



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

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE GERBER PARA
DETERMINAR GRASA TOTAL EN PRODUCTOS LÁCTEOS
(YOGUR Y LECHE) EN EL LABORATORIO CESECCA**

AUTORAS:

VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO

ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ

TUTOR:

ING. CARLOS ALBERTO JADÁN PIEDRA, Ph.D.

CALCETA, OCTUBRE DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO con cédula de ciudadanía **1350068266** y **ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ** con cédula de ciudadanía **1313775817** declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE GERBER PARA DETERMINAR GRASA TOTAL EN PRODUCTOS LÁCTEOS (YOGUR Y LECHE) EN EL LABORATORIO CESECCA** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

Victoria T.A.

**VICTORIA DE JESUS TRUJILLO
AGUAYO**

CC: 1350068266

Odalis Zambrano A.

**ODALIS ANDREINA ZAMBRANO
ÁLVAREZ**

CC: 1313775817

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO con cédula de ciudadanía **1350068266** y **ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ** con cédula de ciudadanía **1313775817** autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE GERBER PARA DETERMINAR GRASA TOTAL EN PRODUCTOS LÁCTEOS (YOGUR Y LECHE) EN EL LABORATORIO CESECCA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Victoria T.A.

**VICTORIA DE JESUS TRUJILLO
AGUAYO**

CC: 1350068266

Odalis Zambrano A.

**ODALIS ANDREINA ZAMBRANO
ÁLVAREZ**

CC: 1313775817

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. CARLOS JADÁN PIEDRA, Ph.D., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE GERBER PARA DETERMINAR GRASA TOTAL EN PRODUCTOS LÁCTEOS (YOGUR Y LECHE) EN EL LABORATORIO CESECCA**, que ha sido desarrollado por **VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO** y **ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CARLOS ALBERTO JADÁN PIEDRA, Ph.D.

CC: 0102917952

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE GERBER PARA DETERMINAR GRASA TOTAL EN PRODUCTOS LÁCTEOS (YOGUR Y LECHE) EN EL LABORATORIO CESECCA**, que ha sido desarrollado por **VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO** y **ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manual Félix López.

ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr.

CC: 1310342769

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

ING. RAMÓN TOBÍAS RIVADENEIRA GARCÍA, Mgtr.

CC: 1307433951

MIEMBRO DE TRIBUNAL

ING. JOSÉ FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr.

CC: 1310828460

MIEMBRO DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, de manera especial a los docentes de la carrera de Agroindustria, cada uno de ellos mediante sus cátedras y enseñanzas transmitieron conocimientos y experiencias, es por esto que formarán parte de todos los logros que vayamos a alcanzar.

A Dios, quien nos dio la fortaleza y sabiduría para culminar este importante proyecto de vida, ya que fue él quien nos guió y nos respaldó en todas las decisiones.

A nuestros padres y familiares, quienes siempre nos brindaron su amor y apoyo incondicional durante todo este proceso e impulsaron y apostaron por nuestras metas.

A los miembros del tribunal, quienes siempre estuvieron prestos a ayudarnos y guiarnos en cada una de las etapas de este proyecto, sacrificando sus horas para lograr encaminarnos. A nuestro querido tutor, quien con su dedicación y paciencia nos brindó las herramientas necesarias para alcanzar nuestros objetivos.

A todo el personal del Centro de Servicios del Control de la Calidad “CESECCA”, quienes nos abrieron sus puertas de la manera más amena y cordial, brindándonos sus conocimientos, motivaciones y siendo el camino para poder lograr esta tan anhelada meta.

A nuestros amigos, los cuales siempre estuvieron presentes y nos brindaron su apoyo durante todo el trayecto. Finalmente, queremos agradecer a nosotras mismas por nunca perder la fe y mantenernos firmes en la consecución de nuestros sueños. ¡Gracias a todos por ser parte de este logro!

VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO

ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ

DEDICATORIA

A mis padres, Yesenia Aguayo y Marco Trujillo, por el amor y apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida, todo esto es por y para ustedes.

A mi abuela materna que está en el cielo, Yolanda Canchingre, sé que desde donde se encuentra guía mis pasos y debe estar muy orgullosa de mi por todo lo que he logrado.

VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO

DEDICATORIA

A mi familia, la cual me enseñó que todo con amor y esfuerzo se logra. A mis padres, Monica Álvarez Zambrano y Andrés Zambrano Alcívar, por todo su apoyo, fe, y confianza puestos en mí. No podría dejar de mencionar a mis ángeles del cielo, mis abuelas y mis amigos, los logros serán en su honor.

A mi yo de un futuro, porque en este camino aprendiste que la medida del éxito es el sacrificio, la dedicación y el esfuerzo. No existen obstáculos que no se puedan pasar, ni metas que no se puedan alcanzar si no lo intentas.

ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xii
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
CONTENIDO DE FÓRMULAS	xii
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVE	xiii
ABSTRACT	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. IDEA A DEFENDER	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4

	10
2.1. LECHE	4
2.1.1. LECHE ENTERA	4
2.1.2. LECHE SEMIDESCREMADA	4
2.2. YOGUR	5
2.3. MATERIA GRASA EN PRODUCTOS LÁCTEOS	6
2.4. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA EN YOGUR Y LECHE	6
2.4.1. MÉTODO DE GERBER	7
2.5. IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO	8
2.5.1. CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO	8
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	11
3.1. UBICACIÓN	11
3.2. DURACIÓN	11
3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS	11
3.3.1. MÉTODOS	11
3.3.2. TÉCNICAS	12
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	13
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO	13
3.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	13
3.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES	13
3.6. PROCEDIMIENTOS	13
3.6.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	14

	11
3.6.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA GRASA POR EL MÉTODO DE GERBER	15
3.6.3. CÁLCULOS	16
3.7. MUESTREO	19
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE GERBER	21
4.2. REPETIBILIDAD, REPRODUCIBILIDAD Y EXACTITUD	21
4.3. VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE GRASA	23
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. CONCLUSIONES	27
5.2. RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	37

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Distribución de ensayos realizados a muestras de yogur y leche.....	13
Tabla 4.2. Controles de calidad.....	19
Tabla 4.3. Supuestos del ADEVA	22
Tabla 4.4. Resumen de hipótesis del porcentaje de grasa en leche semidescremada para las variables analistas y días	23
Tabla 4.5. Prueba de T de Student para la variable analistas respecto al porcentaje de grasa en yogur entero y leche entera	24
Tabla 4.6. Análisis de varianza de un factor para la variable días respecto al porcentaje de grasa en yogur entero y leche entera	24

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa satelital de la ubicación del laboratorio CESECCA	10
--------------------------------------------------------------------	----

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 3. 1. Diferencias cuadráticas medias de Within	15
Fórmula 3. 2. Diferencias cuadráticas medias de Between	15
Fórmula 3. 3. Desviación estándar de la repetibilidad	16
Fórmula 3. 4. Coeficiente de variación de repetibilidad	16
Fórmula 3. 5. Varianza entre analistas	16
Fórmula 3. 6. Desviación estándar de la reproducibilidad	17
Fórmula 3. 7. Coeficiente de variación de reproducibilidad	17
Fórmula 3. 8. Relación de repetibilidad y reproducibilidad	17
Fórmula 3. 9. Porcentaje de recuperación	17

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar el método analítico de Gerber para la determinación de grasa total en productos lácteos (yogur y leche) en el laboratorio CESECCA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Se procedió a realizar 54 análisis de determinación del contenido de grasa en base a la norma NTE INEN 12 (1973), 18 análisis por cada muestra: leche semidescremada, yogur entero y leche entera. Con los valores obtenidos se logró determinar que la repetibilidad (% CVr) y/o reproducibilidad (% CVR) fue de 6,87%, 2,93% y 4,77%, respectivamente. En cuanto a la exactitud (% R), se alcanzaron valores de 99,63%, 100% y 99,19%. Además, se aplicaron los supuestos del ADEVA a los resultados de cada matriz. A partir de ello, se concluye que el método de Gerber satisface el principio de que la relación del porcentaje de repetibilidad y reproducibilidad debe ser inferior al 10% y que la exactitud sea mínimo de 90% y máximo de 110% para que el sistema de medición sea aceptable. Sin embargo, la variación del porcentaje de grasa del yogur entero presentó diferencias estadísticamente significativas al aplicar la prueba paramétrica: análisis de varianza de un factor, demostrando que la variable "días" tiene incidencia en esta variación.

PALABRAS CLAVE

NTE INEN 12, controles de calidad, repetibilidad, reproducibilidad, exactitud.

ABSTRACT

This research aimed to implement the Gerber analytical method for determining total fat content in dairy products (yogurt and milk) at the CESECCA laboratory of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. A total of 54 analyses were conducted to determine the fat content based on the NTE INEN 12 (1973) standard, with 18 analyses for each sample: semi-skimmed milk, whole yogurt, and whole milk. Based on the obtained values, it was determined that the repeatability (% CVr) and/or reproducibility (% CVR) were 6.87%, 2.93%, and 4.77%, respectively. Regarding accuracy (% R), values of 99.63%, 100%, and 99.19% were achieved. Additionally, the assumptions of ADEVA were applied to the results of each matrix. Based on this, it can be concluded that the Gerber method satisfies the principle that the ratio of repeatability and reproducibility percentages should be less than 10% and that accuracy should be a minimum of 90% and a maximum of 110% for the measurement system to be acceptable. However, the variation in the percentage of fat in whole yogurt presented statistically significant differences when applying the parametric test: analysis of variance of one factor, demonstrating that the variable "days" has an impact on this variation.

KEY WORDS

NTE INEN 12, quality controls, repeatability, reproducibility, accuracy.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con Pimentel (2018), los laboratorios acreditados de alimentos se enfocan en la ejecución de ensayos que permiten obtener la certificación sanitaria y a su vez, emiten resultados para la elaboración de la tabla nutricional básica, sin embargo desde hace mucho tiempo atrás se ha mantenido una constante preocupación por la credibilidad de los procesos en aquellos casos que no cuentan con el avance tecnológico o con la implementación de métodos necesarios para realizar determinados ensayos.

En Ecuador existen laboratorios que poseen la infraestructura de calidad pertinente para los análisis bromatológicos solicitados en los reglamentos técnicos ecuatorianos, a pesar de ello, se presenta el inconveniente de que no todos estos efectúan análisis altamente demandados por su zona o los realizan a una limitada serie de alimentos. En la actualidad hay 28 laboratorios que resuelven las necesidades implantadas en las resoluciones de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) para los alimentos procesados, con las resoluciones de AGROCALIDAD, pero estos establecimientos se concentran mayormente en las provincias de Guayas y Pichincha (Vásquez, 2020).

De hecho, Manabí solo cuenta con un laboratorio acreditado, que desde el año 2005 ofrece a la comunidad y al sector productivo la realización de ensayos químicos y microbiológicos a los alimentos, aguas, efluentes industriales y ambiente. Se trata del Centro de Servicios para el Control de Calidad (CESECCA) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), este laboratorio se rige a la normativa NTE INEN-ISO/IEC 17025 (2018) y se encuentra registrado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE) (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí [ULEAM], 2020).

Ahora bien, la determinación de materia grasa es uno de los análisis que ofrece el laboratorio CESECCA, sin embargo, se realiza por el método de Soxhlet únicamente a productos del mar y sus derivados, al estar ubicado en una zona pesquera como lo es Manta. Esto representa una limitación para el laboratorio pues existe una alta

demanda de análisis para determinar materia grasa en otro tipo de matrices, como lo son los productos lácteos, de manera más específica, en yogur y leche. Esta situación provoca bajos ingresos económicos por la pérdida de clientes, y conlleva a las personas que requieren este tipo de análisis a trasladarse a laboratorios de otras provincias que ofrezcan dicho servicio.

Por consiguiente, el laboratorio presenta la necesidad de establecer controles de calidad para llevar a cabo la implementación de un método analítico que cumpla con dicha demanda, dado que este proceso no ha sido llevado a cabo debido a la falta de analistas, tiempo y presupuesto. En este sentido, se plantea la siguiente interrogante.

¿Será posible determinar grasa total en productos lácteos (yogur y leche) en el laboratorio CESECCA mediante la implementación del método analítico de Gerber?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En base a la información expuesta por Montesdeoca *et al.* (2020), se considera que la determinación de materia grasa en productos lácteos es un análisis importante desde el punto de vista nutricional, esto debido a que la composición, estructura y propiedades de fusión de los lípidos son factores determinantes en sus características y propiedades funcionales, de hecho, el porcentaje de grasa es uno de los valores que se requieren dentro de la tabla nutricional básica de los alimentos.

Por otra parte, para garantizar que los resultados obtenidos de los análisis sean verídicos y confiables, es fundamental que los laboratorios realicen controles de calidad a sus procesos, más aún cuando se pretende implementar un nuevo método analítico en su cartera de servicios, de esta manera se genera la confianza que las empresas necesitan sobre la seguridad y calidad de sus productos (Ávalos, 2016).

Es por ello que la presente investigación tiene como finalidad implementar el método analítico de Gerber en el laboratorio CESECCA mediante la aplicación de controles de calidad, dicho proceso permitirá establecer si el método empleado genera

resultados confiables y si su implementación es apropiada para las necesidades del laboratorio.

Los resultados de esta investigación serán de gran utilidad para CESECCA en un futuro cuando el laboratorio inicie el proceso de acreditación para determinar grasa total en productos lácteos (yogur y leche).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar el método analítico de Gerber para la determinación de grasa total en productos lácteos (yogur y leche) en el laboratorio CESECCA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adaptar el procedimiento de la metodología de Gerber para la determinación de materia grasa en productos lácteos (yogur y leche) en el laboratorio CESECCA, basándose en la normativa NTE INEN 12:1973.
- Determinar el contenido de materia grasa a muestras de yogur y leche, con los respectivos controles de calidad del proceso (repetibilidad, reproducibilidad y exactitud) que aseguren el cumplimiento de los requisitos internos para la implementación de un método en el laboratorio CESECCA.
- Examinar los estadígrafos de los análisis reportados de grasa en yogur y leche mediante el método de Gerber que garanticen la confiabilidad de los resultados.

1.4. IDEA A DEFENDER

La implementación del método analítico de Gerber garantizará resultados confiables al determinar el contenido de grasa total en productos lácteos (yogur y leche) en el laboratorio CESECCA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. LECHE

De acuerdo con la norma NTE INEN 9 (2008), la leche cruda es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior.

Alais (2003), menciona que la leche es uno de los alimentos más nutritivos, su composición consiste en 86-90% de agua, 4,5% de lactosa, 2,5-4% de proteína, 0,6-0,7% de minerales y vitaminas A, B, D, E. De igual manera, Villamil *et al.* (2020) destacan que la leche de vaca ha sido un componente esencial de la alimentación humana durante un período de tiempo muy extenso y ha influido significativamente en la nutrición y la cultura de muchas sociedades en todo el mundo.

No obstante, Alvarado *et al.* (2019) señalan que, la leche es un medio ideal para el crecimiento de microorganismos, algunos de los cuales pueden ser perjudiciales para la salud humana; por ello, es crucial seguir buenas prácticas tanto en la extracción como en su almacenamiento y manipulación, garantizando la seguridad y calidad de la leche que se consume.

2.1.1. LECHE ENTERA

Se define como leche entera a aquella cuyo contenido de materia grasa es superior a 30 gramos por litro (Durán, 2016). En este sentido, Armas (2017) refiere que la leche entera posee de 3 a 4% de grasa. De manera similar, la NTE INEN 10 (2009) establece que la leche entera pasteurizada debe tener un contenido mínimo de 3%.

2.1.2. LECHE SEMIDESCREMADA

La leche semidescremada es aquella que posee un contenido máximo de 30 gramos de materia grasa y un mínimo superior a 5 gramos por litro (Aguilera y Zapata, 2018). Es decir, la leche semidescremada contiene un porcentaje equivalente a 0,5 % e inferior a 3% (Inga, 2017). Por otra parte, la NTE INEN 10

(2009) indica que el contenido de grasa de la leche semidescremada pasteurizada debe ser mayor a 1% y menor a 3%.

2.2. YOGUR

En la norma NTE INEN 2395 (2011) se define al yogur como 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.

De manera similar, Vinderola y Rivas (2020) enfatizan que las bacterias encargadas de la fermentación para obtener yogur son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*; estas bacterias transforman la leche en yogur durante el proceso de fermentación al producir ácido láctico. Otros autores como lo son Babio *et al.* (2017), refieren que los microorganismos productores de la fermentación láctica deben estar presentes en una cantidad mínima de 1×10^7 colonias por gramo o mililitro, esta cantidad garantiza que haya suficientes bacterias para llevar a cabo la fermentación de manera efectiva, lo que resulta en la producción de yogur con las características deseadas en términos de sabor, textura y acidez.

Adicionalmente, Betancourt *et al.* (2020) afirman que el yogur es un alimento funcional, caracterizado por sus propiedades nutricionales. El autor también expresa que, las bacterias beneficiosas del yogur son probióticos, es decir, microorganismos vivos que confieren beneficios para la salud cuando se consumen en cantidades adecuadas. Estos probióticos pueden tener varios efectos beneficiosos en el cuerpo, como mejorar la salud intestinal, fortalecer el sistema inmunológico, promover la digestión y la absorción de nutrientes, y ayudar a mantener un equilibrio microbiano adecuado en el tracto gastrointestinal.

2.3. MATERIA GRASA EN PRODUCTOS LÁCTEOS

La materia grasa se refiere al componente lipídico presente en la leche de mamíferos, además es la que varía en mayor proporción; se crea en la glándula mamaria de la vaca a partir de ácidos grasos volátiles, y el resto se forma a partir de los ácidos grasos en la sangre (Alais, 2003). El autor anteriormente nombrado declara que la composición de la materia grasa en los productos lácteos es compleja y puede estar influenciada por múltiples factores, lo que da lugar a una diversidad de perfiles de ácidos grasos, fosfolípidos y sustancias insaponificables en los diferentes productos lácteos disponibles en el mercado.

Conjuntamente, Gaitán (2019) describe que la grasa en la leche se presenta en forma de pequeños glóbulos de grasa, estos glóbulos son estructuras esféricas compuestas principalmente de triglicéridos y cuyo tamaño oscila entre 0,1 y 10 micrómetros de diámetro. Los glóbulos de grasa son esenciales para conferir a la leche su textura, sabor y características sensoriales, además, la presencia de grasa en la leche también es importante desde el punto de vista nutricional, ya que proporciona calorías y nutrientes como vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y ácidos grasos esenciales.

Por su parte, Babio *et al.* (2017) agregan que el contenido específico de ácidos grasos en el yogur puede variar según el tipo de yogur (entero, bajo en grasa, sin grasa). Se debe tomar en cuenta también que la mayoría de los yogures contienen aditivos, azúcares agregados o sabores adicionales, lo que también puede afectar el contenido total de grasa y el valor nutricional del producto.

2.4. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA EN YOGUR Y LECHE

En la norma NTE INEN 2395 (2011), que aplica a las leches fermentadas naturales tales como: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada, leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente; se especifica que, los métodos de ensayo para determinar el contenido de grasa de estos productos son aquellos detallados en la NTE INEN 12:1973.

En efecto, la norma NTE INEN 12 (1973) estipula que los métodos que pueden ser utilizados para la determinación del contenido de grasa en leche fresca, leche homogeneizada (pasteurizada o esterilizada) y leche descremada o semidescremada, así como también para leches fermentadas naturales, son el método de Gerber y el método de Röse-Gottlieb.

2.4.1. MÉTODO DE GERBER

El método de Gerber es una prueba o análisis químico que se utiliza para determinar la cantidad de grasa presente en la leche y productos lácteos. Fue desarrollado por el químico suizo Niklaus Gerber en el siglo XIX y ha sido ampliamente utilizado desde entonces como un método estándar para medir el contenido de grasa en la leche. Este método consiste en separar la grasa dentro de un recipiente medidor, llamado butirómetro, y medir el volumen expresando el resultado en tanto por ciento en masa (Khalloufi, 2022). Los autores nombrados anteriormente mencionan que es necesario disponer de butirómetros específicos y una centrífuga.

García *et al.* (2023) sostienen que para llevar a cabo la determinación de materia grasa por el método de Gerber también se requiere de reactivos como el ácido sulfúrico y alcohol amílico, que mediante centrifugación permitirán separar la grasa de las proteínas de la leche. Este método está respaldado por varios procesos de estandarización y una experiencia muy larga, lo que lo lleva a ser un ensayo confiable en muchas partes del mundo (Alais, 2003).

Empleando las palabras de Roa y Díaz (2020), el método de Gerber se basa en la separación y cuantificación de la grasa de la leche por medio de una reacción química con ácido sulfúrico y alcohol amílico. En efecto, Guevara *et al.* (2019) exponen que se trata de un método utilizado ampliamente para controlar la calidad de la leche y productos lácteos, ya que proporciona una medición rápida y precisa del contenido de grasa.

2.5. IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO

Para la implementación de un método analítico se debe asegurar que los resultados recopilados de dicha implementación sean satisfactorios y que el procedimiento pueda ser realizado nuevamente de forma efectiva y segura, además, es importante considerar que se requiere un costo referente a los equipos, materiales y reactivos necesarios para su ejecución, manteniendo las condiciones adecuadas para proporcionar resultados confiables (Ávalos, 2016).

Araujo *et al.* (2020) consideran que el proceso de implementación de un método es un componente crucial en la investigación y desarrollo, así como en la industria, ya que garantiza que las herramientas y técnicas utilizadas cumplan con los estándares requeridos para su aplicación específica.

2.5.1. CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO

- **REPETIBILIDAD**

En el contexto de análisis químicos y mediciones, la repetibilidad se refiere a la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas en las mismas condiciones. En otras palabras, es la capacidad de obtener resultados similares cada vez que se repite un análisis o medición bajo condiciones específicas (Escamilla *et al.*, 2020).

La repetibilidad es una característica importante de cualquier método de análisis, ya que indica la precisión y fiabilidad del mismo. Cuando un método es repetible, significa que las mediciones realizadas en diferentes momentos o por diferentes personas en el mismo laboratorio proporcionarán resultados cercanos o iguales. La repetibilidad es un concepto importante en la investigación científica, el control de calidad y la validación de métodos de análisis, ya que asegura que los resultados obtenidos sean confiables y precisos, lo que permite tomar decisiones basadas en datos sólidos (Hurtado *et al.*, 2017).

Por lo antes expuesto, Hurtado *et al.* (2017) consideran que comparar valores de repetibilidad equivale a comparar varianzas, esto se reduce a un problema de

prueba de hipótesis con una Hipótesis nula (H_0) que señala estar ante una condición de ausencia de evidencias estadísticas para concluir que hay diferencias significativas entre las varianzas de los grupos en estudio, contra una hipótesis alternativa (H_a) que señala la existencia de suficientes evidencias estadísticas de diferencias entre las varianzas de los grupos. La repetibilidad se representa por “% CVr”, aunque se puede presentar como un valor relativo, es decir que no tiene una medida establecida y se representa por “Sr”.

- **REPRODUCIBILIDAD**

La reproducibilidad mide la posibilidad de que un experimento sea reproducido por otros investigadores obteniendo resultados similares, su concepto se refiere al nivel de correlación entre los datos obtenidos para un mismo experimento efectuado por personas diferentes, en ubicaciones diferentes y/o con herramientas diferentes (Rosso y Rangel, 2018). Conjuntamente, Hurtado *et al.* (2017) expresan que la reproducibilidad, al igual que la repetibilidad, es un indicador para determinar la incertidumbre del método, y se representa por “% CVR”, aunque también se puede presentar como un valor relativo, es decir que no tiene una medida establecida y se representa por “SR”.

- **EXACTITUD**

Según Chávez *et al.* (2017), la exactitud o porcentaje de recuperación (% R) de la medición de un método de análisis se refiere a qué tan cerca está el valor medido de una muestra del valor verdadero o valor de referencia conocido. Esto representa una medida de qué tan preciso y acertado es el método en determinar el contenido real de un componente o analito en una muestra.

La exactitud se expresa como la división entre el promedio de valores obtenidos y un valor de referencia (valor esperado, considerado como verdadero). Cuando se aplica a un método de ensayo, el término “exactitud” se refiere a una combinación de veracidad y precisión. Es importante tener en cuenta que ningún método de análisis es completamente exacto, ya que siempre existe cierto grado de incertidumbre asociado con las mediciones. Por lo tanto, es común expresar la

exactitud de un método como un porcentaje cercano al 100%, lo que indica que tanto se acercan los resultados a los valores verdaderos (Tobón y Rodríguez, 2017).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el Centro de Servicios para el Control de Calidad (CESECCA) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), ubicado en el cantón Manta, provincia de Manabí - Ecuador, geográficamente localizado en las siguientes coordenadas: Latitud 0° 57' 05" S y longitud 80° 44' 45" W (Google Earth, 2022).

Figura 3.1. Mapa satelital de la ubicación del laboratorio CESECCA



Fuente: (Google Earth, 2022)

3.2. DURACIÓN

El Trabajo de Integración Curricular se desarrolló durante 22 semanas a partir de su aprobación por parte del tribunal.

3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODOS

- **BIBLIOGRÁFICO**

La información recopilada de artículos científicos, trabajos de investigación, libros y normas técnicas en formato digital, permitieron tener claros los conceptos,

definiciones y procedimientos requeridos para la ejecución del Trabajo de Integración Curricular.

- **DESCRIPTIVO**

El método descriptivo permitió llevar a cabo el procedimiento necesario para la determinación del porcentaje de materia grasa en las muestras de yogur y leche, mediante la recopilación de información cuantificable requerida en el análisis.

- **EXPERIMENTAL**

Se evaluó la repetibilidad, reproducibilidad y exactitud mediante pruebas analíticas para el control de calidad del método de Gerber en la determinación de grasa total en productos lácteos (yogur y leche), logrando así su implementación en el laboratorio CESECCA.

3.3.2. TÉCNICAS

- **ENTREVISTA**

Se efectuó una entrevista que permitió determinar las necesidades del establecimiento en cuanto a la determinación de materia grasa en productos lácteos, para esto se formularon cinco preguntas (Ver anexo 1), las cuales fueron dirigidas al jefe técnico de CESECCA, el Ing. Fernando Veloz Párraga, Mgtr. (Ver anexo 2).

- **DETERMINACIÓN DE GRASA**

Se empleó el método analítico de Gerber en el laboratorio CESECCA de la ULEAM, tomando como referencia la norma NTE INEN 12 (1973), que estableció que este método de ensayo consiste en separar, mediante acidificación y centrifugación, la materia grasa contenida en el producto analizado, se determinó el contenido de grasa por medio de la lectura directa en un butirómetro estandarizado.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para llevar a cabo la determinación del contenido de grasa en leche semidescremada, se utilizó leche semidescremada ultrapasteurizada de la marca “La Lechera” (Ver anexo 3), precisando 165 mL de muestra.

En cuanto a la determinación del contenido de grasa en yogur, se usó yogur entero de la marca “O’Campo” (Ver anexo 4), requiriendo 165 mL de muestra.

Por otra parte, para la determinación del contenido de grasa en leche entera, se trabajó con leche entera ultrapasteurizada de la marca “Nutri” (Ver anexo 5), siendo necesarios 165 mL de muestra.

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Días de análisis
- Número de analistas

3.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Variación del porcentaje de grasa en leche semidescremada
- Variación del porcentaje de grasa en yogur entero
- Variación del porcentaje de grasa en leche entera

3.6. PROCEDIMIENTOS

La determinación del contenido de grasa en las tres matrices: leche semidescremada, yogur entero y leche entera, se efectuó por dos analistas en un periodo de tiempo de 6 días (Ver tabla 3.1).

Los tres primeros días se analizó la leche semidescremada y el yogur entero (rango bajo y rango intermedio) realizando seis ensayos diarios por muestra, es decir que se trabajó con 18 ensayos para la determinación del contenido de grasa en leche

semidescremada y 18 ensayos para la determinación del contenido de grasa en yogur entero.

Por otro lado, los tres días siguientes se destinaron para analizar la leche entera (rango alto), ejecutando también seis ensayos diarios, es decir, 18 ensayos para la determinación del contenido de grasa en leche entera. Por tanto, fueron un total de 54 ensayos realizados entre las tres matrices.

Tabla 3.1. Distribución de ensayos realizados a muestras de yogur y leche

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA							
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
LECHE SEMIDESCREMADA	ANALISTA 1	3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos			
	ANALISTA 2	3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos			
YOGUR ENTERO	ANALISTA 1	3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos			
	ANALISTA 2	3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos			
LECHE ENTERA	ANALISTA 1				3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos
	ANALISTA 2				3 ensayos	3 ensayos	3 ensayos

Fuente: Las autoras

A continuación, se detalla la metodología planteada en la norma NTE INEN 12 (1973) para el método de Gerber, la cual se utilizó para llevar a cabo la determinación de grasa total tanto en la muestra de leche semidescremada (Ver anexo 6), yogur entero (Ver anexo 7) y en leche entera (Ver anexo 8).

3.6.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Se llevó la muestra a una temperatura aproximada de 20°C, y se mezcló mediante agitación suave hasta que estuviera homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

3.6.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA GRASA POR EL MÉTODO DE GERBER

- Se vertió 10 cm³, exactamente medidos, de ácido sulfúrico en el butirómetro, cuidando de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro (Ver anexo 9).
- Se pipeteó 10,94 cm³ de la muestra previamente agitada, verificando que el borde inferior del menisco coincidiera con la línea de calibración de la pipeta. Luego, se sostuvo la pipeta con su punta pegada al borde inferior del cuello del butirómetro, y se descargó cuidadosamente la leche o yogur, dejando transcurrir 3 segundos y frotando la punta de la pipeta contra la base del cuello del butirómetro.
- Se vertió 1 cm³, exactamente medido, de alcohol amílico en el butirómetro, cuidando de no humedecer con el alcohol el cuello del butirómetro. El alcohol amílico se añadió siempre después de la leche o yogur (Ver anexo 10).
- Se tapó herméticamente el cuello del butirómetro y se agitó lentamente en una vitrina de protección, teniendo en cuenta que durante esta operación su temperatura aumenta considerablemente (Ver anexo 11). La agitación se realizó hasta que el contenido se tornara de un color marrón y no se observaran partículas blancas.
- Después de la agitación, se colocó el butirómetro en la centrífuga con su tapa colocada hacia afuera (Ver anexo 12), y se procedió a centrifugar a una velocidad de 1100 rpm durante un tiempo no menor de 4 minutos ni mayor de 5 minutos.
- Se retiró el butirómetro de la centrífuga y se colocó, con la tapa hacia abajo, en el baño de agua a $65^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo no menor de 4 minutos ni mayor de 10 minutos, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en el agua (Ver anexo 13).
- Antes de proceder a la lectura, se colocó el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa sobre la marca de una graduación principal de la

escala; esto se consiguió presionando o aflojando adecuadamente la tapa del butirómetro. Después se leyó 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 muestra (Ver anexo 14). Al realizar las lecturas, se mantuvo la escala en posición vertical y el punto de lectura al mismo nivel de los ojos.

- El butirómetro debe lavarse perfectamente al final de la operación.

3.6.3. CÁLCULOS

Para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad en cada una de las tres matrices (leche semidescremada, yogur entero y leche entera) se requirió cálculos previos descritos por Jácome (2014), a continuación:

- **DIFERENCIAS CUADRÁTICAS MEDIAS DE WITHIN**

$$DCM_W = \frac{\sum \sum (x - \bar{x}_i)^2}{n - q} \quad [1]$$

Donde:

x = lectura observada

\bar{x}_i = promedio grupal

n = número total de datos

q = número de grupos

- **DIFERENCIAS CUADRÁTICAS MEDIAS DE BETWEEN**

$$DCM_B = \frac{\sum p * (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{q - 1} \quad [2]$$

Donde:

p = número de observaciones por día

\bar{x}_i = promedio grupal

\bar{x} = promedio general

q = número de grupos

- **REPETIBILIDAD**

También denominada “desviación estándar de la repetibilidad”, y se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$Sr = \sqrt{DCM_W} \quad [3]$$

Donde:

DCM_W = diferencias cuadráticas medias de Within

- **COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE REPETIBILIDAD**

$$\% CVr = \frac{Sr}{\bar{x}} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

Sr = Desviación estándar de la repetibilidad

\bar{x} = Promedio general

- **VARIANZA ENTRE ANALISTAS**

$$S_L^2 = \frac{\sqrt{DCM_B - DCM_W}}{p} \quad [5]$$

Donde:

DCM_B = diferencias cuadráticas medias de Between

DCM_W = diferencias cuadráticas medias de Within

p = número de observaciones por día

Si por efectos aleatorios S_L^2 es menor que 0 ($S_L^2 < 0$), debe asumirse $S_L^2 = 0$.

- **REPRODUCIBILIDAD**

$$SR = \sqrt{Sr^2 + (S_L^2)^2} \quad [6]$$

Donde:

Sr = Desviación estándar de la repetibilidad

S_L^2 = Varianza entre analistas

- **COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE REPRODUCIBILIDAD**

$$\% CVR = \frac{SR}{\bar{x}} \times 100 \quad [8]$$

Donde:

SR = Desviación estándar de la reproducibilidad

\bar{x} = Promedio general

- **RELACIÓN DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD**

$$\% R \& R = \sqrt{(\% CVr)^2 + (\% CVR)^2} \quad [9]$$

Donde:

$\% CVr$ = Coeficiente de variación de repetibilidad

$\% CVR$ = Coeficiente de variación de reproducibilidad

- **EXACTITUD**

En cuanto a la exactitud del método, García *et al.* (2017) señalan que se expresa como porcentaje de recuperación y se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{x}{y} \times 100 \quad [10]$$

Donde:

x = Promedio de valores obtenidos

y = Valor verdadero o de referencia

El valor de referencia que se consideró para calcular el porcentaje de exactitud del método de Gerber en la determinación del contenido de materia grasa en leche semidescremada, yogur entero y leche entera, fue el porcentaje de grasa reportado en la etiqueta de las muestras adquiridas.

3.7. MUESTREO

Para la obtención de las muestras, se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia de un mismo lote, debido a que las marcas escogidas son económicamente accesibles y de fácil adquisición. De tal manera que se utilizó leche semidescremada “La Lechera”, yogur entero “O’Campo” y leche entera “Nutri”, utilizados en los 54 ensayos (18 por cada producto) de determinación del contenido de materia grasa, requeridos para el control de calidad del método de Gerber dentro del laboratorio CESECCA.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizó el programa SPSS 21 versión libre y Microsoft Excel.

Se determinaron los supuestos del análisis de varianza (ADEVA), es decir, se calculó la normalidad de los resultados de cada matriz (leche semidescremada, yogur entero y leche entera) utilizando la prueba de Shapiro-Willk y para la homogeneidad de la varianza se necesitó implementar la prueba de Levene. Estas pruebas se utilizaron para verificar la normalidad de la distribución de los datos y la igualdad de las variaciones entre los grupos, respectivamente.

En los casos en que se cumplió con la normalidad y homogeneidad, se recurrió a las pruebas paramétricas: T de Student para evaluar la variable analistas y análisis de varianza de un factor para la variable “días”.

Cuando no se cumplió con los supuestos del ADEVA, se aplicó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, la cual permitió comparar dos muestras

independientes (Analista 1 y Analista 2) y la prueba de Kruskal-Wallis cuando se efectuó la comparación de tres muestras independientes (Días de análisis: día 1, día 2, día 3).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE GERBER

De la entrevista realizada al Ing. Fernando Veloz Párraga, Mgtr., jefe técnico de CESECCA, se determinó que CESECCA está acreditado para determinar materia grasa en productos del mar y harinas, aplicando el método Soxhlet. Sin embargo, manifestó que existe alta demanda de análisis en productos lácteos, principalmente yogur y leche. De los métodos establecidos por la norma NTE INEN 12:1973 para determinar materia grasa en productos lácteos, el jefe técnico expresó que considera al método de Gerber el más adecuado para CESECCA, debido a su rapidez de análisis y costo de inversión reducido en comparación con el método de Röse-Gottlieb. Por último, confirmó que el laboratorio contaba con los equipos, materiales, reactivos e insumos necesarios para la determinación de materia grasa en productos lácteos, en base a la normativa NTE INEN 12:1973.

4.2. REPETIBILIDAD, REPRODUCIBILIDAD Y EXACTITUD

Los resultados de los análisis del contenido de grasa en leche semidescremada (Ver anexo 15), yogur entero (Ver anexo 16) y leche entera (Ver anexo 17) permitieron determinar los controles de calidad (Ver anexo 18): repetibilidad (% CVr), reproducibilidad (% CVR) y exactitud (% R), los cuales se encuentran sintetizados en la siguiente tabla.

Tabla 4.2. Controles de calidad

Producto	Repetibilidad (% CVr)	Reproducibilidad (% CVR)	Relación de repetibilidad y reproducibilidad (% R & R)	Exactitud (% R)
Leche Semidescremada	6,8748	6,8748	9,7224	99,6296
Yogur Entero	2,9397	2,9397	4,1574	100,0000
Leche Entera	4,7702	4,7702	6,7461	99,1933

Fuente: Las autoras

La tabla 4.1. muestra que, al aplicar el método de Gerber en la determinación del contenido de grasa en leche semidescremada, se obtuvo el mismo valor de

repetibilidad y reproducibilidad. Esto también ocurrió en el caso del yogur entero y leche entera. Es decir, no existe una variabilidad de medición del método de Gerber independientemente de la muestra que se utilice, al tener valores iguales, el método es aceptable y aplicable para su implementación en el laboratorio.

Ahora bien, la NTE INEN-ISO/IEC 17025 (2018) establece en el numeral 5.9. "Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración", que todo laboratorio de calibración/ensayo debe tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevados a cabo; uno de estos métodos es el estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R & R) que permite evaluar simultáneamente la repetibilidad y la reproducibilidad.

Así pues, al analizar el % R & R en la tabla 4.1. se contempla que la aplicación del método de Gerber en los tres productos lácteos cumple con el principio expuesto por González *et al.* (2020), que indica que, si el % R & R es inferior a 10%, el sistema de medición es aceptable. De manera similar, Barrera *et al.* (2017) presentaron un % R & R de 8,9600% al evaluar un método de determinación de un elemento químico, es decir, también se acepta el sistema de medición. Mientras que López *et al.* (2018), con un % R & R de 11,4607%, aceptan condicional y temporalmente el sistema de medición que evaluaron por estar entre 10 y 30%. Cabe mencionar que los mismos autores refieren que, en los casos en que el % R & R sea mayor al 30%, el sistema de medición será considerado como no aceptable y se deberá evaluar las posibles fallas por parte del analista, materiales, equipos, condiciones del laboratorio, entre otras.

En cuanto a la exactitud, la tabla 4.1. evidencia un alto grado de precisión en las mediciones, con valores superiores al 99% en todos los productos evaluados. Al igual que en esta investigación, Samaniego *et al.* (2021) también aplicaron el porcentaje de recuperación para determinar la exactitud de un método analítico y obtuvieron resultados que fluctuaron entre 98,10 y 99,00%, determinando el porcentaje de recuperación con un criterio de aceptación que establece que los valores deben estar entre 98,0 y 102,0%.

La FAO (1997), menciona que los valores de exactitud no deben diferir en grandes cantidades, deben acercarse al valor medido, o en cuyo caso se aproxime al de referencia, o sea, la recuperación debe acercarse al 100%, entre más se acerque a esta, será más exacto el análisis empleado. Criterio que es concordante con esta investigación ya que los resultados obtenidos del porcentaje de exactitud mostrados en la tabla 4.1. se acercan de manera estrecha al 100%, expresando que la metodología aplicada es bastante exacta para la medición de grasa en productos lácteos.

Sin embargo, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2020), en su instructivo de confirmación o validación de métodos científicos argumenta que el criterio de aceptación es el error relativo del análisis en exactitud $\leq 10\%$, es decir se puede obtener un resultado mínimo de 90% y un máximo de 110%, para que el análisis se considere exacto. Es importante recalcar que este criterio de aceptación también es empleado en el laboratorio de CESECCA, en el cual se está implementado el método escogido y los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de exactitud si cumplen con el criterio de aceptación ya antes indicado.

4.3. VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE GRASA

En la siguiente tabla se proporcionan los resultados de las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk y Levene para determinar los supuestos del análisis de varianza (ADEVA) en la variación de los porcentajes de grasa obtenidos a partir de la aplicación del método de Gerber en los análisis realizados a las muestras de leche semidescremada, yogur entero y leche entera.

Tabla 4.3. Supuestos del ADEVA

	Shapiro-Wilk	Levene
	Sig.	Sig.
Leche Semidescremada	0,004	0,257
Yogur Entero	0,116	0,536
Leche Entera	0,054	0,859

En la tabla 4.2. de los supuestos del ADEVA (normalidad y homogeneidad), se puede apreciar que para la prueba de Shapiro-Wilk en la leche semidescremada, el nivel de significancia es menor a P valor (0,05). Esto indica que existe diferencia estadísticamente significativa y se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

Para el yogur entero y leche entera, los niveles de significancia obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk son mayores a P valor (0,05), lo cual muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa y se procede a aceptar la hipótesis nula de normalidad.

Por otro lado, para la prueba de Levene, todos los grupos (porcentaje de grasa de leche semidescremada, yogur entero y leche entera) presentaron un nivel de significancia mayor a P valor (0,05), lo cual sugiere que no hay diferencia estadísticamente significativa y se acepta la hipótesis nula de homogeneidad.

En el caso del contenido de grasa de la leche semidescremada, al no haber cumplido con uno de los supuestos del ADEVA (normalidad), se sometió a las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney para evaluar la variación.

En la tabla 4.3. se detalla el resumen de hipótesis que expresan Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney para los valores del contenido de grasa en la leche semidescremada en las variables de analistas y días.

Tabla 4.4. Resumen de hipótesis del porcentaje de grasa en leche semidescremada para las variables analistas y días

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución del porcentaje de grasa en leche semidescremada es la misma entre categorías de analistas.	Prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes.	0,848	Conserve la hipótesis nula.
La distribución del porcentaje de grasa en leche semidescremada es la misma entre categorías de días.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.	0,655	Conserve la hipótesis nula.

Se puede apreciar en la tabla 4.3. que al aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney en la variable de “analistas”, el nivel de significancia es mayor a P valor (0,05), es decir, los analistas no tienen incidencia en la variación del porcentaje de grasa de leche semidescremada, y se toma la decisión de aceptar la hipótesis nula.

Para la variable días, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis y el nivel de significancia fue mayor a P valor (0,05), por lo tanto, los “días” tampoco tienen incidencia en los valores obtenidos del porcentaje de grasa de leche semidescremada, y se acepta la hipótesis nula.

Por otra parte, el yogur entero y la leche entera, al cumplir tanto con el supuesto de normalidad como con el de homogeneidad de varianzas, se sometieron a pruebas paramétricas como la Prueba de T de Student para la variable analistas y ANOVA de un factor para la variable días.

La tabla 4.4 muestra los resultados de la Prueba de T de Student para comparar la igualdad de medias entre la variable "analistas" y el porcentaje de grasa en yogur entero y leche entera.

En ambos casos, los niveles de significancia son mayores a P valor (0,05), esto indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias en el porcentaje de grasa entre las categorías de analistas para el yogur entero y la leche entera.

Tabla 4.5. Prueba de T de Student para la variable analistas respecto al porcentaje de grasa en yogur entero y leche entera

Prueba T para la igualdad de medias			
		gl	Sig. (bilateral)
Analistas	Yogur entero	16	1,000
	Leche entera	16	0,871

La Tabla 4.5 muestra los resultados del análisis de varianza de un factor para la variable "días" en relación al porcentaje de grasa en el yogur entero y la leche entera.

Tabla 4.6. Análisis de varianza de un factor para la variable días respecto al porcentaje de grasa en yogur entero y leche entera

		gl	Media cuadrática	F	Sig.
Días	Yogur entero	2	0,052	8,017	0,004
	Leche entera	2	0,034	1,943	0,178

En el caso del yogur entero, se rechaza la hipótesis nula porque el nivel de significancia es menor que P valor (0,05), esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas en las medias del porcentaje de grasa en el yogur entero, en la categoría de días. Es decir, las categorías de "días" tienen al menos una media de contenido de grasa diferente en el yogur entero.

Por otro lado, en el caso de la leche entera, se acepta la hipótesis nula al mostrar un nivel de significancia mayor que el P valor (0,05). Esto indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en las medias del porcentaje de grasa en la leche entera dentro de las categorías de "días". Por lo tanto, se comprueba que la categoría "días" no tiene un efecto significativo en el contenido de grasa en la leche entera.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se adaptó la metodología de Gerber en el laboratorio CESECCA en base a la normativa NTE INEN 12:1973, permitiendo establecer un método estandarizado para la determinación del contenido de materia grasa en muestras de yogur y leche, alcanzando una precisión aceptable en las mediciones.
- La determinación del contenido de materia grasa en muestras de yogur y leche mediante el método de Gerber, junto con los controles de calidad del proceso (repetibilidad, reproducibilidad y exactitud), garantizó la precisión de los resultados obtenidos. Esto aseguró que el laboratorio CESECCA cumpliera con los requisitos internos establecidos para la implementación del método y certificó la calidad de los análisis de materia grasa en los productos lácteos.
- La aplicación de los estadígrafos en el análisis del contenido de grasa en yogur y leche mediante el método de Gerber demostró que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el yogur entero, siendo la variable “días de análisis” la cual tuvo incidencia en esta variación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar con el proceso de acreditación a través de la validación del método de Gerber, con la finalidad de que el laboratorio CESECCA incluya en su cartera de servicios los análisis de grasa realizados mediante dicho método.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, N., y Zapata, L. (2018). *Estudio de calidad nutricional de leches líquidas*. [Archivo PDF].
<https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-Leches-Liquidas-Blancas-2019.pdf>
- Alais, C. (2003). *Ciencia de La Leche*. Reverté, S.A.
https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Alvarado, T., Vargas, J., & Vargas, A. (2019). Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su importancia en la calidad de la leche, Matahuasi, Concepción y Apata, Junín (Perú). *Anales Científicos*, 80(1), 225-239.
https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1386/pdf_218
- Araujo, L., Tapia, W., & Villamarín, A. (2020). Verificación del método analítico de espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito para la cuantificación de cadmio en almendra de cacao (*Theobroma cacao*). *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 56-60.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-8596202000100056
- Armas, S. (2017). *Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche*. [Archivo PDF].
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6815/Determinacion%20de%20parametros%20fisocoquimicos%20en%20leche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ávalos, C. (2016). *Implementación de cinco métodos analíticos de control de calidad de materia prima y productos en fase intermedia en productos alimenticios SHARP S.A.* [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5840/1/Carlos%20Alberto%20Avalos%20P%C3%A9rez.pdf>
- Babio, N., Mena, G., y Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 26-30. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v34s4/05_babio.pdf
- Barrera, A., Cambra, A., & González, J. (2017). Implementación de la metodología Seis Sigma en la gestión de las mediciones. *UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 9(2), 8-17. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n2/rus01217.pdf>
- Betancourt, S., Logroño, M., & Fonseca, J. (2020). Efectos del zapallo y la zanahoria en las características nutricionales del yogur natural. *La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición*, 11(1), 5-13. <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/492/498>
- Chávez, J., Rodríguez, Á., Loayza, L., Huari, P., & Laguna, J. (2017). Determinación y cuantificación de plumbagina por HPLC-UV extraída de *Dionaea muscipula* E. cultivada in vitro. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(4), 382-390. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X201700400003

- Durán, E. (2016). Estudio del consumo de leche y sus derivados en el municipio de Oaxaca de Juárez, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 39(1), 441-450. <https://www.redalyc.org/pdf/141/14149188007.pdf>
- Escamilla, M., Tejeda, J., Yáñez, R., Mejías, J., Meza, J., Macedo, A., & Ochoa, M. (2020). Repetibilidad y Reproducibilidad en las Mediciones del Espesor de Tubos de Acero para Ferroduto. *Conciencia Tecnológica*, 12(59), 12-24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94463783003>
- FAO. (1997). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. <https://www.fao.org/3/ah833s/AH833S00.htm#Contents>
- Gaitán, M. (2019). *Estudio de una línea de elaboración de queso mozzarella ecológico a partir de leche de búfala y de vaca*. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/56979/1/TFG_MATIAS_ALEJANDRO_GAITAN_MORENO.pdf
- García, A., Gómez, A., Anduro, I., Burgos, A., Ruíz, E., Canett, R., & Astiazarán, H. (2017). Optimización de las condiciones analíticas ideales para cuantificar aluminio en tejidos de ratas sprague dawley mediante la técnica de absorción atómica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 77-84. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/download/RICA.2017.33.esp02.07/46689>
- García, Z., Matos, L., & Cabreja, J. (2023). Factores determinantes del rendimiento del queso azul de leche caprina en la UEB Lácteos Nuevitas. *Revista*

Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN, 7(12), 83-98.

<https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/339/571>

González, J., Pineda, A., Hernández, J., y Hanel, M. (2020). Repetibilidad y reproducibilidad con el método ANOVA aplicado a la ingeniería: caso de estudio. *Exploratoris*, 9(1), 68-75.

<https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5ffdd9f01ff35574959a565a/1610471921075/11+GonzalezSosa+OX008+Exploratoris+V9N1+68-75.pdf>

Google Earth. (2022). *Ubicación Laboratorio CESECCA (Centro de Servicios para el Control de la Calidad)*.

[https://earth.google.com/web/search/Laboratorio+CESECCA+\(Centro+De+Servicios+Para+El+Control+De+La+Calidad\),+Manta/@-0.95145121,-80.74590893,54.02280959a,189.21087705d,35y,79.4563132h,44.99448624t,0r/data=CrsBGpABEokBCiUweDkwMmJIMTZhZGRIMDU2M2I6MHgzMDkxMmM](https://earth.google.com/web/search/Laboratorio+CESECCA+(Centro+De+Servicios+Para+El+Control+De+La+Calidad),+Manta/@-0.95145121,-80.74590893,54.02280959a,189.21087705d,35y,79.4563132h,44.99448624t,0r/data=CrsBGpABEokBCiUweDkwMmJIMTZhZGRIMDU2M2I6MHgzMDkxMmM)

Guevara, D., Montero, M., Rodríguez, A., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247-255.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-9117201900100025

Hurtado, A., Caldera, A., Milano, B., Ibarra, C., Díaz, A., Camacho, J., Villamizar, J., y Verde, O. (2017). Notas técnicas: análisis de datos bajo condiciones de repetibilidad. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(2), 40-43.

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-0264201700020002

Inga, L. (2017). *Control de calidad en la densidad de la leche*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala].
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11461/1/INGA%20ZAMBANO%20LUIS%20FERNANDO.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. (2020). *Instructivo de confirmación o validación de métodos científicos*. [Archivo PDF].
<http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871/M-S-LC-I038+INSTRUCTIVO+DE+CONFIRMACION+O+VALIDACION+DE+M%20TODOS+ANALITICOS+v3.pdf/cd82e785-16f2-4ffa-b965-4614a9808f38?version=1.0>

Jácome, J. (2014). *Validación de métodos analíticos para la determinación de la demanda química de oxígeno (rango bajo, rango medio, rango alto), sólidos totales disueltos y sólidos totales suspendidos en matrices de agua clara y residual en el Centro de Investigaciones y Co.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8461/1/BQ%2062.pdf>

Khalloufi, I. (2022). *Método de Gerber para la determinación de grasa en leche*. Cientisol.

<https://cientisol.com/metodo-de-gerber-para-la-determinacion-de-grasa-en-leche/>

López, G., Mazaira, Z., Hernández, I., & Cabrera, H. (2018). Análisis de la calidad de las mediciones en el proceso de laboratorio. *Revista Espacios*, 39(6), 18-29.
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p18.pdf>

Montesdeoca, R., Piloso, K., Hernández, T., Lemoine, I., Camejo, M., Lorente, G., Benítez, I., y García, M. (2020). Evaluación de la calidad y la eficiencia tecnológica en la producción de queso semiduro Gouda. *Siembra*, 7(2), 22-34.
<https://www.redalyc.org/journal/6538/653869547003/653869547003.pdf>

NTE INEN 10 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2009). *Leche Pasteurizada. Requisitos.* [Archivo PDF].
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/10-4.pdf>

NTE INEN 12 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1973). *Leche. Determinación del contenido de grasa.* [Archivo PDF].
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf>

NTE INEN 2395 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2011). *Leches fermentadas. Requisitos.* [Archivo PDF].
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>

NTE INEN 9 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2008). *Leche Cruda. Requisitos.* [Archivo PDF].
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9.pdf>

- NTE INEN-ISO/IEC 17025. (2018). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. [Archivo PDF].
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_iec_17025.pdf
- Pimentel, K. (2018). *Importancia de los laboratorios acreditados y su relación con el comercio exterior ecuatoriano*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35692/1/IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20LABORATORIOS%20ACREDITADOS%20Y%20SU%20RELACION%20CON%20EL%20COMERCIO%20EXTERIOR%20ECUATORIANO.pdf>
- Roa, M., & Díaz, C. (2020). La importancia de análisis nutricionales de la leche en ganado doble propósito en el Piedemonte Llanero. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 11(2), 109-121.
<https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/download/473/809/3024>
- Rosso, P., y Rangel, F. (2018). *Reproducibilidad en las tareas de evaluación*. [Archivo PDF].
<https://plantl.mineco.gob.es/tecnologias-lenguaje/actividades/Estudios%20juridicos/infraestructuras-linguisticas/reproducibilidad-tareas-evaluacion.pdf>
- Samaniego, J., Huerta, J., Inocente, M., Obregón, J., & López, M. (2021). Validación de un método por cromatografía líquida de alta resolución para la cuantificación de senósidos en tabletas de chocolate. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(2), 180-191.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X202100200180#t4

Tobón, O., & Rodríguez, V. (2017). Desarrollo y estandarización de métodos de calibración para equipos utilizados en salud visual (queratómetros, lensómetros y tonómetros), implementados en el Hospital Universitario de San Vicente Fundación. *Revista Ingeniería Biomédica*, 11(22), 21-28. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-9762201700200021

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (2020, julio 17). *Servicios que brinda CESECCA*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://www.uleam.edu.ec/servicios-que-brinda-cesecca/>

Vásquez, J. (2020). *Análisis de la perspectiva de la acreditación conforme la norma ISO/IEC 17025 para el cumplimiento de los reglamentos técnicos ecuatorianos de alimentos*. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7931/1/T3415-MGCI-V%C3%A1squez-Analisis.pdf>

Villamil, R., Robelto, G., Mendoza, M., Guzmán, M., Cortés, L., Méndes, C., & Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1018-1028.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000601018

Vinderola, G., & Rivas, M. (2020). Síndrome Urémico Hemolítico y yogur: entre la creencia popular y la evidencia científica. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 148-152.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100148

ANEXOS

Anexo 1. Preguntas para la entrevista

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

MANUEL FÉLIX LÓPEZ



1. ¿CESECCA está acreditado para determinar materia grasa? Si la respuesta es sí, ¿A qué tipo de productos?

2. ¿Qué método emplean en CESECCA para determinar materia grasa?

3. ¿Existe demanda de análisis de productos lácteos en CESECCA? Si la respuesta es sí, indique qué tipo de productos lácteos.

4. En base a la normativa NTE INEN 12 ¿Qué método considera el más adecuado para determinar materia grasa en productos lácteos? ¿Por qué?

5. Actualmente, ¿CESECCA cuenta con los equipos, herramientas, reactivos e insumos necesarios para aplicar dicho método?

Anexo 2. Aplicación de la entrevista vía Zoom



Anexo 3. Muestra de leche semidescremada



Anexo 4. Muestra de yogur entero



Anexo 5. Muestra de leche entera



Anexo 6. Determinación de grasa en leche semidescremada



Anexo 7. Determinación de grasa en yogur entero



Anexo 8. Determinación de grasa en leche entera



Anexo 9. Adición de ácido sulfúrico



Anexo 10. Adición de alcohol amílico



Anexo 11. Agitación del butirómetro



Anexo 12. Ubicación de butirómetros en la centrifuga



Anexo 13. Butirómetros en baño María



Anexo 14. Lectura de la columna de grasa



Anexo 15. Contenido de grasa total (%) en leche semidescremada

MATRIZ #1: LECHE SEMIDESCREMADA						
	Día 1		Día 2		Día 3	
	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2
1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4
2	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	1,6
3	1,6	1,4	1,6	1,6	1,5	1,5
Promedio	1,53	1,50	1,53	1,47	1,43	1,50
S	0,0577	0,1000	0,0577	0,1528	0,1155	0,1000
$\hat{\sigma}(X-X_m)^2$	0,0067	0,0200	0,0067	0,0467	0,0267	0,0200
Varianza	0,0033	0,0100	0,0033	0,0233	0,0133	0,0100
Número total de datos:	18					
Número de grupos:	6					

Anexo 16. Contenido de grasa total (%) en yogur entero

MATRIZ #2: YOGUR ENTERO						
	Día 1		Día 2		Día 3	
	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2
1	3	3	3	2,8	3,1	3,2
2	3	2,9	2,8	2,9	3,1	3,1
3	2,9	3,1	3	3	3,1	3
Promedio	2,97	3,00	2,93	2,90	3,10	3,10
S	0,0577	0,1000	0,1155	0,1000	0,0000	0,1000
$\hat{\sigma}(X-X_m)^2$	0,0067	0,0200	0,0267	0,0200	0,0000	0,0200
Varianza	0,0033	0,0100	0,0133	0,0100	0,0000	0,0100
Número total de datos:	18					
Número de grupos:	6					

Anexo 17. Contenido de grasa total (%) en leche entera

MATRIZ #3: LECHE ENTERA						
	Día 4		Día 5		Día 6	
	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2
1	2,8	3	2,9	2,8	2,8	2,9
2	3,1	3	3	3	3,2	3,2
3	3	3,1	3	2,9	3,2	3,2
Promedio	2,97	3,03	2,97	2,90	3,07	3,10
S	0,1528	0,0577	0,0577	0,1000	0,2309	0,1732
$\hat{\sigma}(X-X_m)^2$	0,0467	0,0067	0,0067	0,0200	0,1067	0,0600
Varianza	0,0233	0,0033	0,0033	0,0100	0,0533	0,0300
Número total de datos:	18					
Número de grupos:	6					

Anexo 18. Controles de calidad del proceso

	Leche semidescremada	Yogur entero	Leche entera
Media general:	1,4944	3,0000	3,0056
DCMW:	0,0106	0,0078	0,0206
DCMB:	0,0046	0,0213	0,0166
SL2:	0,0000	0,0023	0,0000
Sr:	0,1027	0,0882	0,1434
SR:	0,1027	0,0882	0,1434
% CVr:	6,8748	2,9397	4,7702
% CVR:	6,8748	2,9407	4,7702
% R:	99,6296	100,0000	99,1933

Anexo 19. Certificados de la realización del TIC en el laboratorio de CESECCA



Laboratorio CE.SE.C.CA



Laboratorio CE.SE.C.CA

Manta, 05 de julio del 2023.

Manta, 05 de julio del 2023.

CERTIFICADO

A través del presente tengo a bien certificar que la **SRTA. ODALIS ANDREINA ZAMBRANO ÁLVAREZ** portador del número de cédula 131377851-7 realizó el proyecto tesis en el laboratorio del Centro de Servicios para el Control de la Calidad CE.SE.C.CA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí con el tema: "Implementación del método analítico de Gerber para determinar grasa total en productos lácteos (yogurt y leche) en el laboratorio CESECCA" realizado los días del 03 al 15 de abril del 2023, demostrando durante este tiempo responsabilidad, disciplina e interés en las tareas encomendadas.

Lo certifico en honor a la verdad, facultando a la interesada a dar al presente certificado el uso que convenga a sus intereses.

Atentamente,



Ing. Fernando Veloz Párraga, Mg.
DIRECTOR DEL CESECCA

Tel: 593-05-2629053 /2678211
v. Circunvalación Vía San Mateo
uleam.cesecca@yahoo.com

Uleam

CERTIFICADO

A través del presente tengo a bien certificar que la **SRTA. VICTORIA DE JESUS TRUJILLO AGUAYO** portador del número de cédula 135006826-6 realizó el proyecto tesis en el laboratorio del Centro de Servicios para el Control de la Calidad CE.SE.C.CA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí con el tema: "Implementación del método analítico de Gerber para determinar grasa total en productos lácteos (yogurt y leche) en el laboratorio CESECCA" realizado los días del 03 al 15 de abril del 2023, demostrando durante este tiempo responsabilidad, disciplina e interés en las tareas encomendadas.

Lo certifico en honor a la verdad, facultando a la interesada a dar al presente certificado el uso que convenga a sus intereses.

Atentamente,



Ing. Fernando Veloz Párraga, Mg.
DIRECTOR DEL CESECCA

Tel: 593-05-2629053 /2678211
v. Circunvalación Vía San Mateo
uleam.cesecca@yahoo.com

Uleam