanzar una temperatura de incubación de 42-45°C (Vera, 2011).

2.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL YOGUR

Entre las características fisicoquímicas que destaca en el yogur se muestran las siguientes:

2.3.1. SINÉRESIS

La sinéresis se manifiesta mediante la expulsión de agua hacia el exterior del gel, siendo los materiales que expulsan los siguientes según Vera (2011); la fase acuosa de la leche fermentada, el agua atrapada dentro de las estructuras, el agua ligada a las proteínas y el agua libre; cuyas causas de este fenómeno pueden ser los escasos niveles de proteína en la leche con la que se elabora el producto y de grasa; tratamiento térmico y homogenización deficientes, temperatura de incubación muy alta, destrucción del coaguló durante la acidificación y un pH elevado (>4.8). La presencia de sinéresis es uno de los problemas que puede conducir a que el producto sea rechazado por el consumidor.

2.3.2. VISCOSIDAD

La viscosidad es un atributo que Rojas, Chacon y Pineda (2007) lo describen como uno de los más importantes en el yogur, cuya medición es muy importante sobre todo en productos que se supone deben tener una cierta consistencia en relación con su aspecto. Así mismo Cárdenas, Alvites, Valladares, Obregón, y Vásquez (2013) detallan que la viscosidad es un atributo de gran importancia, siendo determinante en la aceptación por parte del consumidor, y cuya medición es muy significativa sobre todo en productos como el yogur.

2.3.3. pH

Chavarrías (2013) describe el pH como la medida de acidez o alcalinidad de un alimento, siendo un factor determinante para controlar el crecimiento bacteriano. Con un pH bajo (condiciones ácidas) se detiene el desarrollo de bacterias, pero con un pH neutro la mayoría de bacterias crece muy bien (entre 7-8,5).

Este parámetro es un indicador de calidad de la leche, por lo cual se controla desde la recolección hasta la entrega del producto. Durante la elaboración de yogur, se debe detener la incubación en un rango de pH cercano a 4,4–4,6. Aunque durante el almacenamiento este valor tiende a disminuir por la actividad de las cepas bacterianas presentes en el mismo, cuyo valor ayuda a la conservación del mismo.

2.3.4. ACIDEZ

La acidez de una sustancia es el grado en el que es ácida, la escala más común para cuantificar la acidez es el pH. Para determinación la acidez se realiza la prueba de acidez titulable, donde Romero, Navarro, y Noguera (2005) detallan que el proceso consiste en tomar la muestra y diluir de ser el caso, para luego titular con NaOH al 0,1N, empleando fenolftaleína como indicador.

2.3.5. °BRIX

Los °Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en una muestra, y se expresa en porcentaje. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales, y demás compuestos solubles en la muestra. Se determina empleando un refractómetro calibrado (Rodríguez, 2014).

2.4. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES U ORGANOLÉPTICAS

Las características sensoriales u organolépticas de un alimento son aquellas que pueden ser captadas a través de los sentidos tales como; vista, oído, olfato, gusto y tacto, las cuales según Vera (2011) envían información al cerebro para ser

interpretados y nos informan de la magnitud y cualidad del estímulo provocado. A través de la vista y olfato podemos obtener la primera impresión del producto, por ejemplo; con la vista Barda (2006) detalla que se puede saber su color, brillo, forma tamaño de lo que se está evaluando, el órgano nasal comunica los estímulos provocados por la llegada de componentes volátiles, el oído puede captar sonidos que se relacionan con la textura, el tacto nos ayuda a percibir sensaciones en la cavidad bucal, como nivel temperatura, si un producto es refrescante, astringente o ardiente. Por último, al igual que con la vista Barda (2006) expone que con el órgano del gusto podemos captar sabores como; amargo, ácido, dulce y salado y además nos orienta acerca de la consistencia del producto.

2.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Barda (2006) expone que el análisis sensorial de los alimentos se realiza con los sentidos, es una herramienta muy empleada por las empresas para el control de calidad de sus productos, ya sea durante la etapa del desarrollo o durante el proceso de rutina. Por ejemplo, al cambiar un insumo es necesario verificar si esto afecta las características sensoriales del producto y por ende su calidad. Ese es un buen momento para hacer un análisis; para cotejar entre el producto anterior y el nuevo.

2.5.1. TIPOS DE PRUEBA

Según Barda (2006) se distinguen tres grandes grupos de pruebas sensoriales, las cuales se detallan a continuación:

Prueba descriptiva: Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Es la más completa y el panel no es mayor de 10 personas, debido a la dificultad de entrenar a una mayor cantidad.

Prueba discriminativa: Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, la consulta al panel es cuánto difiere de un control o producto típico, pero

no sus propiedades o atributos. Se emplean como mínimo 20-25 personas, dependiendo del tipo de ensayo

Prueba o Test del consumidor: También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, y la pregunta es si les agrada o no el producto. Para que los resultados sean válidos se requieren numerosas respuestas, por lo que se trabaja por lo menos con 80 personas.

2.5.2. TIPOS DE JUECES

Cualquier persona puede ser juez, todos tenemos sensibilidades diferentes y sufrimos de alguna incapacidad sensorial; por eso es que Barda (2006) detalla que es tan importante trabajar con un grupo de evaluadores o lo que habitualmente se denomina Panel de Evaluación Sensorial; ya que lo que no puede oler uno, lo huele otro.

Muy aparte de lo mencionado en el párrafo anterior existen 4 tipos de jueces muy bien definidos, los cuales Zambrano y Zambrano (2013) los definen de la siguiente forma:

Juez Experto: Es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento.

Juez Entrenado: Es una persona que posee gran habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba.

Juez Semientrenado: Personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente participan en pruebas

discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

Juez no Entrenado: Personas que no han recibido ningún tipo de entrenamiento, pero que pueden participar en pruebas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el taller de lácteos, el análisis sensorial en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es 0°1'05.87" longitud oeste, a una latitud de 21 msnm (Google Earth, 2018). Mientras que los análisis fisicoquímicos se desarrollaron en conjunto entre el Laboratorio de Tecnologías de Lácteos y el Laboratorio de Investigación de Alimentos ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en la Av. Circunvalación vía a San Mateo, Manta. La ubicación geográfica es 0°57'16.9"S 80°44'47.3"W (Google Earth, 2018).

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La duración estimada del desarrollo de esta investigación fue de siete meses la cual culminó con la aprobación del trabajo de titulación.

3.3. VARIABLES A MEDIR Y MÉTODO DE EVALUACIÓN

1) Los análisis fisicoquímicos que se realizaron fueron los siguientes:

- Sinéresis (Método de centrifuga)
- °Brix (Refractómetro)
- pH (Potenciómetro Digital)
- Acidez (Acidez Titulable)
- Viscosidad (Texturometro Shimadzu EZ-LX)

2) Análisis sensorial: Se efectuó el análisis sensorial ante un panel de 75 jueces no entrenados, a los cuales se le aplicó una prueba de preferencia sensorial para establecer la aceptabilidad del producto, para lo cual se evaluó la calidad en general (Apariencia, sabor, aroma).

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. FACTORES

En el presente trabajo de titulación se determinó los siguientes factores:

Factor A: Tipos de estabilizante

Factor B: Porcentaje de grasa de la leche

3.4.2. NIVELES

Los estabilizantes que se utilizaron fueron los siguientes (CC-729 0,2% e Inulina 3%)

- $a_1 = 2 \text{ g/L}$
- $a_2 = 30 \text{ g/L}$

Los porcentajes de grasa de leche fueron los siguientes:

- $b_1 = 1\%$
- $b_2 = 2,5\%$
- $b_3 = 4\%$

3.5. TRATAMIENTOS

Como resultado de la combinación de los niveles de cada factor se establecieron seis tratamientos con tres repeticiones, los mismos se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.1. Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción
1	T1	2 g/L de estabilizante CC-729 con 1% grasa de leche
2	T2	2 g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% grasa de leche
3	T3	2 g/L de estabilizante CC-729 con 4% grasa de leche
4	T4	30 g/L de estabilizante Inulina con 1% grasa de leche
5	T5	30 g/L de estabilizante Inulina con 2,5% grasa de leche
6	T6	30 g/L de estabilizante Inulina con 4% grasa de leche
Testigo	T	Yogur elaborado con leche entera + Gelatina sin sabor

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se aplicó en la presente investigación fue de un diseño completamente al Azar (DCA) de dos factores A x B con un total de seis tratamientos, que se ajusta al modelo matemático.

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_k + ab_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad [3.1]$$

Dónde:

μ =Fuente de variación total.

a_i = Fuente de variación del factor A

b_k = Fuente de variación del factor B.

ab_{ik} = Fuente de variación de la interacción.

ε_{ijk} = Fuente de variación del error experimental.

El esquema ANOVA se presenta en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Esquema ANOVA de dos factores

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	17
A	1
B	2
AxB	2
Error experimental	12

Para identificar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos y el testigo se efectuó un ANOVA de un factor, que se ajusta al modelo presentado en la

ecuación 3.2. En caso de existir diferencias entre las medias se realizará un contraste mediante la prueba de Dunnet.

$$y_{yk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \text{ [3.2]}$$

Dónde:

μ = Fuente de variación total.

T_i = Fuente de variación de los tratamientos.

ε_{ij} = Fuente de variación del error experimental.

Cuadro 3.3. Esquema ANOVA de un factor

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	20
Tratamiento	6
Error experimental	14

3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características de la unidad experimental, la muestra en estudio será yogur, se tomaron en cuenta 1000g por cada unidad experimental. Las características se detallan en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.4. Composición de la unidad experimental

MATERIA PRIMA	Tratamiento											
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Leche	90,65	1032	90,65	1030	90,65	1028	88,84	1032	88,84	1030	88,84	1028
Azúcar	9,07	103,2	9,07	103	9,07	102,8	8,85	103,2	8,85	103	8,85	102,8
CC-729	0,2	2	0,2	2	0,2	2	--	--	--	--	--	--
Inulina	--	--	--	--	--	--	3	30	3	30	3	30
Fermento	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1
Saborizante	0,09	1	0,09	1	0,09	1	0,09	1	0,09	1	0,09	1
Conservante	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1
TOTAL	100	1138,4	100	1136,2	100	1134	100	1166,4	100	1164,2	100	1162

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para la obtención de yogur, se aplicó el siguiente diagrama de proceso (Figura 3.1)

3.8.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR

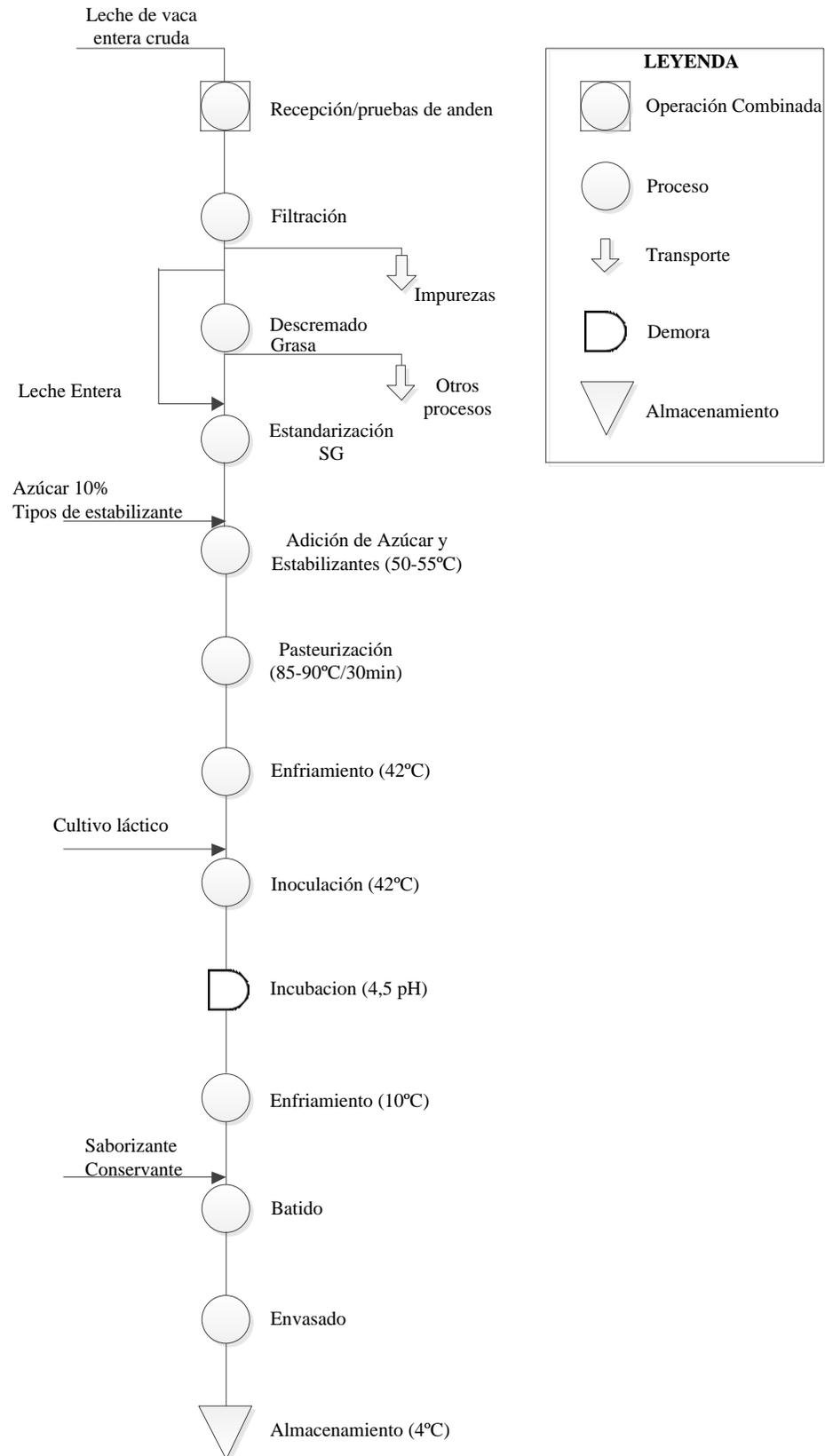


Figura 3.1. Diagrama de flujo de elaboración de yogur.

3.8.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR

Recepción/pruebas de andén: Es el primer paso en la elaboración del yogur con distintos tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche, se recibió la materia prima en ambiente adecuado, a la misma que inmediatamente se les realizó análisis de control en el laboratorio de bromatología del área agroindustrial.

Filtración: Una vez receptada la materia prima y efectuado los análisis protocolarios se procedió a filtrar con ayuda de un tamiz desmontable previamente esterilizado, este proceso se desarrolla principalmente para retirar partículas extrañas (impurezas).

Descremado: Mediante el uso de una descremadora Elecrem modelo 170489 se retiró la grasa de la leche, con el fin de obtener la materia prima con el mayor grado de descremado posible; esta se recirculo en 3 ocasiones y la crema obtenida fue almacenada para su posterior utilización.

Estandarización: La grasa extraída en la etapa anterior se designa para otros procesos, para su estandarización ingresa leche entera del proceso de filtrado; cuya relación entre ésta y la leche previamente descremada dependerá del cálculo realizado mediante un cuadrado de Pearson, en función del porcentaje de grasa requerido.

Adición del azúcar y estabilizante: Una vez alcanzada una temperatura entre 50–55°C, se agregó el 10% de azúcar con relación a la leche a procesar, los estabilizantes se mezclaron en conjunto con ésta para evitar la formación de grumos, donde la relación del tipo de estabilizante estuvo en función de la unidad experimental.

Pasteurización: Se realizó con el fin de destruir cualquier agente microbiano presente en la materia prima y que pueda repercutir en las posteriores etapas del procesamiento. Se realizó en la Pastomaster Carpigiani y se manejó un tratamiento térmico a una temperatura que rondó entre los 85–90°C por un lapso de tiempo de 30min.

Enfriamiento: Se desarrolló seguido de la pasteurización y se llevó a cabo en la Pastomaster Carpigiani, esta etapa es clave para darle las condiciones idóneas al fermento láctico, se descendió la temperatura hasta los 42°C con la finalidad de proceder a adicionar el fermento.

Inoculación: En la elaboración de yogur, el rol del cultivo láctico tiene una acción acidificante y formadora de sabor, se adicionó el cultivo YF-L 811/Lactobacillus Delbrueckii spp Bulgaricus y el Streptococcus Thermophilus, se mezcló hasta que se distribuyó el fermento en toda la leche.

Incubación: Se mantuvo a 42°C por un lapso de 5 horas, durante el transcurso del proceso se tomaron lecturas de pH periódicamente, para esto se emplearon tirillas de pH con una graduación que iba desde 3 a 5,5. Esta etapa se detuvo cuando se alcanzó un valor de 4,5 de pH o 60-70°Dornic.

Enfriamiento: Transcurrida la incubación el yogur se enfrió a una temperatura que rondaba los 10°C con el fin de recuperar la estabilidad proteica perdida durante el proceso de pasteurización y, en conjunto con los estabilizantes empleados lograr alcanzar la estabilidad deseada en el producto. Para alcanzar esta temperatura se almaceno el producto en la cámara de refrigeración del taller de lácteos de la ESPAM MFL.

Batido: Alcanzando la temperatura descrita en la etapa anterior se procedió a batir con el fin de ocasionar la ruptura del coágulo de yogur, se realizó el batido hasta conseguir una masa homogénea. En este punto se añadió el saborizante y el conservante (Sorbato de potasio), el batido se realizó con un cucharon de madera.

Envasado: Se envaso el yogur en envases plásticos de 1L previamente esterilizados y rotulados con la descripción pertinente.

Almacenamiento: El producto en esta etapa se mantuvo a una temperatura de 4°C. La cámara de almacenamiento se desinfecto previamente y durante la estancia del mismo en percha.

3.8.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Los análisis físicoquímicos se efectuaron en el día 21 de almacenamiento del producto, para poder evaluar su comportamiento físicoquímico.

3.8.3.1. SINÉRESIS

Se determinó por el método de centrifuga expuesto por Macedo y Vélez (2015), cuyo objetivo es acelerar la separación del suero y del gel. La metodología consistió en colocar 10g de la muestra a 5°C en un tubo de ensayo, para luego ser sometido a 5000rpm durante 10 minutos en la centrifuga Clay Adams modelo Compact II Centrifuge. El líquido sobrenadante se extrajo con una pipeta y se pesó, para aplicar la siguiente fórmula:

$$\%sineresis = \frac{(P_{suero})(100)}{P_{muestra}} \quad [3.3]$$

3.8.3.2. °BRIX

Se realizó con un refractómetro BOECO modelo 32195, se colocaron tres gotas de las muestras en la superficie del prisma, se esperó unos segundos hasta que el valor se estabilizó para realizar la respectiva lectura.

3.8.3.3. pH

El valor de pH fue obtenido introduciendo en el yogur el electrodo de un potenciómetro Martini modelo Mi 105.

3.8.3.4. ACIDEZ

La determinación de la acidez titulable se llevó a cabo tomando 9ml de yogur, luego se adicionó cuatro gotas de fenolftaleína y se procedió a titular con hidróxido de sodio de normalidad conocida (N = 0.1). El ácido láctico predomina en el yogur con un Meqq de 0,09. Se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%acidez = \frac{Cons\ de\ NaOH * M\ eqq * Conc\ (NaOH)}{P_{muestra}} \times 100 \text{ [3.4]}$$

3.8.3.5. VISCOSIDAD

Para medir la viscosidad se empleó el Texturometro Shimadzu EZ-LX en conjunto con el Software TRAPEXIUM X, para lo cual se utilizaron 150ml de las muestras a una temperatura entre 4-8°C. El equipo usa diferentes placas de compresión basadas en la viscosidad de la muestra, para luego mostrar los datos en el software.

3.8.4. PRUEBA SENSORIAL

La prueba sensorial se desarrolló a todos los tratamientos, aplicando la prueba descrita en el apartado 3.3.

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos mediante análisis fisicoquímicos, se analizaron mediante la prueba de normalidad de los residuos mediante el contraste de Shapiro-Wilk, como se distribuyó de forma normal se procedió a analizar la homocedasticidad utilizando el contraste de Levene, ajustándose a dichos supuestos, por lo cual se procedió a realizar un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos factores Ax B. Posteriormente se realizó un análisis de varianza en comparación a un testigo mediante la prueba de significancia de Dunnett. Los datos que no cumplieron los supuestos del Anova fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

El análisis característico sensorial se efectuó utilizando el método estadístico no paramétrico de Friedman ya que los tratamientos fueron asignados en forma aleatoria. El análisis de los datos se realizó por medio del programa de estadístico SPSS Versión 21.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Cuadro 4.1. Características fisicoquímicas de la leche proveniente de la ESPAM MFL

Análisis	Resultados
Prueba de Alcohol	Negativa
Densidad	1029 (Kg/m ³)
Acidez	0,15%
pH	6,5
Lípidos	4%
Proteínas	3,96%
Cenizas	0,73%
Sólidos totales	13,21%
Agua	86,79%

Fuente: Laboratorio Bromatología ESPAM MFL y CESECCA.

4.2. MEDIAS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL YOGUR Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el cuadro 4.2. se presentan los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos del yogur con distintos tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche, donde no se muestran diferencias significativas para la prueba de Dunnet $p < 0.05$, mientras que si se evidencian diferencias para la prueba de Kruskal Wallis entre los tratamientos y el testigo. Con el fin de presentar una adecuada estadística descriptiva por medio de gráficos se convirtió la unidad de viscosidad de Cps a Pa.s.

Cuadro 4.2. Resultados de las variables fisicoquímicas del yogur.

Tratamientos	Variables				
	Sinéresis (%)	Viscosidad (Pa.s)	pH	Acidez (%)	°Brix
T1	11,49±0,60g	3,554±0,375a	4,14±0,050NS	0,791±0,033NS	13,37±0,153b
T2	10,06±0,111f	5,759±0,200b	4,15±0,047NS	0,789±0,032NS	13,23±0,208a
T3	7,56±0,310e	7,674±0,217d	4,12±0,015NS	0,809±0,010NS	13,80±0,200c
T4	3,88±0,130d	8,070±0,124e	4,07±0,012NS	0,837±0,008NS	16,10±0,100e
T5	2,67±0,194b	9,779±0,172f	4,09±0,036NS	0,826±0,024NS	16,23±0,251f
T6	0,70±0,986a	10,398±0,048g	4,11±0,015NS	0,811±0,010NS	16,37±0,321g
T	3,07±0,568c	6,123±0,115c	4,08±0,015	0,831±0,010	14,30±0,458d
CV	0,07	2,44	0,66	2,23	1,64
Kruskall Wallis	19,64	19,64			18,03
Dunnet			0,072	0,071	

Los datos corresponden al promedio de las variables fisicoquímicas \pm desviación estándar.

*= Diferencias significativas (Dunnet $p < 0.05$), NS = No significativo.

a, b, c, d, e, f y g difieren estadísticamente según Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error.

4.3. INCIDENCIA DE LOS FACTORES EN ESTUDIO SOBRE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS

4.3.1. INCIDENCIA DEL FACTOR A

Los resultados del análisis de varianza (ver anexo 5) determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el factor A (Tipos de estabilizantes) sobre las variables pH y acidez, siendo la primera variable en la que se observó la mayor incidencia de este factor. En el análisis estadístico de Kruskal Wallis mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables sinéresis, viscosidad y °brix (ver anexo 6), la mayor influencia de este factor fue evidenciado en la sinéresis tal como se muestra en el grafico 4.1, el nivel a2 (30g/L de Inulina) presentó un menor porcentaje de sinéresis con un promedio de 2,42%.

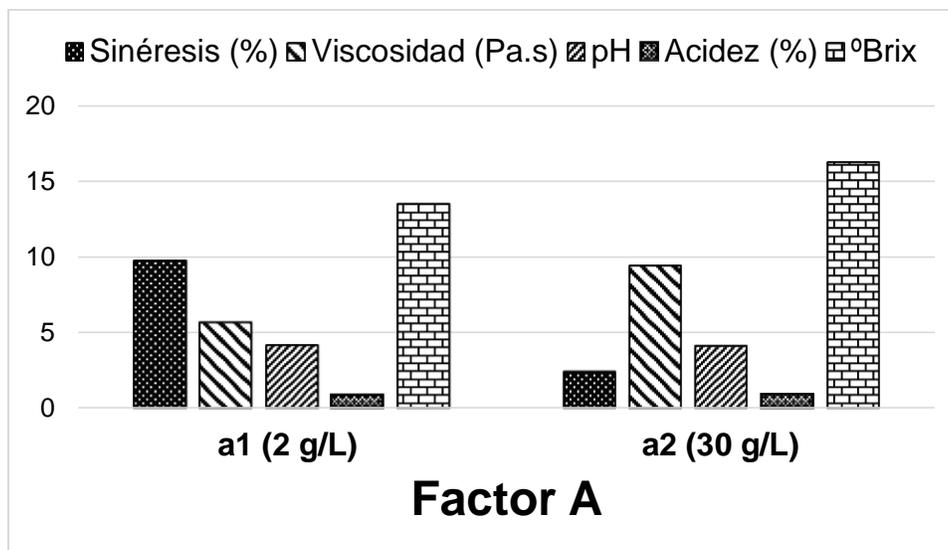


Grafico 4.1. Incidencia del factor A sobre las variables fisicoquímicas en estudio.

4.3.2. INCIDENCIA DEL FACTOR B

En el factor B (porcentaje de grasa de la leche: 1%, 2,5% y 4%) no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) para todas las variables fisicoquímicas evaluadas en esta investigación (sinéresis, viscosidad, pH, acidez y °brix) (ver anexo 5 y 6), mismas que se pueden corroborar al observar el grafico 4.2. Tal como se observa en el cuadro 4.2 el porcentaje de grasa que presenta menor grado de sinéresis en el yogur fue el nivel que contiene 4% de grasa.

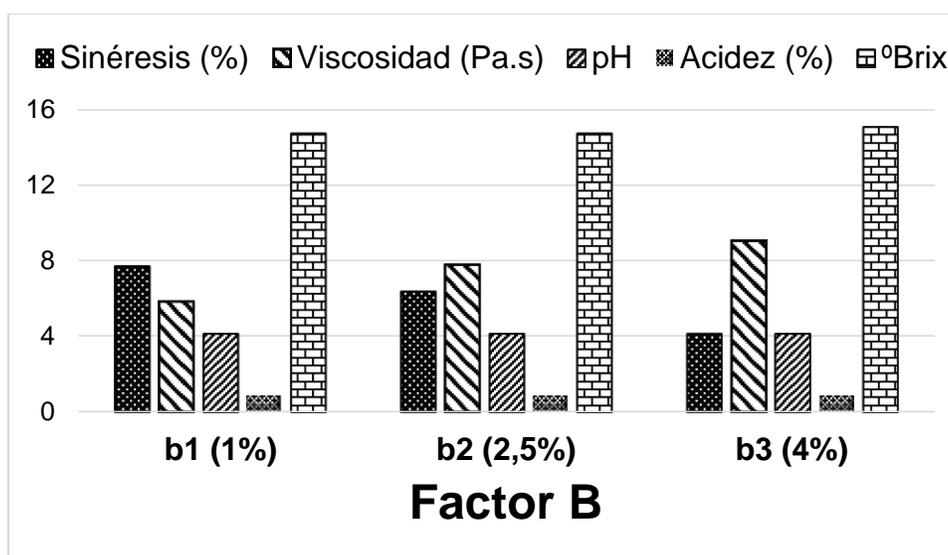


Grafico 4.2. Incidencia del factor B sobre las variables fisicoquímicas en estudio.

4.3.3. INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DE LOS FACTORES

De la misma forma la interacción de los factores en estudio no presentó significancia ($p > 0.05$) para las variables fisicoquímicas pH, acidez y °brix (ver anexo 5 y 6), a diferencia de los parámetros de sinéresis y viscosidad que mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$), esto quiere decir que la sinéresis tiende a disminuir y la viscosidad aumenta al incrementarse el contenido de grasa de la leche y al emplear inulina como estabilizante (ver cuadro 4,2). En los gráficos 4.3, 4.4 y 4,5 se ilustran la incidencia del factor A y B sobre todas las variables fisicoquímicas evaluadas.

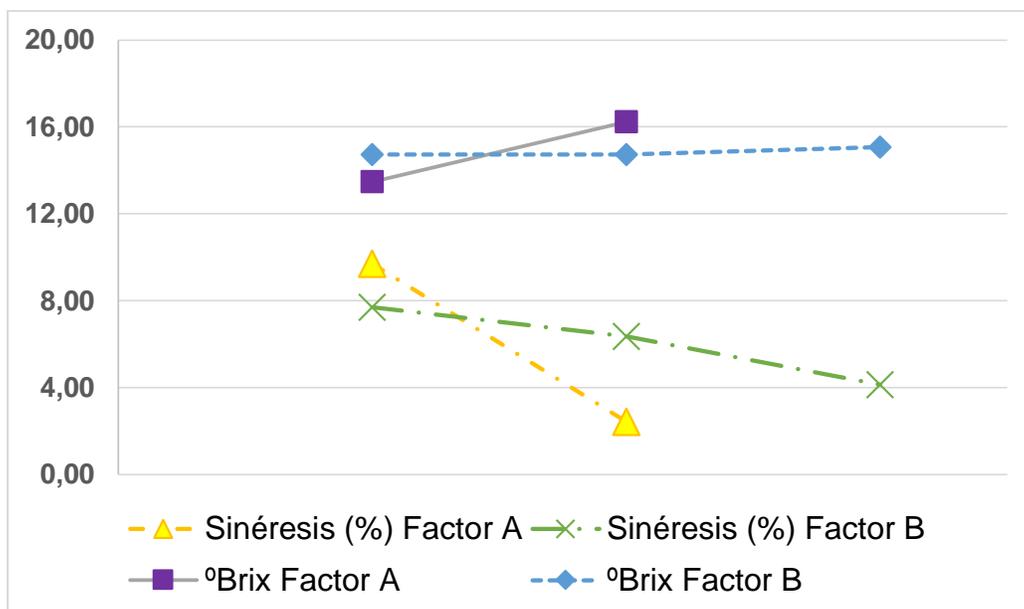


Grafico 4.3. Incidencia de la interacción del factor A y B sobre la sinéresis y °Brix.

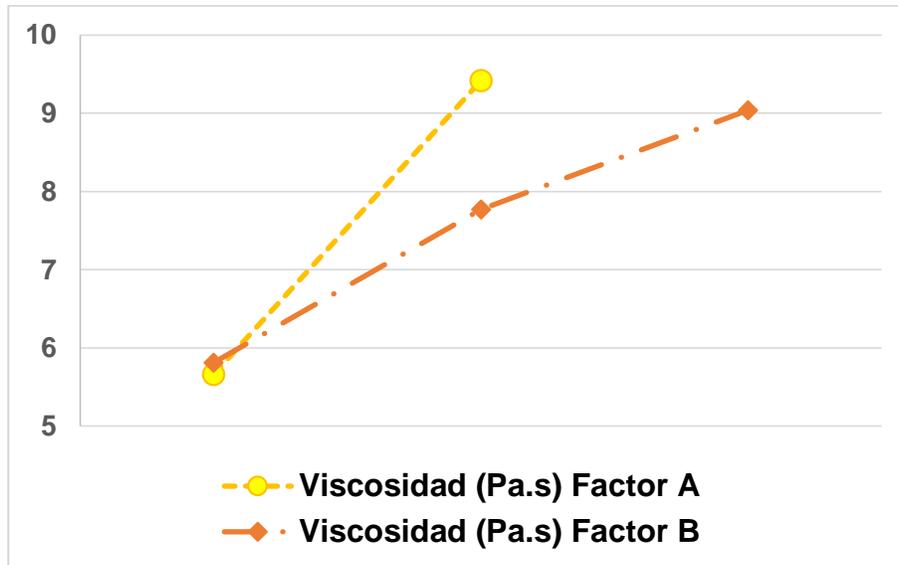


Grafico 4.4. Incidencia de la interacción del factor A y B sobre la viscosidad.

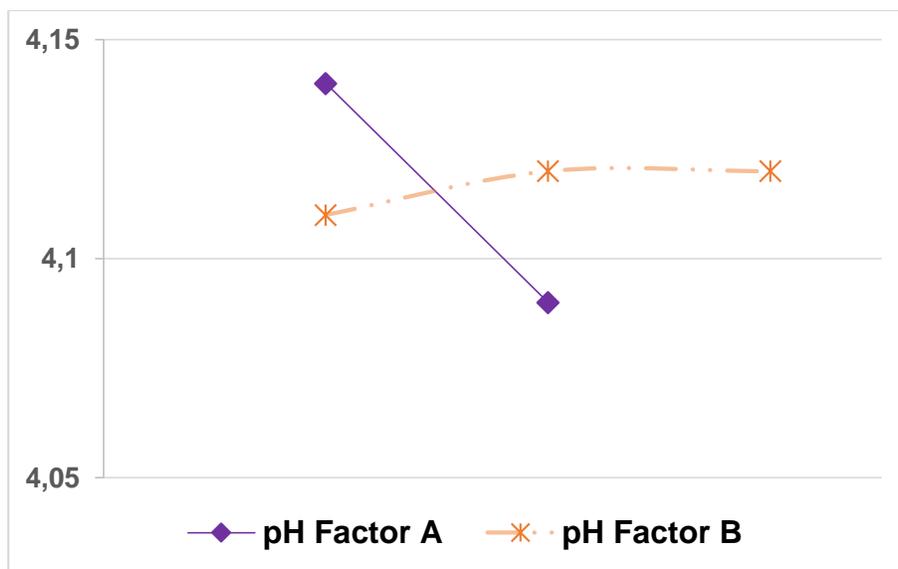


Grafico 4.5. Incidencia de la interacción del factor A y B sobre el pH.

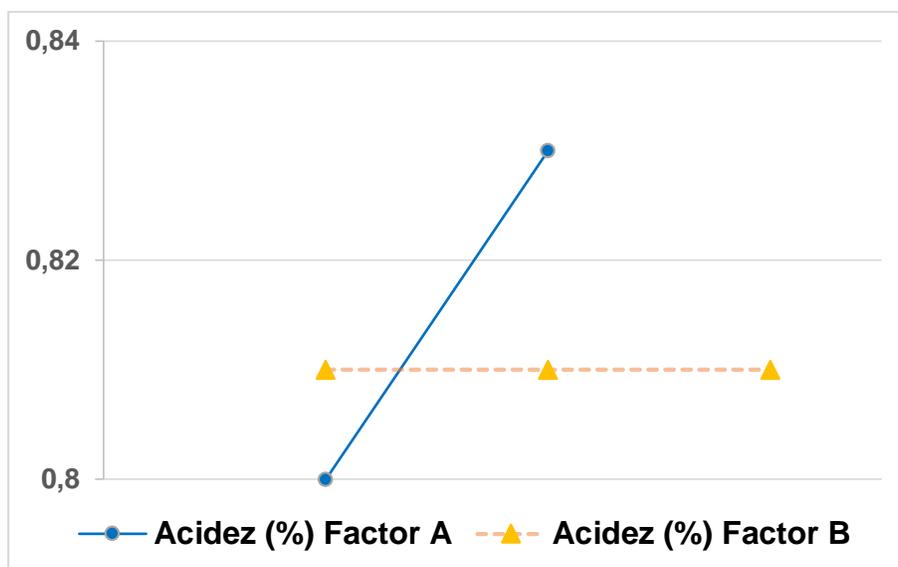


Grafico 4.6. Incidencia de la interacción del factor A y B sobre la acidez.

4.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL YOGUR

4.4.1. SINÉRESIS

Los resultados de esta variable fisicoquímica muestran variaciones significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de probabilidades de error (ver anexo 6), cuyos valores oscilan entre 0,70 y 11,49%. Los datos encontrados en esta investigación se asemejan a los presentados por Castro, Chacón y Pineda (2007) quienes reportan valores que van desde los 0,5 a 12,5% en el día 21 de almacenamiento en percha a una temperatura entre 4-8°C, mismos que son corroborados por Araya (2013) quien obtuvo resultados de sinéresis para el día 21 de almacenamiento inferiores a 14%. No obstante contrastan con Cárdenas *et al.* (2013) al presentar en su estudio valores de sinéresis que superan el 40%.

Se mostró una clara tendencia a incrementarse la sinéresis (ver cuadro 4,2) al disminuirse el contenido de grasa, cuyo fenómeno es similar al mostrado por Aguirre (2002) quien describe una disminución de la sinéresis entre mayor es el nivel de grasa, es así que se obtuvo un valor de 0,70% en esta variable al utilizar leche con un contenido de 4% de grasa empleando inulina como estabilizante y un valor

promedio de 3,88% en el caso de leche con un contenido de 1% de grasa empleando el mismo estabilizante. Manejando la mismas dosis de grasa descritas con anterioridad pero utilizando el estabilizante CC-729, se obtuvieron valores superiores que van de 7,56% a 11,49%, afirmando lo descrito por Bot, Erle, Vreeker y Agterof (2004) donde detallan que la inulina tiene como propiedades ser un sustituto de la grasa ya que se le atribuye la capacidad de formar micro cristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que atrapan gran cantidad de agua, evitando la separación del láctosuero de la bebida láctea fermentada.

Por otro parte en comparación con el testigo, el T5 (30 g/L de estabilizante Inulina con 2,5% grasa de leche) obtuvo valores de sinéresis similares, a diferencia del T1 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 1% grasa de leche), T2 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% grasa de leche) y T3 (2 g/L de estabilizante CC-729 con 4% grasa de leche), los cuales muestran una tendencia elevada en lo referente a esta variable (grafico 4.4). Todos los tratamientos se encuentran fuera de lo que establece la norma INEN 2395 (2011) para las leches fermentadas, donde se menciona que la presencia de suero lácteo debe ser inexistente.

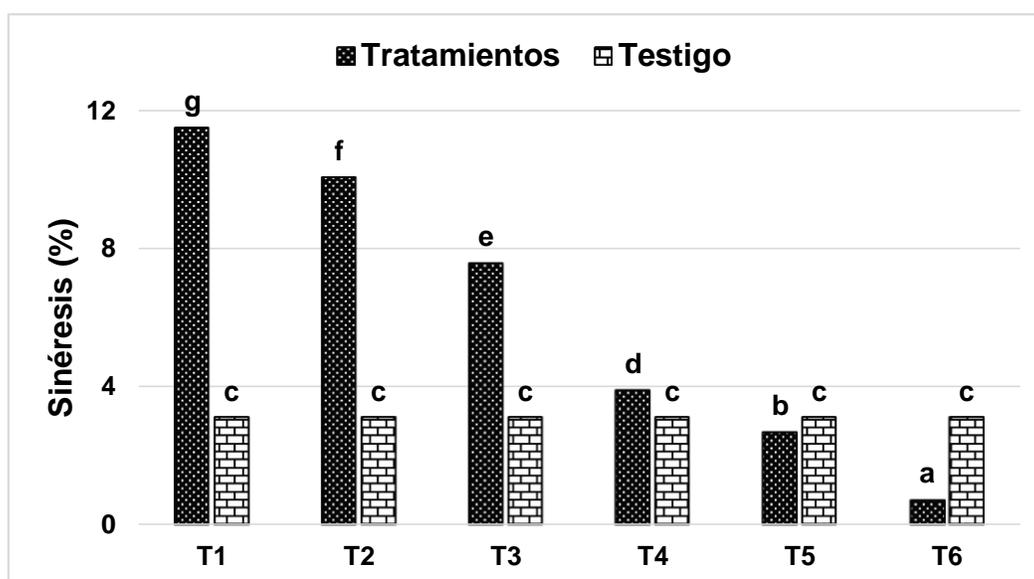


Grafico 4.7. Comparación de la sinéresis de los tratamientos con relación al testigo.

4.4.2. VISCOSIDAD

Se determinaron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de error (ver anexo 6), en donde se obtuvieron valores que oscilaron entre 3,554 a 10,398Pa.s. Los valores encontrados están dentro de lo definido por los investigadores Ruiz y Ramírez (2009) donde muestran un rango para un yogur con leche pasteurizada + Cultivo estándar que inicia en 3,200Pa.s y alcanza la mayor viscosidad en 11,717Pa.s, mismo que son corroborados por Enriquez (2012) quien obtuvo resultados equivalentes a 1,556-10,781Pa.s. A diferencia de lo que presentan Castro, Chacón y Pineda (2007), que manifiestan que para el día 21 de almacenamiento la viscosidad en su estudio se encontró entre 11,000-20,000Pa.s, un rango mayor a lo obtenido en esta investigación.

La viscosidad incremento al aumentar el contenido de grasa de la leche en conjunto con el tipo de estabilizante inulina, tal como se muestra el en anexo 6, la interacción de estos factores tiene diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis al 5% de error, es decir existe diferencias entre los tratamientos. El menor valor de viscosidad fue de 3,554Pa.s perteneciente al tratamiento T1 (2g/L de estabilizante CC-729 con 1% de grasa de leche) y la mayor de 10,398Pa.s para el T6 (30g/L de estabilizante inulina con 4% de grasa). Esto se ratifica con los datos obtenidos por Ruiz y Ramírez (2009) quienes alcanzaron la mayor viscosidad en su investigación con los tratamientos que incluían inulina en su formulación 12,000Pa.s, esto se debe según Hernández y Jiménez (2010) a que la Inulina forma micro cristales que atrapan agua incrementando la viscosidad del yogur, a diferencia de otros hidratos de carbono.

En comparación con el testigo los tratamientos que tuvieron mayor similitud fueron los que incluían en su formulación el estabilizante CC-729, el Testigo presentó una viscosidad de 6,123Pa.s, valor muy cercano al del tratamiento T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) con 5,759Pa.s y al T3 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) con 7,674Pa.s. A diferencia del

estabilizante CC-729, los tratamientos que incluyeron inulina presentaron viscosidades superiores a los 8,00Pa.s.

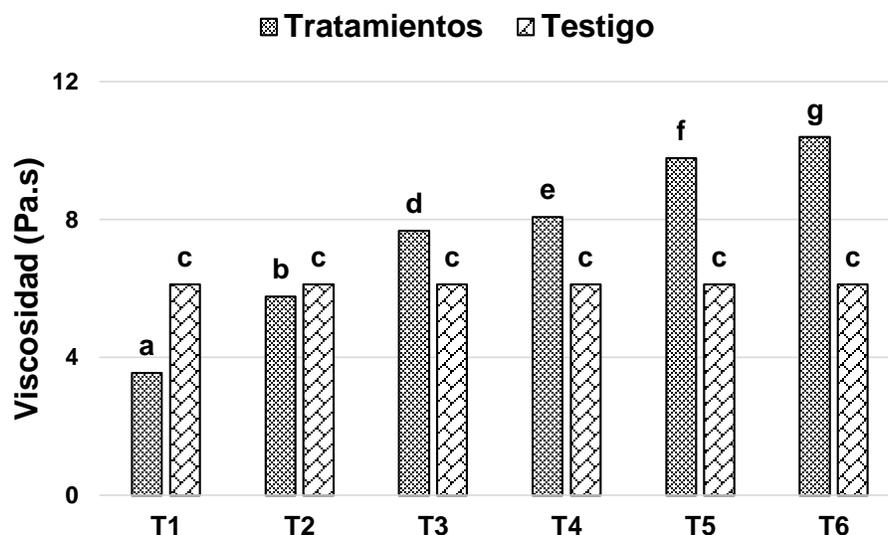


Grafico 4.8. Comparación de la viscosidad de los tratamientos con relación al testigo.

4.4.3. pH

Mediante el análisis de varianza se estableció que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos (ver anexo 4). Mediante el análisis se definió que el tratamiento con menor pH fue el T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa de leche) cuyo promedio fue de 4,07, mientras que el T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) alcanzó el nivel más alto correspondiente a 4,15. Similares resultados obtuvieron Zambrano y Zambrano (2013) quienes utilizaron varios tipos de estabilizantes comerciales y suero lácteo en su investigación, determinaron valores de 4,03 a 4,17.

En un estudio sobre sustitución parcial de la leche de vaca por leche de cabra, mediante análisis fisicoquímicos Castro, Chacón y Pineda (2007) reportaron valores más altos para el pH en el día 21 de almacenamiento, registrando datos que fluctuaron entre 4,2 a 4,4. Por su parte Parra (2015) encontró un promedio de 3,8 en un yogur elaborado con leche entera y con adición de sacarosa. Los resultados

obtenidos coinciden con lo indicado por Schimidt, Pereira, Dos Anjos y Lucas (2012) que señalan que el rango de pH entre 4,0 y 4,4 se considera más cercano al ideal para yogur elaborado con leche de vaca, ya que el producto en este intervalo de pH no presenta un sabor demasiado amargo o agrio y mejora la producción de aroma que caracteriza a este producto.

Al comparar los resultados mediante la prueba de Dunnet (ver anexo 4), en donde se utilizó como control el yogur elaborado con leche entera y gelatina sin sabor, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), pero si presentaron un pH menor los tratamientos que incluyeron inulina en su formulación (grafico 4.6).

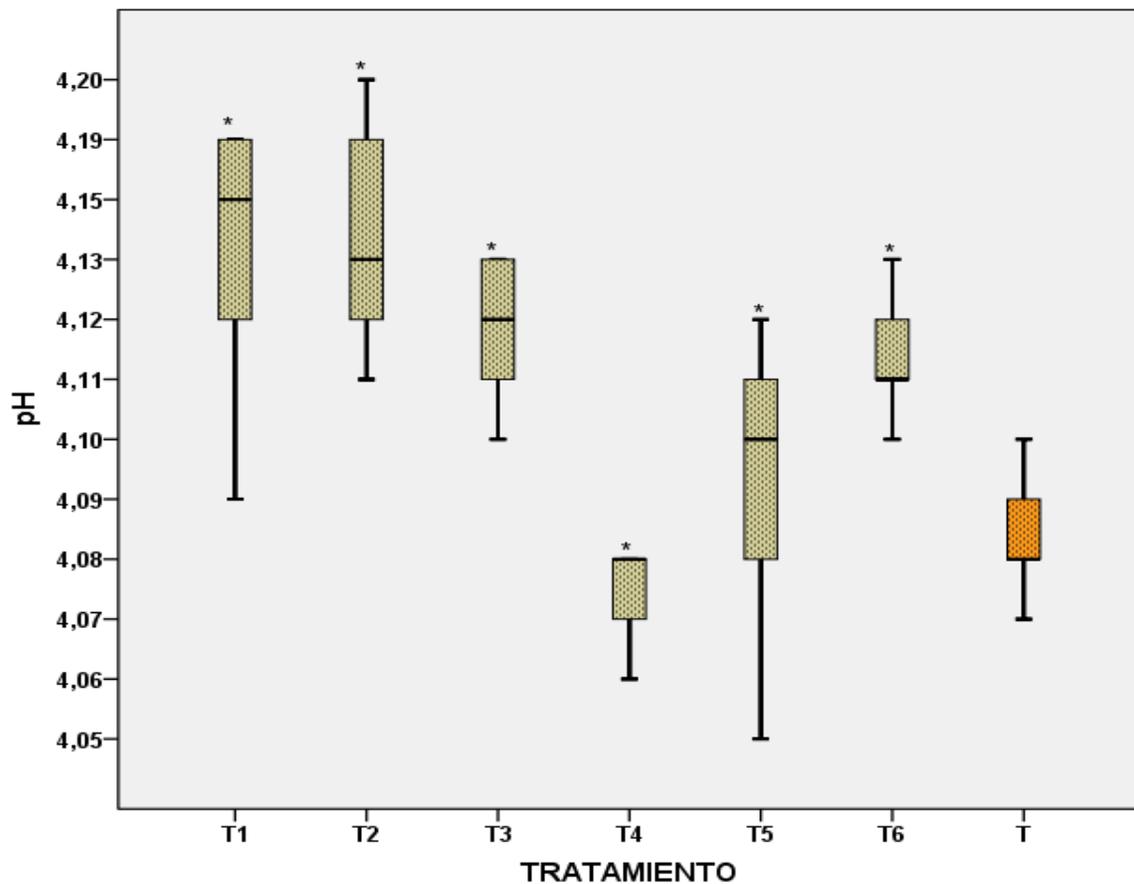


Grafico 4.9. Comparación del pH de los tratamientos con relación al testigo.

4.4.4. ACIDEZ

El análisis de varianza no determinó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos (ver anexo 4), los valores oscilaron entre 0,789 y 0,837%. Los resultados difieren al estudio de Ruiz y Ramírez (2009) quienes reportaron en el yogur a base de leche pasteurizada más cultivo láctico convencional una acidez equivalente a 1,35 (expresada como ácido láctico) para el día 21 de almacenamiento. No obstante se encuentra dentro del rango presentado por Parra (2015) quien en su investigación mostró un promedio por encima de 0,76%. De igual forma el Codex Alimentarius en su norma Codex Stan 243:2003 detalla que el yogur debe tener un porcentaje mínimo de acidez equivalente a 0,6%, además cabe recalcar que los valores presentados en esta investigación cumplen con este requisito.

La fermentación láctica es un proceso bioquímico de gran complejidad, donde las bacterias ácido lácticas toman los carbohidratos para generar ácido láctico como principal producto (Ramírez et al. 2011). Los datos muestran un mayor promedio de acidez para los tratamientos en los cuales se empleó inulina como estabilizante, esto se debe según Chacón (2006) a que la inulina está compuesta principalmente por fructosa y glucosa en menor proporción, por lo cual es considerada como Prebiótico, donde Hernández y Jiménez (2010) lo definen como ingredientes no digeribles que estimulan el crecimiento de los probióticos, dando como resultado un incremento de la producción de ácido láctico y por ende el aumento de la acidez.

La acidez en comparación con el testigo no mostró diferencias significativas mediante la realización de la prueba de Dunnet (ver anexo 4) los datos se ilustran en el grafico 4.7, evidenciando que el T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa) obtuvo el menor porcentaje de acidez con un promedio de 0,789%, mientras que el valor más alto correspondió al T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa) con 0,837%.

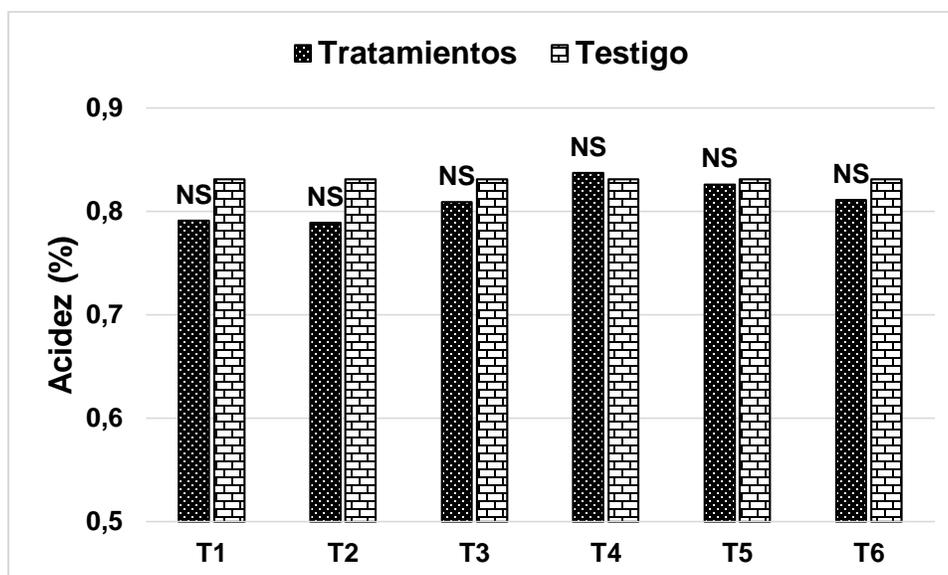


Grafico 4.10. Comparación de la acidez de los tratamientos con relación al testigo.

4.4.5. °BRIX

Se determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para los tratamientos (ver anexo 6). Los datos obtenidos fluctuaron entre 13,23-16,37°Brix, por lo consiguiente concuerdan con Macedo y Vélez (2015) quienes establecieron las propiedades de flujo y fisicoquímicas de un yogur asentado, obteniendo como resultado valores promedio entre 12,4-18,0°Brix. Ramírez y Ruiz (2014) detallan que el yogur tiende a tener valores que oscilan entre 13-15°Brix, así mismo describe que la adición de fibras tiende a incrementar este valor y es así como presentan valores superiores a 16°Brix en un yogur con 2% de inulina y valores promedio de 17,25°Brix con un 5% de inulina.

Al contrastar las medias de los tratamientos en comparación con el testigo, el T1 (2g/L de estabilizante CC-729 con 1% de grasa de leche), T2 (2g/L de estabilizante CC-729 con 2,5% de grasa de leche) y T3 (2g/L de estabilizante CC-729 con 4% de grasa de leche) presentaron valores inferiores al testigo que tuvo una media de 14,3°Brix, a diferencia de los T4 (30g/L de estabilizante inulina con 1% de grasa de leche) T5 (30g/L de estabilizante inulina con 2,5% de grasa de leche) T6 (30g/L de estabilizante Inulina con 4% de grasa de leche) que mostraron rangos superiores a

16°Brix, y es así como Chacón (2006) pone de manifiesto que la inulina posee un sabor neutro y ligeramente dulce, detallando que esto se debe a que este Fructo-oligosacarido presenta dulzuras equivalentes al 10% correspondiente a la sacarosa, presentando la tendencia a incrementar los °Brix en productos agroalimentarios.

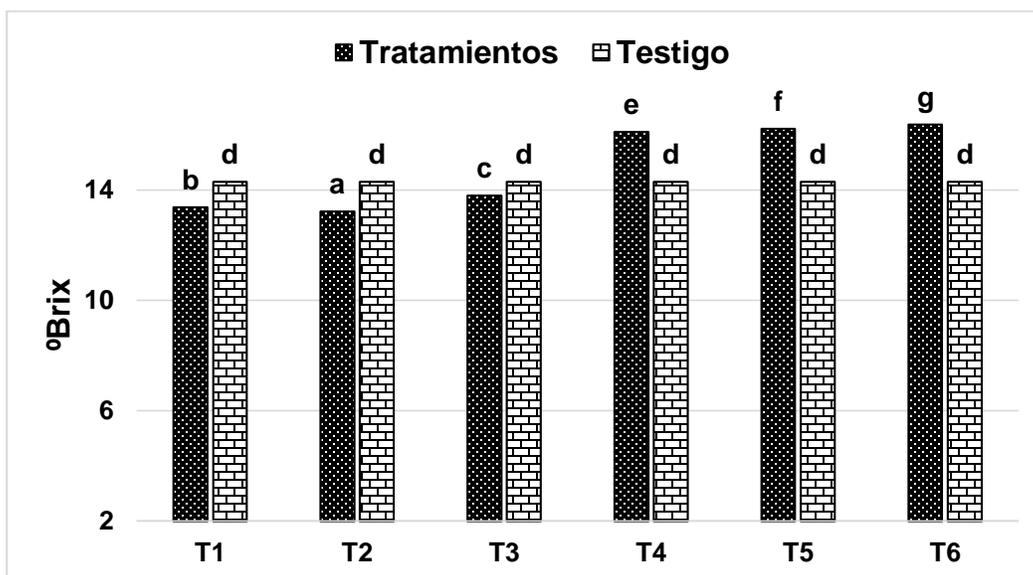


Grafico 4.10. Comparación de los °Brix de los tratamientos con relación al testigo.

4.5. PARÁMETRO SENSORIAL DEL YOGUR

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial realizada por los jueces no entrenados, quienes valoraron con una categoría de uno (1) a siete (7) puntos el yogur con distintos tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche, presentaron diferencias significativas de acuerdo a la Prueba de Friedman ($p < 0,05$) para la aceptabilidad del yogur. Para conocer cuáles son los tratamientos que difieren se muestran los datos en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Diferencia sensorial entre los tratamientos

Tratamiento	Media	
T	2,41	A
T5	3,09	B
T6	3,73	C
T3	4,31	C D
T4	4,55	D E
T2	4,80	D E
T1	5,11	E
Chi cuadrado	19,05	
P	0,000	

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p>0,05$)

Como se señaló con anterioridad la utilización de distintos estabilizantes y porcentaje de grasa de la leche genera diferencias sensoriales en el yogur, al observar el cuadro 4.3 se puede notar que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el testigo elaborado con leche entera y gelatina sin sabor, presentando una media de 2,41, seguido por el tratamiento T5 elaborado con 30g/L de estabilizante Inulina y 2,5% de grasa de leche, haciendo referencia a que este tratamiento obtuvo una buena aceptabilidad Ramírez y Ruiz (2014) mencionan que la inulina mejora de forma notable la cremosidad del yogur, generando una sensación bucal muy atractiva para los consumidores.

Los tratamientos que incluyeron inulina tuvieron una mayor aceptabilidad, del mismo modo Parra (2015) obtuvo mejores calificaciones para el yogur elaborado con inulina (5%) excepto en la valoración de la textura sensorial, donde se evidenció la presencia de grumos. Es por ello que Ramírez y Ruiz (2014) coinciden con Kip, Meller y Jellena (2006) al detallar que notaron que una concentración mayor al 3% de inulina en yogur tuvo un efecto negativo sobre las sensaciones bucales, ya que disminuye la cremosidad del producto. Así mismo Guven, Yasar, Karaca y Hayaloghi (2005) señalan que la suplementación de leche semidescremada con 1% de fructanos (Inulina) es capaz de generar un producto con atributos sensoriales parecidos a un yogur fabricado con leche entera.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en la investigación muestran que los tratamientos que incluyeron inulina alcanzaron los menores valores de sinéresis, por lo que se considera como el mejor estabilizante entre los estudiados.
- Mediante la ejecución de la investigación se estableció que el porcentaje de grasa de la leche que presentó el menor grado de sinéresis y mayor viscosidad en el yogur fue el 4%.
- Los resultados de la prueba de preferencia sensorial muestran al testigo como aquel que reunió las mejores características sensoriales. El tratamiento que obtuvo mayor aceptabilidad fue el T5.
- Se acepta la hipótesis alternativa debido a que los tratamientos T5 y T6 alcanzaron un menor grado de sinéresis en comparación al testigo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Los resultados de la investigación mostraron que la inulina presentó los mejores valores en relación a la sinéresis y viscosidad, por ello se recomienda su uso en investigaciones venideras empleando variadas concentraciones para evaluar su efecto.
- Los valores más representativos de sinéresis se alcanzaron con un contenido de 4% de grasa en la leche, por ello es recomendable estandarizar la leche a este porcentaje de grasa.

- Mayor aceptabilidad presentó el testigo, no obstante los tratamientos T5 y T6 obtuvieron excelentes resultados en la calidad fisicoquímica y sensorial, por lo tanto es pertinente continuar evaluando estos tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche para alcanzar una mayor aceptabilidad del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, D., y Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista La Sallista de Investigación*. 2(1), 38-42.
- Aguirre, S. (2002). *Evaluación del efecto de la adición de calcio y reducción del nivel de grasa en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de las Américas, Puebla, México.
- Anaya, T., Dzul, J., García, M., Lobato, C., y Herrera, C. (2016). Efecto de almidones nativos sobre las propiedades del yogurt de leche de cabra. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(2), 459-464.
- Araya, T. (2013). *Evaluación del efecto de la incorporación de proteína de suero dulce en un yogurt batido de fresa, bajo en grasa*. (Tesis de grado). Universidad de Costa Rica, Rodrigo Facio, Costa Rica.
- Barda, N. (2006). Análisis sensorial de los alimentos. Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/>
- Bot, A., Erle, U., Vreeker, R., y Agterof, W. (2004). Influencia de la cristalización de las condiciones reológicas del gel de inulina. *Revista Food Hydrocolloids*. 18(4), 547-556.
- Cabezas, W., Hernández, B., y Vargas, M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista Fac. Med.* 64(2), 319-329.
- Cárdenas, A., Alvites, H., Valladares, G., Obregón, J., y Vásquez, V. (2013). Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. *Revista Agroindustrial Science*. 3,35-40.
- Castro, C., Chacon, A., y Pineda, M. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivados de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Revista Agronomía Mesoamericana*. 18(2), 221-237.
- Chacón, V. (2006). Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS). *Revista Agronomía Mesoamericana*. 17(2), 265-286.

- Chavarrías, M. (2013). *El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.consumer.es/>
- Codex Alimentarius. (2003). *Codex Stan 243:2003, Leches fermentadas*. Recuperado de <http://www.google.com.ec/>
- Crispín, G., Lobato, C., Espinosa, H., Alvarez, J., y Vernon, E. (2015). Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. *Revista Food Science and Technology*. 62(1), 438.
- Descalzi. (s.f.). *Estabilizante CC-729*. Recuperado de <http://descalzi.com.ec/>
- Enriquez, D. (2012). *Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Ferreira, M. (2010). Estabilizantes. *Revista Food Ingredients Brasil*. (2), 42-48.
- García, M; Quintero, R; López, A. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. Recuperado de: http://books.google.com.ec/books?id=2ctdvBnTa18C&pg=PA168&lpg=PA168&dq=problemas+de+los+estabilizantes+del+yogurt&source=bl&ots=_rwa0bxyyl&sig=XpM0tgqvn4qI9XqS58RBBhkAyhM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjakpSY2fDWAhUEOyYKHfoNDZ8Q6AEINDAG#v=onepage&q=problemas%20de%20los%20estabilizantes%20del%20yogurt&f=false
- Gómez, L., Beltrán, L., y García, J. (2013). Azúcar y enfermedades cardiovasculares. *Revista Nutrición Hospitalaria*. 28(4), 88-94.
- Google Earth. (2018). *Ubicación Geográfica de la ESPAM MFL*. Recuperado de <http://www.googleearth.com/>
- Guven, M., Yasar, K., Karaca, O., Hayaloghi, A. (2005). The effect of inulina as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Revista International Journal of Dairy Technology*. 58(3), 180-184.
- Heredia, M. (2006). *Aplicación de Antibut (Bactericida) para eliminar bacterias del grupo Coli Aerogenes en la elaboración de queso Andino*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Hernández, P., y Jiménez, M. (2010). Propiedades funcionales y aplicaciones industriales de los fructo-oligosacaridos. *Revista Temas selectos de Ingeniería de alimentos*. 4, 1-8.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1984). *NTE INEN 0003:1984, Leche y productos lácteos*. Recuperado de <http://www.normalizacion.gob.ec/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *NTE INEN 2395:2011, Leches fermentadas*. Recuperado de <http://www.normalizacion.gob.ec/>
- Iriberry, A. (2014). *Los defectos más comunes en los yogures y sus posibles soluciones*. Recuperado de <http://www.tecnolacteoscarnicos.com/>
- Jiménez, B., Sosa, M., Vélez, J. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogur. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 3(3), 287.
- Kip, P., Meyer, D., Jellema, R. (2006). Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *Revista Int. Dairy J.* 16, 1098-1103.
- Lara, L. (2011). Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica. *Revista Infarmate*. 7(27), 99-106.
- Lara, M., Lara, P., Julian, M., Pérez, A., y Benítez, I. (2017). Avances en la producción de inulina. *Revista Tecnología Química*. 37(2), 352-366.
- Lee, E., Kim, Y., Jang, K., Kang, S., y Choue, R. (2004). The effect of inulin supplementation on blood lipid levels, and fecal excretion of bile acid neutral sterol in Korean postmenopausal women. *Revista Korean Journal of Nutrition*. 37(5), 352-363.
- López, M. (2011). *Evaluación de la calidad del yogurt elaborado artesanalmente en el municipio de Ixhuacán de los Reyes Veracruz*. (Tesis de grado). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Macedo, R. y Vélez, J. (2015). Propiedades Fisicoquímicas y de Flujo de un Yogur Asentado Enriquecido con Microcápsulas que Contienen Ácidos Grasos Omega 3. *Revista Información Tecnológica. Puebla*. 26 (5), 87 – 96.
- Martínez, J. (2017). *Características organolépticas del yogurt*. Recuperado de <https://es.scribd.com/>
- Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. (2016). *azúcar*. Recuperado de <http://www.mapama.gob.es/>
- Montesdeoca, R; Benítez, I; Guevara, R; Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chil. Nutr. Manabí*. 44(1), 39 - 44.

- Moreno, L., Pilar, R., Ortega, R., Díaz, J., Baladia, E., Basulto, J., Bel, S., Iglesia, I., López, A., Manera, M., Rodríguez, E., Santaliestra, A., Badio, N., y Salas, E. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Revista Nutrición Hospitalaria*. 22(2), 2039-89.
- Parra, A. (2009). Láctosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Revista Fac. Nal. Agr. Medellín*. 62(1), 4967 - 4982.
- Parra, A. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Cultura científica. Medellín*. 9(2), 162-177.
- Parra, R. (2015). Evaluación de adición de carambola, stevia e inulina en yogur. *Revista lasallista de investigación*. 9, 58-67.
- PROECUADOR. (2014). *Alimentos frescos y procesados*. Recuperado en <http://www.proecuador.gob.ec/>
- Ramírez, A., y Ruiz, J. (2014). Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava L.*) como saborizante. *Revista Fac. Agron. Aragua*. 31, 233 -252.
- Ramírez, J., Ulloa, P., Velázquez, G., Ulloa, J., y Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*. 2(7), 1 - 15.
- Ramírez, M., y Vélez, J. (2009). Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 3(2), 4-13.
- Ramírez, S. (7 de marzo de 2016). El ecuatoriano consumió 2,45 litros de leche anuales menos el 2015. *El comercio*. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/datos/ecuatoriano-consumio-litros-leche-data.html>
- Rinaldoni, A; Campderrós, M; Pérez, A. (2012). Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulin. *Revista Food Science and Technology*. 45(2), 142.
- Rodríguez, G. (2014). *Grados Brix*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/>
- Rojas, W., Chacon, A., y Pineda, M. (2007). Característica del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Revista Agronomía Mesoamericana*. 18(2), 221-237.

- Romero, R. y Mestres, J. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=l5kpzUzUcikC&pg=PA115&dq=definicion+de+yogurt&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=definicion%20de%20yogurt&f=false
- Romero, X; Navarro, P; y Noguera, J. (2005). Acidez y pH. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/>
- Ruiz, J., y Ramírez, A. (2009). Elaboracion de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium spp.* Y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista Facultad de Agronomía*. 26, 223-242.
- Schimidt, P., Pereira, C., Dos Anjos, G., y Lucas, S. (2012). Formulación y evaluación sensorial hedónica de yogurt con pulpa de Acerola. *Revista Electrónica Científica Innovación y Tecnología*. 1 (5), 10-14.
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). Plan Nacional para el Bien Vivir 2017-2021. Quito: Semplades.
- Vera, M. (2011). *Elaboración y aplicación gastronómica del yogur*. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Vera, R. (2011). *Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina, sobre la viscosidad aparente, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido*. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Zambrano, C. y Zambrano, J. (2013). *Bebida láctea fermentada utilizando lactosuero como sustituto parcial de leche y diferentes estabilizantes comerciales*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Manabí, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS



FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tesis: Evaluación de tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche en la calidad fisicoquímica y sensorial del yogur.

Frente a usted hay siete muestras, por favor pruebe cada una de ellas, empezando en el orden presentado, de izquierda a derecha. Puede probar nuevamente las muestras una vez que haya terminado de probar todas. Asigne un orden de preferencia a las muestras presentadas usando las siguientes categorías:

1 = Más preferida, 7 = Menos preferida.

Nota: Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar y entre muestras.

MUESTRA (Código)	ORDEN DE PREFERENCIA

Comentario:

Gracias por su colaboración.

ANEXO 2

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS



Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 13 de junio de 2018

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a los estudiantes **ALCIVAR GILER CRISTHIAN WAGNER C.I. 131593951-0** y **VELIZ PINARGOTE CARLOS GERMAN C.I. 131404622-6**, Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí (ESPA MFL), los análisis fueron realizados en el Lab. de Tecnologías de Lácteos y Lab. de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Viscosidad, °Brix, Acidez y pH) estos análisis instrumentales corresponden al trabajo de titulación **“Evaluación de tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche en la calidad fisicoquímica y sensorial del yogur”**

TRATAMIENTOS	VISCOSIDAD (CPS)	°BRUX	ACIDEZ (%)	PH
T1R1	3345±120	13,50	,826	4,09
T1R2	3330±100	13,40	,760	4,19
T1R3	3987±96	13,20	,786	4,15
T2R1	5852±118	13,30	,753	4,20
T2R2	5530±120	13,00	,800	4,13
T2R3	5897±115	13,40	,813	4,11
T3R1	7432±113	13,80	,806	4,12
T3R2	7851±120	14,00	,800	4,13
T3R3	7740±88	13,60	,820	4,10
T4R1	7998±100	16,00	,833	4,08
T4R2	8214±115	16,20	,846	4,06
T4R3	8000±123	16,10	,833	4,08
T5R1	9875±100	16,20	,853	4,05
T5R2	9882±110	16,00	,820	4,10
T5R3	9580±98	16,50	,806	4,12
T6R1	10388±200	16,50	,813	4,11
T6R2	10452±120	16,00	,800	4,13
T6R3	10356±188	16,60	,820	4,10
T7R1	6140±89	14,80	,833	4,08
T7R2	6000±90	14,20	,820	4,10
T7R3	6230±100	13,90	,840	4,07

Atentamente,



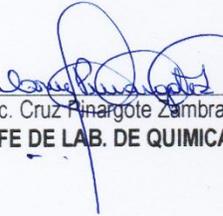
Ing. Marlon Castro
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos
 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

05-2623-740 ext 181 / 05-2613-453
 Av. Circunvalación Vía a San Mateo
www.uleam.edu.ec

Uleam

  	
REPUBLICA DEL ECUADOR ESCAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DEL CLIENTE:	CARLOS VÉLIZ - CRISTHIAN ALCIVAR
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	26/07/2018
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	27/07/2018
MUESTRAS ENVIADAS:	21 MUESTRAS DE YOGUR
EXAMEN SOLICITADO:	SINÉRESIS

RESULTADOS DE SINÉRESIS		
MÉTODO		CENTRIFUGACIÓN
MUESTRAS	REPLICAS	SINÉRESIS (%)
T1	1	11,43
	2	11,48
	3	11,55
T2	1	10,14
	2	9,93
	3	10,10
T3	1	7,21
	2	7,65
	3	7,81
T4	1	3,87
	2	4,02
	3	3,76
T5	1	2,88
	2	2,50
	3	2,62
T6	1	0,59
	2	0,75
	3	0,77
TESTIGO	1	3,09
	2	3,01
	3	3,12


 Lic. Cruz Pinargote Zambrano
 JEFE DE LAB. DE QUIMICA
 ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
RECIBIDO
 FECHA: HORA:
 LABORATORIO DE QUIMICA GENERAL


 Ing. Jorge Teca D.
 ANALISTA
 ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

ANEXO 3

COMPROBACION DE LOS SUPUESTOS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS

TEST DE SHAPIRO WILK

Variables	Prueba de normalidad		
	Estadístico	gl	Sig.
Sinéresis	0,889	18	0,037
Viscosidad	0,907	18	0,077
pH	0,945	18	0,348
Acidez	0,945	18	0,349
°Brix	0,793	18	0,001

TEST DE LEVENE

Variables	F	gl1	gl2	Sig.
Viscosidad	3,756	5	12	0,028
pH	2,175	5	12	0,125
Acidez	2,207	5	12	0,121

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

ANEXO 4

ANOVA PARA TRATAMIENTOS CON INCLUSIÓN DEL TESTIGO Y CONTRASTE DUNNET DE VARIABLES SINÉRESIS, VISCOSIDAD, °BRIX.

ANOVA PARA TRATAMIENTOS CON LA INCLUSIÓN DEL TESTIGO

Origen	Variable	SC	gl	CM	F	Sig.
Tratamientos	pH	0,015	6	0,002	2,519	0,072
	Acidez	0,007	6	0,001	2,531	0,071
Error	pH	0,014	14	0,001		
	Acidez	0,006	14	0,000		
Total corregida	pH	0,029	20			
	Acidez	0,013	20			

CONTRASTE DE DUNNET

Variable dependiente	(J)Tratamientos	(I) Tratamientos	Diferencias de medias (I-J)	Sig.
pH	Testigo	T1	0,0600	0,070
		T2	0,0633	0,056
		T3	0,0333	0,329
		T4	-0,0100	0,937
		T5	0,0067	0,776
		T6	0,0300	0,383
Acidez	Testigo	T1	-0,04033	1,000
		T2	-0,04233	1,000
		T3	-0,02233	0,994
		T4	0,00633	0,734
		T5	-0,00467	0,918
		T6	-0,02000	0,992

Basadas en las medias observadas

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.001.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

ANEXO 5

ANOVA FACTORIAL PARA pH y Acidez.

Origen	Variable	SC	gl	CM	F	Sig.
Factor_A	pH	0,008	1	0,008	7,605	0,017
	Acidez	0,004	1	0,004	7,642	0,017
Factor_B	pH	0,000	2	0,000	0,140	0,871
	Acidez	0,000	2	6,506E-005	0,132	0,877
Factor_A *	pH	0,004	2	0,002	1,680	0,227
Factor_B	Acidez	0,002	2	0,001	1,676	0,228
Error	pH	0,013	12	0,001		
	Acidez	0,006	12	0,000		
Total	pH	0,026	17			
	Acidez	0,011	17			

ANEXO 6

RESULTADOS DE LA PRUEBA KRUSKAL WALLIS PARA SINÉRESIS, VISCOSIDAD Y °BRIX.

	Estadístico	Factor A	Factor B	Interacción	Tratamientos
SINÉRESIS	Chi-cuadrado	9,97	0,27	14,65	19,64
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0016	0,8725	0,012	0,0032
VISCOSIDAD	Chi-cuadrado	9,97	0,27	14,65	19,64
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0016	0,8725	0,0120	0,0032
°BRIX	Chi-cuadrado	7,67	-7,73	9,16	18,03
	gl	1	2	5	6
	Sig. asintótica	0,0055	1,000	0,1013	0,0060

ANEXO 7

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA.



ANEXO 8

DESCREMADO DE LA LECHE.



ANEXO 9
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR.



ANEXO 10
ANÁLISIS SENSORIAL CON JUECES NO ENTRENADOS.

