

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**Tema:** “Estudio del efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*)”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Alimentos

**AUTOR:** Rosero Risueño Edison Mauricio

**TUTOR:** Benavides Gallegos Wladimir Marcelo MSc.

Tulcán, 2020

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Rosero Risueño Edison Mauricio con el número de cédula 0401569876 ha elaborado el trabajo de titulación: “Estudio del efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*)”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:  
WLADIMIR MARCELO  
BENAVIDES GALLEGOS

.....

Benavides Gallegos Wladimir Marcelo MSc.

**TUTOR**



Firmado electrónicamente por:  
1002503587 CARLOS  
ARTURO PAREDES  
PITA

.....

Paredes Pita Carlos Arturo MSc.

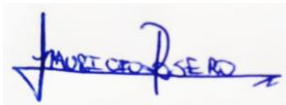
**LECTOR**

Tulcán, noviembre de 2020

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Rosero Risueño Edison Mauricio con cédula de identidad número 0401569876 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink on a light background. The signature is stylized and appears to read 'MAURICIO ROSE RO'.

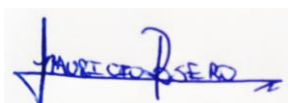
.....  
Rosero Risueño Edison Mauricio

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2020

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rosero Risueño Edison Mauricio declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Estudio del efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....

Rosero Risueño Edison Mauricio

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2020

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo especialmente a mi padre Milton Rosero y a mi madre Ana Risueño por el inmenso apoyo incondicional que me han brindado en cada una de mis actividades a lo largo de mi preparación académica, agradecerles por sus consejos y valores que me supieron inculcar porque gracias a ellos soy una persona de bien y que ha sabido luchar ante todas las adversidades para poder triunfar como ahora lo estoy haciendo, esta investigación y este triunfo va dedicado a ustedes queridos papás en gratificación a todo su esfuerzo.

De igual manera quiero dedicar y agradecer profundamente a mi hermana Paola Rosero porque ella supo guiarme y enseñarme muchas cosas para tener éxito en mis actividades académicas y en mi vida, de igual manera agradezco a mi familia por sus sabios consejos y por estar junto a mí en mis triunfos y derrotas.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial y sincero a cada uno de los ingenieros que fueron parte de mi formación académica, gracias por transmitirme sus enseñanzas y excelentes conocimientos ya que serán el pilar fundamental en mi vida profesional, agradezco al Ingeniero Marcelo Benavides y al Ingeniero Carlos Paredes quienes son excelentes personas y profesionales, supieron asesorarme y orientarme en el desarrollo de mi trabajo de investigación, además me brindaron toda la ayuda, esfuerzo y conocimientos.

Finalmente, gracias a Dios por todas las bendiciones y fuerzas cuando tuve dificultades.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>I. PROBLEMA</b> .....	<b>16</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1 Objetivo General .....	18
1.4.2 Objetivos Específicos .....	18
1.4.3 Preguntas de Investigación .....	18
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	19
2.2 MARCO TEÓRICO .....	21
<b>2.2.1 Generalidades de la leche</b> .....	<b>21</b>
2.2.1.1 Definición de Leche cruda.....	21
2.2.1.2 Definición de leche fermentada.....	21
<b>2.2.2 Generalidades del Yogur</b> .....	<b>22</b>
2.2.2.1 Definición .....	22
2.2.2.2 Origen .....	22
2.2.2.3 Beneficios del yogur para la salud.....	22
2.2.2.4 Sinéresis del yogur.....	23
2.2.2.5 Proceso tecnológico de elaboración de yogur .....	24
2.2.2.6 Fermentación Láctica del Yogur .....	25
2.2.2.7 Estabilidad y Vida útil del yogur .....	25
<b>2.2.3 Generalidades del Aguacate (<i>Persea americana</i>)</b> .....	<b>27</b>
2.2.3.1 Definición .....	27

2.2.3.2 Características.....	27
2.2.3.3 Beneficios del aguacate para la salud .....	28
2.2.3.4 Producción en la provincia de Carchi.....	28
2.2.3.5 Escaldado del aguacate.....	28
<b>2.2.4 Generalidades del Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>).....</b>	<b>28</b>
2.2.4.1 Definición.....	28
2.2.4.2 Características.....	28
2.2.4.3 Cultivo de Arazá en Ecuador.....	28
2.2.4.4 Beneficios del arazá en la salud.....	29
<b>2.2.5 Generalidades de una mermelada .....</b>	<b>29</b>
2.2.5.1 Definición.....	29
2.2.5.2 Características.....	30
2.2.5.3 Proceso de elaboración de mermeladas comerciales.....	30
<b>2.2.6 Inulina .....</b>	<b>32</b>
2.2.6.1 Definición.....	32
2.2.6.2 Fuentes de Obtención .....	32
2.2.6.3 Dosis .....	32
2.2.6.4 Características.....	32
2.2.6.5 Uso de inulina en la Industria Alimentaria.....	33
2.2.6.6 Beneficios de la inulina en la salud .....	33
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>35</b>
3.1 Enfoque metodológico.....	35
3.1.1 Enfoque .....	35
3.1.2 Tipo de Investigación .....	35
3.2 Hipótesis .....	35
3.3 Definición y operacionalización de variables.....	35
3.3.1 Variable dependiente.....	35
3.3.2 Variable independiente.....	35

3.4 Métodos utilizados.....	36
3.4.1 Descripción del proceso de elaboración de mermelada de aguacate y arazá .....	36
3.4.2 Descripción del proceso de elaboración de yogur a base de aguacate y arazá con adición de inulina .....	40
3.4.3 Descripción de los análisis físico-químicos .....	44
3.4.4 Descripción de la evaluación sensorial del yogur .....	46
3.4.5 Descripción del estudio de vida útil al mejor tratamiento.....	47
3.4.5.1 Análisis Físico-Químicos .....	47
3.4.5.2 Análisis Microbiológico .....	48
3.5 Análisis Estadístico.....	49
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
4.1 Resultados del análisis de leche cruda.....	50
4.2 Resultados de evaluación sensorial del yogur elaborado con inulina .....	50
4.3 Resultados de los análisis físico-químicos .....	53
4.3.1 pH.....	53
4.3.2 Acidez.....	54
4.3.3 Viscosidad .....	55
4.3.4 Sinéresis .....	56
4.3.5 Proteína.....	57
4.3.6 Grasa.....	58
4.4 Resultados de vida útil del yogur elaborado con 3% de inulina.....	59
4.4.1 pH.....	59
4.4.2 Acidez.....	60
4.4.3 Sinéresis .....	61
4.4.4 Viscosidad .....	61
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	64
5.2 RECOMENDACIONES.....	66
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>

<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>73</b>
7.1 Norma INEN para leche cruda .....	73
7.2 Norma INEN para leches fermentadas .....	79
7.3 Norma Técnica Andina para leches fermentadas .....	88
7.4 Norma INEN para la determinación de grasa.....	97
7.5 Norma INEN para la determinación de la acidez .....	106
7.6 Norma INEN para la determinación de proteína .....	112
7.7 Ficha Técnica del cultivo YC-180 para la elaboración de yogur .....	119
7.8 Ficha Técnica de la Inulina.....	122
7.9 Formato de la hoja de evaluación sensorial.....	124
7.10 Certificado del abstract.....	125
7.11 Evidencias fotográficas.....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requisitos físico-químicos para leche cruda .....	21
<b>Tabla 2.</b> Información nutricional del aguacate por cada 100 g de pulpa .....	27
<b>Tabla 3.</b> Información nutricional del arazá por cada 100 g de pulpa .....	29
<b>Tabla 4.</b> Características físico-químicas de la inulina nativa y la inulina HP .....	33
<b>Tabla 5.</b> Operacionalización de variables .....	36
<b>Tabla 6.</b> Esquema del experimento.....	49
<b>Tabla 7.</b> Descripción de los tratamientos.....	49
<b>Tabla 8.</b> Parámetros físico-químicos de leche cruda .....	50
<b>Tabla 9.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para color (confianza de 95%).....	50
<b>Tabla 10.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para olor (confianza de 95%).....	51
<b>Tabla 11.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para sabor (confianza de 95%) .....	51
<b>Tabla 12.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para viscosidad (confianza de 95%) .....	52
<b>Tabla 13.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para aceptabilidad (confianza de 95%)....	52
<b>Tabla 14.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para pH (confianza de 95%) .....	53
<b>Tabla 15.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para acidez (confianza de 95%).....	54
<b>Tabla 16.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para viscosidad (confianza de 95%) .....	55
<b>Tabla 17.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para sinéresis (confianza de 95%) .....	56
<b>Tabla 18.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para proteína (confianza de 95%) .....	57
<b>Tabla 19.</b> Comparaciones en parejas de Tukey para grasa (confianza de 95%).....	58

<b>Tabla 20.</b> Análisis Físico-Químicos durante el estudio de vida útil .....	59
<b>Tabla 21.</b> Análisis microbiológico durante la vida útil del testigo y tratamiento 5 .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de proceso de elaboración de mermelada de aguacate y arazá .....	42
Figura 2. Flujograma de proceso de elaboración de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina a 80 °C .....	43
Figura 3. Flujograma de proceso de elaboración de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina a 43 °C .....	39
Figura 4. Selección y clasificación de aguacate y arazá .....	126
Figura 5. Escaldado de aguacate.....	126
Figura 6. Mermelada de aguacate y arazá .....	126
Figura 7. Inulina de Chicoria.....	126
Figura 8. Adición de mermelada al yogur .....	127
Figura 9. Medición de grados Brix del yogur.....	127
Figura 10. Medición de pH del yogur.....	127
Figura 11. Preparación de muestra para determinación de grasa .....	127
Figura 12. Determinación de grasa de yogur (método de Gerber) .....	127
Figura 13. Determinación de proteína (método de Kjeldahl) .....	127
Figura 14. Determinación de sinéresis por centrifugación .....	127
Figura 15. Medición de sinéresis entre el yogur testigo y el yogur con inulina .....	127
Figura 16. Medición de viscosidad (viscosímetro de Brookfield).....	127
Figura 17. Preparación de muestras para el análisis sensorial.....	127
Figura 18. Análisis sensorial .....	127
Figura 19. Preparación de muestras para microbiología .....	127
Figura 20. Análisis microbiológico (vida útil) .....	127
Figura 21. Determinación de coliformes totales y E. Coli (vida útil) .....	127
Figura 22. Determinación de mohos y levaduras (vida útil) .....	127
Figura 23. Conteo de coliformes totales y E. Coli.....	127
Figura 24. Conteo de mohos y levaduras .....	127
Figura 25. Medición de viscosidad durante la vida útil.....	127
Figura 26. Control de sinéresis del yogur testigo y el yogur con inulina durante la vida útil .....	127

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar el efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*). Se tomaron en cuenta dos variables de estudio: una variable dependiente (vida útil) y dos variables independientes (porcentaje de inulina 1, 2, 3% y temperatura para adición de inulina 80 y 43 °C); se llevó a cabo un análisis estadístico ANOVA (confianza de 95%) aplicando la prueba de Tukey para la diferenciación estadística entre los tratamientos, la información recolectada experimentalmente se procesó en Minitab 18. La evaluación sensorial se realizó con un panel de 50 jueces no entrenados y semi entrenados quienes evaluaron las características sensoriales como: color, sabor y viscosidad con una calificación de ME GUSTA, olor con una calificación de NO GUSTA NI DISGUSTA y de acuerdo al grado de aceptabilidad el T5 con 3% de inulina fue el de mayor agrado. Los análisis físico-químicos de estabilidad reflejaron mejores resultados en la formulación con 30 g/l de inulina (pH: 4,760-4,761; acidez: 0,61%; viscosidad: 34533-35067 cP; sinéresis: 33,10%), en comparación al testigo (pH: 4,764; acidez: 0,71%; viscosidad: 14533 cP; sinéresis: 53,33%). La vida útil del mejor tratamiento (T5) se estimó en 27 días realizado en condiciones de refrigeración (5 °C) controlando cada 3 días atributos físico-químicos, sensoriales y microbiológicos cumpliendo con lo citado por la la norma NTE INEN 2395 (2011) y la Norma Técnica Andina 007 (2007). Se concluye que la adición de inulina en diferentes concentraciones (1, 2 y 3%) incidió positivamente en la estabilidad y vida útil del yogur, evidenciándose las mejores características con una concentración de 3% de inulina, asimismo la temperatura a la que se adicionó la inulina no influyó en las características del yogur debido a que la inulina es termoestable.

**Palabras Clave:** Inulina, sinéresis, estabilidad, viscosidad, vida útil.

## ABSTRACT

The present research aimed to study the effect of Inulin (*Inula helenium*) on the stability and shelf life of yogurt made from Avocado (*Persea americana*) and Araza (*Eugenia stipitata*). Two study variables were taken into account: a dependent variable (shelf life) and two independent variables (percentage of inulin 1, 2, 3% and temperature for inulin addition 80 and 43 ° C). A statistical analysis ANOVA (95% confidence) was carried out applying the Tukey test for the statistical differentiation between the treatments. The experimentally collected information was processed in Minitab 18. The sensory evaluation was carried out with a panel of 50 untrained and semi-trained judges who evaluated the sensory characteristics such as: color, flavor and viscosity with a rating of “I LIKE” and smell with a rating of “DO NOT LIKE OR DISLIKE”. Then, according to the degree of acceptability the T5 with 3% inulin was the most liked. The physical-chemical stability analyzes showed better results in the formulation with 30 g/l of inulin (pH: 4.760-4.761; acidity: 0.61%; viscosity: 34533-35067 cP; syneresis: 33.10%), in comparison to the control (pH: 4.764; acidity: 0.71%; viscosity: 14533 cP; syneresis: 53.33%). The shelf life of the best treatment (T5) was estimated after 27 days under refrigeration conditions (5 ° C) controlling every 3 days the physical-chemical, sensory and microbiological attributes, fulfilling with the provisions of the NTE INEN 2395 (2011) standard and Andean Technical Standard 007 (2007). It is concluded that the addition of inulin in different concentrations (1, 2 and 3%) had a positive impact on the stability and shelf life of yogurt. Thus, showing the best characteristics with a concentration of 3% of inulin also, the one which temperature was added. Inulin did not influence on the characteristics of the yogurt because inulin is heat stable,

**Key Words:** Inulin, syneresis, stability, viscosity, shelf life.

## INTRODUCCIÓN

El yogur es un producto coagulado que se obtiene mediante fermentación láctica de leche por:

Acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias que por su actividad le confieren las características al producto terminado, dichas bacterias deben ser activas y viables desde el inicio y durante toda la vida útil del producto. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2011)

Riofrio (2015) menciona que uno de los principales defectos que se forman en la producción de yogur es la sinéresis alterando la calidad durante el proceso de conservación. Actualmente se realizan estudios en la industria alimentaria sobre la adición de nuevos estabilizantes como es el caso de la inulina para evitar dicha separación de fases y prolongar su vida útil, debido a que la inulina aporta ciertas características tecnológicas como: prebiótico, espesante, formación de geles cremosos, alta viscosidad, mayor estabilidad térmica, reduce actividad de agua, actúa como sustituto de grasas y azúcares, además de propiciar la estabilidad microbiológica (Márquez & Vargas, 2016).

Orihuela (2017) manifiesta que la vida útil de un alimento está determinado por diferentes condiciones desde su elaboración hasta que empieza a deteriorarse, siempre que se mantengan las condiciones óptimas de conservación expuestas en la etiqueta, asimismo, menciona que para la determinación de la fecha de duración del yogur se deben realizar diversos análisis en periodos de tiempo bajo diferentes condiciones de almacenamiento, los análisis a efectuar son: sensoriales, físico-químicos y microbiológicos, estos últimos son de suma importancia debido a que estipulan la diferencia entre una fecha de caducidad y una fecha de consumo preferente.

De acuerdo con Exotic Fruit (2017) los beneficios del aguacate en la salud se centran en la reducción de los niveles de colesterol por ser rico en ácido oleico, controla la presión arterial, regula los niveles de azúcar en la sangre, al ser rico en fibra ayuda al organismo a saciar el apetito y evitar el estreñimiento. Duque y Apolo (2014) afirman que los beneficios del arazá en la salud se relacionan con “la reducción de los niveles de colesterol y el fortalecimiento del organismo debido a que posee vitamina C el doble de lo que posee la naranja, además de ayudar a prevenir enfermedades cardíacas y resfriados”.

La sinéresis es un defecto que varía dependiendo del tipo de yogur, es decir: “Los elementos que influyen en el incremento de sinéresis es la concentración alta de acidez, ruptura del

coágulo a temperaturas altas, además la presencia de aditivos y la adición de minerales también aumenta la cantidad de sinéresis” (Huertas, 2015).

La finalidad del presente estudio fue estudiar el efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*); basado en dos hipótesis de estudio como la adición de inulina influye o no influye en la estabilidad y vida útil del yogur de aguacate y arazá.

## **I. PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2014) en Ecuador se ha evidenciado que no han sido explotadas ni aprovechadas adecuadamente las frutas nativas o exóticas como es el caso del arazá, razón por la cual existe una gran cantidad de desperdicio de esta fruta en los sectores rurales, así como la poca transformación de esta materia prima, motivo por el cual es importante desarrollar procesos agroindustriales que permitan la obtención de nuevos e innovadores productos derivados del arazá.

Dentro de la industria láctea uno de los principales defectos o problemas tecnológicos que se generan en la producción de productos lácteos como el caso del yogur es la sinéresis, defecto que altera la calidad durante el proceso de conservación (Riofrio, 2015). Debido al problema antes mencionado actualmente en la industria alimentaria se estudian diferentes fibras como la inulina para evitar dicha separación de fases, además de alargar su vida útil debido a que la inulina aporta características tecnológicas como: “humectante, formación de geles cremosos, alta viscosidad, mayor estabilidad térmica, reduce actividad de agua y propicia la estabilidad microbiológica” (Márquez & Vargas, 2016).

Actualmente el consumo excesivo de azúcar incrementa el riesgo de padecer obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares, por esta razón la introducción de inulina en productos lácteos ayuda a equilibrar los niveles de insulina en la sangre y por tanto a controlar la diabetes, además contribuye a la inhibición de triglicéridos en el hígado (Bienestar y salud, 2013).

Uno de los problemas que se presenta durante la industrialización del aguacate para la elaboración de un yogur se centra en que esta fruta experimenta un proceso de oxidación química, debido a que la pulpa contiene enzimas como las fenolasas o polifenoloxidasas, razón por la cual, es necesario la aplicación de un pretratamiento térmico como el escaldado o la adición de un antioxidante natural como el arazá con el fin de inactivar las enzimas causantes de la oxidación rápida de la pulpa (Loaiza & López, 2013).

Romero (2018) menciona que en Ecuador se cultivan alrededor de 222 hectáreas de arazá, con un rendimiento de 2.320 Kg/ha/año, de los cuales se obtiene una producción aproximada de 515 toneladas, es decir, que las tres cuartas partes se desperdician y menos de una cuarta parte es empleada para autoconsumo o comercialización artesanal.

Tulcán cuenta con la Industria Lechera Carchi en donde se evidencia la inexistencia de yogures con sabores de frutas propias de la zona como es el arazá y el aguacate, ya que dicha

industria está dedicada a la elaboración de productos lácteos como leche fresca líquida, pasteurizada, esterilizada, crema de leche líquida, bebidas a base de leche, yogurt; esto conlleva a un retroceso del crecimiento industrial y la competitividad en el comercio (EKOS Negocios, 2015).

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo favorecerá el efecto de la Inulina (*Inula helenium*) en la evaluación de la sinéresis y vida útil del yogur a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*)?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Es necesario realizar investigaciones sobre la incorporación de frutas no tradicionales como es el caso del aguacate y el arazá para obtener yogures con nuevos sabores y altos niveles nutricionales debido al aporte de nutrientes y beneficios que aportan las frutas mencionadas, de esta forma el producto será más atractivo para el consumidor, por tal razón, la investigación tiene la finalidad de ofrecer al consumidor un producto nuevo y natural que contribuya al bienestar de su salud, adicionalmente es necesario el estudio de nuevos estabilizantes dentro de la industria láctea para la elaboración de yogur como es el caso de la inulina que es una fibra que contribuye a prolongar la estabilidad, mejorar la capacidad de formación del gel, actuar como sustituto de grasa y azúcares, aportar textura y reducir el grado de sinéresis que es un defecto de importancia en la conservación y vida útil del yogur, por tal motivo la adición de inulina en el yogur a base de aguacate y arazá es importante para reducir la post-acidificación producida por el alto nivel de acidez que presenta el arazá, asimismo la inulina hace aún más atractivo al yogur debido a que es considerado un prebiótico que contribuye en la salud del que lo consuma debido a sus efectos comprobados de promover el crecimiento de bífidobacterias en el intestino, controlar el estreñimiento, mejorar la asimilación del calcio, efecto antidiabético debido a su activa potencia hipoglucémica que permite reducir el nivel de azúcar en la sangre, ayuda en la disminución de colesterol y triglicéridos y aporta bajo contenido calórico (1,5 kcal/g).

La producción de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina resulta un producto innovador siendo una nueva alternativa de consumo y aprovechamiento de los nutrientes de estas frutas propias de la provincia del Carchi diversificando así nuevas variedades de yogur con prebióticos dentro de la industria láctea, debido a que actualmente no se realiza a nivel industrial sino que se realiza de forma empírica y artesanalmente pudiendo tener una proyección para ser vendido en los grandes supermercados.

Los beneficiarios de este estudio serán la población en general y las personas con intolerancia a la lactosa, es decir, el consumo de yogur es oportuno para personas que no toleran lácteos debido a que las bacterias lácticas contienen lactasa (enzima encargada de degradar lactosa). Finalmente, esta investigación es factible de realizar ya que existe facilidad tanto en los recursos materiales, económicos y humanos, factores suficientes para el cumplimiento de los objetivos planteados.

## **1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo General**

Estudiar el efecto de Inulina (*Inula helenium*) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de Aguacate (*Persea americana*) y Arazá (*Eugenia stipitata*).

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de la inulina en la estabilidad del yogur
- Analizar las características físico-químicas y sensoriales del yogur
- Determinar el tiempo de vida útil del yogur

### **1.4.3 Preguntas de Investigación**

- ¿Qué concentración de inulina permitirá disminuir la sinéresis del yogur?
- ¿Qué porcentaje de inulina será necesario para mejorar la estabilidad y vida útil del yogur?
- ¿Cuáles serán los cambios físicoquímicos y sensoriales que producirá la adición de inulina?
- ¿Cuál será la temperatura ideal del yogur para la adición de inulina?
- ¿Qué factores originan la sinéresis del yogur?
- ¿Cuáles son los beneficios que aporta el aguacate para la salud?
- ¿Qué beneficios brinda el arazá a la salud?
- ¿Qué beneficios brinda la inulina a la salud?
- ¿Qué formulación será idónea para la elaboración de yogur de aguacate y arazá con la adición de inulina?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

De acuerdo con Riofrio (2015) en su tema de investigación “Estudio de cultivos lácticos y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)” realizado en la Universidad Técnica de Ambato en 2015 determinó que intervienen significativamente la cantidad de inulina, la cepa y la cantidad de probiótico en la vida útil del yogur. El análisis estadístico señala al yogur elaborado con 2% de *Lactobacillus GG* + 5% de inulina como el mejor tratamiento, además el análisis de vida útil en condiciones óptimas fue de 33 días a 4 °C. Los resultados obtenidos del análisis sensorial mostraron que los catadores calificaron el olor como agradable, la consistencia entre consistente y muy consistente, su sabor percibido como bueno y muy bueno, el color fue apreciado como normal y finalmente la aceptabilidad obtuvo una calificación de gusta mucho.

Tapia (2010) en su tema de investigación “Utilización de inulina como fibra alimentaria soluble en yogurt de durazno (*Prunus pérsica*) en la empresa de lácteos San Antonio C.A. del cantón cañar” realizado en la Universidad Técnica de Ambato en 2010 menciona que el porcentaje adecuado de adición de inulina es del 15% (1,35 g por litro), evidenciando que los valores de acidez fueron de 0.79, el porcentaje de grasa fue de 2.8 y el pH fue de 4.0, el resultado microbiológico reportado fue negativo, cumpliendo con las normativas establecidas para yogur, el análisis sensorial obtenido no reporta diferencias significativas, es decir, que las características organolépticas no se vieron afectadas al momento de añadir inulina, finalmente dicho autor menciona que la temperatura óptima para la adición de inulina es a 5 °C debido a que es más evidente que la acidez disminuye conforme aumenta la concentración de inulina.

Aguirre & Romero (2015) en su estudio “Elaboración de yogur adicionado con inulina” realizado en el Instituto Tecnológico de Duango evaluó las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales en una formulación de yogur con adición de 3% y 5% obteniendo los siguientes resultados: pH 4,64 - 4,61 valor que aumento en comparación al testigo cuyo pH fue de 4,07 afirmando que con la adición de inulina se obtiene yogures menos ácidos; el valor de acidez fue de 1,02 – 1,03 reduciéndose en comparación al testigo 1,23; los valores de viscosidad que obtuvo fueron de 6600 cP y 6667 cP; en la evaluación sensorial comprobó que la adición de inulina no afecto las propiedades sensoriales, finalmente el análisis microbiológico no presento coliformes totales.

De acuerdo con Aburto (2006) en su tema de investigación “Estudio de la viabilidad del uso de inulina como prebiótico adicionado a yogurt” realizado en la Universidad Veracruzana determinó el efecto de la incorporación de 5% (p/p) de inulina combinado con diferentes tipos de cultivos, este proceso se llevó a cabo en 2 etapas del proceso, la primera adición de inulina fue en la etapa de inoculación conjuntamente con el cultivo, la segunda adición de inulina fue después de la etapa de inoculación e incubación, los resultados que obtuvo el autor señalan que la concentración de inulina del yogurt 1 en los tratamientos “antes” y “después” no presentaron una variación significativa ( $p > 0.05$ ) durante las cuatro semanas. El tratamiento “antes” respecto al yogurt 2 evidencia valores de inulina significativamente menores ( $p \leq 0.05$ ) tanto en la tercera y cuarta semana comparándolos a la semana cero, en cambio, el tratamiento “después” mostró una disminución de inulina afirmando que los valores son significativamente menores ( $p \leq 0.05$ ) en la última semana comparados con la semana cero. Al comparar los dos tipos de yogurt comprobó la diferencia entre el yogurt 1 y el 2 dándose en este último la menor cantidad de inulina degradada, llegando a la conclusión que un mayor número de especies de bacterias lácticas añadidas al yogurt consumen mayor cantidad de inulina. Finalmente, en este estudio los valores de pH y de acidez no fueron afectados significativamente durante el almacenamiento, obteniéndose valores de pH entre 4.5 y 4.9 para el yogurt 1, y de 4.4 y 5.1 para el yogurt 2. Los rangos de acidez fueron de 0.97 a 1.28 g/100 g para el yogurt 1, y de 0.87 a 1.19 g/100 g para el yogurt

Lema & Revelo (2010) en su tema de investigación “Evaluación de los prebióticos: inulina y oligofructosa adicionados en la elaboración de yogur natural como alimento funcional” realizado en la Universidad Técnica del Norte, se realizó tratamientos utilizando leche con tres porcentajes de grasa 0,5%, 2% y 3,5%, adicionando concentraciones de 2% y 3% de inulina, dichas autoras obtuvieron resultados de baja acidez con un valor de 0,71 en el tratamiento con 3,5% de grasa y 2% de inulina; en viscosidad obtuvieron un valor de 4.33 cm/min en el tratamiento con 3,5% de grasa y 3% de inulina; la reducción de sinéresis evidenciada en el tratamiento con 3,5% de grasa y 3% de inulina con un valor de 3.03 ml afirmando que el 3% de inulina disminuye el desprendimiento de suero del yogur; el tratamiento con 3,5% de grasa y 3% de inulina arrojó el mejor porcentaje de grasa con un porcentaje de 3.50%, concluyendo que la inulina afecta positivamente en las características del yogur natural.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Generalidades de la leche

#### 2.2.1.1 Definición de Leche cruda

De acuerdo con el Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2012) en su norma técnica 009 “Leche cruda” define:

La leche cruda es aquella que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento (es decir que la temperatura no haya superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre no más de 40°C) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición (p.2).

**Tabla 1.** *Requisitos físico-químicos para leche cruda*

Requisitos	Unidad	mín.	máx.	Método de ensayo
<b>Densidad relativa:</b>				
a 15 °C	g/ml	1,029	1,032	NTE INEN 11
a 20 °C		1,028	1,033	
<b>Materia grasa</b>	% <sup>1</sup>	3	-	NTE INEN-ISO 2446
<b>Acidez titulable como ácido láctico</b>	%	0,13	0,17	NTE INEN 13
<b>Sólidos totales</b>	%	11,2	-	NTE INEN 14
<b>Sólidos no grasos</b>	%	8,2	-	*
<b>Proteínas (N*6,38)</b>	%	2,9	-	NTE INEN 16

**Nota.** \* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa, <sup>1</sup> Corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

Fuente: (NTE INEN 009, 2012)

#### 2.2.1.2 Definición de leche fermentada

De acuerdo con Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2011) en su norma técnica 2395 “Leches Fermentadas” define:

La leche fermentada son los productos resultantes de la fermentación de la leche, principalmente de leche de vaca pudiendo ser también de oveja, cabra, búfalo u otras, autorizadas por la autoridad sanitaria competente, pasteurizada o esterilizada, por la acción de fermentos lácticos benéficos específicos (p.2).

## 2.2.2 Generalidades del Yogur

### 2.2.2.1 Definición

El yogur se define como:

Producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2011) (p.2)

### 2.2.2.2 Origen

Se cree que el yogur tuvo sus inicios en Turquía, aunque también se menciona que tuvo origen en Bulgaria y Asia Central, la leche que se obtenía de animales se solía trasladar en unos sacos elaborados con piel de cabra, este método era utilizado por pueblos nómadas, en el momento que la piel de cabra entraba en contacto con la leche en medio de calor se favorecía el crecimiento de bacterias ácidas acelerando la fermentación de la leche, este proceso hizo que la leche se transforme en una masa semi-sólida y coagulada (Vera, 2011).

### 2.2.2.3 Beneficios del yogur para la salud

Existen evidencias científicas que afirman que el consumo de yogur tiene efectos beneficiosos para la salud los cuales se detallan a continuación:

- **Efectos beneficiosos sobre la flora intestinal.** Mantiene el equilibrio microbiano debido a que el yogur incide sobre la flora intestinal ofreciendo un beneficio sobre quien lo ingiera (Lactalis Puleva, 2016).
- **Efectos beneficiosos en la protección de enfermedades gastrointestinales.** Contribuye en el tratamiento de diarreas de origen infeccioso y la ocasionada por una deficiente absorción de lactosa, es decir, las bacterias del yogur crean una barrera que refuerzan el sistema inmune y evitan el desarrollo de bacterias patógenas (Lactalis Puleva, 2016).
- **El Yogur como alternativa para la intolerancia a la lactosa.** La intolerancia a la lactosa es ocasionada por una deficiencia de la enzima  $\beta$ -galactosidasa o lactasa haciendo imposible digerir la lactosa, por tal razón la lactosa consigue llegar intacta al colon donde las bacterias empiezan el proceso de fermentación dando como

productos agua, gas metano e hidrógeno, dando lugar a la sintomatología típica de mala absorción de azúcares como: flatulencia, dolor abdominal y diarrea acuosa. Las personas que no toleran la leche toleran el yogur, debido a que el yogur contiene *Lactobacillus*, que transforman la lactosa en ácidos orgánicos como el láctico y el acético; a esto se le suma que algunos probióticos pueden producir  $\beta$ -galactosidasa después de ser ingeridos oralmente, y pueden así facilitar la digestión de lactosa en tramos altos del intestino delgado (Huertas, 2012).

#### **2.2.2.4 Sinéresis del yogur**

“La sinéresis se observa cuando sobre una superficie sólida de consistencia gelatinosa, sobrenada una cantidad variable de suero que debió permanecer unido al coágulo, el desuerado es una clara consecuencia de que la fase sólida gelificada se está rompiendo” (Arranz, 2015).

La sinéresis ocurre cuando se desarrolla una acidez alta, al igual que la agitación a temperaturas relativamente altas, presencia de aditivos como gomas y por la adición de minerales, aumentando el porcentaje de sinéresis. Para evitar o reducir este defecto es recomendable añadir un buen estabilizante. (Huertas J. , 2015)

#### **Estructura del coágulo**

La estructura del coágulo se explica como “la formación del gel, es una red tridimensional que atrapa los glóbulos grasos y el suero dando lugar a un gel semisólido, blanco y opaco caracterizándose por una textura suave y consistencia ligera” (Romero & Mestres, 2004).

#### **Distribución del agua en el gel**

**Agua ligada:** Es el agua de hidratación de las proteínas, cuanto mayor es el grado de hidratación de las proteínas mayor es la firmeza y consistencia del coágulo, no obstante, una hidratación excesiva agrava la consistencia por disminución de la firmeza del gel (Romero & Mestres, 2004).

**El agua libre:** Se encuentra en forma de gotitas invisibles repartidas entre el coágulo, debido a la relativamente elevada proporción de esta agua, se deben tomar las precauciones tecnológicas adecuadas durante el proceso de elaboración del yogur con el fin de evitar la separación del suero o sinéresis (Romero & Mestres, 2004).

#### **Factores en el proceso de sinéresis**

**Acidez.** “Un pH mayor a 4,6 influye negativamente sobre la consistencia, un pH de 4,6 o menor mejora la hidratación de las proteínas y la consistencia del yogur, en cambio, un pH menor a 4 favorece un aumento de sinéresis” (Romero & Mestres, 2004).

**Temperatura.** “La temperatura de refrigeración después de la incubación y durante el almacenamiento afectan la firmeza del gel, es decir que las bajas temperaturas favorecen la consistencia” (Romero & Mestres, 2004).

**Temperatura de incubación.** “Una elevada temperatura durante el periodo de incubación o almacenamiento favorece la contracción del coágulo y la separación del suero” (Romero & Mestres, 2004).

**Sustancias incorporadas entre los filamentos de proteína.** “La adición de estabilizantes favorece la consistencia del coágulo debido al aumento del agua ligada. Un contenido bajo de grasa favorece la separación del suero, mientras que, un contenido alto produce el efecto contrario” (Romero & Mestres, 2004).

**Agitación.** “La agitación durante la incubación afecta adversamente la estructura del coágulo debido a una agregación incompleta de los filamentos de proteína y una firmeza insuficiente del coágulo” (Romero & Mestres, 2004).

#### **2.2.2.5 Proceso tecnológico de elaboración de yogur**

De acuerdo con Food and Agriculture Organization [FAO], (s.f.) describe cada una de las operaciones para la elaboración del yogur:

**Recepción:** La leche de buena calidad se pesa para conocer cuánto entrará al proceso,

**Filtrado:** La leche se filtra a través de una tela fina para eliminar cuerpos extraños,

**Análisis:** La leche debe ser sometida a un análisis realizándose pruebas sensoriales, antibióticos, prueba de acidez, porcentaje de grasa,

**Formulación:** La leche se estandariza al 2% de grasa y se agrega 3% de leche en polvo descremada para aumentar el contenido de sólidos totales que contribuyen con la consistencia final del yogur,

**Pasteurización:** La mezcla se pasteuriza a 85 °C durante 10 minutos. Luego se enfría a 42 °C, haciendo circular agua fría,

**Inoculación del cultivo láctico:** Se agrega un 2% de cultivo. También se puede agregar entre 2 a 3% de un yogurt natural si no se cuenta con cultivo madre, cuando se agrega el cultivo debe agitarse lentamente,

**Incubación:** Se hace en un baño maría a una temperatura de 42 °C, por un tiempo de 3 a 4 horas, o cuando la acidez haya alcanzado 0.70%. En este tiempo la leche se coagula como un flan, evitando el desprendimiento de suero,

**Enfriamiento:** Se deja enfriar al ambiente, para evitar el desuerado,

**Batido:** Se hace agitándolo lentamente para homogenizarlo, aquí se le puede agregar 10 a 15% de mermelada de frutas en proporción 50:50 fruta: azúcar. También se le puede agregar color y sabor artificial,

**Envasado:** Se vierte en frascos de vidrio o plástico, luego debe ser refrigerado por un tiempo que no exceda los 7 días. Los envases deben ser esterilizados previamente en agua caliente por un tiempo de 15 minutos.

#### **2.2.2.6 Fermentación Láctica del Yogur**

El yogur se obtiene mediante la combinación de cepas bacterianas como el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* que producen la fermentación de la leche, los estreptococos se encargan de remover el oxígeno y los lactobacilos transforman la lactosa en ácido láctico, la presencia de dicho ácido es el que otorga el sabor acidulado. (Malajovich , 2014)

#### **2.2.2.7 Estabilidad y Vida útil del yogur**

Para determinar la fecha de duración del yogur se realizan varios análisis a lo largo del tiempo y diversas condiciones de almacenamiento como: “análisis sensoriales, físico-químicos y microbiológicos, siendo estos últimos los que determinan la diferencia entre una fecha de caducidad y una fecha de consumo preferente” (Orihuela, 2017).

La fecha de consumo preferente aparece en los productos alimenticios que no son muy perecederos y que no pueden suponer un riesgo inmediato para la salud humana después de un corto periodo de tiempo, mientras que la fecha de caducidad se emplea en alimentos muy perecederos que pueden suponer un riesgo para la salud después de la fecha que se indica. (Orihuela, 2017) (p.4)

##### **a) Aspectos físico-químicos**

##### **Disminución del pH y aumento de la acidez.**

“La actividad de las bacterias lácticas presentes en el yogur es muy baja a temperaturas de refrigeración, pero siguen vivas y continúan transformando lactosa en ácido láctico, ocasionando una disminución de pH y un incremento de acidez” (Orihuela, 2017). Huertas (2015) menciona que el pH juega un papel importante en la estabilidad y microbiología del yogur por lo que un rango ideal deberá estar entre 4,2 y 4,8. Hernández (2013) en su estudio de comparación de pH entre yogures comerciales de tipo batido mostró un rango promedio entre 3,8 y 4,6.

**Sinéresis.** “El descenso del pH hace que la matriz de proteínas que constituye la estructura del yogur reduzca su capacidad de retener agua, es decir, se produce una separación de parte del agua que contenía el yogur” (Orihuela, 2017).

## **b) Aspectos sensoriales**

### **Apariencia y textura.**

Los procesos proteolíticos y el descenso del pH desintegran la red proteica que compone la estructura del yogur dando como resultado una pérdida de consistencia, reducción de volumen y salida de agua, asimismo, el color puede verse alterado sobre la superficie del producto debido a la oxidación lipídica. (Orihuela, 2017)

### **Olor y sabor.**

A medida que pasa el tiempo se producen varios cambios en el olor y el sabor del yogur debidos principalmente a: “los productos resultantes del metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos llevados a cabo por las bacterias ácido lácticas” (Orihuela, 2017).

El ácido láctico producido en la fermentación hace que, tanto el olor, como el sabor del yogur, sean cada vez más ácidos, el producto es menos afrutado, menos fresco, menos dulce, es más ácido, más amargo, sabe más a queso y presenta un sabor más anormal. (Orihuela, 2017)

## **c) Aspectos microbiológicos**

Los aspectos microbiológicos son los que generalmente determinan la decisión a la hora de otorgar a un alimento una fecha de caducidad o una fecha de consumo preferente, ya que en ese sentido suelen ser los que pueden suponer un riesgo para la salud del consumidor. (Orihuela, 2017)

### **Mohos, levaduras y bacterias patógenas**

Cuando se produce una contaminación accidental de la leche tras el tratamiento térmico, asimismo, la contaminación por *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* se puede prevenir con medidas higiénicas, sin embargo, la contaminación por levaduras y mohos es más difícil de evitar ya que estos se propagan por esporas que pueden estar presentes en el ambiente. (Orihuela, 2017)

“La presencia de levaduras y mohos alteran las características organolépticas del yogur produciendo sabores, olores anómalos y un aspecto desagradable, asimismo, producen gas abombando la tapa del yogur” (Orihuela, 2017).

**Vida útil.** La Federación Nacional de Industrias Lácteas (Fenil) en España consideran un tiempo de vida útil 28 a 35 días en condiciones de cadenas de frío, sin embargo José María

Ferrer, Jefe del Departamento Legislativo del Centro Tecnológico Ainia afirma que el tiempo de vida útil dependerá lógicamente de las diferentes características y tipo de yogur (con o sin fruta, con o sin azúcar, etc.) y las diferentes condiciones en las que se elabora el producto (tecnificación del proceso, higiene de las instalaciones y los equipos, etc.) (Orihuela, 2017).

### 2.2.3 Generalidades del Aguacate (*Persea americana*)

#### 2.2.3.1 Definición

De acuerdo con Exotic Fruit (2017) define: “el aguacate es un fruto exótico carnoso de sabor exquisito y suave con una consistencia tierna y cremosa permitiendo su combinación con cualquier alimento”.

#### 2.2.3.2 Características

Presenta dimensiones de 5 - 6 cm de longitud, el peso normal oscila entre 200 - 400 g, su cáscara es gruesa y dura de color verde, la pulpa es aceitosa de color crema a verde amarillento, posee una única semilla redondeada de color pardo claro y 2 - 4 cm que aparece recubierta de una delgada capa leñosa. (Exotic Fruit, 2017)

**Tabla 2.** Información nutricional del aguacate por cada 100 g de pulpa

Nutrientes	Cantidad
Agua	67,90%
Calorías	233 Kcal.
Proteínas	1,88 g.
Grasas	15 g.
Carbohidratos	0,40 g.
Fibra	6,33 g.
Calcio	12,00 mg.
Hierro	0,49 mg.
Magnesio	30,00 mg.
Fósforo	43,00 mg.
Potasio	487,00 mg.
Vitamina A	12 ug.
Vitamina C	6,00 mg.
Vitamina E	1,30 mg.
Vitamina K	19 ug.

Fuente: (Exotic Fruit, 2017)

### **2.2.3.3 Beneficios del aguacate para la salud**

El aguacate contribuye a mantener el corazón sano, controla la presión arterial, regula el nivel de azúcar en la sangre, método antienvjecimiento, ayuda a engordar, contiene fibra ayudando al organismo a saciar el apetito, evita el estreñimiento, además es rico en ácido oleico un tipo de ácido graso que ayuda a controlar los niveles de colesterol. (Exotic Fruit, 2017)

### **2.2.3.4 Producción en la provincia de Carchi**

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP] (2019) manifiesta: “En la provincia de Carchi se cultiva la variedad Hass, aquí se estima que hay unas 700 hectáreas”, es decir, que se obtiene un promedio de 9 toneladas/ha al año.

### **2.2.3.5 Escaldado del aguacate**

Las condiciones mínimas de operación para desactivar la enzima polifenoloxidasas son 73 °C durante 10 minutos y las condiciones máximas de operación son 85 °C durante 4,6 minutos, a mayor tiempo de tratamiento térmico la velocidad de degradación del color verde se incrementa presentando un oscurecimiento enzimático significativo cuando se somete a 80 °C o más. (Ortiz & Mora, 2013)

## **2.2.4 Generalidades del Arazá (*Eugenia stipitata*)**

### **2.2.4.1 Definición**

De acuerdo con Duque & Apolo (2014) definen: “El arazá es conocido como membrillo o guayaba amazónica, frutal nativo de la Amazonía pertenece a la familia de las mirtáceas que tiene gran adaptación a climas trópico húmedo entre 22 °C y 23 °C”.

### **2.2.4.2 Características**

La fruta presenta una piel lisa que en estado inmaduro es de color verde mientras que, cuando alcanza la madurez es ligeramente de coloración amarilla, la pulpa es carnosa de color amarilla de un sabor fuertemente ácido con pesos que va de 200 gramos hasta 600 gramos, posee entre 8 y 10 semillas, presenta un valor de 5.53 °Brix, una acidez de 1.40 y un pH de 2.97 (Duque & Apolo, 2014).

### **2.2.4.3 Cultivo de Arazá en Ecuador**

“En Ecuador se cultivan alrededor de 222 hectáreas de arazá, con un rendimiento de 2.320 Kg/ha/año, obteniendo una producción aproximada de 515 toneladas, dicha fruta se cultiva

principalmente entre las provincias de: Pichincha, Santo Domingo, Los Ríos, Sucumbíos, Carchi y Orellana” (Romero M. , 2018).

**Tabla 3.** *Información nutricional del arazá por cada 100 g de pulpa*

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	90 g
Calcio	0.1 mg
Carbohidratos	4 g
Fibra	0.4 g
Fósforo	0.06 mg
Hierro	0.8 mg
Magnesio	10.3 mg
Proteína	0.6 g
Pectina	0.2 g
Potasio	0.2 g
Vitamina A	7.75 mg
Vitamina B1	9.84 mg
Vitamina C	74 mg
Zinc	2.00 µg

Fuente: (Riofrio, 2015)

#### **2.2.4.4 Beneficios del arazá en la salud**

De acuerdo con Duque y Apolo (2014) el arazá brinda varios beneficios que contribuyen a algunas funciones del organismo por su alto contenido de nutrientes entre los más importantes se menciona: reparación de las células por su capacidad antioxidante, reducción de los niveles de colesterol, prevención de resfriados debido a que posee vitamina C el doble de lo que posee la naranja y evita el padecimiento de anemia

#### **2.2.5 Generalidades de una mermelada**

##### **2.2.5.1 Definición**

De acuerdo con Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] ( 2013) en su norma técnica 2825 “Norma para las confituras, jaleas y mermeladas” define:

La mermelada es el producto preparado con una o una mezcla de frutas cítricas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes ingredientes: fruta(s) entera(s) o en trozos, que pueden tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa(s), puré(s), zumo(s), jugo(s), extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce, con o sin la adición de agua (p. 4).

### 2.2.5.2 Características

De acuerdo con Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] ( 2013) en su norma técnica 2825 “Norma para las confituras, jaleas y mermeladas” menciona algunas de las características que debe cumplir una mermelada:

- La mermelada deberá elaborarse de tal manera que la cantidad de fruta utilizada como ingrediente en el producto terminado no deberá ser menor a 45%,
- El contenido de sólidos solubles deberá estar en todos los casos entre el 60 al 65% o superior,
- La fruta y el azúcar se agregarán en un proporción de 50 y 50%,
- El producto final deberá tener una consistencia gelatinosa adecuada, con el color y el sabor apropiados para el tipo o clase de fruta utilizada como ingrediente en la preparación de la mezcla, tomando en cuenta cualquier sabor impartido por ingredientes facultativos o por cualquier colorante permitido utilizado.

### 2.2.5.3 Proceso de elaboración de mermeladas comerciales

#### a) Materia prima e insumos

**La Fruta.** La calidad de la fruta tiene una gran importancia, deben estar maduras pero no pasadas, si estan ligeramente verdes proporcionan cantidades suficientes de ácido y sustancias pépticas, en cambio, las frutas maduras incorporan su sabor y aroma, proporcionando jugo suficiente para obtener un producto fluido y una coagulación adecuada (Navarrete, 2019).

**El azúcar.** Es agregado en igual proporción que la fruta (50% de fruta y 50% de azúcar), en mermeladas con menor cantidad de azúcar suelen deteriorarse con rapidez ya que a bajas cantidades de azúcar se favorece al desarrollo de microorganismos, en cambio, en mayores concentraciones de azúcar se produce un efecto conservador e inhibe el desarrollo de microorganismos; conservandose por tiempos prolongados (más de un año) (Navarrete, 2019)

**Pectina.** Induce la gelificación de la masa cuando la concentración de azúcar y proporción de ácido son adecuadas, el punto de gelificación se produce cuando la concentración de azúcares de la masa esta alrededor del 65% (Navarrete, 2019).

**Conservadores.** “Se utiliza el sorbato de potasio o el benzoato de sodio en relación de 0.05% a 0.1% por peso de producto final” (Navarrete, 2019).

#### b) Etapas para la elaboración de mermeladas

- **Selección.** Primero se eliminan las frutas en estado de podredumbre;

- **Lavado de la fruta.** Sumergir la fruta en agua eliminando la tierra y otras sustancias adheridas, pasar la fruta al desinfectante Sanolín y mantener la fruta por tres minutos, posteriormente dejar que la fruta se escurra y seque;
- **Blanqueado.** Las frutas se exponen al vapor de agua o el agua hirviendo durante tres minutos para inactivar la enzima Peroxidasa causante del oscurecimiento de algunas frutas al entrar en contacto con el oxígeno;
- **Pulpeado o troceado de la fruta.** En un molino de martillo se procede a triturar la pulpa, hasta la obtención de un puré, (procurar evitar en lo posible el uso de agua, pues esto puede diluir la pulpa), luego de haberla triturado pasarla por un tamiz o un colador si es necesario;
- **Corrección de la acidez.** El pH de la pulpa debe ser de tres antes de comenzar el proceso de elaboración, cuando el pH es superior a tres se añadirá ácido cítrico suplementario para disminuir hasta un pH adecuado que es tres;
- **Cocción de la mermelada.** Poner a evaporación la pulpa de fruta con la finalidad de concentrarla, la cantidad de azúcar se divide en dos porciones, adicionar solo una primera parte luego de la evaporación inicial, dejar en cocción durante 5 minutos que es el tiempo mínimo para lograr la inversión parcial del azúcar, la pectina se mezcla con 8 veces su peso en azúcar logrando de esta forma la dispersión del producto y así se evita la formación de grumos, a continuación incorporar inmediatamente el resto del azúcar y esperar el punto final., retirar la mermelada una vez lograda la concentración deseada y añadir el conservador que puede ser benzoato de sodio 0.5 gr/kg o 1 gr/kg como máximo, finalmente dejar enfriar hasta alcanzar una temperatura de 90 °C que es la temperatura de envasado;
- **Envasado al vacío.** Llenar los envases con el producto a 90 °C de temperatura, con la finalidad de desplazar el oxígeno, dejando entre el producto y la tapa solo el vapor que luego de enfriarse se condensa, tapan el frasco inmediatamente y asegurarse que el cierre sea hermético, si las temperaturas son menores de 80 °C no crean el vacío necesario para la conservación por más de un año, finalmente se enfría y etiqueta (Navarrete, 2019).

## **2.2.6 Inulina**

### **2.2.6.1 Definición**

La inulina es un carbohidrato (polisacárido), tipo fructano polidisperso que consiste en una mezcla de oligómeros y polímeros mayores formados por uniones  $\beta$  - (2 - 1) fructosil-fructosa, el grado de polimerización proveniente de la achicoria oscila entre 3 y 60, posee un sabor neutral suave, es moderadamente soluble en agua, otorga cuerpo y palatibilidad. (Bustamente & Márquez, 2017)

### **2.2.6.2 Fuentes de Obtención**

La inulina se puede obtener de algunos alimentos como: “plátano, cebolla, ajo, espárrago, puerro, alcachofa, trigo, agave, centeno, raíz de la achicoria y desde la sacarosa a través de la acción de la  $\beta$ -fructo-furanosidasa” (Bustamente & Márquez, 2017).

### **2.2.6.3 Dosis**

En la actualidad se considera que para que pueda ejercer su efecto prebiótico el nivel mínimo de ingestión debería ser 3 g por día con un máximo aconsejado de 30 g al día. La única limitación para la incorporación de estos compuestos en los alimentos es la tolerancia gastrointestinal, ya que el consumo de cantidades elevadas puede producir sensación de distensión abdominal, dolor abdominal y deposiciones blandas que pueden llegar hasta la diarrea. (Gotteland & Brunser, 2006)

Lara & Pérez (2017) mencionan: “la inulina es conocida por su capacidad de estabilizar espumas y emulsiones en su estado hidratado especialmente cuando se incorpora en una concentración de 1 y 5 %”.

### **2.2.6.4 Características**

A nivel industrial, la inulina se presenta como un polvo blanco, sin olor, sabor neutral y sin efecto residual, la inulina nativa a diferencia de la inulina HP o de alta pureza, contiene azúcares libres (glucosa, fructosa, sacarosa), lo que le confiere cierto dulzor (10% del dulzor de la sacarosa). La inulina es resistente al calor y permite trabajar en medios relativamente ácidos, pH de 3,5 o superior. (Madrigal & Sangronis, 2007)

**Tabla 4.** *Características físico-químicas de la inulina nativa y la inulina HP*

<b>Característica</b>	<b>Inulina</b>	<b>Inulina HP</b>
<b>Materia seca (g/100g)</b>	95	95
<b>Pureza (g/100g)</b>	92	99.5
<b>Azúcares (g/100g)</b>	8	0.5
<b>pH</b>	5-7	5-7
<b>Cenizas (g/100g)</b>	<0.2	<0.2
<b>Apariencia</b>	Polvo blanco	Polvo blanco
<b>Sabor</b>	Neutral	Neutral
<b>Dulzor % (vs. Sacarosa-100%)</b>	10	Ninguno
<b>Solubilidad en agua a 25 °C (g/l)</b>	120	25
<b>Funcionalidad en alimentos</b>	Sustituto de grasas	Sustituto de grasas
<b>Sinergismo</b>	Con agentes gelificantes	Con agentes gelificantes

Fuente: (Madrigal & Sangronis , 2007)

#### **2.2.6.5 Uso de inulina en la Industria Alimentaria**

La inulina se usa en una amplia variedad de productos alimenticios y sus derivados como: prebiótico, espesante, emulsificante, gelificante, sustituto de azúcares y de grasas, humectante, depresor del punto de congelación, la inulina mejora la aceptabilidad de yogures elaborados con leche descremada, impartiendo una mayor cremosidad, también actúa como agente espesante, retiene el agua y estabiliza geles. (Madrigal & Sangronis , 2007)

Tessaro (2014) menciona que existe un efecto sinérgico entre la inulina y otros agentes espesantes como la gelatina, alginatos, gomas y maltodextrinas. El empleo la inulina en lácteos fermentados ayuda a evitar la separación de fases o sinéresis, además de formar gel (Bustamente & Márquez, 2017).

#### **2.2.6.6 Beneficios de la inulina en la salud**

##### **Inulina y obesidad**

La utilización de inulina como un sustrato fermentable por la microflora del colon implica que esta es degradada y absorbida en forma limitada, según las normativas de rotulado de alimentos vigentes en Estados Unidos y Europa el valor energético considerado para la inulina es usualmente de 1,5 kcal/g (6,3 kJ/g), dando ácidos grasos de cadena corta como productos metabólicos que proveen energía al individuo. (Tessaro, 2014)

### **Inulina y diabetes mellitus**

Los alimentos que contienen inulina son beneficiosos en la dieta de personas con diabetes mellitus debido a que la inulina no es absorbida en el intestino delgado y en consecuencia no afecta los niveles de insulina porque el cuerpo no expresa la necesidad de producir insulina, por lo tanto, el consumo de alimentos ricos en inulina ayuda a restaurar los niveles de azúcar en sangre. (Tessaro, 2014)

### **Inulina y salud ósea**

“Estudios en adolescentes y mujeres post-menopáusicas han demostrado efectos beneficiosos de mejora en la absorción de calcio, con mezclas de inulina de altos y bajos grados de polimerización (GP)” (Tessaro, 2014).

### **Inulina y sistema cardiovascular**

La inulina ayuda a mantener la salud del sistema cardiovascular y puede reducir el riesgo de enfermedad cardíaca debido a la mejora en la composición lipídica de la sangre a través de la disminución de los niveles de triglicéridos y colesterol. La fibra soluble contribuye a mantener bajos los niveles sanguíneos de colesterol. (Tessaro, 2014)

## III. METODOLOGÍA

### 3.1 Enfoque metodológico

#### 3.1.1 Enfoque

La investigación correspondió a un enfoque cuantitativo debido a que se recolectó y cuantificó datos experimentales reales obtenidos en los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales, dichos datos permitieron encontrar la concentración adecuada de inulina que mejoró la estabilidad y vida útil del yogur a base de aguacate y arazá, permitiendo aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

#### 3.1.2 Tipo de Investigación

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica con la finalidad de comparar y profundizar varias teorías de diferentes autores a cerca del efecto de la inulina sobre la estabilidad y vida útil del yogur; experimental ya que se aplicó un diseño experimental A x B (concentración adecuada de inulina y temperatura óptima para la adición de inulina) estableciendo una prueba de rangos de Tukey (95% de probabilidad y 5% como margen de error) para la diferenciación estadística de los tratamientos.

### 3.2 Hipótesis

**H<sub>1</sub>:** La adición de inulina influye en la estabilidad y vida útil del yogur de aguacate y arazá.

**H<sub>0</sub>:** La adición de inulina no influye en la estabilidad y vida útil del yogur de aguacate y arazá.

### 3.3 Definición y operacionalización de variables

#### 3.3.1 Variable dependiente

- Vida útil:

Pruebas físico-químicas (pH, acidez, grasa, proteína, sinéresis, viscosidad)

Pruebas sensoriales (color, sabor, olor, viscosidad, aceptabilidad)

Pruebas microbiológicas (Coliformes totales, E. Coli, Mohos y Levaduras)

#### 3.3.2 Variable independiente

- Porcentaje de inulina (1%, 2%, 3% por cada litro)
- Temperatura para la adición de inulina (80 °C y 43 °C)

**Tabla 5. Operacionalización de variables**

Tipo de variable	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Dependiente	Vida útil del yogur a base de arazá y aguacate	Evaluación de pruebas físico-químicas	pH	Potenciómetro	Hojas de registros de datos.
			Proteína	AOAC 991.20-23	
			Grasa	Titulometría-(Kjeldahl).	
Dependiente	Vida útil del yogur a base de arazá y aguacate	Evaluación de pruebas sensoriales	Acidez	Método	Instrumentos de laboratorio.
			Viscosidad	butirométrico de Gerber.	
			Sinéresis	Titulometría	
Dependiente	Vida útil del yogur a base de arazá y aguacate	Evaluación de pruebas sensoriales	Color	Panel de catadores semi entrenados y no entrenados	Hoja de evaluación sensorial
			Sabor		
			Olor		
Dependiente	Vida útil del yogur a base de arazá y aguacate	Evaluación de pruebas microbiológicas	Viscosidad	Placas petrifilm	Instrumentos de laboratorio
			Aceptabilidad		
			Coliformes totales		
Independiente	Porcentaje de inulina	Evaluación de la estabilidad del yogur	Mohos y Levaduras	Gravimetría	Hoja de registro
			E. Coli		
			Dosis a emplear		
Independiente	Temperatura del yogur para la adición de inulina	Evaluación de la estabilidad del yogur	10 g – 20 g – 30 g	Termómetro	Instrumentos de laboratorio
			80 °C – 43 °C		

### 3.4 Métodos utilizados

#### 3.4.1 Descripción del proceso de elaboración de mermelada de aguacate y arazá

**Materias primas:** Aguacate, arazá, azúcar.

## **Materiales y Equipos**

Se utilizó un pH metro digital marca Seven Multi Mettler Toledo AG, dos refractómetros marca Boeco con escala 0-32 y 32-70, dos vasos de precipitación de 50 ml marca Boeco Germany, un termómetro de alcohol de vidrio esmaltado amarillo con escala 0-100 °C, una balanza digital de plataforma marca Camry con una capacidad máxima de 300 kg, una cocina industrial de 3 quemadores, dos cuchillos pequeños, dos ollas de acero inoxidable, dos cucharas pequeñas de acero inoxidable, una licuadora industrial de forma cónica marca SKYMSEN, una refrigeradora.

## **Proceso de elaboración de mermelada**

**Recepción:** El aguacate y el arazá se adquirieron en el mercado “San Miguel” ubicado en la ciudad de Tulcán.

**Selección:** Se seleccionó las frutas que se encontraban en condiciones óptimas de tamaño, madurez, color y textura, eliminando las frutas en mal estado.

**Lavado:** Se utilizó agua potable para eliminar impurezas y residuos de las frutas seleccionadas.

**Escaldado:** Se colocó el aguacate con cáscara en una olla de acero inoxidable con agua a una temperatura de 85 °C durante un tiempo de 4.6 minutos seguido de un choque térmico con agua a temperatura ambiente.

**Pelado:** Se realizó de forma manual desprendiendo la cáscara de las frutas.

**Pesado:** Las frutas y el azúcar se pesaron en una balanza digital de plataforma marca Camry con una capacidad máxima de 300 kg, obteniendo el peso total de cada pulpa:

- **Peso de pulpa de aguacate:** 1868.4 g (60%)
- **Peso de pulpa de arazá:** 1245.6 g (40%)
- **Pesado de azúcar:** Se pesó el azúcar en relación al peso de las frutas dando un peso total de 3114 g.

**Troceado:** Se utilizó un cuchillo pequeño para cortar las frutas en trozos pequeños y facilitar el licuado.

**Licuado:** Se utilizó una licuadora industrial de forma cónica marca SKYMSEN para licuar los trozos de aguacate y arazá hasta obtener un puré.

**Cocción:** Se utilizó una olla de acero inoxidable para colocar el puré de las frutas, para la cocción se utilizó una cocina industrial y dos refractómetros marca Boeco con escala 0-32 y 32-70 para controlar los grados Brix, la cocción se realizó a fuego lento y con agitación

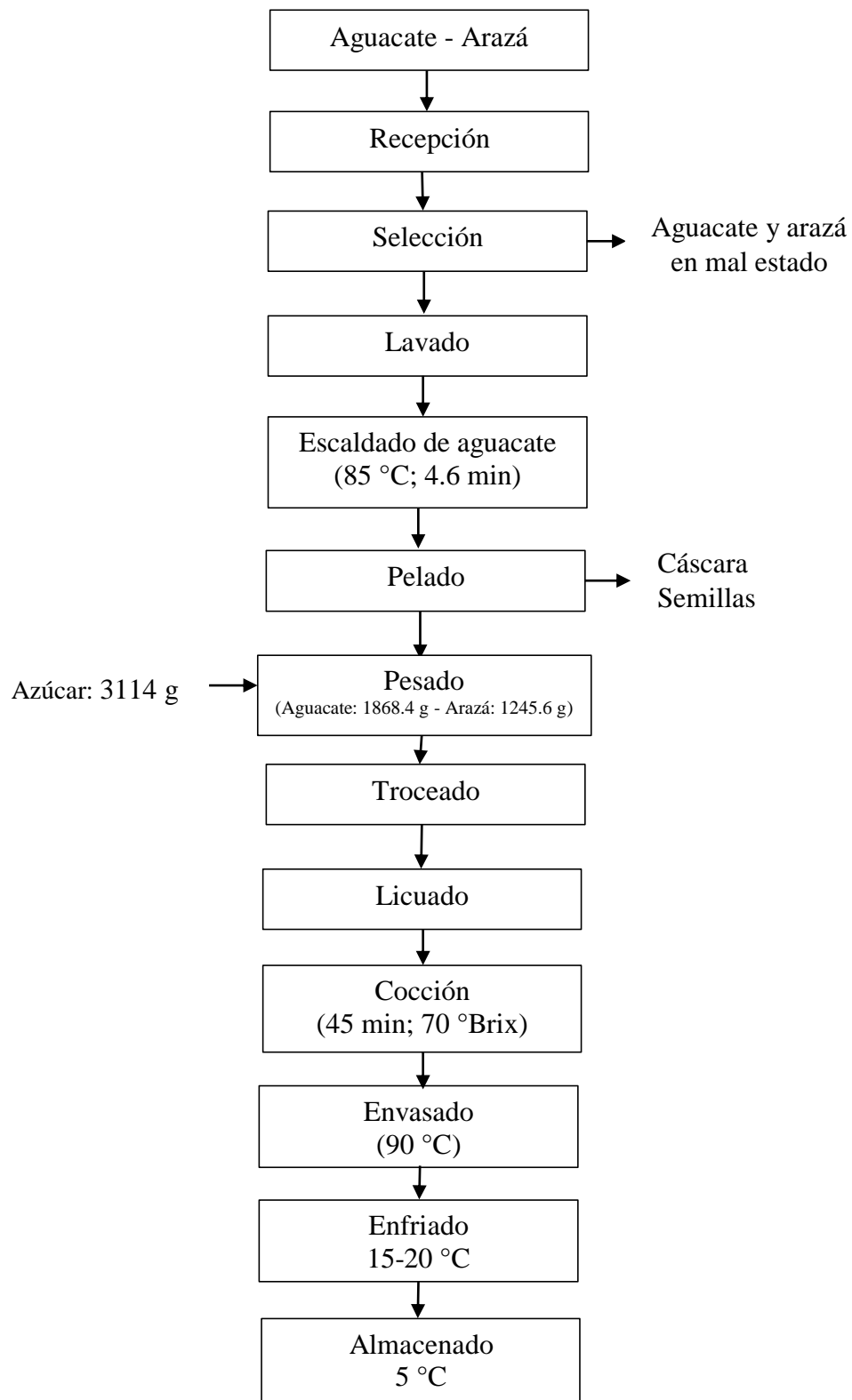
constante, se colocó la primera mitad de azúcar (1557 g) y se dejó cocinar durante 20 minutos, pasado este tiempo se adicionó la segunda mitad de azúcar (1557 g) y se dejó cocinar 25 minutos más, es decir, que el tiempo total que tomó la cocción fue de 45 minutos, finalmente se midió los grados Brix con el refractómetro de escala (32-70) obteniendo un valor de 70 °Brix y el pH se determinó mediante un pH metro introduciendo el electrodo a una muestra de mermelada registrando un valor de 4.02.

**Envasado:** Se llevó a cabo utilizando frascos de vidrio y se envasó a una temperatura de 90°C.

**Enfriado:** El enfriado del producto final se lo realizó a temperatura ambiente.

**Almacenado.** La mermelada se almacenó en una refrigeradora marca Indurama a una temperatura de 5 °C.

A continuación, se muestra el flujograma para la elaboración de mermelada de aguacate y arazá.



**Figura 1.** Flujograma de proceso de elaboración de mermelada de aguacate y arazá

### **3.4.2 Descripción del proceso de elaboración de yogur a base de aguacate y arazá con adición de inulina**

**Materias primas:** Leche, cultivo YC-180, mermelada de aguacate y arazá, inulina de Achicoria.

**Materiales y equipos:** Se utilizó un EKOMILK 120 marca MILKANA KAM98 – 2A, un pH metro digital marca Seven Multi Mettler Toledo AG, una balanza analítica marca Mettler Toledo MS304TS/M00, una balanza digital marca Boeco Germany (0.1 g) con capacidad para 3100 g, una estufa de termostato digital marca Ecocell, una hornilla eléctrica, una cocina industrial de 3 quemadores, un vaso de precipitación de 50 ml marca Boeco Germany, un acidímetro de leche o bureta de acidez de escala 0-100 ml, un refractómetro marca Boeco con escala 0-32, seis ollas de acero inoxidable, un termómetro de alcohol de vidrio esmaltado amarillo con escala 0-100 °C, dos cucharas de acero inoxidable, una jarra plástica de capacidad de 1 litro, un lienzo blanco para filtrado, una refrigeradora, 7 envases plásticos de polietileno de alta densidad (HDPE) con capacidad de 1 litro.

#### **Proceso de elaboración del yogur:**

**Recepción y análisis de leche:** La leche cruda se adquirió en el Mercado “San Miguel” de la ciudad de Tulcán, se realizó un control físico-químico de grasa, densidad, sólidos no grasos, contenido de agua y proteína utilizando el EKOMILK 120, adicionalmente se controló la acidez utilizando un acidímetro de leche con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N y 2 gotas de indicador fenolftaleína, dichos reactivos fueron añadidos a una muestra de 10 ml de leche contenido en un vaso de precipitación de 50 ml y la acidez final se expresó en grados Dornic.

**Filtrado:** Se utilizó un lienzo con la finalidad de filtrar la leche y evitar que las impurezas ingresen al proceso de elaboración.

**Estandarización de la leche:** El contenido graso de leche se estandarizó a 3.95% adicionando crema de leche basado en el método de Pearson.

**Pasteurización y adición de inulina:** Se realizó un tratamiento térmico de la leche a una temperatura de 80 °C durante 10 minutos, en esta etapa se adicionó la inulina en porcentajes de 1, 2 y 3% por cada litro, para lo cual se utilizó tres ollas y una cuchara de acero inoxidable, una cocina industrial y un termómetro de alcohol.

**Enfriamiento I:** La leche pasteurizada se enfrió hasta una temperatura de 43 °C para la adición del cultivo.

**Adición de cultivo:** El cultivo se adquirió en el almacén DESCALZI ubicado en la ciudad de Quito y se adicionó de acuerdo a las indicaciones del proveedor, es decir, se peso el cultivo YC-180 en una balanza analítica dando un contenido total de 4.8 g que rinde 250 litros, por lo cual, se adicionó 0.0192 g/l.

**Incubación:** Se utilizó una estufa programada a una temperatura de 43 °C, el tiempo de incubación duro 8 horas en donde se registró un pH de 4.8 y una acidez de 72 grados Dornic.

**Batido:** Se procedió a romper el coágulo del yogur hasta lograr la completa homogeneidad del gel y se llevó a cabo la adición de la inulina en porcentajes de 1, 2 y 3% a una temperatura de 43 °C.

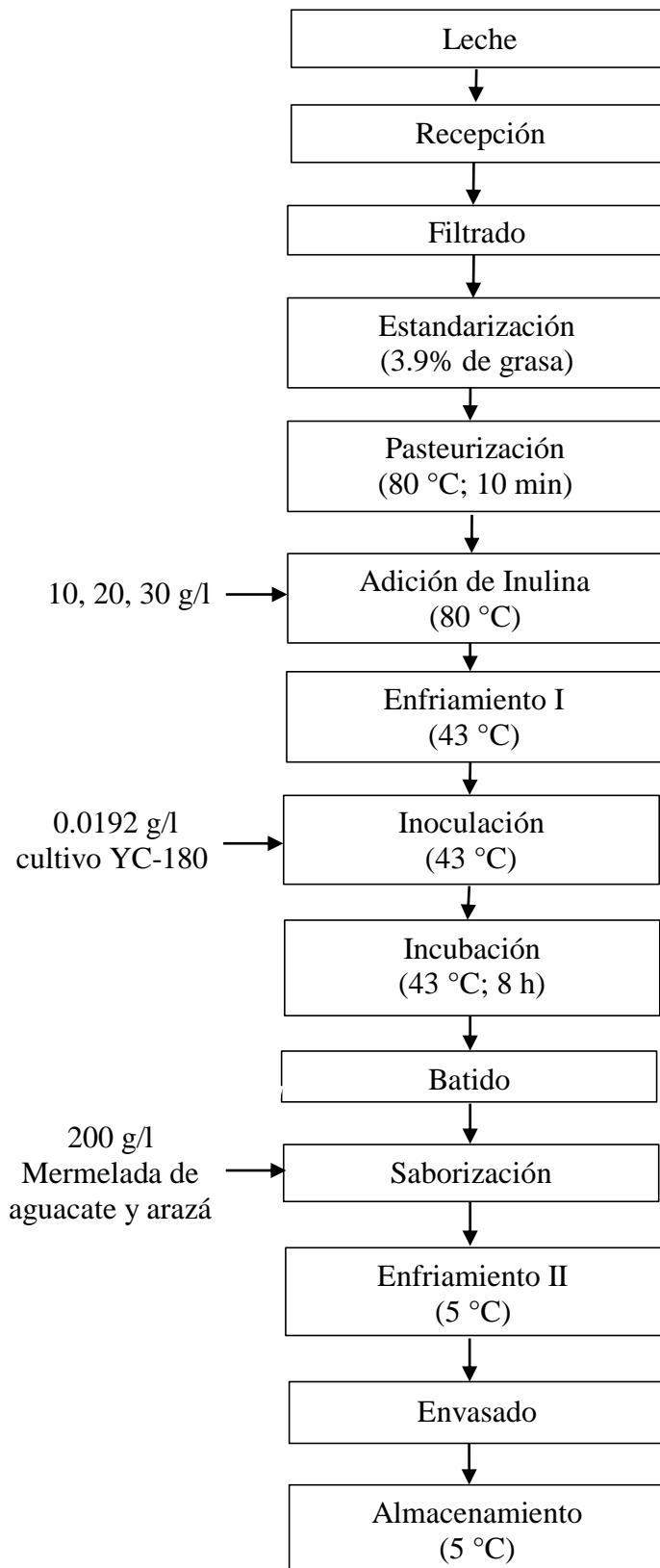
**Saborización:** Se incorporó al yogur 200 g/l de mermelada de aguacate y arazá con una concentración de 70 °Brix.

**Enfriamiento II:** El enfriamiento del yogur se realizó a una temperatura de refrigeración de 5 °C.

**Envasado:** El yogur se envasó en envases plásticos de polietileno de alta densidad.

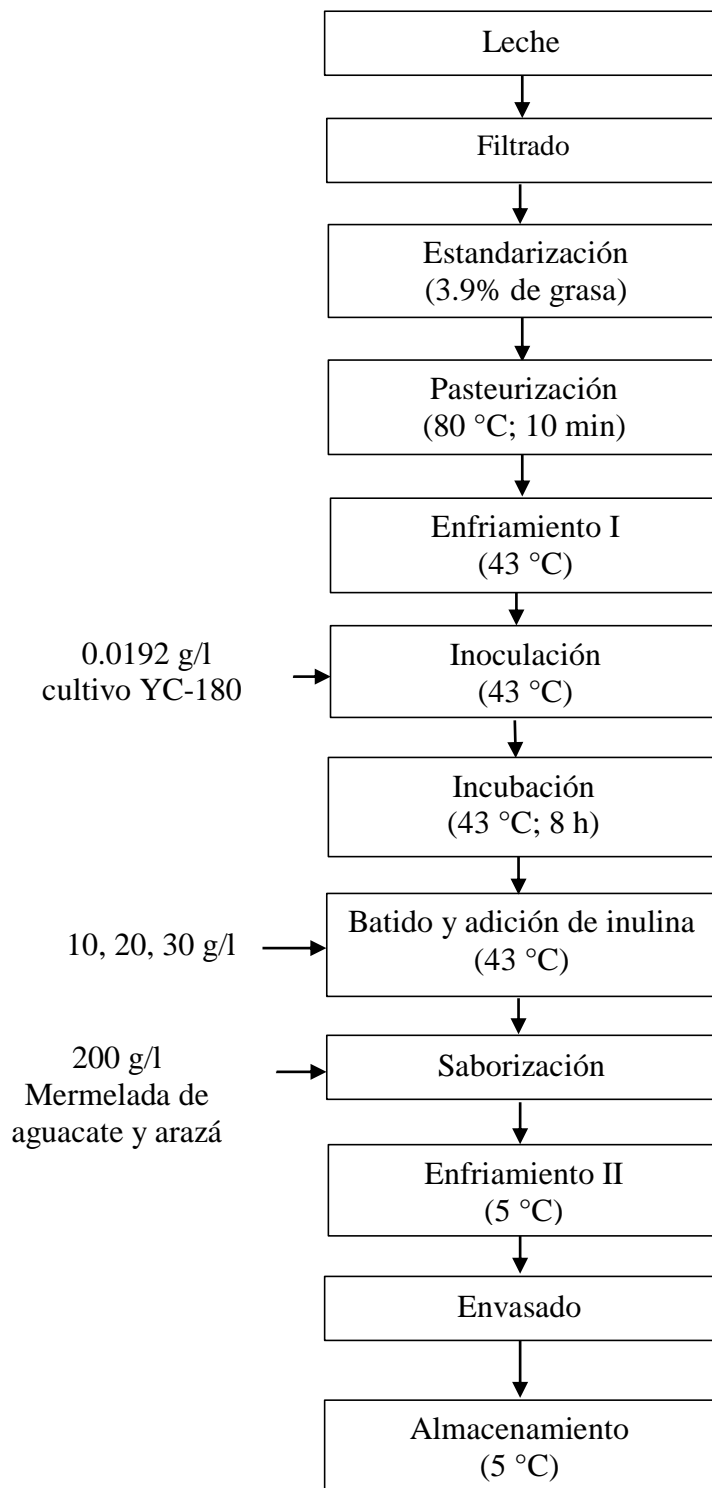
**Almacenamiento:** El yogur envasado se almacenó en una refrigeradora Indurama a una temperatura de 5 °C, asimismo, en esta etapa se llevó a cabo el estudio de estabilidad y vida útil del yogur.

A continuación, se muestra el flujograma para la elaboración de yogur con adición de inulina a 80 °C



**Figura 2.** Flujograma de proceso de elaboración de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina a 80 °C

A continuación, se muestra el flujograma para la elaboración de yogur con adición de inulina a 43 °C



**Figura 3.** Flujograma de proceso de elaboración de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina a 43 °C

### 3.4.3 Descripción de los análisis físico-químicos

Los análisis físico-químicos se realizaron a las 24 horas de obtenido el producto y se efectuaron por triplicado a una temperatura de 5 °C tanto al yogur testigo como al yogur elaborado con inulina a continuación, se detallan cada uno de los procedimientos:

- a) **pH:** La determinación del valor de pH se llevó a cabo utilizando un pH metro digital marca Seven Multi Mettler Toledo AG, se introdujo directamente el electrodo a la muestra de yogur colocada en un vaso de precipitación de 50 ml y se procedió a tomar la lectura.
- b) **Acidez titulable:** Inicialmente se armó el equipo utilizando un soporte universal en donde se colocó una pinza para sostener una bureta de 50 ml, adicionalmente se utilizó un vaso de precipitación de 50 ml y una balanza digital marca Boeco Germany (0.1 g) con capacidad para 3100 g. A continuación, en el vaso de precipitación de 50 ml se colocó 5 gramos de yogur al que se agregó 3 gotas del indicador fenolftaleína y se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N hasta alcanzar una tonalidad ligeramente rosada. El porcentaje de ácido láctico se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Acidez} = \frac{(\text{ml de NaOH gastado}) \times (N \text{ NaOH}) \times (9)}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

**Nota:** 9 es el factor de conversión (debido al cálculo simplificado basado en el peso molecular del ácido láctico que es de 90 g/mol), este procedimiento se aplicó en base a lo citado en la norma NTE INEN 13 y (Rivas, 2016).

- c) **Sinéresis:** Para determinar el porcentaje de sinéresis se utilizó una centrifuga marca Hermle Z206A y tubos Falcon cónicos de capacidad de 50 ml. Se procedió a colocar 30 ml de muestra de yogur en los tubos Falcon y se los colocó dentro de la centrifuga programada a una velocidad de 5000 r.p.m. durante 20 minutos, finalizado este tiempo el sobrenadante se colocó en probetas volumétricas de 50 ml para su respectiva lectura, el porcentaje de sinéresis se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Sinéresis} = \frac{\text{masa de suero}}{\text{masa de muestra}} \times 100$$

Este procedimiento se aplicó en base a lo citado por (Cárdenas et al., 2013).

- d) **Viscosidad:** Para la evaluación de este parámetro, se utilizó un viscosímetro análogo radial de Brookfield utilizando 250 ml de muestra de yogur a 5 °C colocado en un vaso de precipitación, se utilizó el husillo LV spindle 63 a una velocidad de 1,5 r.p.m. el factor de conversión recomendado para este spindle y velocidad es multiplicar por

800 dato proporcionado por el viscosímetro, finalmente los resultados de viscosidad fueron expresados en centipoise (cP), este procedimiento se aplicó en base a lo citado por (Reyes & Ludeña , 2015).

e) **Grasa:**

**Materiales:** Butirómetro de leche graduado de 9% o ml marca Boeco Germany 65 °C, centrifuga marca Funke Gerber, una gradilla para tubos, una probeta de 100 ml, dos pipetas graduadas de 10 ml, dos peras para pipetas, una hornilla, un vaso de precipitación de 50 ml, dos jeringas, un baño maría,

**Reactivos:** Ácido sulfúrico 95-97%, alcohol isoamílico.

**Procedimiento:** Previamente se preparó en una probeta de 100 ml una dilución del ácido sulfúrico colocando primero 20 ml de agua destilada, luego se colocó lentamente los 80 ml de ácido sulfúrico ya que al entrar en contacto estos 2 reactivos producen una reacción exotérmica, finalmente se enfrió dicha dilución.

La determinación de grasa se realizó en un butirómetro colocando lentamente por las paredes 10 ml de ácido sulfúrico, seguido de 10 ml de muestra de yogur evitando que los líquidos se mezclen, finalmente se añadió 1 ml de alcohol isoamílico y se tapó el butirómetro con el tapón de caucho, el butirómetro se colocó en baño maría a 65 °C durante 3 minutos, se agito vigorosamente el butirómetro y se colocó en la centrifuga durante 5 minutos a 1200 rpm, se retiró de la centrifuga y se tomó la respectiva lectura, este procedimiento se aplicó en base a lo citado por la norma NTE INEN 12 y (Narváez , 2015).

f) **Proteína:** Para la determinación de proteína del yogur se utilizó el equipo de Kjeldahl conformado por:

- Un Scrubber (recepción de gases tóxicos).
- Una bomba de circulación de agua marca Asp Humo marca Velp Scientifica.
- Un digestor DK6 marca Velp Scientifica (portador de tubos digestores).
- Un equipo destilador UDK 129.

**Materiales:** Una probeta de 50 ml, cinco matraces Erlenmeyer de 250 ml marca Boeco Germany, una bureta, una pinza para bureta, un soporte universal, un balón aforado de 1000 ml, dos matraces de 1000 ml, una pera para pipeta, una pipeta volumétrica de 25 ml.

**Reactivos:** Ácido sulfúrico al 95 - 97% ( $M = 98.08 \text{ g/mol}$ ), ácido bórico al 99,5%, pastillas Kjeldahl, hidróxido de sodio al 40% ( $M = 40.00 \text{ g/mol}$ ), indicador rojo tashiro, ácido clorhídrico al 37% ( $N = 0.127642$ ) y agua destilada.

**Proceso de digestión:** En cada tubo digestor se colocó 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, una pastilla de Kjeldahl y 1 ml de muestra de yogur, una vez preparado el juego de 6 tubos se acopló en la campanilla del equipo digestor, finalmente se enciende el equipo digestor programado a una temperatura de  $420 \text{ }^\circ\text{C}$  y 3 sets, una vez que la muestra se tornó ligeramente verde se apagó el equipo y se dejó enfriar por 20 minutos.

**Proceso de Destilación:** El equipo destilador se conectó a un matraz de 1000 ml con hidróxido de sodio al 40%, asimismo mediante otra manguera se acopló a un matraz de 1000 ml con agua destilada y a continuación, se preparó 5 matraces Erlenmeyer con una solución combinada de 50 ml de ácido bórico y 5 gotas de indicador rojo tashiro, el matraz se conectó a una manguera dirigida al equipo destilador y se destiló durante 3 minutos.

**Proceso de Titulación.** Una vez retirado el matraz con la mezcla destilada se tituló con ácido clorhídrico hasta obtener una coloración marrón, finalmente el porcentaje de proteína se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Proteína} = \frac{6.25 (\text{factor de } N) * 0.014 * 0.1(N \text{ del ácido}) * \text{ml HCl gastados}}{\text{g muestra}} * 100$$

Este procedimiento se aplicó en base a lo citado por (Hernández P. , 2013).

- g) Grados Brix.** Los sólidos solubles expresados como grados Brix, se determinaron con un refractómetro marca Boeco #950-0.32 B-ATC de medida (0-32).

### 3.4.4 Descripción de la evaluación sensorial del yogur

La evaluación sensorial del yogur se realizó en el aula de análisis de alimentos ubicada en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), la prueba sensorial fue realizada a 50 panelistas entre un grupo de estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la UPEC, a cada panelista se le presentó 6 muestras de yogur elaborado con diferentes porcentajes de inulina, los panelistas evaluaron las características organolépticas como color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad basados en una escala hedónica presentada en una hoja de evaluación.

**Preparación de la muestra:** La muestra de yogur se sirvió a una temperatura de  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , los 6 tratamientos del yogur elaborado con inulina fueron colocados en vasos transparentes

pequeños con un código de tres dígitos ordenados en una mesa para su presentación ante los panelistas, asimismo, a cada panelista se le proporcionó agua para que después de probar cada muestra enjuague su boca y continúe con la siguiente, finalmente cada catador registró cada característica organoléptica en una hoja de evaluación.

### **3.4.5 Descripción del estudio de vida útil al mejor tratamiento**

Para la determinación de vida útil del yogur se realizó pruebas físico-químicas en las cuales se controló: pH, acidez, sinéresis y viscosidad, asimismo, se realizó pruebas microbiológicas controlando Coliformes totales, E. Coli, Mohos y Levaduras; dichas pruebas se aplicaron al mejor tratamiento (T5) elaborado con 3% de inulina y al yogur testigo, dichas pruebas se realizaron en base a los valores establecidos por las normas INEN 2395 y la Norma Técnica Andina 007 (2007). El estudio de vida útil se llevó a cabo en un ambiente de refrigeración (5 °C) y completamente estéril, realizando un control de seguimiento cada 3 días.

A continuación, se detalla los procedimientos utilizados:

#### **3.4.5.1 Análisis Físico-Químicos**

- **pH:** La determinación del valor de pH se llevó a cabo utilizando un pH metro digital marca Seven Multi Mettler Toledo AG previamente calibrado, se introdujo directamente el electrodo a la muestra de yogur colocada en un vaso de precipitación de 50 ml y se procedió a tomar la lectura, controlando que el pH se encuentre en un rango de 3,8 y 4,8.
- **Acidez titulable:** En un vaso de precipitación de 50 ml se colocó 5 gramos de yogur, se añadió 3 gotas del indicador fenolftaleína y se procedió a titular con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N, se controló que la acidez se encuentre en un rango de 0,6 y 1,5.
- **Sinéresis:** Se colocó 30 ml de muestra del tratamiento 5 en una probeta de 50 ml, asimismo, se colocó 30 ml de muestra de yogur testigo en una probeta de 50 ml, de esta forma se evidenció en que día del estudio de vida útil se produce la separación de fases y se registró la cantidad de suero desprendido.
- **Viscosidad:** Se utilizó un viscosímetro análogo radial de Brookfield utilizando 250 ml de muestra de yogur a 5 °C colocado en un vaso de precipitación, se utilizó el husillo 63 a una velocidad de 1,5 y se registró la viscosidad en centipoise (cP).

### 3.4.5.2 Análisis Microbiológico

**Recuento de Mohos y levaduras:** De acuerdo con Guía Petrifilm (2017) la placa film para recuento de mohos y levaduras es un sistema con medio de cultivo listo para usar que contiene nutrientes complementados con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador que facilita la enumeración de mohos y levaduras.

**Procedimiento:**

- a) Esterilizar todo el material de vidrio a ser utilizado en equipo autoclave vertical,
- b) Desinfectar todos los materiales con alcohol,
- c) Una vez listos todos los materiales, colocar dentro de la cámara de flujo laminar,
- d) Agitar los 10 g de muestra en 90 ml de agua peptona logrando una distribución uniforme de los microorganismos,
- e) Preparar diluciones, con una pipeta estéril tomar 1 ml de la muestra original y llevarlo a uno de los tubos conteniendo 9 ml de agua de agua peptona, obteniendo de esta manera una dilución de  $10^{-1}$ ,
- f) Agitar el tubo de la dilución  $10^{-1}$  y con otra pipeta estéril tomar 1 ml y llevarlo a otro tubo con 9 ml de agua peptona para obtener una dilución de  $10^{-2}$ , asimismo obtener una dilución de  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ ,
- g) Colocar la placa petrifilm sobre una superficie plana, levantar el film y añadir 1 ml de muestra en el centro film, con el difusor ejercer una ligera presión y dejar 1 minuto de reposo para solidificar el gel,
- h) Incubar las placas entre (20 °C – 25 °C) durante (3 – 5) días,
- i) Proceder al recuento de colonias existentes en las placas basándose en la guía de interpretación de resultados para placas Petrifilm,
- j) Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias (UFC) (Guía Petrifilm, 2017).

**Recuento de Coliformes totales y E. Coli.** De acuerdo con Guía Petrifilm (2017): “las Placas Petrifilm para el recuento de E.coli/Coliformes contienen nutrientes de Bilis Rojo-Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias”.

El procedimiento para recuento de E.coli/Coliformes es idéntico al descrito anteriormente para mohos y levaduras, sin embargo, la temperatura de incubación para Coliformes es 35 °C durante 24 h, en cambio la temperatura de incubación para E. Coli es de 35 °C durante 48 h.

### 3.5 Análisis Estadístico

Se formularon 6 tratamientos de yogur con diferentes concentraciones de inulina (1%, 2% y 3%), la inulina se agregó a dos temperaturas (80 °C y 43 °C), se llevó a cabo un análisis estadístico de varianza ANOVA, con un intervalo de confianza de 95% aplicando la prueba de Tukey para determinar si hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, la información recolectada experimentalmente fue procesada utilizando el programa estadístico Minitab 18.

**Tabla 6.** *Esquema del experimento*

Esquema del experimento				
<b>A:</b> Concentración de inulina		<b>Repeticiones</b>	<b>TUE (L)</b>	<b>UE</b>
<b>B:</b> Temperatura óptima para la adición de inulina				
a <sub>0</sub> : 10 g de inulina	b <sub>0</sub> : 80 °C (pasteurización)	3	1	3
a <sub>1</sub> : 20 g de inulina	b <sub>1</sub> : 43 °C (batido)	3	1	3
a <sub>2</sub> : 30 g de inulina		3	1	3
a <sub>3</sub> : 0 g de inulina	Testigo	3	1	3
<b>Total</b>				12

**Nota.** T.U.E = Tamaño de la unidad experimental.

**Tabla 7.** *Descripción de los tratamientos*

N°	Tratamiento	Descripción
1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	10 g de inulina a 80 °C (pasteurización)
2	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	10 g de inulina a 43 °C (batido)
3	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	20 g de inulina a 80 °C (pasteurización)
4	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	20 g de inulina a 43 °C (batido)
5	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	30 g de inulina a 80 °C (pasteurización)
6	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	30 g de inulina a 43 °C (batido)
7	a <sub>3</sub>	Testigo

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados del análisis de leche cruda

**Tabla 8.** *Parámetros físico-químicos de leche cruda*

Parámetros físico-químicos de la leche cruda	Datos norma INEN 009	Datos experimentales
Densidad	1.029 - 1.032 g/ml	1.029 g/ml
SNG	8.2% mínimo	8.9%
Acidez	0.13 – 0.17%	0.14%
Grasa	3% mínimo	3.9%
Proteína	2.9%	3.21%

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2012)

En la tabla 8 se observan los resultados de los análisis físico-químicos de la leche cruda como densidad, sólidos no grasos (SNG), acidez, grasa y proteína, dichos parámetros se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma para leche cruda NTE INEN 9 (2012), por lo tanto, la leche cumplió con los requisitos de calidad siendo apta para ingresar al proceso de elaboración del yogur. Tapia (2010) menciona que un mayor porcentaje de grasa tiene una importante contribución en la viscosidad, textura, apariencia y evita la sinéresis del producto, de este modo, el valor de leche estandarizado en la presente investigación a 3.9% se justifica como un valor importante para evitar la sinéresis y mejorar la viscosidad del yogur de aguacate y arazá durante la conservación.

### 4.2 Resultados de evaluación sensorial del yogur elaborado con inulina

#### COLOR

**Tabla 9.** *Comparaciones en parejas de Tukey para color (confianza de 95%)*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	Valor p
4	50	4,000	A	0,749
6	50	3,960	A	
1	50	3,9400	A	
5	50	3,900	A	
3	50	3,820	A	
2	50	3,820	A	

En la tabla 9 se muestran los resultados de color obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,749 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro color no presenta una diferencia significativa, dicho resultado se debe a que en cada uno de los tratamientos se adicionó la misma concentración de mermelada de aguacate y arazá obteniéndose la coloración característica de este saborizante (verde), cabe mencionar que la inulina no influyó en el color debido a que este estabilizante se presenta como un

polvo blanco, asimismo, los valores promedio de las medias (4,000 - 3,820) indican una aceptación de ME GUSTA.

## OLOR

**Tabla 10.** Comparaciones en parejas de Tukey para olor (confianza de 95%)

Tratamiento	N	Media	Agrupación	Valor p
5	50	3,9600	A	0,401
6	50	3,880	A	
4	50	3,880	A	
1	50	3,780	A	
2	50	3,7400	A	
3	50	3,680	A	

En la tabla 10 se muestran los resultados de olor obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,401 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro olor no presenta una diferencia significativa, dicho resultado se debe a que en cada uno de los tratamientos se adicionó la misma concentración de mermelada de aguacate y arazá obteniéndose el aroma característico de este saborizante, cabe mencionar que la inulina no influyó en el olor debido a que este estabilizante se presenta como un polvo neutro sin olor, asimismo, los valores promedio de las medias (3,680 - 3,9600) indican una calificación de que NO GUSTA NI DISGUSTA.

## SABOR

**Tabla 11.** Comparaciones en parejas de Tukey para sabor (confianza de 95%)

Tratamiento	N	Media	Agrupación	Valor p
4	50	4,100	A	0,002
5	50	4,000	A	
6	50	3,980	A	
3	50	3,760	A B	
2	50	3,640	A B	
1	50	3,400	B	

En la tabla 11 se muestran los resultados de sabor obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,002 siendo menor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro de sabor presenta una diferencia significativa, observándose que los tratamientos 2 y 3 no presentan diferencias significativas, en cambio, los tratamientos tratamiento 4, 5 y 6 son estadísticamente iguales y tienen una calificación de me gusta, mientras que, el tratamiento 1 tiene una calificación de 3 que equivale a no me gusta ni me disgusta, dichos resultados muestran que el panel de degustadores tuvieron una preferencia

de sabor sobre el tratamiento 4 señalando que en dicha muestra se percibió menos el sabor ácido, cabe mencionar que la inulina no influyó en el sabor debido a que este estabilizante presenta un sabor neutral y sin efecto residual.

## VISCOSIDAD

**Tabla 12.** Comparaciones en parejas de Tukey para viscosidad (confianza de 95%)

Tratamiento	N	Media	Agrupación	Valor p
5	50	4,060	A	0,158
6	50	3,940	A	
4	50	3,920	A	
3	50	3,760	A	
2	50	3,740	A	
1	50	3,660	A	

En la tabla 12 se muestran los resultados de viscosidad obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,158 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro viscosidad no presenta una diferencia significativa, los valores promedio de las medias (3,660 - 4,060) indican una aceptación de ME GUSTA la viscosidad del yogur percibida por los catadores en relación a la escala hedónica, cabe destacar que el valor más alto de las medias indican una preferencia sobre el tratamiento 5 (4,060) este resultado está relacionado a la influencia de la cantidad adicionada de inulina (30 g) que mejoró la viscosidad del yogur y fue percibida por los degustadores.

## ACEPTABILIDAD

**Tabla 13.** Comparaciones en parejas de Tukey para aceptabilidad (confianza de 95%)

Tratamiento	N	Media	Agrupación	Valor p
5	50	4,100	A	0,000
6	50	4,040	A	
4	50	3,960	A	
3	50	3,640	A B	
2	50	3,620	A B	
1	50	3,380	B	

En la tabla 13 se muestran los resultados de aceptabilidad obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,000 siendo menor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro de aceptabilidad presenta una diferencia significativa, observándose que los tratamientos 2 y 3 no presentan diferencias significativas, en cambio, el T4, 5 y 6 tienen una calificación de 4 equivalente a me gusta mucho y el T1 una calificación de 3 que equivale a no me gusta ni me disgusta, el tratamiento 5 presentó los mejores atributos de apariencia en relación a los demás tratamientos siendo percibido por el panel de catadores, dicho

tratamiento corresponde al yogur elaborado con 30 gramos de inulina a 80 °C, es decir, que de acuerdo al parámetro de aceptabilidad se obtuvo los mejores tratamientos, al respecto Riofrio (2015) menciona que:

La aceptabilidad tiene relación directa con el olor, transparencia, sabor y astringencia, es por eso que este atributo es de importancia porque permite establecer diferencias entre los tratamientos analizados por los catadores, además, es importante tener en cuenta que actualmente se consume el yogur por sus propiedades organolépticas, por lo que se ha convertido en uno de los alimentos lácteos más apetecidos del mundo con variedad de sabores y presentaciones existentes en el mercado. (p. 42)

### 4.3 Resultados de los análisis físico-químicos

#### 4.3.1 pH

**Tabla 14.** Comparaciones en parejas de Tukey para pH (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T3	3	4,76467±0,00153	A	0,184
T0	3	4,764±0,000	A	
T4	3	4,76367±0,00473	A	
T6	3	4,76167±0,00153	A	
T2	3	4,76133±0,00153	A	
T5	3	4,76067±0,00513	A	
T1	3	4,75700±0,00520	A	

En la tabla 14 se muestran los resultados de pH obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,184 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro pH no presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) y los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6), es decir, que la adición de inulina en diferentes porcentajes (1%, 2% y 3%) no influye sobre el pH, asimismo las temperaturas de 80 °C y 43 °C a las que se añadió la inulina no influyeron en este parámetro debido a que la inulina es termoestable, sin embargo, la inulina permitió mantener estable el pH con valores entre 4,757 – 4,764; dichos valores son corroborados por Tapia (2010) afirmando en su estudio que los valores de pH se mantienen entre 4 - 4,01 sin evidencia de alteración por la adición de inulina en concentración de 5% equivalente a 0,45 g/l, tampoco encontró alteración del pH en las muestras con diferentes temperaturas del yogur para la adición de inulina; asimismo Aguirre & Romero (2015) reportan en su estudio valores de pH entre 4,01 - 4,64 con porcentajes de inulina de 3% y 5% señalando que al adicionar inulina se obtienen yogures menos ácidos.

### 4.3.2 Acidez

**Tabla 15.** Comparaciones en parejas de Tukey para acidez (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T0	3	0,7110±0,0000	A	0,000
T2	3	0,66000±0,01039	B	
T1	3	0,66000±0,01039	B	
T4	3	0,6300±0,0000	C	
T3	3	0,6300±0,0000	C	
T6	3	0,6120±0,0000	D	
T5	3	0,6120±0,0000	D	

En la tabla 15 se muestran los resultados de acidez obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,000 siendo menor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro acidez presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) con los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6). El valor medio de acidez del yogur testigo fue de 0,7110; en cambio los tratamientos 1 y 2 elaborados con 1% de inulina presentaron una leve disminución de acidez 0,66, asimismo los tratamientos 3 y 4 elaborados con 2% de inulina disminuyen el valor de acidez a 0,63, finalmente los valores más bajos de acidez (0,61) se evidencian en los tratamientos 5 y 6 elaborados con 3% de inulina, es decir, que la adición de inulina al yogur tuvo un efecto positivo sobre la acidez, comprobándose que a mayores concentraciones de inulina la acidez tiende a disminuir, cabe mencionar que las diferentes temperaturas a las que se añadió la inulina 80 °C y 43 °C no incidieron en las variaciones de acidez debido a que la inulina es termoestable.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo establecido por la Norma Técnica Andina 007 (2007) para leches fermentadas que especifica un rango de acidez entre 0,6 y 1,5 para yogur; en comparación al estudio realizado por Tapia (2010) quien reporta valores de acidez para el tratamiento testigo de 0,89, afirmando que a una temperatura de 5 °C de adición de 5% de inulina la acidez disminuyó a 0,86, mientras que con 15% y 25 % de inulina la acidez disminuyó significativamente a 0,795; mientras que a una temperatura de 10 °C con adición de 5% de inulina obtuvo un valor de acidez de 0,87 mientras que con 15% y 25% de inulina un valor de 0,86 afirmando que la temperatura a la que se adicionaron las diferentes concentraciones de inulina si tuvieron una ligera incidencia en la acidez, por lo tanto, existe una diferencia en comparación a la presente investigación ya que las temperaturas 80 °C y 43 °C a las que fueron añadidas las concentraciones de inulina no incidieron en la variación de acidez, sin embargo en los 2 estudios la acidez disminuye en

concentraciones altas de inulina. Madrigal & Sangronis (2007) mencionan que la inulina es termoestable y permite trabajar en medios relativamente ácidos. De igual forma Lema & Revelo (2010) en su estudio reportan valores de acidez de 0,720 para el tratamiento testigo evidenciando una pequeña disminución de acidez de 0,71 para el tratamiento con 2% de inulina y 3,5% de grasa con leche entera, información que corrobora los datos obtenidos en la presente investigación donde se evidenció la disminución de acidez adicionando inulina. Asimismo, los datos más bajos de acidez 0,61 que se obtuvieron con adición de 3% de inulina son importantes para evitar la sinéresis del yogur de aguacate y arazá información corroborada por Hernández (2013) quien afirma en su estudio que el porcentaje de ácido láctico es importante para que el producto tenga el mínimo de porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento.

### 4.3.3 Viscosidad

**Tabla 16.** Comparaciones en parejas de Tukey para viscosidad (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T6	3	35067±1007	A	0,000
T5	3	34533±611	A	
T3	3	27200±800	B	
T4	3	26933±462	B	
T1	3	16000±800	C	
T2	3	15733±924	C	
T0	3	14533±0	C	

En la tabla 16 se muestran los resultados de viscosidad obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,000 siendo menor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro viscosidad presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) con los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6). El valor medio de viscosidad del yogur testigo fue de 14533 cP; en cambio, los tratamientos 1 y 2 elaborados con 1% de inulina presentaron un ligero aumento de viscosidad (15733 - 16000 cP), asimismo en los tratamientos 3 y 4 elaborados con 2% de inulina se incrementaron los valores de viscosidad (26933 - 27200 cP), finalmente los valores más altos de viscosidad (34533 – 35067 cP) se evidencia en los tratamientos 5 y 6 elaborados con 3% de inulina, es decir, que la adición de inulina al yogur tuvo un efecto positivo mejorando la viscosidad, comprobándose que a mayores concentraciones de inulina la viscosidad tiende a aumentar, cabe mencionar que las diferentes temperaturas a las que se añadió la inulina 80 °C y 43 °C no incidieron en las variaciones de viscosidad.

Al respecto Riofrio (2015) en su estudio reporta valores de 13020, 17760 y 18080 cP en concentraciones de 5% y 10% de inulina, valores inferiores a los obtenidos en la presente investigación debido a que se utilizaron otras concentraciones de inulina, dicho autor afirma que la incorporación de inulina al yogur influye positivamente en la viscosidad, información que es corroborada por Staffolo & Betola (2004) quienes mencionan que la inulina proporciona efectos positivos en la reología y estabilidad del yogur dependiendo de la dosis adicionada, asimismo Ramirez & Ruiz (2014) en su estudio obtuvieron valores de 3300, 3500 y 3650 cP en concentraciones de 2% y 5% de inulina, valores que son inferiores a los obtenidos en esta investigación y que coinciden en el efecto positivo de adicionar inulina al yogur ya que mejora la viscosidad, dichos autores afirman que la inulina tiene una alta capacidad de retención de agua por lo cual actúa como espesante, al respecto Dabija & Codina (2018) reportan que concentraciones de 1% y 2,5% de fibras como inulina juegan un papel importante en el aumento de la capacidad de retención de agua, estabilidad y viscosidad del yogur, dicha información corrobora los datos que se obtuvieron en la presente investigación en donde la inulina aumento la viscosidad mejorando así la estabilidad.

#### 4.3.4 Sinéresis

**Tabla 17.** Comparaciones en parejas de Tukey para sinéresis (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T0	3	53,33±0,00	A	0,000
T2	3	48,440±1,681	B	
T1	3	47,327±1,155	B	
T4	3	37,317±1,137	C	
T3	3	37,217±0,964	C	
T6	3	33,107±0,387	D	
T5	3	33,107±0,387	D	

En la tabla 17 se muestran los resultados de sinéresis obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,000 siendo menor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro sinéresis presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) con los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6). El valor medio de sinéresis del yogur testigo fue de 53,33% en cambio, los tratamientos 1 y 2 elaborados con 1% de inulina presentaron un ligera disminución de sinéresis (47,327% - 48,440%), asimismo en los tratamientos 3 y 4 elaborados con 2% de inulina se observa una mayor reducción de sinéresis (37,217% - 37,317%), finalmente en los tratamientos 5 y 6 elaborados con 3% de inulina se evidencia una mayor reducción de sinéresis (33,107%), es decir, la adición de inulina al yogur tuvo un efecto positivo en la

reducción de sinéresis, a mayores concentraciones de inulina el porcentaje de sinéresis disminuye, cabe mencionar que las diferentes temperaturas a las que se añadió la inulina 80 °C y 43 °C no incidieron en las variaciones de sinéresis.

Resultados similares reporto Dabija & Codina (2018) adicionando 1% y 2,5% de inulina en yogur obteniendo un valor de sinéresis de 46,75% para el yogur control valor inferior comparado al testigo de la presente investigación, mientras que los mejores valores de reducción de sinéresis se evidenciaron con adición de 2,5% de inulina obteniendo 39,51% dicho autor menciona que un mayor nivel de adición de fibra (inulina) conduce a una disminución en los valores de sinéresis, debido a la capacidad de retención de agua de las fibras que absorben el suero liberado por la estructura del gel, por otra parte Hernández (2013) en su estudio a yogures comerciales tipo batido registró valores de sinéresis entre 31,61% - 72,68%, valores que corroboran el valor de sinéresis en relación al tratamiento testigo obtenido en la presente investigación que fue de 53,33%, asimismo este autor afirma que la sinéresis aumenta conforme aumenta la acidez y el porcentaje de sinéresis adecuado para tener una buena calidad debe ser menor al 42%, en cambio, si el porcentaje de sinéresis es superior a 42% señala la estructura del gel no es muy buena, por lo que relacionado a la presente investigación los tratamientos 3, 4, 5 y 6 cumplen con lo antes mencionado.

#### 4.3.5 Proteína

**Tabla 18.** Comparaciones en parejas de Tukey para proteína (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T6	3	3,5667±0,000	A	0,272
T3	3	3,5333±0,0577	A	
T5	3	3,500±0,000	A	
T4	3	3,5000±0,1000	A	
T2	3	3,500±0,000	A	
T1	3	3,4667±0,0577	A	
T0	3	3,460±0,000	A	

En la tabla 18 se muestran los resultados de proteína obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,272 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro proteína no presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) y los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con un promedio de 3,4% y 3,5%, es decir, que las diferentes concentraciones de inulina (1%, 2%, 3%) añadidas al yogur a diferentes temperaturas 80 °C y 43 °C no tienen ningún efecto sobre un aumento o disminución del porcentaje de proteína en razón de que la inulina es un carbohidrato.

Los resultados obtenidos de proteína se encuentran por encima a lo establecido por la norma NTE INEN 2395 (2011) para leches fermentadas (yogur) que especifica un valor mínimo de proteína 2.7% con leche entera, sin embargo no especifica una valor máximo de proteína con leche entera, sin embargo el valor promedio obtenido de 3,4% y 3,5% puede considerarse un porcentaje bueno para considerar al yogur como un producto con un alto valor nutricional, dichos valores son corroborados por Hernández P. (2013) quien obtuvo porcentajes promedio de 3,34 - 3,60 utilizando 0,5 y 1 gramos de fibra, asimismo señala que el porcentaje de proteína puede permanecer constante ya que los microorganismos no consumen dicha molécula debido a que es un sólido suspendido en el yogur.

#### 4.3.6 Grasa

**Tabla 19.** Comparaciones en parejas de Tukey para grasa (confianza de 95%)

Tratamientos	N	Media y desviación estándar	Agrupación	Valor p
T4	3	4,2667±0,1155	A	0,156
T0	3	4,200±0,000	A	
T2	3	4,1667±0,1155	A	
T3	3	4,1333±0,0577	A	
T6	3	4,1000±0,1000	A	
T1	3	4,1000±0,1000	A	
T5	3	4,0667±0,0577	A	

En la tabla 19 se muestran los resultados de grasa obtenidos con la prueba de Tukey con un 95% de confianza, el valor de probabilidad fue de 0,156 siendo mayor a  $\alpha = 0,05$  por lo cual el parámetro grasa no presenta una diferencia significativa comparando el yogur testigo (T0) y los yogures elaborados con diferentes concentraciones de inulina (T1, T2, T3, T4, T5, T6) con un promedio de 4% y 4,2%, es decir, que las diferentes concentraciones de inulina (1%, 2%, 3%) añadidas al yogur a diferentes temperaturas 80 °C y 43 °C no tienen ningún efecto sobre un aumento o disminución del porcentaje de grasa en razón de que la inulina es una fibra que puede actuar como un sustituto de grasa.

Los resultados obtenidos de grasa se encuentran por encima de lo establecido por la norma NTE INEN 2395 (2011) que establece un porcentaje mínimo de grasa para yogur con leche entera de 2,5%, dicha norma no establece un porcentaje máximo para grasa, sin embargo el valor promedio que se obtuvo de 4% y 4,2% es justificado debido a la influencia que tiene la grasa del aguacate considerándose un porcentaje aceptable para considerar al yogur como un producto con un alto valor nutricional debido a la grasa saludable que contiene dicha fruta, información corroborada por (Vera, 2011) quien afirma en su estudio que las grasas del yogur no son malas, al contrario ayudan a mantener una dieta equilibrada y son una

importante fuente de energía, asimismo Miranda, Reck, & Clemente (2016) reportan un porcentaje de 5,59% de grasa en una formulación de yogur de aguacate con leche desnatada y 10% de pulpa de aguacate.

#### 4.4 Resultados de vida útil del yogur elaborado con 3% de inulina

##### PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS

**Tabla 20.** *Análisis Físico-Químicos durante el estudio de vida útil*

Días de almacenamiento	pH		Acidez		Viscosidad		Sinéresis	
	Testigo	T5	Testigo	T5	Testigo	T5	Testigo	T5
0	4,778	4,779	0,72	0,61	14400	34400	Ausencia	Ausencia
3	4,728	4,759	0,73	0,63	13600	34400	Ausencia	Ausencia
6	4,612	4,702	0,79	0,7	12880	33600	Ausencia	Ausencia
9	4,571	4,642	0,86	0,73	12000	32000	Ausencia	Ausencia
12	4,502	4,607	0,9	0,79	11840	30400	Ausencia	Ausencia
15	4,466	4,556	0,95	0,81	11200	29920	Ausencia	Ausencia
18	4,398	4,525	1,04	0,84	10400	28800	3,33%	Ausencia
21	4,223	4,492	1,15	0,9	10000	25600	5%	Ausencia
24	4,102	4,426	1,51	0,97	8800	24800	6,66%	Ausencia
27	3,862	4,398	1,59	1,02	8560	23200	9,33%	Ausencia
30	3,785	4,344	1,62	1,04	8000	21600	10%	Ausencia
33	3,725	4,301	1,68	1,08	7840	20800	10,66%	Ausencia

##### 4.4.1 pH

En la tabla 20 se muestra el descenso de pH a medida que se incrementan los días de almacenamiento a 5 °C, el pH en el yogur testigo descendió de 4,778 a 3,725, en cambio, el pH del yogur elaborado con 3% de inulina (T5) descendió de 4,779 a 4,301 valores más altos en comparación al yogur testigo demostrándose que la inulina influyó en el pH debido a su efecto amortiguador, es decir, que el pH del testigo es estable hasta el día 27, mientras que, el yogur con inulina es estable hasta el día 33 basado en el pH óptimo sugerido en yogures comerciales con un rango de (3,8 y 4,6) tal como lo señala Hernández (2013) en su estudio de vida útil evidenciando que el descenso de pH se atribuye a que durante el almacenamiento ocurre una actividad microbiana residual, tal como lo señala Mori (2017) mencionando que el descenso de pH es provocado por la actividad metabólica de las bacterias lácticas que producen ácido láctico aunque la temperatura de almacenamiento siga siendo < 5 °C, provocando que el medio se acidifique y disminuya el pH. Datos similares reporta Riofrio (2015) en su estudio de vida útil quien evidenció una disminución de pH de 4,50 a 3,87 con

adición de inulina de 5 y 10% asimismo menciona que en productos lácteos fermentados la disminución de pH es incrementado con la adición de inulina.

#### **4.4.2 Acidez**

En la tabla 20 se muestra al aumento de la acidez a medida que se incrementan los días de almacenamiento a 5 °C, la acidez en el yogur testigo aumento de 0,72 a 1,59, en cambio, la acidez del yogur elaborado con 3% de inulina (T5) incremento de 0,61 a 1,08 valores más bajos en comparación al yogur testigo demostrándose que la inulina disminuye la velocidad de acidificación del yogur durante la vida útil ya que se obtuvo un yogur menos ácido, asimismo, la acidez del testigo se encuentra dentro de lo establecido por la Norma Técnica Andina 007 (2007) con un valor de (0,6 a 1,5) hasta el día 27, mientras que el yogur con inulina se mantiene dentro de la norma mencionada hasta el día 33, la disminución de acidez que se obtuvo con adición de inulina es importante para evitar la sinéresis del yogur de aguacate y arazá durante la vida útil, información corroborada por Hernández (2013) quien menciona que la producción de ácido láctico es importante para mantener la calidad del yogur con sabor, cuerpo y textura, asimismo, obtener un porcentaje mínimo de sinéresis durante el almacenamiento, asimismo el aumento de acidez durante el almacenamiento se debe a la actividad metabólica de las bacterias ácido lácticas tal como lo menciona Mori (2017) en su estudio de adición de inulina en yogur desnatado en donde reportó un incremento de acidez de 1,17 y 1,25% concluyendo que las bacterias lácticas siguen generando ácido láctico aún cuando la temperatura de almacenamiento es < 5 °C, lo que provoca que el medio se acidifique, asimismo la velocidad de acidificación es crucial para la estructura del coágulo se mantenga rígida.

(Riofrio, 2015) estudio el efecto de inulina y probióticos en yogur de arazá registrando un aumento de acidez de 0,66 - 0,68 a 1,13 - 1,36 desde el día 0 hasta el día 27 con 5% de inulina y 2% de probiótico *Lactobacillus GG* concluyendo que la acidez aumenta en el tiempo de almacenamiento debido a la acción de las bacterias lácticas, dichos valores son más altos a los obtenidos en la presente investigación en donde los valores de acidez con 3% de inulina fueron de 0,61 a 1,02 desde el día 0 hasta el día 27.

Por otro lado (Staffolo & Betola, 2004) reportaron que la adición de 5% de inulina en yogur natural la acidez no muestra variaciones significativas durante 4 semanas con un valor de 0,87 a 1,19 valores similares a los obtenidos en la presente investigación en donde con 3% de inulina se obtuvieron los valores más bajos de acidez 0,61 a 1,08.

#### **4.4.3 Sinéresis**

En la tabla 20 se observa el desarrollo de sinéresis durante el almacenamiento a 5 °C, en el tratamiento testigo se observa que hasta el día 15 permaneció estable, sin embargo, a partir del día 18 se evidencia un 3,33% de suero desprendido incrementándose en el tiempo hasta el día 33 con un 10,66%, dicho incremento se debe al aumento de acidez y descenso de pH ocasionado por la actividad metabólica de bacterias ácido-lácticas, tal como lo menciona Hernández (2013) en su estudio la sinéresis aumenta conforme aumenta la acidez y si el porcentaje de sinéresis es mayor a 42% señala que la formación de la estructura del gel no es muy buena, asimismo (Orihuela, 2017) menciona que el descenso de pH hace que la matriz de proteínas que constituye la estructura del yogur reduzca su capacidad de retener agua, valores similares reporta Ruiz & Ramirez (2009) evidenciando porcentajes de 1,74 y 3,05% hasta el día 21 de almacenamiento, a diferencia del tratamiento elaborado con 3% de inulina (T5) donde no se evidenció este defecto durante los 33 días de almacenamiento comprobándose que la inulina influye en la capacidad de retención de agua durante la vida útil del yogur de aguacate y arazá debido a que la inulina actúa como gelificante a la vez que estabiliza el gel y compacta la red de proteínas interconectadas, al respecto Riofrio (2015) evidenció el mismo comportamiento en yogur de arazá elaborado con 5 y 10% de inulina en almacenamiento refrigerado, asimismo Ruiz & Ramirez (2009) comprobó que con adición de 3% de inulina no se observó sinéresis durante 21 días.

#### **4.4.4 Viscosidad**

En la tabla 20 se muestra el descenso de viscosidad a medida que se incrementan los días de almacenamiento a 5 °C, la viscosidad en el yogur testigo descendió de 14400 cP a 7840 cP hasta el día 33, dicho descenso se debe a la disminución de pH e incremento de acidez haciendo que el gel pierda consistencia, información corroborada por Ruiz & Ramirez (2009) quienes reportan el mismo comportamiento con un porcentaje de inulina de 3% obtenido un descenso de viscosidad de 9767 cP a 5633 cP a los 21 días de almacenamiento concluyendo que la viscosidad del yogur se reduce a pH ácidos, debido a que la red proteica se destruye a pH bajos, en cambio, la viscosidad del yogur elaborado con 3% de inulina (T5) descendió de 34400 cP a 20800 cP hasta el día 33 siendo valores más altos en comparación al yogur testigo demostrándose que la inulina influyó en la viscosidad debido a la capacidad de retención de agua y su acción como espesante haciendo que el yogur gane mayor estabilidad y firmeza evitando la sinéresis al encontrarse más compactado el gel, al respecto Ruiz & Ramirez (2009) comprobó el mismo comportamiento con adición de 3% de inulina

a los 21 días de almacenamiento obteniendo un descenso de viscosidad de 11717 cP a 6667 cP valores altos en comparación a su testigo 9767 cP a 5633 cP, verificando que la adición de inulina influye positivamente en la viscosidad debido a su capacidad de retener agua mediante puentes de hidrógeno con las proteínas, asimismo, los valores de la presente investigación son mayores a los reportados por Riofrio (2015) quien obtuvo valores de 13020, 17760 y 18080 cP en concentración de 5% de inulina durante 33 días de almacenamiento atribuyendo que la incorporación de inulina al yogur influye positivamente en la viscosidad, información corroborada por Staffolo & Betola (2004) quienes mencionan que la inulina proporciona efectos positivos en la reología y estabilidad del yogur dependiendo de la dosis adicionada.

## PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

**Tabla 21.** Análisis microbiológico durante la vida útil del testigo y tratamiento 5

Días de almacenamiento	Mohos y Levaduras (UFC/g)		Coliformes totales (UFC/g)		E. Coli (UFC/g)
	Testigo	T5	Testigo	T5	
0	<10	<10	<100	<100	Ausencia
3	<10	<10	<100	<100	Ausencia
6	<10	<10	<100	<100	Ausencia
9	20	20	<100	<100	Ausencia
12	50	50	<100	<100	Ausencia
15	<100	<100	<100	<100	Ausencia
18	100	100	<100	<100	Ausencia
21	200	200	<100	<100	Ausencia
24	400	400	<100	<100	Ausencia
27	500	500	100	100	Ausencia
30	600	600	100	100	Ausencia

**Nota.** UFC/g = Unidades formadoras de colonias por cada gramo.

En la tabla 21 se muestra los resultados del recuento de mohos y levaduras, coliformes totales y E. Coli realizado al yogur testigo y al yogur elaborado con 3% de inulina (T5) durante 30 días de almacenamiento a 5 °C, en donde se comprobó que la inulina no influyó sobre los parámetros microbiológicos ya que no se evidenciaron cambios significativos entre el yogur testigo y el yogur elaborado con inulina, sin embargo, los resultados obtenidos se deben a que el yogur se mantuvo en ambiente de refrigeración durante el almacenamiento haciendo que la actividad metabólica de los microorganismos patógenos se vea reducida y es un indicativo de que se llevó a cabo una pasteurización óptima de la leche durante el proceso eliminando así la carga microbiana, de igual forma se evidencia la ausencia de E. coli indicativo a que en todo el proceso de elaboración de yogur se llevó a cabo una adecuada

higiene, es decir, que el yogur cumplió los requisitos microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 2395 (2011), para el caso de mohos y levaduras el rango es entre 200 y 500 UFC/g, para coliformes totales un rango de 10 y 100 UFC/g y para E. coli debe ser <1, de esta forma se comprobó que la vida útil o calidad microbiológica del yogur de aguacate y arazá elaborado con 3% de inulina es estable hasta el día 27, resultados similares obtuvo Tapia (2010) en su estudio de vida útil adicionando 5% de inulina y 2% de *Lactobacillus GG* reportando valores <10 en coliformes totales, <200 para mohos y levaduras y en E. coli <1 estableciendo una vida útil de 33 días, vida útil mayor a la obtenida en la presente investigación. Por otra parte (Ruiz & Ramirez , 2009) en su estudio de adición de 3% de inulina reporto una vida útil de 21 días con valores <10 tanto en coliformes totales como en mohos y levaduras atribuyendo que las condiciones de almacenamiento garantizaron la estabilidad microbiológica de los yogures y no presentaron E. Coli lo que indica la adecuada calidad higiénica.

### **PRUEBAS SENSORIALES**

Los atributos sensoriales del yogur como el color, olor y sabor no se vieron afectados hasta el día 27 de almacenamiento manteniendo una buena apariencia en comparación al día cero o día de elaboración debido a las condiciones de temperatura de 5 °C en las que se almacenó el yogur, asimismo, la inactivación de la enzima polifenoloxidasa mediante el escaldado del aguacate permitió que el yogur no presente oxidación lipídica causante de malos olores y sabores, de igual forma la inulina no influyó en la calidad sensorial debido a que se presenta como un polvo blanco, sin olor, con sabor neutral y sin efecto residual, sin embargo, a partir del día 30 se observó una ligera variación de color en la superficie con aparición de manchas rojas debido a la actividad microbiana y oxidación lipídica, el olor y sabor se sintieron más ácidos haciendo que la frescura del yogur se vea afectada en comparación al día 0, dichos resultados se deben a la actividad metabólica causada por los microorganismos tal como lo menciona Orihuela (2017) reportando que las características organolépticas en la vida útil del yogur se ven alteradas conforme pasa el tiempo debido a los productos resultantes del metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos llevados a cabo por las bacterias ácido lácticas, el ácido láctico producido en la fermentación hace que, tanto el olor como el sabor del yogur sean cada vez más ácidos. “El producto es menos afrutado, menos fresco, menos dulce, tiene menos sabor a yogur, es más amargo, presenta un sabor más anormal, asimismo el color del yogur es alterado en la superficie debido a la oxidación lipídica” (Orihuela, 2017).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- La adición de inulina en concentraciones de 1, 2 y 3% influyó positivamente en la estabilidad del yogur de aguacate y arazá en comparación al yogur testigo (0% de inulina), evidenciándose las mejores características físico-químicas con una concentración de 3% de inulina, el pH en los seis tratamientos se mantuvo estable sin variaciones significativas con un valor promedio de 4,757 - 4,764 al igual que el testigo, la acidez mostró una mayor disminución en los tratamientos 5 y 6 obteniéndose un porcentaje de 0,612% en comparación al testigo con un valor de 0,711, es decir, que la adición de inulina disminuyó la post-acidificación del yogur siendo a la vez un resultado positivo para disminuir la sinéresis del yogur.

La inulina aumentó la viscosidad del yogur evidenciándose en los tratamientos 5 y 6 con un valor de 34533 cP y 35067 cP en comparación al testigo donde se obtuvo un valor de 14533 cP, igualmente se comprobó el efecto positivo de la inulina en la reducción de sinéresis o separación de fases obteniéndose los mejores valores en los tratamientos 5 y 6 con 33,10% en comparación al testigo en donde el porcentaje de sinéresis fue de 53,33%.

- Se comprobó que la inulina no influyó sobre un aumento o disminución de grasa y proteína debido a que la inulina puede actuar como un sustituto de grasas y es considerado un carbohidrato.
- En el estudio se evidenció que las temperaturas de 80 °C y 43 °C a las que se añadió las diferentes concentraciones de inulina no incidieron sobre las características físico-químicas, es decir, no se evidenciaron variaciones en los resultados obtenidos, concluyendo que la inulina es una fibra termoestable y no se ve afectada cuando se adiciona a diferentes temperaturas.
- Dentro del análisis sensorial se concluye que la adición de inulina no influyó sobre las características organolépticas del yogur (color, olor, sabor) debido a que la inulina de achicoria que se utilizó es de alta pureza y su principal característica es ser un polvo de color blanco, sin olor, con sabor neutral y sin efecto residual, sin embargo, el tratamiento 5 elaborado con 3% de inulina presentó las mejores características organolépticas de acuerdo al grado de aceptabilidad seleccionado por el panel de catadores, aclarando que no se realizó una comparación con el testigo debido a la

pureza que presenta la inulina utilizada que no altera las características organolépticas del producto final.

- El tiempo de vida útil del yogur de aguacate y arazá elaborado con 3% de inulina se estimó en 27 días realizado en condiciones de refrigeración (5 °C), el estudio cumplió los parámetros microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 2395 (2011), es decir, el recuento de coliformes totales se mantuvo en el límite máximo de 100 UFC/g, el recuento de mohos y levaduras se mantuvo en el límite máximo de 500 UFC/g, mientras que, el recuento de E. coli se matuvo <1, garantizando así las condiciones de consumo sin ningún riesgo para la salud del consumidor.
- La adición de inulina en concentración de 3% mejoró la vida útil físico-química durante 33 días manteniendo un pH de 4,779 a 4,301, valores bajos de post-acidificación entre 0,61 a 1,08, no se evidenció sinéresis durante el tiempo de estudio y la viscosidad del gel se mantuvo firme con valores de 34400 cP a 20800 cP, dichos valores cumplen con lo establecido por la norma NTE INEN 2395 (2011), también las características sensoriales del yogur se mantuvieron sin cambios hasta el día 27 tanto en color, olor y sabor conservando su apariencia en comparación al día cero o día de elaboración debido a las condiciones de temperatura de 5 °C en las que se almacenó el yogur, además, la inactivación de la enzima polifenoloxidasasa mediante el escaldado del aguacate permitió que el yogur no presente oxidación lipídica causante de malos olores y sabores.
- Tomando en cuenta los resultados físico-químicos, microbiológicos y sensoriales obtenidos se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa debido a que se demostró que la adición de inulina en diferentes concentraciones (1, 2 y 3%) en la formulación de un yogur de aguacate y arazá influyó positivamente en la estabilidad y vida útil.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo nuevos estudios aumentando los porcentajes de Inulina (*Inula helenium*) como prebiótico para la formulación de alimentos funcionales debido a que la inulina ofrece propiedades nutracéuticas beneficiosas para la salud.
- Realizar un estudio comparativo de estabilidad entre la Inulina y otros tipos de estabilizantes utilizados en la elaboración de productos lácteos.
- Complementar la investigación con un estudio bromatológico del yogur para conocer el valor nutricional que aportaría la inulina, el aguacate y arazá.
- Se recomienda hacer un estudio de yogur con inulina adicionando preservantes con la finalidad de alargar el tiempo de vida útil que fue limitado por la presencia de microorganismos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburto, H. (2006). *Estudio de la viabilidad del uso de inulina como prebiótico adicionado a yogurt [Tesis de grado de Maestro en Ciencias Alimentarias]*. Recuperado de Repositorio Universidad Veracruzana: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46907/AburtoTellezHanssel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguirre, A., & Romero, A. (2015). *Elaboración de yogur adicionado con inulina*. Recuperado de Academia, desarrollo de nuevos productos: [https://www.academia.edu/14841479/Elaboraci%C3%B3n\\_de\\_Yogurt\\_adicionado\\_con\\_Inulina](https://www.academia.edu/14841479/Elaboraci%C3%B3n_de_Yogurt_adicionado_con_Inulina)
- Arranz, I. (2015). *Sinéresis del yogur*. Recuperado de Foro Interalimentario: [http://www.forointeralimentario.org/v\\_portal/informacion/informacionver.asp?cod=53&te=10&idage=77](http://www.forointeralimentario.org/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=53&te=10&idage=77)
- Bienestar y salud. (2013). *Inulina para equilibrar la insulina*. Recuperado de Diabétes juntos por ti: <https://www.diabetesjuntosxti.mx/nutricion/inulina-para-equilibrar-la-insulina/2013/06/>
- Bustamente , S., & Márquez, A. (2017). *Inulina, fibra para el futuro*. Recuperado de Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales: [https://www.researchgate.net/publication/314106811\\_Fibra\\_para\\_el\\_futuro\\_Propiedades\\_y\\_beneficios](https://www.researchgate.net/publication/314106811_Fibra_para_el_futuro_Propiedades_y_beneficios)
- Cárdenas et al., A., Alvites, H., Valladares , G., Obregón , J., & Vásquez, V. (2013). *Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogur natural batido utilizando tres tipos de coloides*. Obtenido de Universidad Nacional de Trujillo: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/352/331>
- Dabija , A., & Codina, G. (2018). Evaluación de calidad de yogurt enriquecido con diferentes tipos de fibras [versión digital]. *Revista Cyta Journal of Food*, 16(1), Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1483970?scroll=top&needAccess=true>.
- Duque , A., & Apolo, G. (Septiembre de 2014). Fruta amazónica arazá [Documento en pdf]. *Revista caribeña de ciencias sociales*, Recuperado de <http://xn--caribea-9za.eumed.net/fruta->

araza/?fbclid=IwAR12\_7019ZoWwb8K3rx2siVxhznzUUe6ewfp203xkMciVdLr1U  
QCUe5jvqMQ.

- EKOS Negocios. (2015). *Fabricación de bebidas en la Industria Lechera Carchi*. Recuperado de Guía de Negocios: <http://www.ekosnegocios.com/empresas/empresas.aspx?ide=2164>
- El Telégrafo. (10 de Agosto de 2016). Aguacate en la provincia de Carchi [versión digital]. *Diario El Telégrafo recuperado de* <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/aguacateros-se-capacitan-para-mejorar-el-cultivo>.
- Exotic Fruit. (2017). *Definición del aguacate*. Recuperado de Exotic Fruit Box: <https://exoticfruitbox.com/frutas-exoticas/aguacate/>
- FAO. (s.f.). *Descripción del proceso de elaboración de yogur*. Recuperado de Procesados de Lácteos: <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>
- Gómez, A., & Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38-42 Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>.
- González, G., & Molina, B. (2010). *Calidad de la leche cruda [Documento en pdf]*. Recuperado de Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz: [https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDEL\\_ALECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDEL_ALECHECRUDA.pdf)
- Gottau, G. (2017). *Análisis nutricional de diferentes tipos de yogures*. Recuperado de Vitónica: <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-yogures>
- Gotteland, M., & Brunser, O. (2006). Efecto de un yogur con inulina sobre la función intestinal de sujetos sanos o constipados [Documento en pdf]. *Revista chilena de nutrición*, 33(3), Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182006000500012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000500012).
- Guía Petrifilm. (2017). *Guía de interpretación para Placas Petrifilm recuento de Mohos y Levaduras*. Recuperado de Ciencia Aplicada a la Vida: <https://multimedia.3m.com/mws/media/14096800/guia-interpretacin-petrifilm-hongos-y-levaduras-rpida.pdf>

- Hernández, P. (2013). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt*. Recuperado de Tesis digitales de la Universidad de las Américas Puebla: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mca/hernandez\\_c\\_p/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/hernandez_c_p/)
- Huertas, J. (2015). *Análisis físico-químico del yogurt*. Recuperado de Industrias de los alimentos: <https://www.slideshare.net/rogermigueljaimeshuerta/analisis-de-yogurt>
- Huertas, R. (Diciembre de 2012). Yogur en la salud humana [Documento en pdf]. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492012000200017](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200017).
- Infoláctea. (2016). *Propiedades física de la leche [Documento en pdf]*. Recuperado de Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD): [http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105\\_LECTURA\\_Revision\\_de\\_Presaberes.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revision_de_Presaberes.pdf)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2014). *El cultivo del arazá*. Recuperado de Fruticultura: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/fruticultura/>
- Kostich, O. (s.f.). *Origen del yogurt*. Recuperado de Gastronomía: <http://olgakostich.tripod.com/gastronomia/id6.html>
- Lactalis Puleva. (2016). *Valor nutritivo del yogurt*. Recuperado de Leche Puleva: <https://www.lechepuleva.es/todo-sobre/la-leche/yogur>
- Lara, M., & Pérez, A. (2017). Avances en la producción de inulina [Documento en pdf]. *Revista Scielo*, 37(2), 352-366 Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852017000200016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000200016).
- Lema, R., & Revelo, E. (2010). *Evaluación de los prebióticos inulina y oligofructosa adicionados en la elaboración de yogurt natural como alimento funcional [Tesis de Grado]*. Recuperado de Repositorio Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/383/4/03%20AGI%20275%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Loaiza, P., & López, E. (2013). *Elaboración de una salsa a base de la pulpa de aguacate variedad Hass y su proyección a nivel industrial*. Recuperado de Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25161>
- Madrigal, L., & Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(4), Recuperado


- de [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222007000400012](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400012).
- Malajovich , A. (2014). *Fermentación láctica [Documento en pdf]*. Recuperado de Biotecnología: [https://bteduc.com/guias\\_es/71\\_Fermentacion\\_lactica\\_yogurt.pdf](https://bteduc.com/guias_es/71_Fermentacion_lactica_yogurt.pdf)
- Márquez, T., & Vargas , L. (2016). Fibra fermentable inulina [Documento en pdf]. *Alimentos funcionales de hoy*, 33-45.
- Miranda, N., Reck, I., & Clemente, E. (2016). Utilizacion de pulpa de aguacate en formulaciones de bebidas lacteas probioticas [versión digital]. *Revista UNINGÁ*, 26(3), Recuperado de: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1803/1409>.
- Mori, C. (2017). *Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogur [Tesis de grado en Tecnología de Alimentos]*. Recuperado de Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3166/Q04-M675-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Narváez , A. (2015). *Caracterización bromatológica y microbiológica de yogur con diferentes dosificaciones de edulcorante natural stevia [Tesis de grado previa a la obtención del título de médico veterinario zootecnista]*. Recuperado de Repositorio de la Universidad Nacional de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/11441/1/TESIS%20PARA%20BIBLIOTECA%20pdf.pdf>
- Navarrete, E. (2019). *Proceso de elaboración de mermeladas de frutas [Documento en pdf]*. Recuperado de Mermeladas de frutas y cítricos: <https://oneproseso.webcindario.com/Mermeladas.pdf>
- Norma Técnica Andina 007. (2007). *Requisitos leches fermentadas*. Recuperado de Norma Técnica de leches fermentadas: [http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Normas\\_Andinas/PNA\\_Leches\\_Fermentadas\\_16007.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Normas_Andinas/PNA_Leches_Fermentadas_16007.pdf)
- Orihuela, C. (2017). *Vida útil del yogur*. Obtenido de Investigaciones Scribd: <https://es.scribd.com/document/357679917/Cuanto-dura-realmente-un-yogur-docx>
- Ortiz, A., & Mora, R. (2013). *Escaldado en la pulpa de aguacate*. Recuperado de Departamento de Ingeniería Bioquímica en Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.: [http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5\\_p761.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p761.pdf)

- Quinzo, K. (2019). *Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores : aguacate (Persea americana Mill) y ciruela (Spondias purpurea L.) [Tesis de grado]*. Recuperado de Repositorio digital de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12537/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-48.pdf>
- Ramirez, A., & Ruiz, J. (2014). *Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (Psidium guajava L.) como saborizante [Documento en pdf]*. Recuperado de Instituto de Química y Tecnología-Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela: <https://pdfs.semanticscholar.org/bdb9/f3be11b56eece16a0197bceee73a602bd92.pdf>
- Reyes, J., & Ludeña, F. (2015). Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia [Documento en pdf]. *Revista Politécnica*, 36(2), Recuperado de: <https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo2/EvaluaciondeelasCaracteristicas.pdf>.
- Riofrio, C. (2015). *Estudio de cultivos lácticos y la inulina en la vida útil del yogur de arazá [Tesis de Grado de Ingeniero en Alimentos]*. Recuperado de Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11985/1/AL%20577.pdf>
- Rivas, S. (2016). *Evaluación de la viscosidad y el color del yogur batido con adición de goma de tara (Caesalpinia spinosa) como estabilizante a diferentes concentraciones [Tesis de grado de Ingeniero Agroindustrial]*. Recuperado de Repositorio de la Universidad Nacional José María Arguedas: <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/217>
- Romero, S., & Mestres, J. (2004). El Yogur [libro en versión digital]. En *Tecnología de Productos Lácteos* (págs. 127-134). Catalunya: Recuperado de: [https://books.google.com.ec/books?id=15kpzUzUcikC&pg=PA116&dq=caracteristicas+del+yogur&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO2\\_S8u5XdAhVLs1kKHVuLDAUQ6AEIJTAA#v=onepage&q=caracteristicas%20del%20yogur&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=15kpzUzUcikC&pg=PA116&dq=caracteristicas+del+yogur&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO2_S8u5XdAhVLs1kKHVuLDAUQ6AEIJTAA#v=onepage&q=caracteristicas%20del%20yogur&f=false).
- Ruiz, J., & Ramirez, O. (2009). Elaboración de yogurt firme con incorporación de cepas probióticas (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *SciELO*

- Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(2), Recuperado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182009000200006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200006).
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2011). *Definición de Leches fermentadas*. Recuperado de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2012). *Definición de Leche cruda*. Recuperado de Norma Técnica Ecuatoriana: <https://archive.org/details/ec.nte.0009.2008>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2013). *Definición de mermelada*. Recuperado de Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]: <https://docplayer.es/18557797-Nte-inen-2825-2013-11.html>
- Staffolo, M., & Betola, N. (2004). *Influencia de la adición de fibra dietética en las propiedades sensoriales y reológicas del yogur*. Recuperado de Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA): [https://www.researchgate.net/publication/222072759\\_Influence\\_of\\_dietary\\_fiber\\_addition\\_on\\_sensory\\_and\\_rheological\\_properties\\_of\\_yogurt](https://www.researchgate.net/publication/222072759_Influence_of_dietary_fiber_addition_on_sensory_and_rheological_properties_of_yogurt)
- Tapia, E. (2010). *Utilización de inulina como fibra alimentaria soluble en yogurth de durazno (Prunus pérsica) en la empresa de lácteos San Antonio [Tesis de grado de Ingeniero en Alimentos]*. Recuperado de Repositorio Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3963/1/P.AL237.pdf>
- Tessaro, S. E. (Septiembre de 2014). *Alimento con alto contenido de fructano Inulina [Tesis de grado en bromatología]*. Recuperado de Repositorio de la Universidad Nacional de Cuyo: [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6793/tesis-tessaro-silvina.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6793/tesis-tessaro-silvina.pdf)
- Vera, M. (2011). *Elaboración y aplicación gastronómica del yogur [Título de licenciada en Gastronomía y Servicio de Alimentos y Bebidas]*. Recuperado de Repositorio de la Universidad de Cuenca: <dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1554/1/tgas18.pdf>

## VII. ANEXOS

### 7.1 Norma INEN para leche cruda

	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN</b>	
Quito - Ecuador	
<hr/>	
<b>NORMA TÉCNICA ECUATORIANA</b>	<b>NTE INEN 9:2012</b>
	<b>Quinta revisión</b>
<hr/>	
 <b>LECHE CRUDA. REQUISITOS.</b>  	
<b>Primera Edición</b>	
RAW MILK. REQUIREMENTS.	
First Edition	
<hr/>	
DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos	
AL 03.01-401	
CDU: 637.133.4	
CIU: 3112	
ICS: 67.100.01	

**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**LECHE CRUDA  
REQUISITOS**

**NTE INEN  
9:2012  
Quinta revisión  
2012-01**

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica únicamente a la leche cruda de vaca. La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 **Leche.** Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.

3.1.2 **Leche cruda.** Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C).

### 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:

4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.

4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.

4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y residuos de medicamentos veterinarios, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.

4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el periodo comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.

4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.

4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfiada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.

4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfiada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante

4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius CAC/MRL 1

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos.

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los que determine el Codex Alimentario CAC/MRL 2.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

#### 5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 1)

5.1.1.1 **Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 **Olor.** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 **Aspecto.** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

#### 5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.**

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) <sup>1</sup>	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	-
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes <sup>1)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes <sup>2)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes <sup>3)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>4)</sup>	ug/l	—	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

\*\* °C= °H - 1, donde °H= 0,9998

\*\*\* Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: Manteca y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.

4) Fracción de masa de B, W<sub>g</sub>: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (v/v)" no deberá usarse.

5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.

6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

**5.1.3 Contaminantes.** El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

**TABLA 2. Límites máximo para contaminantes**

Requisito	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Piomo, mg/kg	0.02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/kg	0.5	ISO 14674

**5.1.4 Requisitos microbiológicos.** La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato**

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbicos mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	$1,5 \times 10^6$	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	$7,0 \times 10^5$	AOAC – 978.26

**5.2 Requisitos complementarios.** El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Salud Pública.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4.

**6.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 11	<i>Leche. Determinación de la densidad relativa. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 14	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 15	<i>Leche. Determinación del punto de congelación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de las proteínas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 18	<i>Leche. Ensayos de reductasas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP. Primera Revisión</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche. Determinación de suero de quesería en leche. Método cromográfico</i>
ISO/TS 6733	<i>Milk and milk products -- Determination of lead content -- Graphite furnace atomic absorption spectrometric method</i>
ISO 14674	<i>Milk and milk powder -- Determination of aflatoxin M1 content -- Clean-up by immunoaffinity chromatography and determination by thin-layer chromatography</i>
AOAC 978.26	<i>Somatic Cells in milk, Optical Somatic Cell Counting Method (Fossomatic) Revised First Action 1993</i>
AOAC 988.08	<i>Antimicrobial Drug in Milk. Receptor assay. First Action, 1988</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/MRL 1-2001	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/LMR 02-2005	<i>Límites Máximos del Codex para residuos de Medicamentos Veterinarios</i>
CODEX ALIMENTARIUS Codex Stan 193-1995	<i>Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos. United States Department of Agriculture, USDA Regulations Drugs</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/RCP 57-2004	<i>Código de práctica de higiene para la leche y los productos lácteos</i>
Decreto ejecutivo No. 2800 de 1984-08-01	<i>Reglamento de leche y productos lácteos. Registro oficial No. 802 de 1984-08-07</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Andina NA 0063:2009 *Leche cruda. Requisitos.* Comunidad Andina, Lima 2009.
- Norma venezolana COVENIN 903.93 (1R) *Leche pasteurizada.* Comisión Venezolana de Normas industriales. Caracas, 1989.
- Norma Técnica Colombiana NTC 506:93. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Santa Fé de Bogotá. Colombia 1993.
- Asociación of Official Analytical Chemists *Official Methods of Analysis*, última edición.
- United States Department of Agriculture *Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005.*

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 9	<b>TÍTULO:</b> LECHE CRUDA. REQUISITOS	<b>Código:</b> AL 03.01-401
---------------------------------	--	--------------------------------

**Quinta revisión**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2008-03-28 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 071-2008 de 2008-05-19 publicado en el Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17  Fecha de iniciación del estudio: 2011-04
--	---

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

**Subcomité Técnico:** LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2011-07-04

Fecha de aprobación: 2011-07-04

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)  
 Ing. Martha Palacios  
 Ing. Alexander Salazar  
 Tlga. Tatiana Gallegos

CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA  
 INLECHE CIA. LTDA.  
 REYBANPAC - LACTEOS  
 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA –SISTEMA  
 ALIMENTOS

Dra. Rosa Rivadeneira  
 Dra. Teresa Rodríguez  
 Dra. Mónica Sosa  
 Dra. María Eufenia Ramsón  
 Sr. Rodrigo Gómez de la Torre  
 Dr. Christian Muñoz  
 Dra. Rocío Cobos  
 Ing. Patricia Guano  
 Ing. Viviana Salas  
 Dr. David Villegas  
 Dr. Marlon Revelo  
 Ing. Jorge Chávez  
 Ing. Diego Escudero  
 Ing. Marco Cevallos  
 Dra. Indira delgado  
 Ing. Julio Vera  
 Dra. Katya Yépez  
 Dra. Viviana Guilbor  
 Ing. Sánchez  
 Ing. Ernesto Toalombo  
 Ing. Pablo Herrera  
 Dr. Hernán Cortes  
 Dr. Hernan Riofrío  
 Dra. Rocío Contero  
 Ing. Paola Simbaña  
 Dra. Noela Bautista

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO  
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil  
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito  
 INDUSTRIAS LACTEAS TONI S.A.  
 PRODUCTORES DE LECHE  
 PFIZER Cia. Ltda.  
 QUIMIEN CIA. LTDA.  
 PARMALAT  
 DESCALZI  
 MIPRO  
 PASTEURIZADOIRA QUITO  
 MIPRO  
 DEL CAMPO CIA. LTDA.  
 DEL CAMPO DIA. LTDA.  
 ALPINA ECUADOR  
 DPA – NESTLÉ  
 NESTLÉ S.A.  
 NESTLÉ S.A.  
 REYBANPAC – LACTEOS  
 EL SALINERITO  
 PARMALAT  
 PARMALAT  
 SECRETARÍA DE SALUD – MUNICIPIO, Quito  
 UNIVERDSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
 UNIVERDSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
 UNIVERSIDA TÉCNICA PARTICULAR DE  
 LOJA – ECOLAC  
 MIRAFLORES – ALIMEC  
 INEN

Ing. Orlando Coba

Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

Otros trámites: Esta NTE INEN 9:2012 (Quinta Revisión), reemplaza a la NTE INEN 9:2008 (Cuarta Revisión).

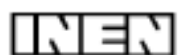
✳️ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Obligatoria  
 Registro Oficial No. 623 de 2012-01-20

Por Resolución No. 11383 de 2011-12-26

## 7.2 Norma INEN para leches fermentadas



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2395:2011**  
**Segunda revisión**

---

## **LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FERMENTE MILKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos.  
AL: 03.01-442  
CDU: 637.148  
CIIU: 3112  
ICS: 67.100.01

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

LECHES FERMENTADAS.  
REQUISITOS

NTE INEN  
2395:2011  
Segunda revisión  
2011-07

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.

2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Leche Fermentada natural*. Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.

3.1.2 *Producto natural*. Es el producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos.

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

3.1.4 *Kéfir*. Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, *Lactobacillus kéfir*, especies de géneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras no fermentadoras de lactosa (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp* y *Streptococcus salivarius subs. Thermophilus*, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.

3.1.5 *Kumis*. Es una leche fermentada con *Lactococcus Lactis subsp cremoris* y *Lactococcus Lactis subsp lactis*, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.

3.1.6 *Leche cultivada, o acidificada*. Es una leche fermentada por la acción de *Lactobacillus acidophilus* (leche acidificada) o *Bifidobacterium sp.*, u otros cultivos lácticos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.

3.1.7 *Leche fermentada tratada térmicamente*. Es el producto definido en el numeral 3.1.1 y 3.1.9, que ha sido sometido a tratamiento térmico, después de la fermentación. Los cultivos de microorganismos no serán viables ni activos en el producto final.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos

**3.1.8 Leche fermentada con ingredientes.** Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

**3.1.9 Leche fermentada concentrada.** Es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Yvette.

**3.1.10 Leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos.** Es el producto definido en el numeral 3.1.1 al cual se le han adicionado bacteria vivas benéficas, que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal.

**3.1.11 Microorganismo probiótico.** Microorganismo vivo, que suministrado en la dieta e ingerido en cantidad suficiente ejerce un efecto benéfico sobre la salud, más allá de los efectos nutricionales.

#### 4. CLASIFICACIÓN

**4.1** De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican de la siguiente manera:

**4.1.1** Según el contenido de grasa en:

- a) Entera.
- b) Semidescremada (parcialmente descremada).
- c) Descremada.

**4.1.2** De acuerdo a los ingredientes en:

- a) Natural.
- b) Con ingredientes,

**4.1.3** De acuerdo al proceso de elaboración en:

- a) Batido,
- b) Coagulado o aflanado,
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado,
- e) Deslactosado.

**4.1.4** De acuerdo al contenido de etanol, el Kéfir se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

#### 5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

**5.1** La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

5.2 Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en la etiqueta se declare de que mamífero procede.

5.3 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

5.4 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra y proteínas lácteas.

5.5 Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/MLR 2 en su última edición.

5.6 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/MLR 1 en su última edición.

5.7 Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos específicos

6.1.1 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

6.1.2 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

6.1.3 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

6.1.4 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO 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, káfir, kumis, leche cultivada	2,7	—	2,7	—	2,7	—	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/v							
En káfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
En káfir fuerte	—	3,0	—	3,0	—	3,0	
Kumis	0,5	—	0,5	—	0,5	—	
Presencia de adulterantes <sup>1)</sup>	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

\* Expresado como ácido láctico

<sup>1)</sup> Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

6.1.5 Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

**TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación**

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	$10^7$ UFC/g	
Bacterias prebióticas	$10^8$ UFC/g	
Levaduras		$10^8$ UFC/g

### 6.1.6 Requisitos microbiológicos

6.1.6.1 Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

6.1.6.2 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación**

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

6.1.6.3 Cuando se analicen muestras individuales se tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

6.1.6.4 Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

6.1.7 *Aditivos*. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

6.1.8 *Contaminantes*. El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

### 6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

**6.2.2** Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## **7. INSPECCIÓN**

**7.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

**7.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

## **8. ENVASADO Y EMBALADO**

**8.1** Las leches fermentadas deben expenderse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

**8.2** Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

**8.3** El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

## **9. ROTULADO**

**9.1** El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9	<i>Leche cruda. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de la proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 19	<i>Leche. Ensayo de fosfatasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 379	<i>Conservas vegetales. Determinación de alcohol etílico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 701	<i>Leche larga vida. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2335	<i>Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficacia.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
<i>Ley 2007-76</i>	<i>del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 1	<i>Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 2	<i>Lista de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios.</i>
<i>Codex Stan 193-1995 Norma General del Codex para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos.</i>	

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Andina. NA 078:2009 *Leches fermentadas. Requisitos.* Comunidad Andina, Lima 2009
- Norma Técnica Colombiana NCT 805 *Productos Lácteos. Leches Fermentadas.* Bogotá 2000.
- Programa Conjunto FAO – OMS *Norma del Codex para leches fermentadas.* Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010

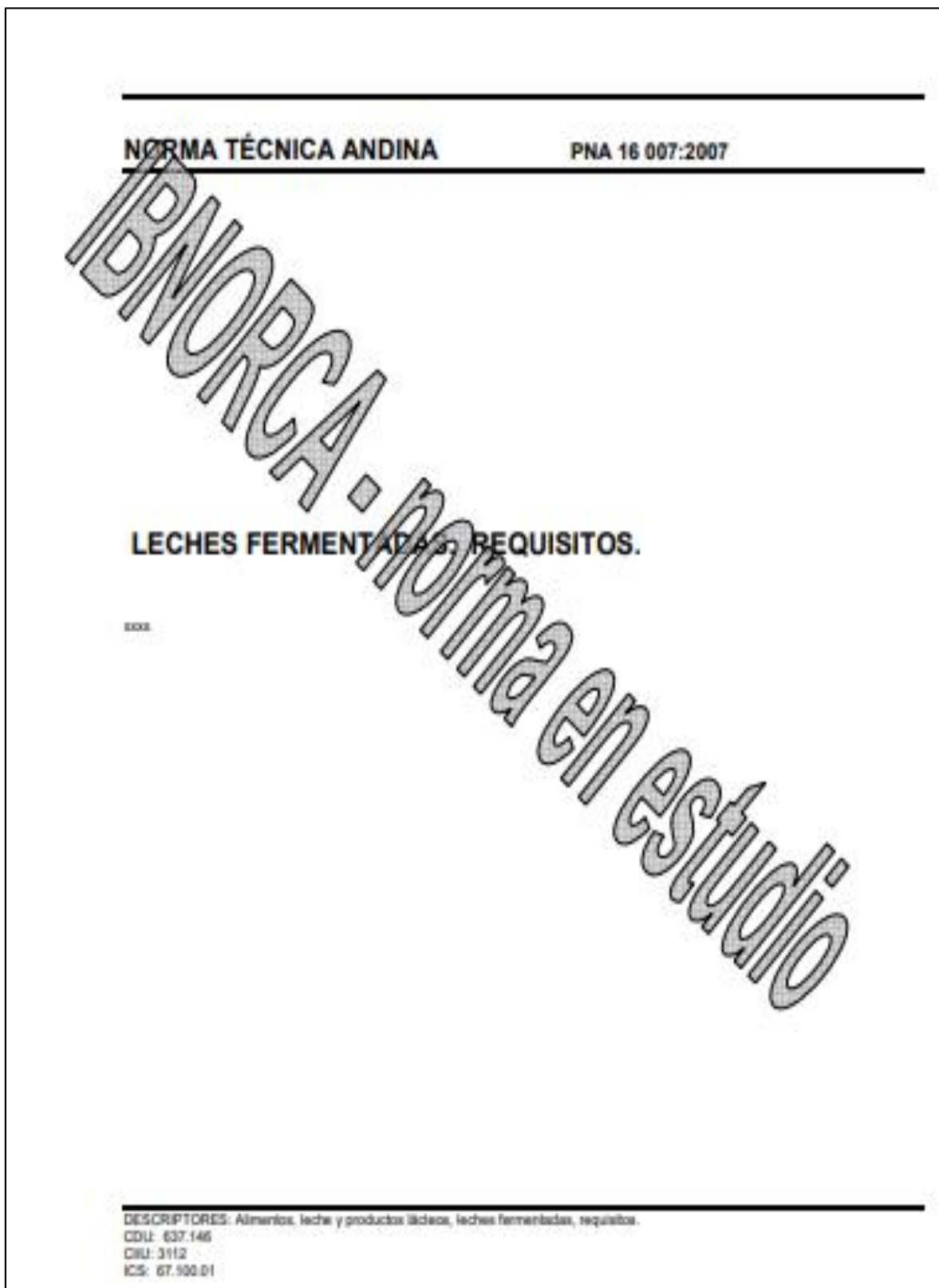
Ministerio de Agricultura y de Abastecimiento del Brasil. Resolución No. 5 de 13 de noviembre del 2000. *Especificaciones para las leches fermentadas.*

Secretaría de Salud. Norma Mexicana NOM 185-SSA1-2002 *Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.* México 2002.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 2395 Segunda revisión	<b>TÍTULO: LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS</b>	<b>Código:</b> AL 03.01-442
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2008-11-28 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 150-2009 2009-01-29 publicado en el Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02  Fecha de iniciación del estudio:	
<b>Fechas de consulta pública:</b> de _____ a _____		
<b>Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>		
<b>Fecha de iniciación:</b> 2010-10-14		<b>Fecha de aprobación:</b> 2011-01-13
<b>Integrantes del Subcomité Técnico:</b>		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Dr. Rafael Vizcarrá (Presidente)	CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	
Ing. Julio Gutiérrez	UTA - FACULTAD DE ALIMENTOS	
Ing. Juan Carlos Romero	LACTEOS SAN ANTONIO	
Dra. Teresa Rodríguez	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil	
Dra. Indira Delgado	ALPINA ECUADOR S.A.	
Dra. Mónica Sosa	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO	
Dr. Alexander Salazar	REYBANPAC – LACTEOS	
Ing. Paola Simbaña	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Ing. Noela Bautista	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA - ECOLAC	
Tija Tatiana Gallegos	MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS	
Ing. Gustavo Navarro	HOLSTEIN	
Sr. Rodrigo Gómez de la Torre	PRODUCTORES DE LECHE	
Ing. Leonardo Baño	AVELINA S.A.	
Ing. Julio Vera	LA HOLANDESA	
Dr. Galo Izurieta	PATEURIZADORA QUITO	
Ing. Lourdes Reinoso	SFG – MAGAP	
Ing. Daniel Tenorio	AILACCEP	
Ing. Luis Sánchez	DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA	
Ing. Rocio Costero	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Dr. David Villegas	MIPRO	
Dra. Katya Yépez	NESTLÉ ECUADOR	
Dr. Darío Solórzano	NESTLÉ ECUADOR	
Ing. Daniel Tenorio	AILACCEP	
Dra. Mónica Quinatos	DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA	
Dr. Paúl Fuentes	BUSTAMANTE & BUSTAMANTE	
Dr. Rodrigo Dueñas	REYBANPAC	
Dra. Cecilia Zamora	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Dra. Ma. Isabel Salazar	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Ing. Jorge Chávez	MAGAP	
Dra. Verónica Ifiguez	ALIMEC S.A.	
Ing. Santiago Tinajero	MAGAP	
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)	INEN	
<b>Otros trámites:</b> Esta NTE INEN 2395:2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2395:2009 (Primera Revisión)		
La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Voluntaria		Por Resolución No. 11 150 de 2011-05-20
Registro Oficial No. 484 de 2011-07-05		

### 7.3 Norma Técnica Andina para leches fermentadas



Norma Técnica Andina	LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.	PNA 16 007:2007
-------------------------	------------------------------------	--------------------

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.

1.2 Esta norma se aplica a las leches fermentadas: yogur, kefir, kumis, leche cultivada o acidificada, y a la mezcla a base de leche fermentada.

### 2. NORMAS DE REFERENCIA

- ISO 717 Milk and milk products – Methods of sampling
- ISO 2441 Milk and milk products – Determination of fat content -- Gravimetric method (Reference method)
- ISO 2442 Milk and milk products – Determination of fat content (Routine method)
- ISO 3071 Milk, buttermilk and buttermilk powder, whey and whey powder – Determination of phosphatase activity (Reference method)
- ISO 4832 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coliforms – Colony-count technique
- ISO 5538 Milk and milk products – Sampling -- inspection by attributes
- ISO 5542 Milk and milk products – Determination of protein content -- Amido black dye-binding method (Routine method)
- ISO 6611 Milk and milk products – Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds – Colony-count technique at 25 degrees C
- ISO 6733 Milk and milk products – Determination of lead content -- Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry
- ISO 6888-1 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) – Part 1: Yeast-free Baird-Parker agar medium
- ISO 6888-2 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) – Part 2: Technique using membrane-fibrinogen agar medium
- ISO 7989 Yogurt – Enumeration of characteristic microorganisms – Colony-count technique at 37 degrees C
- ISO 14674 Milk and milk powder – Determination of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk powder by immunoaffinity chromatography and determination of aflatoxin M<sub>1</sub> by liquid chromatography
- ISO 11866-2 Milk and milk products – Enumeration of presumptive coliforms – Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using membrane-filtration
- ISO 11869 Yogurt – Determination of filtrable acidity – Potentiometric method
- AOAC Official Method 920.150 Alcohol in fruit Products
- AOAC Official Method 963.21 Arsenic in food. Kjeldahl flash digestion
- CODEX ALIMENTARIO CAC/LMR 02-2005 Límites Máximos del Codex para residuos de medicamentos Veterinarios
- Codex Alimentarius Residuos de Flaguicidas en los alimentos, Volumen 2
- CODEX ALIMENTARIO CX/FAC 06/38/9, Part 1 and Part 2

### 3. TERMINOLOGÍA

**3.1 Leche fermentada.** Son los productos resultantes de la fermentación de la leche, principalmente de leche de vaca pudiendo ser también de oveja, cabra, búfalo u otras, autorizadas por la autoridad sanitaria competente, pasteurizada o esterilizada, por la acción de fermentos lácticos benéficos específicos.

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

**3.3 Kefir.** Es una leche fermentada con cultivos ácido láctico elaborados con granos de kefir, *Lactobacillus kefir*, especies de géneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kefir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras no fermentadoras de lactosa (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* sp y *Streptococcus salivarius* subs. *Thermophilus*, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.

**3.4 Kumis.** Es una leche fermentada con *Lactococcus Lactis* subsp *cremoris* y *Lactococcus Lactis* subsp *lactis*, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.

**3.5 Leche cultivada, o acidificada.** Es una leche fermentada por la acción de *Lactobacillus* (en la leche acidificada) o *Bifidobacterium* sp. u otros cultivos lácticos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil.

**3.6 Leche láctea a base de leche fermentada.** Es el producto lácteo obtenido a partir de leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos, sometida a un proceso térmico posterior a la fermentación.

**3.7 Leche fermentada con ingredientes.** Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 10% (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes nutritivos y no nutritivos, frutas y verduras, jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos y sabores). Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

**3.8 Leche fermentada concentrada.** Es la Leche Fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las Leches Fermentadas Concentradas incluyen productos tradicionales como el Labneh (yogur colado), Labneh, Ymer e Yvette.

#### 4. CLASIFICACIÓN

**4.1** De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican:

**4.1.1** Según el contenido de grasa

- Tipo I. Elaborado con leche entera, leche íntegra o leche descremada con grasa.
- Tipo II. Elaborado con leche semi descremada o leche descremada.
- Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.

**4.1.2** De acuerdo a los ingredientes, las leches fermentadas, se clasifican en:

- natural
- con fruta
- azucarado
- edulcorado
- con otros ingredientes (ver 5.2.4)
- saborizado o aromatizado

**4.1.3** De acuerdo al proceso de elaboración

- batido
- coagulado o añanado
- bebible
- concentrado
- deslactosado

**4.1.4** De acuerdo al contenido de etanol, el Kefir se clasifica en:

- Kefir suave
- Kefir fuerte

### 5. REQUISITOS DEL PRODUCTO

#### 5.1 GENERALIDADES

**5.1.1** La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la Norma Andina de Leche cruda y posteriormente ser pasteurizada (ver Norma Andina Leche pasteurizada) o esterilizada (ver Norma Andina Leche larga vida) y debe manipularse en condiciones sanitarias que impidan su contaminación con microorganismos patógenos.

**5.1.2** Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en etiqueta se declare de que mamífero proceda.

**5.1.3** Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.

**5.1.4** Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.

**5.1.5** Se permite el uso de los aditivos establecidos en el numeral 5.6.

**5.1.6** El contenido de aflatoxinas (biotoxinas) no podrá superar lo establecido por el Codex Alimentario (ver tabla 1).

**5.1.7** Se permite la adición de vitaminas y minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con disposiciones específicas.

## 5.2. PROPIEDADES

### 5.2. Requisitos Externos

**5.2.1** Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta u hortaliza natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

**5.2.2** A las leches fermentadas se les permite durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche condensada, grasa láctea anhidra, proteínas lácteas.

**5.2.3** A las leches fermentadas podrán agregarse azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas u otros ingredientes a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 12 % en peso del producto final.

**5.2.4** Se permite la adición de otros ingredientes como especias, sal, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, cereales, ingredientes funcionales (microbianos, vegetales y otros ingredientes naturales). Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 10 mg, en el producto final.

**5.2.5** La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis, debe presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

**5.2.6** El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas, no será superior al 30% del peso total del producto.

### 5.3 Requisitos físico químicos

**5.3.1** Las leches fermentadas, ensayadas, deben cumplir con establecido en las tablas 1 y 2.

**TABLA 1. Especificaciones de las Leches Fermentadas**

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		MÉTODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	3,0	—	1,0	<0,0	—	<1,0	ISO 12114-2446
Acidez <sup>a</sup> , % mín							
Yogur	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5	ISO 11869
Kefir	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Kumis	—	0,7	—	0,7	—	0,7	

Leche cultada	0,6	2,0	0,6	2,0	0,6	2,0	
Bebida láctea	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Proteína, % m/v							
En yogur, kefir, kumis, leche cultada	2,7	–	2,7	–	2,7	–	ISO 5542
En bebidas lácteas a base de leche fermentada	1,8	–	1,8	–	1,8	–	
Alcohol etílico, % m/v							
En kefir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	ADAC 920.150
En kefir fuerte	–	3,0	–	3,0	–	3,0	
Kumis	0,5	–	0,5	–	0,5	–	
Presencia de <i>Salmonella</i>	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de <i>Shigella</i>	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401
Presencia de <i>Escherichia coli</i> serotipo 0157:H7	Negativo		Negativo		Negativo		
Presencia de <i>Staphylococcus aureus</i> serotipo 5	negativo		negativo		negativo		ISO 3358

\*) Adulterantes: azúcar, edulcorantes, sales, azoos salinas, suero de leche, grasas vegetales.

5.3.2 La cantidad de microorganismos específicos (activos), presentes en las leches fermentadas, durante su vida útil, en los productos de acuerdo a ISO 7889, debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos

PRODUCTO	Yogur, Kefir, leche fermentada, leches fermentadas con inulina y leche fermentada concentrada	Kefir y Kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden al cultivo definido para cada producto	$10^8$ UFC/g	
Bacterias probióticas	$10^7$ UFC/g	
Levaduras		$10^5$ UFC/g

#### 5.4 Requisitos microbiológicos

5.4.1 Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos de ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

5.4.2 Las leches fermentadas, deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g (30°C)	3	0	10	1	ISO 4832
Coliformes fecales, UFC/g (45°C)	3	0	–	0	ISO 11886-2
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	0	10	1	ISO 6611
Staphylococcus					

aureus, UFC/g	3	0	---	0	ISO 6888-1 ó 2
---------------	---	---	-----	---	----------------

En donde:

- n = número de muestras para analizar
- m = criterio de aceptación
- M = criterio de rechazo
- c = número de unidades que pueden estar entre m y M

5.4.3 Cuando se analicen muestras individuales se tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

#### 5.5 Contaminantes

5.5.1 El límite máximo de contaminantes para las leches fermentadas son los indicados en la tabla 4.

**TABLA 4. Contaminantes**

Contaminante	Límite máximo	Método de ensayo
Aspergillus	0,1 mg/kg	AOAC 963.21
Penicillium	0,5 mg/kg	ISO 6733
Aflatoxina B <sub>1</sub>	0,5 µg/kg	ISO 14501

#### 5.6 Aditivos

5.6.1 Aromatizantes: los permitidos en la Norma CODEX de aditivos CX/FAC 06/38/9, Part 1 and Part 2

5.6.2 Colorantes: los permitidos en la Norma CODEX de aditivos CX/FAC 06/38/9, Part 1 and Part 2

5.6.3 Espesantes, estabilizantes: Máximo mg/kg (solos o mezclados)

Alginato de sodio	5000
Alginato de potasio	500
Alginato de amonio	500
Alginato de calcio	500
Alginato de propilenglicol	5000
Agar	200
Carragenina	500
Goma de Algarrobo	1000
Goma guar	500
Goma tragacanto	1000
Goma arábiga	5000
Goma Xantán	5000
Goma araya	5000
Metilcelulosa	PCF
Metilnilcelulosa	5000
Carboxi metil celulosa sódica	10000
Pectina y pectina amilasa	10000
Gelatina	PCF
Adipato acetilado de di almidón	10000
Almidón acetilado	10000
Almidón oxidado	10000
Caragenato de Na, K, NH <sub>4</sub>	5000
Fosfato acetilado de di almidón	10000
Fosfato de di almidón	10000
Fosfato de hidroxil propil de di almidón	10000
Fosfato de mono almidón	10000
Fosfato fosfatado de di almidón	10000
Hidroxipropil almidón	10000

#### 5.6.4 Edulcorantes

Sacarina y sus sales de Ca, K, Na

Aspartame  
Sorbitol  
Xilitol  
Manitol  
Sucralosa  
Acesulfame de K

PCF

#### 5.6.5 Enzimas

Estearasa  
Lactasa

}

PCF

5.6.6 Conservantes (que proceden exclusivamente de sustancias aromatizantes por efecto de la fermentación)

Salicilatos y sales de sodio, potasio y calcio

}

50 mg/kg (solos o mezclados)

#### 5.7 Requisitos de empaques

5.7.1 Los empaques, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en buenas condiciones durante toda su vida útil.

5.7.2 La comercialización de este producto se realizará en unidades del SI.

#### 5.7.3 Embasado y embalaje

5.7.3.1 **Envasado.** Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la conservación de la calidad del producto.

5.7.3.2 Las leches fermentadas deben envasarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no presente características organolépticas del mismo.

5.7.3.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantengan las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento y transporte.

### 6. INSPECCIÓN

#### 6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el Anexo 1.

#### 6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma. Si no cumple, el lote se rechaza.

### 7. ETIQUETADO

7.1 Los envases deben llevar declaraciones de impresión permanente, con caracteres legibles a simple vista e indelebles bajo condiciones de uso normal. No puede utilizarse para el efecto ningún tipo de adhesivos.

7.2 La etiqueta debe contener la siguiente información:

- razón social del fabricante y marca comercial,
- El nombre del producto según la siguiente declaración, "Yogur"; "Kefir"; "Kumis"; "Leche acidificada"; "Bebida láctea" dependiendo de su contenido de grasa, "entera, semidescremada o descremada".
- Identificación del lote de producción,
- volumen neto al envasar, en unidades SI
- número de Registro Sanitario, u otro requisito legalmente establecido en el país de destino
- fecha máxima de consumo,
- lista de ingredientes,
- país de origen,
- número de esta norma,

j) forma de conservación

k) información nutricional

l) Cuando se hayan añadido vitaminas, se debe indicar los aportes vitamínicos por porción o por cada 100 cm<sup>3</sup> de leche.

**7.3** A excepción de las Bebidas lácteas a base de leche fermentada, en los otros productos, en el rotulado y deben incluir el siguiente texto: "MANTENGASE EN REGRIFERACIÓN".

**7.4** Cuando contenga sorbitol se debe declarar: "CONTIENE SORBITOL" "EL CONSUMO EN EXCESO DE SORBITOL PUEDE CAUSAR EFECTO LAXANTE".

IBNORCA - norma en estudio

#### BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2365 Leches con Ingredientes. Requisitos. Quito, 2006

Norma Técnica Colombiana NCT 805 Productos Lácteos. Leches Fermentadas. Bogotá 2000

Programa Conjunto FAO - OMS NORMA DEL CODEX PARA LECHES FERMENTADAS. CODEX STÁN 243-2003.

Ministerio de Agricultura y de Abastecimiento del Brasil. Resolución Nº 5 de 13 de noviembre del 2000. Especificaciones para las leches fermentadas.

Ministerio de Salud. Norma Mexicana NOM 185-SSA1-2002 Productos y servicios. Mantequilla, leche condensada, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, leche de leche. Especificaciones sanitarias. México 2002.

IBNORCA - Norma en estudio

## 7.4 Norma INEN para la determinación de grasa

COD: 351.773.137.127		AL 03.01-302	
Norma Técnica Ecuatoriana	LECHE. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA	INEN 12	1973-06
<b>1. OBJETO</b>			
1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los métodos para determinar el contenido de grasa de la leche.			
<b>2. ALCANCE</b>			
2.1 Esta norma se aplica a los siguientes tipos de leche:			
a) Leche fresca.			
b) Leche homogeneizada (pasteurizada o esterilizada).			
c) Leche descremada o semidescremada.			
2.2 En esta norma se describen el método de Gerber y el método de Röse-Gottlieb.			
<b>3. TERMINOLOGIA</b>			
3.1 Contenido de grasa de la leche. Es la cantidad, expresada en porcentaje de masa, de sustancias, principalmente grasas, extraídas de la leche mediante procedimientos normalizados.			
3.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la norma INEN 3.			
<b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b>			
4.1 Para determinar el contenido de grasa en los productos considerados por esta norma, podrá usarse cualquiera de los dos métodos descritos en esta norma. En casos de discrepancia o litigio deberá usarse el método de Röse-Gottlieb.			
4.2 Las pipetas aforadas y los butirómetros, usados para aplicar el método de Gerber, deberán estar debidamente estandarizados e inspeccionados.			
(Continúa)			

## 5. METODO DE GERBER

### 5.1 Resumen

5.1.1 Separar, mediante acidificación y centrifugación, la materia grasa contenida en el producto analizado, y determinar el contenido de grasa mediante lectura directa en un butirómetro estandarizado.

### 5.2 Instrumental

5.2.1 Pipeta aforada de 10 cm<sup>3</sup>, de seguridad, para ácido sulfúrico.

5.2.2 Pipeta aforada de 1 cm<sup>3</sup>, para alcohol amílico.

5.2.3 Pipeta aforada de 10.94 cm<sup>3</sup>, para medir la muestra.

5.2.4 Butirómetros Gerber, para leche y para leche descremada, (ver A.1).

5.2.5 Centrifuga, con velocidad de 1100 ± 100 r/min.

5.2.6 Baño de agua, con regulador de temperatura, ajustado a 65 ± 2° C.

5.2.7 Baño María.

### 5.3 Reactivos

5.3.1 Acido sulfúrico, concentrado para análisis, con densidad 1,815 ± 0,003 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.

5.3.2 Alcohol amílico, compuesto principalmente de 3-metil-butanol y 2-metil-butanol y prácticamente exento de alcoholes amílicos secundarios o terciarios y furfural; deberá tener una densidad de 0,811 ± 0,002 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.

5.3.3 Agua desfilada.

### 5.4 Preparación de la muestra

5.4.1 Llevar la muestra a una temperatura de aproximadamente 20°C, y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

5.4.2 Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35°-40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriar rápidamente hasta 18°-20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

### 5.5 Procedimiento

5.5.1 Para la determinación del contenido de grasa en la leche fresca u homogeneizada (pasteurizada o esterilizada) debe usarse el butirómetro Gerber para leche, mientras que para la leche descremada debe usarse el butirómetro Gerber para leche descremada.

5.5.2 Verter 10 cm<sup>3</sup>, exactamente medidos, de ácido sulfúrico en el butirómetro respectivo, cuidando de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro.

(Continúa)

**5.5.3** Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada, y pipetear  $10,94 \text{ cm}^3$  de leche, de tal manera que el borde inferior del menisco coincida con la línea de calibración de la pipeta después de limpiar con papel absorbente la parte exterior de su punta de descarga. Luego, sosteniendo la pipeta con su punta pegada al borde inferior del cuello del butirómetro, descargar cuidadosamente la leche en el mismo hasta que el menisco se detenga, dejar transcurrir 3 segundos y frotar la punta de la pipeta contra la base del cuello del butirómetro.

**5.5.4** Verter  $1 \text{ cm}^3$ , exactamente medido, de alcohol amílico en el butirómetro, cuidando de no humedecer con el alcohol el cuello del butirómetro. El alcohol amílico debe añadirse siempre después de la leche.

**5.5.5** Tapar herméticamente el cuello del butirómetro y agitar en una vitrina de protección, invirtiendo lentamente al butirómetro dos o tres veces durante la operación, hasta que no aparezcan partículas blancas.

**5.5.6** Inmediatamente después de la agitación, centrifugar el butirómetro con su tapa colocada hacia afuera. Si no hay un número suficiente de butirómetros para llenar completamente la centrifuga, colocarlos simétricamente, equilibrándolos con uno que contenga igual volumen de agua en caso de ser necesario. Una vez que la centrifuga alcanza la velocidad necesaria, continuar la centrifugación durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 5 min, a tal velocidad.

**5.5.7** Retirar el butirómetro de la centrifuga y colocarlo, con la tapa hacia abajo, en el baño de agua a  $65 \pm 2^\circ \text{C}$  durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 10 min, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en el agua.

**5.5.8** Luego, dependiendo del tipo de leche analizada, proceder de acuerdo con 5.5.9, 5.5.10 ó 5.5.11.

**5.5.9** *Leche fresca.* Antes de proceder a la lectura, colocar el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa sobre la marca de una graduación principal de la escala; esto se consigue presionando o alojando adecuadamente la tapa del butirómetro. Leer las medidas correspondientes a la parte inferior del menisco de grasa y al nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa; la diferencia entre las dos lecturas da el contenido de grasa de la leche. Al realizar las lecturas, debe mantenerse la escala en posición vertical y el punto de lectura al mismo nivel de los ojos. La lectura del menisco debe aproximarse a 0,05%. (ver 5.5.12).

**5.5.10** *Leche homogenizada (pasteurizada o esterilizada).* Realizar una primera lectura de acuerdo con lo indicado en 5.5.9. Luego, ajustar la tapa si es necesario e, inmediatamente, repetir por segunda vez la centrifugación, el calentamiento a  $65 \pm 2^\circ \text{C}$  y la lectura. Si la segunda lectura difiere de la primera, repetir por tercera vez la centrifugación, el calentamiento a  $65 \pm 2^\circ \text{C}$  y la lectura; la medida válida corresponde a la segunda o tercera lectura, según el caso, (ver 5.5.12).

**5.5.11** *Leche descremada.* Repetir por segunda vez la centrifugación y el calentamiento a  $65 \pm 2^\circ \text{C}$ , y realizar la lectura de acuerdo con lo indicado en 5.5.9, (ver 5.5.12).

**5.5.12** *Instrucciones adicionales.* Si existe formación de una capa esponjosa o no definida en la base de la columna de grasa, debe repetirse el ensayo teniendo cuidado de añadir el volumen correcto de alcohol amílico y de disolver completamente cualquier partícula blanca de la leche. Si la columna de grasa presenta una coloración muy oscura que dificulta la lectura, o hay carbonización en la interfase, debe repetirse el ensayo luego de verificar la densidad del ácido sulfúrico. El butirómetro debe lavarse perfectamente al final de la operación (ver A.1).

(Continúa)

## 6. METODO DE RÖSE – GOTTLIEB

### 6.1 Resumen

6.1.1 Extraer con éter dietílico y éter de petróleo la grasa contenida en una solución etanólica amoniacal de leche; evaporar los solventes y pesar el residuo.

### 6.2 Instrumental

6.2.1 *Balanza analítica*. Sensible al 0,1 mg.

6.2.2 *Centrífuga*, provista con motor trifásico (ver nota 1), apropiada para colocar los tubos de extracción y capaz de mantener una velocidad de  $550 \pm 50$  r/min. El uso de la centrífuga es opcional (ver 6.5.6).

6.2.3 *Estufa*, con ventilación y regulador de temperatura, ajustada a  $102^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ , o estufa al vacío, ajustada a una temperatura de  $70^\circ$  a  $75^\circ\text{C}$  y presión menor de 66 kPa, (50 mm Hg).

6.2.4 *Matraces Erlenmeyer*, de 150 a 250  $\text{cm}^3$  de capacidad.

6.2.5 *Tubos o matraces de extracción*. Pueden usarse tubos de Rohring o matraces de Mojonnier, con tapones herméticos de vidrio esmerilado, neopreno u otro material que no sea afectado por los solventes usados.

6.2.6 *Material para facilitar la ebullición*, exento de grasa, no poroso. Pueden usarse perlas de vidrio o de otro material adecuado.

6.2.7 *Desecador*, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado.

6.2.8 *Baño María*.

### 6.3 Reactivos

6.3.1 *Solución al 25 % de amoníaco*, con densidad aproximada de  $0,91 \text{ g/cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ .

6.3.2 *Alcohol Etílico*. Solución al 94-97 % (V/V).

6.3.3 *Éter dietílico*, exento de peróxido (ver A.2).

6.3.4 *Éter de petróleo*, con cualquier intervalo de destilación comprendido entre  $30^\circ$  y  $60^\circ\text{C}$ .

### 6.4 Preparación de la muestra

6.4.1 Llevar la muestra a una temperatura de aproximadamente  $20^\circ\text{C}$  y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efectos de la agitación.

6.4.2 Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta  $35$ - $40^\circ\text{C}$ , mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriarla rápidamente hasta  $18$ - $20^\circ\text{C}$ . Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

**NOTA 1.** El motor trifásico evite la formación de chispas que pueden producir explosión con los solventes.

(Continúa)

## 6.5 Procedimiento

**6.5.1** La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada, (ver 6.5.13).

**6.5.2** Secar un matraz Erlenmeyer (que puede contener, si se desea, el material para facilitar la ebullición) en la estufa durante 30 a 60 min. Dejarlo enfriar en el desecador y pesarlo con aproximación a 0,1 mg.

**6.5.3** Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada e, inmediatamente, transferir al matraz o tubo de extracción y pesar con aproximación a 0,1 mg, de 10 a 11 g de muestra.

**6.5.4** Agregar a la porción de ensayo 1,5 cm<sup>3</sup> de solución al 25 % de amoníaco y mezclar completamente. Agregar 10 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico y agitar el contenido del matraz o tubo de extracción, manteniéndolo abierto.

**6.5.5** Añadir 25 cm<sup>3</sup> de éter dietílico y, después de cerrar el matraz o tubo de extracción con el tapón humedecido, mezclar el contenido agitándolo energicamente e invirtiéndolo repetidamente durante 1 minuto; si es necesario enfriar en corriente de agua. Quitar cuidadosamente el tapón y agregar 25 cm<sup>3</sup> de éter de petróleo, empleando parte de Colocar nuevamente el tapón y mezclar el contenido agitándolo e invirtiéndolo repetidamente durante 30 segundos. No debe agitarse energicamente si no se usa centrifuga.

**6.5.6** Dejar en reposo el matraz o tubo de extracción hasta que la capa superior etérea llegue a separarse totalmente de la capa acuosa quedando completamente limpia. Puede acelerarse la separación mediante el uso de una centrifuga adecuada.

**6.5.7** Quitar cuidadosamente el tapón y enjuagar con unos pocos mililitros de éter de petróleo el interior del cuello del matraz o tubo de extracción. Transferir lo más completamente posible, mediante decantación o con ayuda de un sifón (ver nota 2), la capa superior etérea al matraz Erlenmeyer tarado (ver 6.5.2), teniendo cuidado de no arrastrar ninguna porción de capa acuosa. A continuación, enjuagar el tapón del matraz o tubo de extracción y el sifón con una pequeña porción de éter de petróleo, incorporando esta porción al contenido del matraz Erlenmeyer.

**6.5.8** Repetir la extracción dos veces más (ver nota 3) siguiendo el procedimiento indicado en 6.5.5 a 6.5.7, pero usando cada vez 15 cm<sup>3</sup> de éter dietílico y 15 cm<sup>3</sup> de éter de petróleo omitiendo el enjuague final en la última extracción.

**6.5.9** Evaporar o destilar cuidadosamente los solventes contenidos en el matraz Erlenmeyer y secar el residuo en la estufa durante una hora, colocando el matraz en posición horizontal.

**6.5.10** Dejar enfriar el matraz Erlenmeyer en el desecador, pesarlo con aproximación a 0,1mg. Repetir el calentamiento por períodos, de 30 a 60 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

**6.5.11** Agregar 15 a 25 cm<sup>3</sup> de éter de petróleo para verificar si el material extraído es completamente soluble. Calentar suavemente y agitar hasta que toda la grasa se haya disuelto. Si el material extraído es completamente soluble en el éter de petróleo, la masa de grasa es la diferencia entre la masa final del matraz con el extracto y la masa original del matraz vacío (ver 6.5.2).

---

NOTA 2: Cuando la transferencia se realiza por decantación, puede ser necesario añadir un poco de agua destilado para elevar el nivel de separación entre las dos capas y facilitar así la decantación.

NOTA 3: Para leche descremada en máquina, es suficiente repetir la extracción una sola vez.

(Continúa)

**6.5.12** Si el material extraído no es completamente soluble en el éter de petróleo, o en caso de duda y siempre en caso de discrepancia o litigio (ver 4.1), extraer la grasa del matraz mediante lavados sucesivos con éter de petróleo tibio, dejando que el material insoluble se asiente antes de cada decantación. Enjuagar la parte exterior del cuello del matraz tres veces. Calentar el matraz con el material insoluble durante una hora en la estufa, colocándolo en posición horizontal. Enfriarlo en el desecador y, procediendo de acuerdo con lo indicado en 6.5.10, pesarlo con aproximación a 0,1 mg. La masa de grasa, en este caso, es la diferencia entre la masa del matraz con el extracto total y la masa del matraz con el material insoluble.

**6.5.13** Debe realizarse un solo ensayo en blanco sobre 10 cm<sup>3</sup> de agua destilada, usando el mismo instrumental, los mismos reactivos en las mismas cantidades y el mismo procedimiento, en igual forma que para la muestra. Si la materia extraída excede de 0,5 mg, los reactivos deberán purificarse o desecharse y el ensayo deberá repetirse.

## 6.6 Cálculos

**6.6.1** El contenido de grasa en la leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Siendo:

$G$  = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

$m$  = masa de la muestra analizada, en g.

$m_1$  = masa del Erlenmeyer con el extracto, en g.

$m_2$  = masa del Erlenmeyer vacío, o del Erlenmeyer con el material insoluble, en g.

$m_3$  = masa del Erlenmeyer con el extracto resultante en la determinación en blanco, en g.

$m_4$  = masa del Erlenmeyer vacío empleado en la determinación en blanco, o del Erlenmeyer con material insoluble, en g.

## 6.7 Errores de método

**6.7.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado, no debe exceder de 0,03 %, en caso contrario debe repetirse la determinación.

## 6.8 Informe de resultados

**6.8.1** Como resultado final debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

**6.8.2** En el informe de los resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado, y debe incluirse la identificación de la muestra.

(Continúa)

## ANEXO A

### A.1 LIMPIEZA DE LOS BUTIRÓMETROS

**A.1.1** Es conveniente limpiar los butirómetros mientras están calientes para mayor facilidad de la limpieza.

**A.1.2** Quitar los tapones y, luego de verter el ácido en una cápsula, lavar los butirómetros llenándolos parcialmente con una solución a 40°-50°C de carbonato de sodio o fosfato trisódico al 2% (o con algún detergente adecuado) y agitándolos enérgicamente para conseguir la limpieza de la ampolla graduada. Repetir la operación tres o cuatro veces.

**A.1.3** Enjuagar inmediatamente con agua caliente, dos o tres veces, con agitación enérgica y, finalmente, aclararlos con agua fría y colocarlos, con el cuello hacia abajo, en una gradilla para que gocéen y se sequen.

**A.1.4** Inmediatamente antes de usar los butirómetros es indispensable verificar que se encuentren completamente secos.

### A.2 DETERMINACION DE PEROXIDOS EN EL ÉTER DIETILICO

**A.2.1** Para determinar la presencia de peróxidos en el éter dietílico, agregar a 10 cm<sup>3</sup> de éter, contenidos en una pequeña probeta provista de tapón de vidrio esmerilado y previamente lavada con éter, 1 cm<sup>3</sup> de solución de yoduro de potasio al 10%, recién preparada. Agitar bien y dejar en reposo durante un minuto. No debe aparecer coloración amarilla en ninguna de las capas.

**A.2.2** El éter dietílico puede mantenerse exento de peróxidos añadiéndole tiras de zinc formadas de una lámina que previamente ha sido sumergida en una solución, diluida y acidificada, de sulfato de cobre durante 1 minuto y luego lavada en agua. Deben usarse aproximadamente 80 cm<sup>2</sup> de lámina de zinc para cada litro de éter, y debe cortarse la lámina en tiras de una longitud suficiente para llegar desde el fondo hasta, por lo menos, la mitad del envase.

(Continúa)

**APENDICE Z****Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

INEN 3 *Leche y productos lácteos. Definiciones.*

**Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA**

INEN 3 *Leche y productos lácteos. Definiciones.*  
INEN 4 *Leche y productos lácteos. Muestreo.*  
INEN 9 *Leche fresca. Requisitos.*  
INEN 10 *Leche pasteurizada. Requisitos.*  
INEN 11 *Leche. Determinación de la densidad relativa.*  
INEN 12 *Leche. Determinación del contenido de grasa.*  
INEN 13 *Leche. Determinación de la acidez titulable.*  
INEN 14 *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas.*  
INEN 15 *Leche. Determinación del punto de congelación.*  
INEN 16 *Leche. Determinación de proteínas.*  
INEN 17 *Leche y productos lácteos. Examen microbiológico. Disposiciones generales.*  
INEN 18 *Leche. Ensayo de reductasas.*  
INEN 19 *Leche pasteurizada. Ensayo de fosfatasa.*  
INEN 20 *Leche. Determinación de bacterias activas.*  
INEN 21 *Leche pasteurizada. Contaje de bacterias coliformes.*  
INEN 91 *Leche. Determinación del índice refractométrico.*

**Z.3 BASES DE ESTUDIO**

Recomendación ISO R 1211. *Milk. Determination of fat content. Reference method* International Organization for Standardization, Suiza, 1970.

Propuesta de Norma Centroamericana ICAITI 34 046 h2. *Leche y productos lácteos. Métodos de ensayo y análisis. Determinación de la materia grasa por el método de Rose-Gottlieb.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, Guatemala, 1969.

Norma Británica BS 696. *Gerber method for the determination of fat in milk and milk products.* British Standards Institution, Londres, 1969.

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Documento: NTE INEN 12	TÍTULO GRASA	LECHE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE	Código: AL 03.01-302
---------------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de  Fecha de iniciación del estudio:
---	---

Fechas de consulta pública: de 1972-10-13 a 1972-11-15

Subcomité Técnico: CT 7-2º Leche y productos lácteos

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1971-06-21

Integrantes del Subcomité Técnico: CT 7.2

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Sr. Manuel Tobar Zaldumbide  
Dr. Alberto Proaño  
Ing. Nicolás Guillén,  
Dr. Germán Fierro y  
Dr. Sergio Coellar

HERTOB, PROMISA, EL ANGEL,  
MINISTERIO DE LA PRODUCCION  
MINISTERIO DE LA PRODUCCION  
PASTEURIZADORA QUITO, ILESA, SUPER DE  
GUAYAQUIL E INDUSTRIA LECHERA  
CARCHI

Ing. Carlos Molina  
Ing. Jaime Flores González  
Sr. Luis González  
Dr. Herman Avila Orejuela  
Dr. Nelson Valle P.  
Dr. Gustavo Guerra  
Dr. Jorge Donoso  
Sr. Carlos Pazmiño Gallo  
Ing. Federico Schaefer  
Ing. Ejvind Christensen  
Sr. José E. Muñoz  
Sr. Pablo Lora  
Ing. José Arellano  
Dra. Leonor Orozco

CAMARA DE AGRICULTURA DE LA 1ra. Zona  
CAMARA DE AGRICULTURA DE LA 1ra. Zona  
PRODUCTOS LACTEOS GONZALEZ  
PRODUCTOS LACTEOS GONZALEZ  
INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION  
INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION  
DIRECCIÓN DE HIGIENE MUNICIPAL  
INDUSTRIA LECHERA CAP  
FAO  
FAO  
COLEGIO DE QUÍMICOS DE PICHINCHA  
INSTITUTO DE COMERCIO EXTERIOR E  
INTEGRACIÓN.  
CENTRO DE DESARROLLO CENDES  
INEN

Otros trámites: \* Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04, publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20. El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1973-08-15

Oficializada como: Obligatoria  
Registro Oficial No. 437 del 1973-11-21

Por Acuerdo Ministerial No. 830 del 1973-10-25

\*Actualmente (AL 03.01).

## 7.5 Norma INEN para la determinación de la acidez

COD: 637.127.6		INEN		AL 03.01-303	
Norma Técnica Ecuatoriana		LECHE. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE		INEN 13 Primera Revisión	
<b>1. OBJETO</b>					
1.1 Esta norma establece el método para determinar la acidez titulable de la leche.					
<b>2. ALCANCE</b>					
2.1 Esta norma se aplica a los siguientes tipos de leche:					
a) Leche fresca.					
b) Leche homogenizada (pasteurizada o esterilizada).					
c) Leche descremada o semidescremada.					
<b>3. TERMINOLOGIA</b>					
3.1 <b>Acidez titulable de la leche.</b> Es la acidez de la leche, expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico, y determinada mediante procedimientos normalizados.					
3.2 Otros términos relacionados con esta norma se definen en la Norma INEN 3.					
<b>4. RESUMEN</b>					
4.1 Se titula la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.					
<b>5. INSTRUMENTAL</b>					
5.1 <b>Balanza analítica.</b> Sensible al 0,1 mg.					
5.2 <b>Matraz Erlenmeyer</b> de 100 cm <sup>3</sup> .					
5.3 <b>Matraz aforado</b> de 500 cm <sup>3</sup> .					
5.4 <b>Bureta</b> de 25 cm <sup>3</sup> , con divisiones de 0,05 cm <sup>3</sup> o de 0,1 cm <sup>3</sup> .					
5.5 <b>Estufa</b> , con regulador de temperatura, ajustada a 103 <sup>o</sup> ± 2°C.					
5.6 <b>Desecador</b> , con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado.					
(Continúa)					

## 6. REATIVOS

- 6.1 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio**, debidamente estandarizada.
- 6.2 Solución indicadora de fenolftaleína**. Disolver 0,5 g de fenolftaleína en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico de 95 - 96 % (V/V).
- 6.3 Agua destilada**, exenta de CO<sub>2</sub> y fría.

## 7. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 7.1** Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.
- 7.2** Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; enfriar rápidamente hasta 18° - 20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

## 8. PROCEDIMIENTO

- 8.1** La determinación realizar por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- 8.2** Lavar cuidadosamente y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a 103° ± 2°C durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- 8.3** Invertir, lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir al matraz Erlenmeyer y pesar con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra.
- 8.4** Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.
- 8.5** Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida de acuerdo con lo indicado en 8.4) que desaparece lentamente.
- 8.6** Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
- 8.7** Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

(Continúa)

## 8. CALCULOS

8.1 La acidez titulable de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente (ver nota 1).

$$A = 0,090 \frac{V \times N}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

A = acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico (ver Anexo A).

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m<sub>1</sub> = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

8.2 El porcentaje de acidez titulable debe calcularse con aproximación a milésimas.

## 10. ERRORES DE MÉTODO

10.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,005%, en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 11. INFORME DE RESULTADOS

11.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, aproximada a centésimas.

11.2 En el informe de resultados, debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

11.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

NOTA 1. El factor 0,090 de la ecuación de cálculo es exacto.

(Continúa)

**ANEXO A**

**EXPRESIÓN DE LA ACIDEZ EN OTRAS UNIDADES**

**A.1** Si se desea calcular la acidez titulable de la leche en gramos de ácido láctico por cada 1 000 cm<sup>3</sup> de leche (g/1 000 cm<sup>3</sup>) deberá aplicarse la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez en g/1 000 cm}^3 = 10 \cdot A \cdot d$$

Donde:

d = densidad relativa de la leche.

A = acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico.

A<sub>D</sub> = si se desea calcular la acidez titulable de la leche en grados Dornic (0,1 g/1 000 cm<sup>3</sup>), debe dividirse para 10 la acidez titulable expresada en g/1 000 cm<sup>3</sup> (ver A.1).

(Continúa)

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 3. Leche y productos lácteos. Definiciones.

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Francesa NF V 04-206. *Laít. Détermination de L' acidité titrable.* Association Française de Normalization AFNOR. Paris, 1970.

Propuesta de Norma Centroamericana ICAITI 34 046 h9. *Leche y productos lácteos. Métodos de ensayo y análisis. Determinación de la acidez titulable.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, ICAITI. Guatemala, 1969.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 13 Primera Revisión	<b>TÍTULO:</b> LECHE DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ <b>TITULABLE.</b>	<b>Código:</b> <b>AL.03.01-303</b>
--	--	---------------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1973-08-15 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIO por Acuerdo No. 829 de 1973-10-25 publicado en el Registro Oficial No. 437 de 1973-11-21  Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de No existen datos a

Subcomité Técnico: **AL.03.01 PRODUCTOS LÁCTEOS**

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1982-06-30

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Dr. Oscar Lantigua  
Dr. Joffre Wirth  
Sr. Patricio Zaldumbide  
Sr. Edgar Cajas  
Sr. Eduardo Iturralde  
Sr. Josef Dobach  
Sr. Alberto Focire  
Sr. Hais Noboa  
Ing. David Gersbach  
Bart. Mónica Sena  
Dra. Rosa de León  
Dra. Rosa Sínche  
Dra. Teresa Avila  
Sra. Catalina de Escudero  
Sr. Jorge González  
Ing. Marco de la Torre  
Sr. Alberto Proano  
Sr. Alfredo Viteri  
Dra. Consuelo Alvarin  
Dra. Elena de Cárdenas  
Sr. Eliohard Thiel  
Sr. B.F. Widmer  
Dr. Hernán Avila  
Ing. Carlos Abecón  
Ing. Nelson Jaramillo  
Dr. Gustavo Guerra  
Dra. Magdalena Bías  
Dra. Lucina Orcoz

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

UNIVERSIDAD CENTRAL FAC. QUIM. Y FAR.  
AIPLE. PASTEURIZADORA QUITO  
HERTOB C.A. MIRAFLORES  
LA AVELINA  
LA AVELINA  
COTECSU  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
AGRIPAC CIA. LTDA.  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE LOJA  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-QUITO  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-QUITO  
LABORATORIO DE HIGIENE MUNICIPAL  
LABORATORIO DE HIGIENE MUNICIPAL  
PASTEURIZADORA QUITO  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
REAL PROMOTORA ANENNA  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-Guayaquil  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-Guayaquil  
INEDECA S.A.  
INEDECA S.A.  
PRODUCTOS LÁCTEOS GONZALEZ  
INSOTEC  
INSOTEC  
MINISTERIO DE SALUD  
MINISTERIO DE SALUD  
INEN

Otros trámites: \*4 Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20. El Consejo Directivo del ENEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-06-14.

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No. 229 del 1984-04-17.  
Registro Oficial No. 735 del 1984-04-27.

## 7.6 Norma INEN para la determinación de proteína

CDU: 637.127.6		INEN		AL 03 01-006	
Norma Técnica Ecuatoriana		LECHE. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS		INEN 1 6 Primera Revisión	
<b>1. OBJETO</b>					
1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteínas en la leche.					
<b>2. ALCANCE</b>					
2.1 Esta norma se aplica a los siguientes tipos de leche:					
a) Leche fresca.					
b) Leche homogenizada (pasteurizada o esterilizada).					
c) Leche descremada o semidescremada.					
<b>3. TERMINOLOGIA</b>					
3.1 <b>Contenido de proteínas en la leche.</b> Es la cantidad de nitrógeno total de la leche, expresada convencionalmente como contenido de proteínas, y determinada mediante procedimientos normalizados.					
3.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la Norma INEN 3.					
<b>4. RESUMEN</b>					
4.1 Se determina el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl, y se multiplica el resultado por el factor 6,38 para expresarlo como proteína.					
<b>5. INSTRUMENTAL</b>					
5.1 <b>Aparato de Kjeldahl,</b> para digestión y destilación.					
5.2 <b>Matraz Kjeldahl</b> de 50 cm <sup>3</sup> .					
5.3 <b>Matraz Erlenmeyer</b> de 500 cm <sup>3</sup> .					
5.4 <b>Bureta</b> de 50 cm <sup>3</sup> .					
5.5 <b>Balanza analítica.</b> Sensible al 0,1 mg.					
(Continúa)					

## 6. REACTIVOS

- 6.1** Ácido sulfúrico concentrado, con densidad  $1,84 \text{ g/cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ , exento de nitrógeno.
- 6.2** Solución  $0,1 \text{ N}$  de ácido sulfúrico, debidamente estandarizada.
- 6.3** Solución concentrada de hidróxido de sodio. Disolver  $450 \text{ g}$  de hidróxido de sodio sólido en agua destilada y diluir la solución hasta  $1\,000 \text{ cm}^3$ . La densidad relativa de la solución final debe ser mayor de  $1,36$ .
- 6.4** Solución  $0,1 \text{ N}$  de hidróxido de sodio, debidamente esterilizada.
- 6.5** Solución de sulfuro alcalino o solución de tiosulfato de sodio. Disolver  $40 \text{ g}$  de sulfuro de potasio o de sulfuro de sodio en  $1\,000 \text{ cm}^3$  de agua destilada; o disolver  $80 \text{ g}$  de tiosulfato de sodio pentahidratado en  $100 \text{ cm}^3$  de agua destilada.
- 6.6** Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, exento de nitrógeno, reactivo para análisis.
- 6.7** Óxido mercuríco, o mercurio metálico, reactivo para análisis (ver Anexo A).
- 6.8** Solución alcohólica de rojo de metilo. Disolver  $1 \text{ g}$  de rojo de metilo en  $200 \text{ cm}^3$  de alcohol etílico al  $95\%$  (V/V).

## 7. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 7.1** Llevar la muestra a una temperatura aproximada de  $20^\circ\text{C}$  y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.
- 7.2** Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta  $35^\circ - 40^\circ\text{C}$ , mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriar rápidamente hasta  $18^\circ - 20^\circ\text{C}$ . Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

## 8. PROCEDIMIENTO

- 8.1** La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada, (ver 5.13).
- 8.2** Pesar, con aproximación al  $0,1 \text{ mg}$ , aproximadamente  $5 \text{ g}$  de muestra.
- 8.3** Transferir la muestra al matraz Kjeldahl y agregar el catalizador (ver Anexo A), formado por  $0,7 \text{ g}$  de óxido mercuríco (ó  $0,65 \text{ g}$  de mercurio metálico) y  $15 \text{ g}$  de sulfato de potasio en polvo (ó  $15 \text{ g}$  de sulfato de sodio anhidro).

(Continúa)

8.4 Agregar 25 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado, y un trozo pequeño de parafina para reducir la formación de espuma durante la digestión.

8.5 Agitar el matraz y colocarlo en forma inclinada en la hornilla del aparato de kjeldahl. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma, y aumentar el calentamiento hasta que el contenido del matraz hierva uniformemente y presente un aspecto límpido; continuar el calentamiento durante 30 minutos y dejar enfriar.

8.6 Agregar aproximadamente 200 cm<sup>3</sup> de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C; agregar 25 cm<sup>3</sup> de la solución de sulfuro alcalino (o tiosulfato de sodio) y agitar la mezcla para precipitar el mercurio, (ver A.2).

8.7 Agregar unas pocas granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.

8.8 Inclinarse el matraz y verter por sus paredes, cuidadosamente, para que se formen dos capas, 50 cm<sup>3</sup> de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuera necesario, para alcanzar un alto grado de alcalinidad).

8.9 Inmediatamente, conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe estar sumergido en 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> a la cual se han agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.

8.10 Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y luego calentarlo.

8.11 Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer, (lo cual se logra después de destilar por lo menos 150 cm<sup>3</sup>).

8.12 Usando la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer.

8.13 Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 8.3, para cada determinación o serie de determinaciones.

## 9. CALCULOS

9.1 El contenido de proteínas en la leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = (1,40)(6,38) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en la leche, en porcentaje de masa.

V<sub>1</sub> = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>1</sub> = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V<sub>2</sub> = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>2</sub> = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V<sub>3</sub> = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

V<sub>4</sub> = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

m = masa de la muestra de la leche, en g.

(Continúa)

## 10. ERRORES DE MÉTODO

10.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,005%, en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 11. INFORME DE RESULTADOS

11.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

11.2 En el informe de resultados, debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

11.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continua)

**ANEXO A**  
**CATALIZADORES**

**A.1** Por convenio previo entre las partes interesadas podrán usarse los siguientes catalizadores:

- |    |  |        |
|----|--|--------|
| a) | 2,5 g de la siguiente mezcla:  |        |
|    | selenito de sodio, $\text{Na}_2\text{SeO}_3$   | 3 g    |
|    | sulfato cúprico, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   | 6 g    |
|    | sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$  | 50 g.  |
| b) | 2,5 g de la siguiente mezcla:  |        |
|    | sulfato cúprico, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   | 8 g    |
|    | selenio en polvo   | 8 g    |
|    | sulfato de sodio, $\text{Na}_2\text{SO}_4$   | 500 g. |
| c) | 2,0 g de la siguiente mezcla:  |        |
|    | sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$  | 96 g   |
|    | selenio mercúrico, $\text{HgSeO}_3$  | 4 g.   |
| d) | 10 g de sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$ y 2 g de oxalato de potasio, $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . |        |

**A.2** Cuando se usen los catalizadores indicados en A.1 no deberá agregarse la solución de sulfuro alcalino o de tiosulfato de sodio.

(Continúa)

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 3 *Leche y productos lácteos. Definiciones.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Propuesta de Norma Centroamericana ICAITI 34 046 h5. *Leche y productos lácteos. Métodos de ensayo y análisis. Determinación de proteínas.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial Guatemala, 1969.

Norma Francesa NF V 04 - 211. *Analyse physique et chimique du lait. Dosage de L'azote total.* Association Française de Normalization, AFNOR, Paris, 1954.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 016 Primera revisión	<b>TÍTULO:</b> LECHE DETERMINACIONES DE PROTEÍNAS.	<b>Código:</b> AL 03.01-306
---	--	--------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1973-08-15 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 285 de 1973-10-25 publicado en el Registro Oficial No. 437 de 1973-11-21  Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: **No existen datos** a

**Subcomité Técnico:** AL 03.01 PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1982-06-30

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Dr. Oscar Latorriaga  
Dr. Joffe Wirth  
Sr. Patricio Zaldumbide  
Sr. Edgar Cañes  
Sr. Eduardo Iturralde  
Sr. Josef Dübach  
Sr. Alberto Freire  
Sr. Haís Noboa  
Ing. David Gorbachit  
Bióq. Mónica Sosa  
Dra. Rosa de León  
Dra. Rosa Sinche  
Dra. Teresa Avila  
Sra. Catalina de Escudero  
Sr. Jorge González  
Ing. Marco de la Torre  
Sr. Alberto Proaño  
Sr. Alfredo Viteri  
Dra. Consuelo Alvario  
Dra. Elena de Cárdenas  
Sr. Eliotuel Thiel  
Sr. B.F. Widmer  
Dr. Hernán Avila  
Ing. Carlos Alarcón  
Ing. Nelson Jaramillo  
Dr. Gustavo Guerra  
Dra. Magdalena Bías  
Dra. Leonor Orozco

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

UNIVERSIDAD CENTRAL FAC. QUIM. Y FAR.  
AIPLE. PASTEURIZADORA QUITO  
HERTOB C.A. MIRAFLORES  
LA AVELINA  
LA AVELINA  
COTECSU  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
AGRIPAC CIA. LTDA.  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE LOJA  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-QUITO  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-QUITO  
LABORATORIO DE HIGIENE MUNICIPAL  
LABORATORIO DE HIGIENE MUNICIPAL  
PASTEURIZADORA QUITO  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
REAL PROMOTORA ANDINA  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-Guayaquil  
INSTITUTO LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ-Guayaquil  
INEDECA S.A.  
INEDECA S.A.  
PRODUCTOS LÁCTEOS GONZALEZ  
INSOTEC  
INSOTEC  
MINISTERIO DE SALUD  
MINISTERIO DE SALUD  
INEN

Otros trámites: \*# Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

**El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-06-14**

Oficializada como Obligatoria  
Registro Oficial No. 748 del 1984-05-21

Por Acuerdo Ministerial No. 271 del 1984-04-18

## 7.7 Ficha Técnica del cultivo YC-180 para la elaboración de yogur

**CHR HANSEN**  
*Improving food & health*

### YC-180

Información de Producto  
Versión: 3 PI EU ES 19-07-2016

#### Descripción

Cultivo termófilo Yo-Flex®.

**Composición del cultivo:**  
Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis  
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus  
Streptococcus thermophilus

No Material:	713499	Color:	Blanco a ligeramente rojizo o marrón
Tamaño:	30X50 U	Formato:	FD-DVS
Tipo:	Sobre (s) en caja	Aspecto Físico:	Granulado

#### Almacenaje y manipulación

< -18 °C / < 0 °F

#### Vida útil

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones. A +5°C (41°F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.

#### Aplicación

##### Uso

El cultivo producirá un yogur con un aroma medio, alta viscosidad y media post-acidificación. Adecuado para la fabricación de yogur firme, batido y líquido.

##### Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular	250 l / 66 gal	1,000 l / 264 gal	2,500 l / 660 gal	5,000 l / 1,320 gal	10,000 l / 2,640 gal
Cantidad de cultivo DVS	50 U	200 U	500 U	1,000 U	2,000 U

##### Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación es de 35-45°C (95-113°F). Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

##### Gama

La gama de cultivos Yo-Flex® de inoculación directa a cuba, Direct Vat Set (DVS®) varían desde cultivos muy suaves que aportan características distintivas de aroma de yogur con perfiles distintos de viscosidad.

#### Información técnica

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Página: 1 (3)

La información aquí recogida es, según nuestro leal saber y entender, veraz y exacta y el producto (o productos) que aquí se menciona(n) no viola(n) derechos de propiedad intelectual de terceros. El producto (o productos) puede(n) estar protegido(s) por patentes concedidas o en tramitación, marcas registradas o no registradas o por derechos de propiedad intelectual similares. Copyright © Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.

**CHR HANSEN**

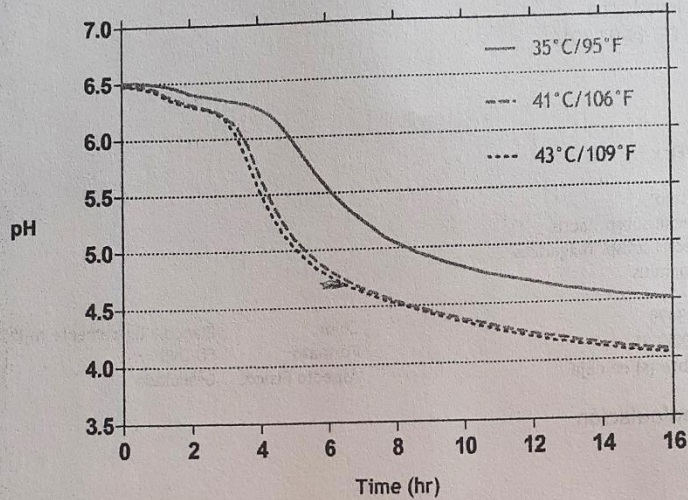
*Improving food & health*

## YC-180

Información de Producto

Versión: 3 PI EU ES 19-07-2016

### Acidification curve



### Condiciones de fermentación:

Leche entera +2 % leche desnatada en polvo (85°C/185°F, 30 minutos)

Inoculación: 500U/2500L

### Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

### Información dietética

Kosher: Kosher Lácteo exclu. Pascua  
Halal: Certificado  
VLOG: Certificado

### Legislación

Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

### Seguridad alimentaria

No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.

### Etiquetado

Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

La información aquí recogida es, según nuestro leal saber y entender, veraz y exacta y el producto (o productos) que aquí se menciona(n) no viola(n) derechos de propiedad intelectual de terceros. El producto (o productos) puede(n) estar protegido(s) por patentes concedidas o en tramitación, marcas registradas o no registradas o por derechos de propiedad intelectual similares. Copyright © Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.

Página: 2 (3)

**YC-180**

Información de Producto  
Versión: 3 PI EU ES 19-07-2016

**Marcas comerciales**

Los nombres de productos, nombres de conceptos, logotipos, marcas y otras marcas comerciales mencionadas en este documento, figuren o no en mayúsculas, en negrita o con el símbolo ® o TM son propiedad de Chr. Hansen A/S o utilizados bajo licencia. Las marcas registradas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aunque estén marcadas con un ®.

**Servicio técnico**

Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita mas información.

**Información GMO**

Con arreglo a la legislación de la Unión Europea\*, podemos declarar que YC-180 no contiene OMG ni materias primas con la etiqueta MG.\*\* Con arreglo a la legislación europea sobre etiquetaje en producto alimentario acabado\*\*, podemos informar de que el uso de YC-180 no requiere etiquetado MG del producto alimenticio final. La posición de Chr. Hansen sobre GMO puede encontrarse en: [www.chr-hansen.com/About us/Policies and positions/Quality and product safety](http://www.chr-hansen.com/About us/Policies and positions/Quality and product safety).

\* Directiva 2001/18/EC del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio de organismos modificados genéticamente, con modificaciones posteriores, y por la que se deroga la Directiva del Consejo 90/220/CEE.  
\*\* Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2003 relativo a la trazabilidad y al etiquetado de organismos modificados genéticamente y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de éstos, y por el que se modifica la Directiva 2001/18/CE, y con modificaciones posteriores.


**Información sobre Alergenos**

Lista de alérgenos comunes de acuerdo con el Acto de 2004 sobre Protección a los Consumidores de la Autoridad sobre Alimentos y Etiquetado de Estados Unidos (FALCPA) y con el Reglamento 1169/2011/EC de la Unión Europea	Presente como ingrediente en el producto
Cereales que contengan gluten* y productos derivados	No
Crustáceos y productos a base de crustáceos	No
Huevos y productos a base de huevo	No
Pescado y productos a base de pescado	No
Cacahuets y productos a base de cacahuets	No
Soja y productos a base de soja	No
Leche y sus derivados (incluida la lactosa)	Sí
Frutos de cáscara* y productos derivados	No
Lista de alérgenos de acuerdo con el Reglamento 1169/2011/EC de la UE, exclusivamente	
Apio y productos derivados	No
Mostaza y productos derivados	No
Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	No
Altramuces y productos a base de altramuces	No
Moluscos y productos a base de moluscos	No
Anhídrido sulfuroso y sulfitos (añadidos) en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/litro expresado como SO <sub>2</sub>	No

\* Por favor, consulte el Reglamento de la UE 1169/2011 Anexo II para una definición legal de los alérgenos comunes. Vea la legislación de la Unión Europea en: [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu).

## 7.8 Ficha Técnica de la Inulina

FICHA TÉCNICA	
INULINA	



### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O PREPARADO

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** INULINA 90 %

**INCI:** Inulín

**CAS:** 9005-80-5

**Fórmula molecular:**  $C_9H_{17}O_5(C_6H_{10}O_5)_nOH$

**Peso molecular:** 3000 g/mol

**APLICACIÓN:** Industria farmacológica y alimentaria. La inulina es una fibra dietética soluble extraída de las raíces de chicoria (*Cichorium intybus* L.) por hidrólisis enzimática.

Pertenece a la clase de los fructanos (familia de polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa, no digeribles. Forma parte de la fibra alimentaria. Usado como suplemento alimentario.

**APARIENCIA:** Polvo blanco granular y amorfo, inodoro o casi inodoro, higroscópico

**NOTA:** Almacenar en envase bien cerrado seco, y proteger de la luz directa y la humedad. (< 30°C y 60 % HR)

### 2. COMPOSICIÓN/SOLUBILIDAD

**COMPOSICIÓN:**

INCI: Inulina 90 %- CAS: 9005-80-5

**SOLUBILIDAD:**

Poco soluble en agua fría, fácilmente soluble en agua caliente.

### 3. PRECAUCIONES DE USO

Inulina en grandes cantidades pueden provocar flatulencia y molestias intestinales

### 4. ESPECIFICACIONES

**TEST FÍSICO-QUÍMICO**

Solubilidad	≥ 100 g/L
Densidad	≈ 0,55 Kg/L
pH (30 % en agua)	≈ 10
Tamaño partícula	< 300 µm
Materia seca	95,0-97,0 %
Cenizas	≤ 0,30 %
Hidratos de carbonos	99,7-100,0 %
Azúcares libres	≤ 10,0 %
Fibra	90,0-100,0 %
Arsénico	≤ 0.1 ppm
Mercurio	≤ 0EL ppm
Cadmio	≤ 0.4 ppm
Plomo	≤ 0.05 ppm

Jabonariumshop.com | info@jabonariumshop.com | Calle Alcántara Nº 27 B, Bedejes | 024 25 66 66

## FICHA TÉCNICA

### INULINA



#### INFORMACIÓN NUTRICIONAL (g/100 g producto)

Carbohidratos	8 (96 incluyendo la fibra)
Azúcar	8
Fibra dieta	88
Proteínas	No disponible
Grasas	No disponible
Valor calórico	208 Kcal/100g

#### TEST MICROBIOLÓGICO

Bacterias totales	≤ 1000 ufc/g
Mohos y levaduras	≤ 20 ufc/g
Coliformes	Ausencia

#### 5. OTRA INFORMACIÓN

Dosis	- Vía oral: 4-10 g/día
Libre alérgenos	Sí
Libre BSE/TSE	Sí
Origen	Vegetal
Libre GMO	Sí
Irradiación	No

#### Almacenamiento:

Conservar en lugar fresco y oscuro, alejado de la luz. Conservar a temperatura no superior a 30°C

\*Todos los datos indicados son procedentes de nuestro proveedor / fabricante.

## 7.9 Formato de la hoja de evaluación sensorial



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

Género.....

Edad.....

**INSTRUCCIONES**

Frente a usted se presentan 6 muestras de yogur de aguacate y arazá con adición de inulina. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Seleccione la categoría de acuerdo al grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra

Nota: recuerde tomar agua entre cada muestra.

Puntaje	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Atributo	Calificación para cada código					
	310	345	420	460	500	525
COLOR						
OLOR						
SABOR						
VISCOSIDAD						
ACEPTABILIDAD						

De acuerdo a la evaluación realizada indique que muestra fue de su mayor agrado:

Observaciones:

.....  
.....

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## 7.10 Certificado del abstract



### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

#### ESSAY EVALUATION SHEET

NAME: Edison Mauricio Rosero Risueño

DATE: 20 de agosto de 2020

TOPIC: Estudio del efecto de Inulina (Inula helenium) en la estabilidad y vida útil de un yogur elaborado a base de aguacate (Persea americana) y Araza (Eugenia Stipitata)

MARKS AWARDED

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>

TOTAL/AVERAGE

9 - 10: EXCELLENT

7 - 8,9: GOOD

5 - 6,9: AVERAGE

0 - 4,9: LIMITED

**TOTAL 9**

## 7.11 Evidencias fotográficas



**Figura 1.** Selección y clasificación de aguacate y arazá



**Figura 2.** Escaldado de aguacate



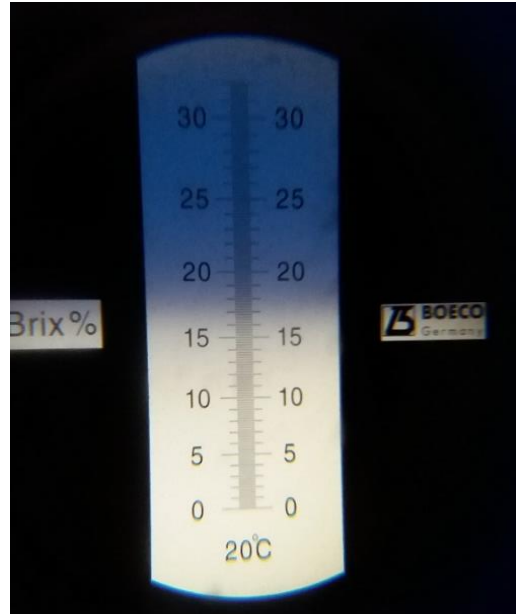
**Figura 3.** Mermelada de aguacate y arazá



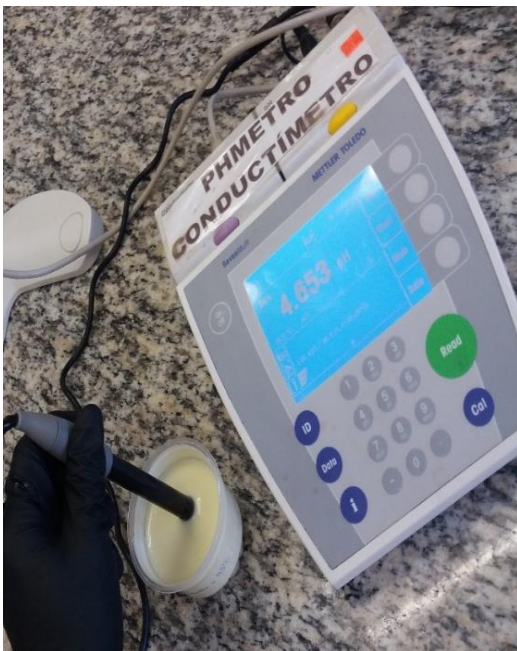
**Figura 4.** Inulina de Chicoria



**Figura 8.** Adición de mermelada al yogur



**Figura 9.** Medición de grados Brix del yogur



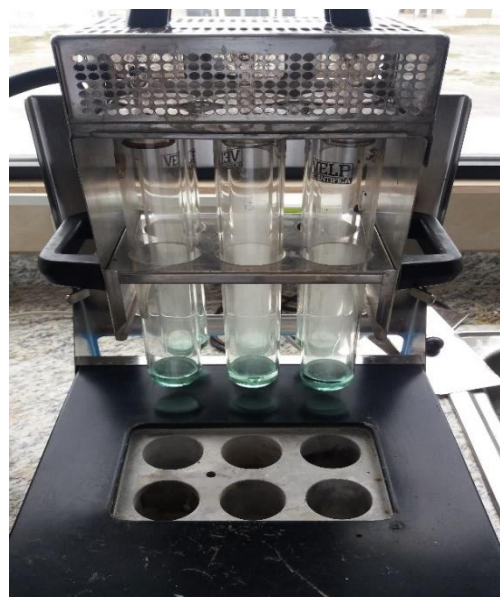
**Figura 5.** Medición de pH del yogur



**Figura 6.** Preparación de muestra para determinación de grasa



**Figura 7.** Determinación de grasa de yogur (método de Gerber)



**Figura 8.** Determinación de proteína (método de Kjeldahl)



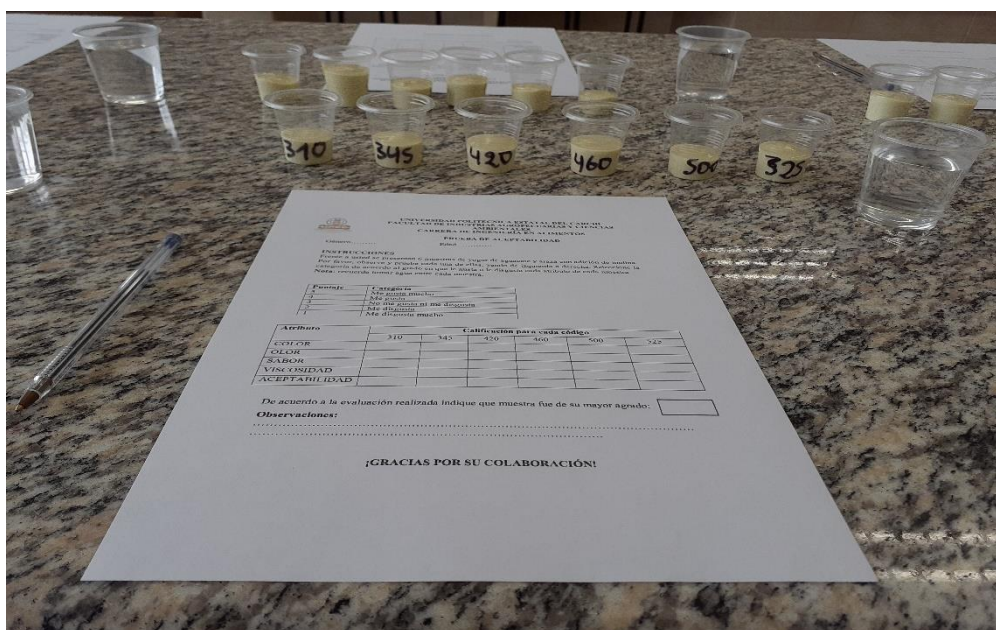
**Figura 14.** Determinación de sinéresis por centrifugación



**Figura 15.** Medición de sinéresis entre el yogur testigo y el yogur con inulina



**Figura 9.** Medición de viscosidad (viscosímetro de Brookfield)



**Figura 10.** Preparación de muestras para el análisis sensorial



**Figura 11.** Análisis sensorial



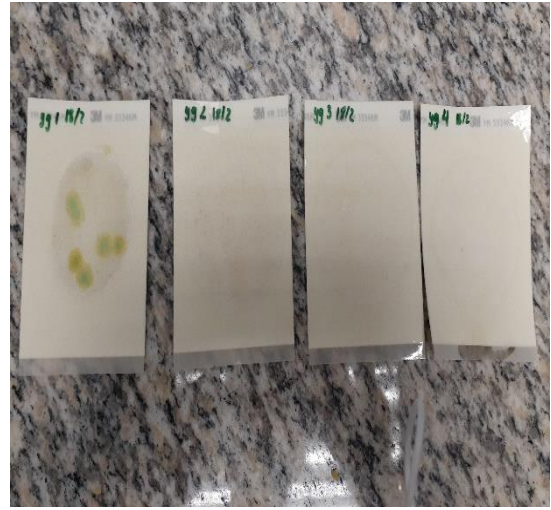
**Figura 19.** Preparación de muestras para microbiología



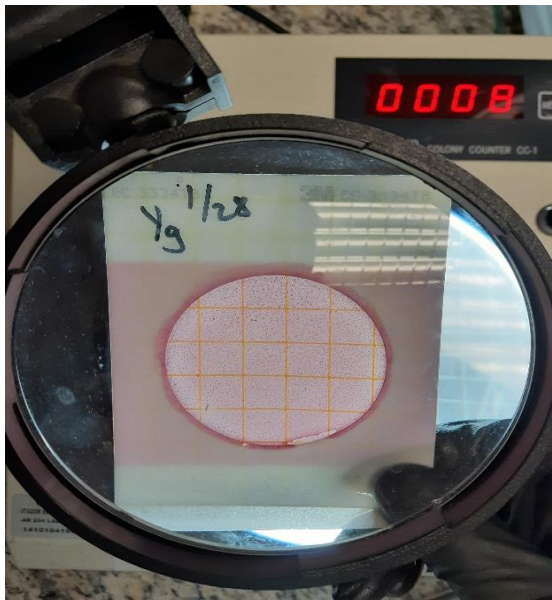
**Figura 20.** Análisis microbiológico (vida útil)



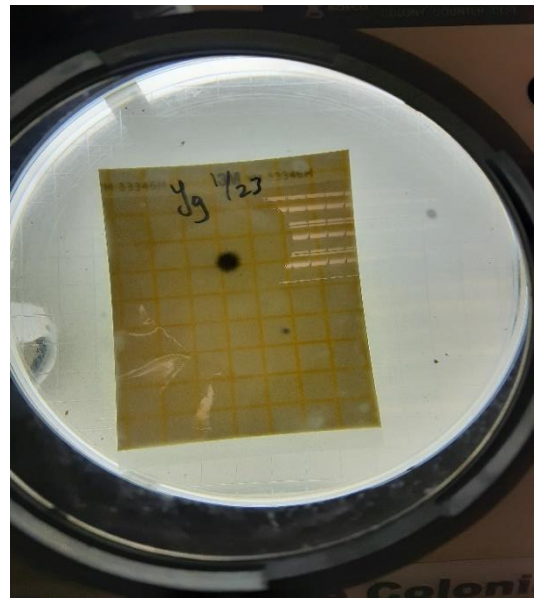
**Figura 12.** Determinación de coliformes totales y E. Coli (vida útil)



**Figura 13.** Determinación de mohos y levaduras (vida útil)



**Figura 23.** Conteo de coliformes totales y E. Coli



**Figura 24.** Conteo de mohos y levaduras



**Figura 25.** Control de sinéresis del yogur testigo y el yogur con inulina durante la vida útil



**Figura 26.** Medición de viscosidad durante la vida útil