



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA



CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Determinación del perfil lipídico en yogurt de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua.

Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

El estudio es parte del Proyecto de investigación “Determinación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en alimentos de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación del método analítico, como aporte a la información nutricional”, aprobado por el Honorable Consejo Universitario y financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la Universidad Técnica de Ambato. Resolución **1596-CU-P-2016**. Coordinado por Mg. Lander Pérez.

Autora: Mercedes Elizabeth Córdova Culqui

Tutor: Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

Ambato-Ecuador

Septiembre – 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, de la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, 20 de julio de 2020



Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

C.I.: 180270659-6

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mercedes Elizabeth Córdova Culqui, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Mercedes Elizabeth Córdova Culqui

C.I. 180463006-7

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Mg. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I.: 180312429-4

Mg. Jeanette Verónica Carrera Cevallos

C.I.: 171619227-1

Ambato, 14 de septiembre del 2020

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Mercedes Elizabeth Córdova Culqui

C.I. 180463006-7

AUTORA

DEDICATORIA

A mis padres Gladys y Efraín, por ser el pilar de mi vida, gracias por el apoyo brindado en todas mis decisiones y comprensión en los momentos más difíciles, me han dado lo más invaluable que se le puede dar a un hijo, el amor y la educación. Gracias por el sacrificio diario.

A mis hermanas Eva y Margarita, por el cariño brindado. En especial a Eva y mi cuñado Vinicio, a quienes les considero como mis segundos padres, ellos que con sus consejos han sabido forjarme como una persona de bien y una excelente profesional.

A mi hermana Gladys, a mis abuelitos Carlos, José y Carmen, mis angelitos, quienes querían lo mejor para mí, y que ahora desde del cielo me están cuidando.

A mis sobrinos, Javier y Anita, que son como mis hijos, han sabido llenar mi vida de alegría con sus travesuras y ocurrencias; a toda mi familia gracias por confiar en mí y buenos deseos.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios, Padre Bendito, por bendecirme día a día y regalarme una hermosa familia.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, por abrirme las puertas para formarme como una excelente profesional con principios y ética.

A mi tutor Quím. Lander Pérez, mis calificadores Mg. Diego Salazar y Mg. Verónica Carrera e investigadores PhD. Jorge Briceño y Mg. Mario Álvarez, por su ayuda durante el desarrollo de la investigación, gracias por la paciencia y los conocimientos brindados.

Al Proyecto de Canje de Deuda Ecuador-España por darme la oportunidad de ser parte de este magno proyecto de investigación.

A todos mis docentes que con sus enseñanzas y experiencias me han inculcado el amor por la ciencia.

A mis amigos de carrera y de vida, por motivarme y a dar lo mejor de mí, a ellos infinidad de gracias por estar a mi lado y regalarme momentos inolvidables, gracias por tantas alegrías, siempre los llevaré en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Hipótesis	7
1.3.1. Hipótesis Nula	7
1.3.2. Hipótesis Alternativa	7
CAPÍTULO II	8
METODOLOGÍA.....	8
2.1. Materiales	8
2.1.1. Materia de análisis	8
2.1.2. Materiales de laboratorio.....	9
2.1.3. Equipos	9
2.1.4. Reactivos	10
2.2. Métodos	10
2.2.1. Recolección y toma de muestra.....	10
2.2.2. Determinación de parámetros físico-químicos.....	11
2.2.3. Determinación de análisis proximal	13
2.2.4. Determinación del aporte nutricional de yogurt.....	17
2.3. Análisis estadístico	20
CAPÍTULO III	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1. Análisis de parámetros físico-químicos.....	21
3.2. Análisis proximal.....	25
3.3. Identificación y cuantificación de ácidos grasos en yogurt.....	34

3.4. Verificación de hipótesis	44
CAPÍTULO IV	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
4.1. Conclusiones.....	45
4.2. Recomendaciones	46
MATERIALES DE REFERENCIA	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Provincia y coordenadas geográficas del muestreo.....	8
Tabla 2. Condiciones del cromatógrafo de gases acoplado a masa.....	19
Tabla 3. Datos obtenidos del análisis físico-químico.....	21
Tabla 4. Datos obtenidos del análisis proximal.....	26
Tabla 5. Datos obtenidos de color	31
Tabla 6. Datos obtenidos de la cuantificación de ácidos grasos presentes en el yogurt.	35
Tabla 7. Porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados, trans e índices de calidad nutricional	39
Tabla 8. Datos para la determinación de ácidos grasos (ordenados según el tiempo de retención).....	72
Tabla 9. Datos obtenidos del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados (monoinsaturados, poliinsaturados), trans e índices de calidad nutricional	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cromatograma del patrón FAME mix C4-C24	66
Figura 2. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A1	67
Figura 3. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A2	67
Figura 4. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A3	67
Figura 5. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A4	67
Figura 6. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A5	68

Figura 7. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A6	68
Figura 8. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A7	68
Figura 9. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A8	68
Figura 10. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A9	69
Figura 11. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B1	69
Figura 12. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B2	69
Figura 13. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B3	69
Figura 14. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B4	70
Figura 15. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B5	70
Figura 16. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B6	70
Figura 17. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B7	70
Figura 18. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B8	71
Figura 19. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B9	71
Figura 20. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B10	71

RESUMEN

Los derivados lácteos, en especial el yogurt, se han categorizado como un producto alimenticio indispensable para la dieta diaria del ecuatoriano. Esta bebida láctea fermentada, contiene nutrientes esenciales para el cuerpo humano entre ellos se menciona las proteínas, minerales (calcio y sodio), grasa, carbohidratos, fibra y vitaminas, los cuales en conjunto genera energía y vitalidad al consumidor. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que el exceso de ácidos grasos saturados puede generar enfermedades cardiovasculares. La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados presentes en el yogurt elaboradas en la provincia de Tungurahua, garantizando el consumo del producto. La determinación del perfil lipídico del yogurt se lo realizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas, siendo la concentración de los principales ácidos grasos; ácido mirístico (10,848), ácido palmítico (37,034), ácido oleico (10,721) y ácido esteárico (25,190), resaltando que en algunas muestras de yogurt hubo la presencia de ácido linoleico conjugado con un valor promedio de 0,265 por ciento. Por último y como información complementaria se determinó, un análisis proximal cuyos parámetros fueron humedad (73,379 a 93,969 por ciento), ceniza (0,312 a 0,843 por ciento), grasa (0,152 a 5,813 por ciento), proteína (1,240 a 3,381), calcio (60,509 a 212,341 miligramos por litro) y sodio (45,372 a 124,711 miligramos por litro).

Palabras clave: Productos lácteos, Yogurt, Calidad nutricional, Ácidos grasos saturados, Ácidos grasos insaturados.

ABSTRACT

Dairy products, especially yogurt, have been categorized as an essential food product for the Ecuadorian's daily diet. This fermented milk drink contains essential nutrients for the human body, including proteins, minerals (calcium and sodium), fat, carbohydrates, fiber and vitamins, which together generate energy and vitality to the consumer. However, some studies have shown that excess saturated fatty acids can lead to cardiovascular disease. The main objective of this research was to determine the relationship between saturated and unsaturated fatty acids present in yogurt made in the province of Tungurahua, guaranteeing the consumption of the product. The determination of the lipid profile of yogurt was performed by gas chromatography coupled to mass spectrophotometry, being the concentration of the main fatty acids being; myristic acid (10,848), palmitic acid (37,034), oleic acid (10,721) and stearic acid (25,190), highlighting that in some samples of yogurt there was the presence of conjugated linoleic acid with an average value of 0,265 percent. Finally and as complementary information, a proximal analysis was determined whose parameters were moisture (73,379 to 93,969 percent), ash (0,312 to 0,843 percent), fat (0,152 to 5.813 percent), protein (1,240 to 3,381), calcium (60,509 to 212,341 miligrams per liter) and sodium (45,372 to 124,711 miligrams per liter).

Keywords: Dairy products, Yogurt, Nutritional quality, Saturated fatty acids, Unsaturated fatty acids.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

A nivel industrial, la leche de vaca ha sido considerada como una materia prima predominante para la elaboración de productos lácteos siendo los más consumidos quesos, leches fermentadas, yogures y leches con contenido variable en grasa (**Moreno Aznar et al., 2013**). La leche es una secreción láctea que no contiene menos de 3,25% de grasa y está libre de calostro, ya que se obtiene de ganado vacuno en buen estado de salud (**Revilla, 1982**). Sin embargo, es necesario realizar procesos de esterilización, como la pasteurización, para obtener productos de buena calidad.

En la actualidad, el consumo de leche de vaca y productos lácteos ha sido de gran importancia para la salud tanto para niños como para adultos, ya que desde la infancia, se debe proporcionar la energía suficiente para el crecimiento y desarrollo del individuo. De la misma manera en la edad adulta, la ingesta de productos lácteos es primordial, ya que aporta los nutrientes necesarios, como el calcio y otros minerales, para mantener la estabilidad del cuerpo y reducir el riesgo de desarrollar osteoporosis, hipertensión y cáncer de colon. Ante esta situación los derivados lácteos, se han incluido como alimentos importantes para una dieta balanceada de la comunidad, debido a que contienen un valor nutricional adecuado de vitaminas, proteínas, minerales, ácidos grasos, fibra alimenticia entre otros (**Miller, Jarvis & McBean, 2002**)

En un estudio realizado por **García, Montiel, & Borderas (2014)**, sobre la grasa y proteína de la leche de vaca, menciona que la relevancia nutricional de la leche se enfoca principalmente en la fracción lipídica, formada por ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados y por otro lado, la fracción proteica donde se distinguen las caseínas, proteínas del lactosuero, y proteínas de la membrana del glóbulo graso (**Harvatine, Boisclair & Bauman, 2009; Huppertz, 2013**).

Ante esto, se ha determinado que las propiedades físicas y organolépticas de los productos lácteos, en sí, dependen en su mayoría de la grasa láctea, un constituyente muy importante que se encuentra emulsificada en forma de glóbulos con tamaño de

0,10 - 6,00 micras, los cuales están rodeados de una membrana lipoproteica compuesta de fosfolípidos y glicoproteínas que le brindan estabilidad y evitan coalescencia. La estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o la acción de agentes químicos (ácidos, detergentes, etc.), y es aumentada por la homogeneización que reduce el tamaño de los glóbulos a 2,00 micras o menos de diámetro (UZ, 2004).

De acuerdo con lo mencionado por **Soyeurt et al. (2006)** y **Hradecká, Čítek, Panicke, Řehout, & Hanusová (2008)**, la producción óptima de grasa láctea, se refleja en la buena alimentación de la vaca y de la capacidad metabólica de cada animal, esto se puede explicar, por el polimorfismo localizado en el cromosoma 14 (exón-8) del acilCoA-diacilglicerol aciltransferasa, enzima clave en la síntesis de triacilgliceroles (TAG). Argumento que coincide con lo reportado por **Schennink et al. (2008)**, que señalan la importancia que presenta esta enzima en la transformación de ácidos grasos saturados e insaturados.

La grasa láctea del ganado vacuno como vacas, ovejas y cabras tiene un alto contenido de ácidos grasos de cadena corta, con 4-8 átomos de carbono. La razón es que, en estos animales, los ácidos grasos de cadena más corta se forman en las glándulas mamarias a partir del ácido acético, que tiene 2 átomos de carbono. En tanto que, la grasa láctea humana y la de otros animales no rumiantes como cerdo y perros, no contienen ningún ácido graso con menos de 10 átomos de carbono, siendo la glucosa, el punto de partida para la síntesis de los ácidos grasos de cadena más corta (**Carpio Sánchez, 2001**).

El yogurt, derivado lácteo a estudiarse, es un producto obtenido de la fermentación láctica provocada por dos microorganismos: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricum*. Es considerado como una bebida de consumo regular que brinda ventajas para la salud como el control de hipertensión arterial y diabetes tipo II. Este producto a más de contener minerales, vitaminas y proteínas, cuenta con lípidos o grasas que son una excelente fuente de energía (**Coronel Feijo, 2018**). El valor nutricional que se le da al yogurt es similar al de la leche, con la diferencia de que esta bebida láctea dispone de un mayor contenido de calcio, cuya absorción aumenta por el pH ácido que le otorga el ácido láctico (**Campos Palaquibay, 2015**).

La materia prima utilizada está directamente relacionada con el perfil lipídico del yogurt, por lo que de ella dependerá la calidad del producto que se obtenga. Sin

embargo, existen otras características para definir la inocuidad de este, como son el uso de cepas convencionales de cultivos, la modificación del perfil lipídico del yogurt a través de los intensivos procesos térmicos que se le somete a la leche o la suplementación en la alimentación del ganado realizando dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados o semillas oleaginosas, los cuales son un enriquecimiento natural que se le agrega a la leche con ácidos grasos bioactivos (**Coronel Feijo, 2018**).

Existe gran controversia sobre cuán nocivo son los ácidos grasos presentes en los derivados de rumiantes para la salud de las personas, por lo que en los últimos 40 años se ha recomendado que se reduzca el consumo de grasas, calorías y en especial ácidos grasos saturados, ocasionando un bajo consumo de productos lácteos con alto contenido de materia grasa debido a la relación que tiene con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (**Arias, Keim, Velásquez, & Vargas-Bello-Pérez, 2016**). En general, los ácidos grasos están presentes en la grasa láctea de algunos alimentos (derivados de rumiantes: carne, leche o queso) en cantidades apreciables que le dan un valor nutricional relevante (**Gómez-Cortés, De la Fuente, & Juárez, 2019**).

Sin embargo, según **Arias, Keim, Velásquez, & Vargas-Bello-Pérez (2016)**, la concentración de ácidos grasos saturados (ácido palmítico) en el plasma sanguíneo se asocia a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y ataques al corazón, aunque científicamente no se ha comprobado que exista causalidad entre el consumo de ácidos grasos saturados y las enfermedades cardiovasculares, se manifiesta que la grasa de origen animal aporta beneficios para la salud de las personas si se acompaña con nivel bajo de carbohidratos, además los productos derivados de rumiantes que provienen de un sistema pastoril rico en ácido vaccénico, ácido ruménico y ácido linolénico aporta con ácidos grasos buenos para la dieta alimentaria.

A pesar que el consumo de grasa láctea ha sido catalogado como un aspecto negativo para la salud, debido al elevado contenido de ácidos grasos saturados que posee, cabe mencionar que algunos componentes de la grasa láctea contribuyen al beneficio de la salud (**Gutiérrez Álvarez, Martínez & Barón Núñez, 2011**). En un estudio realizado por **Macedo y Ramírez & Vélez-Ruíz (2015)**, acerca de un yogurt enriquecido con microcápsulas de ácidos grasos omega 3, señala que los ácidos grasos poli-insaturados como el ácido eicosapentanoico y el ácido docosahexanoico reducen los riesgos de enfermedades cardiovasculares, actividad anticancerígena, efectos antiinflamatorios,

prevención de osteoporosis y disturbios neurológicos, así como también reducir la depresión. El yogurt a más de contener ácidos grasos saturados, también presenta ácidos grasos *trans* de origen natural como el ácido transpalmitoleato, que se asocia para una menor resistencia a la insulina (**Mozaffarian, Cao, King, Lemaitre, Song, Siscovick & Hotamisligil, 2010**). Por el contrario, el consumo excesivo de ácidos grasos *trans* de origen industrial, aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (**Mozaffarian, Aro, & Willett, 2009**).

Existen diferentes hipótesis sobre los mecanismos por la que el yogurt podría ser beneficioso para la población que lo consume, pues en un documento escrito por **Babio Sánchez, Mena Sánchez, & Salas-Salvadó (2015)**, se menciona que el consumo del yogurt está asociado de manera inversa a la aparición de obesidad general, DM2 (diabetes mellitus tipo 2), HTA (hipertensión arterial), cáncer de diferentes tipos y especialmente en la patología que causa las enfermedades cardiovasculares. El mecanismo que se considerará en este estudio, se relaciona con el contenido de grasa total.

Algunos bioactivos como el ácido linoleico conjugado y la esfingomielina se han considerados potenciales importantes como cardioprotectores, por otro lado, al presentar niveles altos de ácidos grasos saturados ha hecho que los productos que contengan grasa láctea sean descartado como buenos para la salud, pero **Juárez Iglesias, De la Fuente Layos, & Fontecha Alonso (2015)**, concluyen que el consumo de leche y lácteos bajos en grasa o equilibrados pueden tener un efecto neutro respecto al riesgo cardiovascular.

Schwingshackl et al. (2017), en su estudio sobre grupos alimenticios y riesgo de hipertensión, indicó que en un meta-análisis realizado a 31509 casos de hipertensión y al incrementar 200g/día de consumo de lácteos disminuye en un 5% el riesgo de hipertensión. Si se considera sólo al consumo de yogurt, se determina que la presión arterial sistólica presenta los mejores niveles, ya que según **Wang, Fox, Troy, McKeown, & Jacques (2015)**, el consumir una porción de 230g/semana de yogurt se asocia a un 5% menos de riesgo de desarrollar hipertensión.

Según el **INEN (1983)**, el contenido de grasa y sólidos de la leche, deben estar presentes en el yogurt de 0 a 10%. Sin embargo, lo más frecuente es un contenido en

grasa de 0,5 –3,5% que de acuerdo con este contenido, el yogurt puede ser: yogurt natural grasa mínima 3%, yogurt semidescremado grasa máxima 0,5%, yogurt descremado grasa máxima 0,5%. Por otro lado, para la fabricación de yogurt, se puede añadir a la leche sustancias estabilizantes y azúcar o edulcorantes, según el tipo de producto que se desee obtener.

De acuerdo con la **FAOSTAT (2015)** la familia ecuatoriana incluye a su dieta alimentaria, el 12% de calorías provenientes de productos lácteos. Según **Cadena Calderón (2011)** el yogurt llega a ocupar el puesto 21 dentro de los 51 productos alimenticios más consumidos por las familias, en tanto que en los hogares de mayores ingresos llega a situarse entre los 12 productos más consumidos, siendo los más demandados yogurt de frutilla, mora y durazno (**Tapia Villalba, 2010**).

Sin embargo, el presupuesto de los hogares ecuatorianos es fundamental, pues según lo reportado por **Bravo Terán (2015)**, en un informe otorgado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) las familias de mayores ingresos económicos destinan 1,90% de su ingreso salarial hacia la compra del yogurt. Mientras que en los hogares de bajos recursos, gastan menos del 0,3% del presupuesto para este tipo de alimentos, a los que se incluye los camarones, naranjilla y jugo de frutas. Según **Valle Lituma (2015)**, en Ecuador, al yogurt se lo considera como un producto elitista dirigido a personas cuyo nivel socioeconómico sea medio y alto (generalmente zona urbana), por lo que la zona rural estaría limitada al acceso del producto.

Argumento que concuerda con lo expuesto por **Zambrano Carrasco (2017)**, el cual menciona que el Ministerio de Salud mediante su Observatorio de los Derechos de la Niñez y Adolescencia (ODNA) existe un 23% de habitantes que no se alimentan debidamente en especial los habitantes del sector rural ya que la falta de información nutricional y el bajo ingreso económico impiden que se alimentarse de la mejor manera. Además ha hecho que opten por adquirir productos alimenticios menos nutritivos y baratos como fideos, bebidas con alto contenido de azúcar, alimentos ricos en grasas, los cuales han desencadenado en problemas de salud como obesidad, sobrepeso y desnutrición,

Por lo tanto, es necesario determinar el contenido de ácidos grasos presentes en el yogurt, ya que al ser un producto de consumo masivo lo hace un tener un enfoque

esencial para la alimentación de la población. Es así que, la determinación del perfil lipídico se basa en identificar y clasificar a los ácidos grasos en saturados, monoinsaturados y trans que contiene un alimento, pues según **Andrade Leal (2014) & López Valencia (2008)**, el método más utilizado debido a la gran versatilidad, sensibilidad, reproducibilidad y fácil manejo en los campos de investigación científica e industria, es la cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, una técnica de separación de compuestos volátiles que se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. Antes de comenzar con el análisis, se debe realizar un tratamiento a la muestra en estudio, siendo éste, el método de extracción de la materia grasa, el cual dependerá del tipo de alimento que se va analizar, los ácidos grasos se saponifican y esterifican para convertirse en ésteres metílicos y así poder realizar la debida lectura de las muestras (**Molinari, 2015**).

El yogurt al tener una gran aceptabilidad a nivel nutricional, se ha considerado determinar algunos parámetros para determinar la composición esencial y factores de calidad que deben cumplir los productos lácteos entre ellos: grasa, proteína, acidez, humedad, cenizas, pH, actividad de agua y otros indicadores físico-químicos (**N. Zuluaga, 2018**).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Determinar el perfil lipídico en yogurt estableciendo la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados como aporte nutricional en la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar los ácidos grasos saturados e insaturados presentes en el yogurt a través de cromatografía de gases.
- Identificar el porcentaje de ácidos grasos contenido en el yogurt y así aportar al valor nutricional de un producto de consumo masivo.
- Analizar diferentes parámetros fisicoquímicos del yogurt como información complementaria.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis Nula

La relación entre ácidos grasos saturados e insaturados no afectan significativamente en la calidad nutricional de las muestras de yogurt elaboradas en los cantones de la provincia de Tungurahua.

1.3.2. Hipótesis Alternativa

La relación entre ácidos grasos saturados e insaturados afectan significativamente en la calidad nutricional de las muestras de yogurt elaboradas en los cantones de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. Materia de análisis

Para la recolección de las muestras se consideraron empresas productoras de derivados lácteos, cuyo producto principal de venta fuese el yogurt. Se tomaron las muestras en 17 empresas ubicadas en distintos cantones de la provincia de Tungurahua, información que fue proporcionada por el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), siendo los cantones de Quero, Tisaleo, Ambato, Cevallos, Pelileo, Píllaro y Patate, los sectores más productivos.

Tabla 1. Provincia y coordenadas geográficas del muestreo.

Código de muestra	Provincia	Coordenadas geográfica*
UTA-FCIAL-DL-A1	Ambato	17S 762417.9 9862169.7
UTA-FCIAL-DL-A2	Quero-Mocha	17S 760302.7 9842072.4
UTA-FCIAL-DL-A3	Ambato	17S 764133.7 9861447.4
UTA-FCIAL-DL-A4	Píllaro	17S 773588.8 9870001.5
UTA-FCIAL-DL-A5	Quero	17S 766093.3 9846608.2
UTA-FCIAL-DL-A6	Ambato	17S 762329.4 9861356.5
UTA-FCIAL-DL-A7	Cevallos	17S 764963.4 9850560.4
UTA-FCIAL-DL-A8	Tisaleo	17S 761290.1 9846464.5
UTA-FCIAL-DL-A9	Píllaro	17S 773253.7 9870222.0
UTA-FCIAL-DL-B1	Patate	17S 777632.5 9863855.9
UTA-FCIAL-DL-B2	Pelileo	17S 775244.0 9846268.5
UTA-FCIAL-DL-B3	Cevallos	17S 765149.6 9850302.7
UTA-FCIAL-DL-B4	Ambato	17S 764333.1 9861591.4
UTA-FCIAL-DL-B5	Ambato	17S 765825.4 9865240.5
UTA-FCIAL-DL-B6	Píllaro	17S 771654.2 9869857.7
UTA-FCIAL-DL-B7	Pelileo	17S 774911.1 9853204.4
UTA-FCIAL-DL-B8	Ambato	17S 763436.0 9859746.5
UTA-FCIAL-DL-B9	Píllaro	17S 775578.0 9870309.0

*El sistema de coordenadas corresponde al Sistema Universal Transversal del Mercator 1940 (UTM), expresadas en metros al nivel del mar.

2.1.2. Materiales de laboratorio

- Dedales de celulosa Whatman 10 μ m (33 \times 80mm)
- Matraces Erlenmeyer 250ml
- Perlas de vidrio
- Vasos de extracción VELP SER 148/6
- Cápsulas y crisoles de porcelana 30ml
- Balones de aforo (5, 10, 25, 50 y 500ml)
- Tubos eppendorf 1,5ml
- Micropipetas de volumen fijo y variable
- Tubos bacteriológicos 20ml
- Microfiltro ECONOFILTER 13mm;0,45 μ m
- Jeringas
- Viales de desecho/lavado
- Columna HP-88,60m \times 0,25mm ID, 0,2 μ m
- Viales ámbar con zona de escritura, tapa rosca con septa PTFE/silicona
- Agitadores magnéticos
- Vasos de precipitación (50 y 250ml)
- Picnómetro (25 y 50ml)
- Papel filtro de celulosa
- Desecadores de vidrio
- Pipetas volumétricas (5 y 10ml)
- Papel celofán
- Tubos de digestión VELP
- Vidrio reloj
- Filtro de purificación de gases GC/MS
- Cajas Petri de plástico desechables 90mm

2.1.3. Equipos

- Extractor de grasa GERHARDT
- Digestor Turbotherm GERHARDT
- Destilador de Nitrógeno Vapodest GERHARDT
- Balanza analítica METTLER TOLEDO XPE204

- Estufa METTLER TOLEDO HX204
- Mufla NABER THERM 30-3000°C
- Campana de extracción de gases NOVATECH-CEI120BA
- Titulador automático METTLER TOLEDO COMPACT TITRATOR G20
- Analizador de actividad de agua AQUALAB DEW POINT 4TE
- Vórtex VWR
- Espectrómetro de Absorción Atómica PG INSTRUMENTS AA500
- Plancha de calentamiento con agitación magnética VWR
- Colorímetro LOVIBOND
- Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System acoplado a un detector de masas 5977A GC/MSD

2.1.4. Reactivos

- Metanol Extra Puro 99,5% LOBACHEMIE
- Ácido clorhídrico 37% ACS FISHER SCIENTIFIC
- Ácido clorhídrico 99% FISHER SCIENTIFIC
- Hidróxido de potasio NOVACHEM
- Éter de petróleo para desnaturalización MERCK
- Ácido sulfúrico concentrado 96% EMSURE
- Hidróxido de sodio EMSURE
- Ácido bórico ACS, ISO MERCK
- Sulfato de sodio anhidro MERCK
- n-Hexano ACS FISHER SCIENTIFIC
- n-Hexano grado HPLC FISHER SCIENTIFIC
- Tabletas Kjeldahl para detección de nitrógeno MERCK
- Agua ultra pura Milli-Q THERMO SCIENTIFIC
- Ácido nítrico concentrado 70% FISHER SCIENTIFIC

2.2. Métodos

2.2.1. Recolección y toma de muestra

Las muestras de yogurt fueron seleccionadas de empresas ubicadas en la provincia de Tungurahua, dedicadas a la elaboración y producción de este derivado lácteo. Cumpliendo con el manual de toma de muestras de alimentos y bebidas del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (**INVIMA, 2015**) la recolección de las muestras se realizó en óptimas condiciones sanitarias y de asepsia, en donde la

cantidad de yogurt necesaria fue de 400ml tomados en frascos esterilizados y fundas con cierre de seguridad *Ziploc*, mismos que se colocaron en hieleras para transportarlos hasta el lugar de análisis. Durante el tiempo que se llevó a cabo la experimentación, a las muestras de yogurt se las refrigeró a una temperatura de 3-8°C.

2.2.2. Determinación de parámetros físico-químicos

2.2.2.1.Acidez titulable

El método que se utilizó para la determinación de acidez titulable se basa según la norma **INEN (1984)** NTE 0013, el cual expresa el contenido de ácido láctico presente en derivados lácteos. En un vaso portamuestra se pesó 10g de muestra de yogurt previamente homogeneizada y se añadió 50ml de agua destilada. Con la ayuda del titulador automático Compact Titrator G20, se realizó la titulación con solución de hidróxido de sodio 0,1M y 0,5ml de fenolftaleína (indicador), los cuales fueron añadidos a través del equipo. Finalmente se calculó el porcentaje de ácido láctico que contiene las muestras de yogurt aplicando la Ec.1.

$$\% \text{Ácido acético} = 0,090 \left(\frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH}}{P} \right) \times 100$$

(Ec. 1)

Donde:

0,090: Coeficiente láctico

V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio gastada en la titulación (ml)

N_{NaOH} : Concentración de hidróxido de sodio (M)

P: Peso de la muestra (g)

2.2.2.2.pH

Siguiendo con el principio de la norma **AOAC (1990)** 947.05, se realizó la determinación de pH. Se mezcló la muestra de yogurt hasta su completa homogeneización y en un vaso de precipitación de 100ml se pesó 10g de muestra y se diluyó con 50ml de agua destilada. Se introdujo los electrodos del potenciómetro SevenCompact, el cual fue calibrado con anterioridad con tampones de pH conocido (4 y 7) y así se procedió con la medición.

2.2.2.3.Densidad

La densidad relativa se realizó a través del método que se establece en la norma **INEN (1983)** NTE 0011. Se pesó un picnómetro de vidrio previamente seco y limpio. Posteriormente se llenó el recipiente con agua destilada a temperatura ambiente, evitando la formación de burbujas de aire. Se colocó la tapa, en la que el fluido subió por el capilar hasta derramarse. Se procedió a secar nuevamente y registrar el peso. A continuación, se realizó el mismo procedimiento para lectura de las muestras de yogurt y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1}$$

(Ec. 2)

Donde:

ρ : Densidad relativa de la muestra

P_3 : Peso del picnómetro con la muestra (g)

P_2 : Peso del picnómetro con agua (g)

P_1 : Peso del picnómetro vacío (g)

2.2.2.4.Actividad de agua

La medición de actividad de agua se llevó a cabo en el analizador AQUALAB Dew Point Water 4TE. Antes de comenzar con el análisis se realizó la calibración del equipo, cubriendo totalmente el recipiente portamuestra con agua destilada. De la misma forma se realizó con las muestras de yogurt. Se tuvo especial cuidado en que las muestras no se derramen dentro de la cámara del equipo para que los sensores del punto de rocío de espejo frío no se alteren y den resultados erróneos. Se cerró la tapa del equipo y se esperó unos minutos.

2.2.2.5.Color

El colorímetro Lovibond, fue el equipo que se utilizó para determinar el color de las muestras de yogurt. En primer lugar, se tuvo que calibrar el equipo cerrando la cámara y presionando el botón lateral. Se procedió con la lectura de las muestras, mismas que se colocaron en una caja Petri de plástico de 90mm de diámetro y sobre una celda con

base blanca se comenzó con la lectura. Para obtener datos validos se tuvo que considerar un lugar donde no se tenga acceso a la luz. Los parámetros que se analizan son: la luminosidad y coordenadas de cromaticidad a (tendencia a lo anaranjado) y b (tendencia a lo amarillo o azul).

2.2.3. Determinación de análisis proximal

2.2.3.1. Humedad

Se determinó el porcentaje de humedad presente en la muestra de yogurt en base a la norma modificada de la **AOAC (1984)** 16.032, la cual hace referencia a la perdida de agua que se evapora de la muestra expresándose en base seca. Previamente se pesó la cápsula de porcelana y se registró el peso. Luego se taró y se colocó aproximadamente 5g de la muestra homogeneizada. Con la ayuda de unas pinzas metálicas se introdujo en la estufa Mettler Toledo HX204 a una temperatura de $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas. Se dejó enfriar las cápsulas en el desecador y se procedió a calcular la humedad con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{P} * 100$$

(Ec. 3)

Donde:

m_1 : peso de la cápsula con muestra húmeda (g)

m_2 : peso de la cápsula con muestra seca (g)

P: peso de la muestra (g)

2.2.3.2. Cenizas

Para la determinación de cenizas se empleó el método **AOAC (2000)**, 945.46 que consistió primeramente en tarar los crisoles a utilizar en la estufa Mettler Toledo HX204 a temperatura de 100 a 110°C por 1 hora. Con unas pinzas de metal se procedió a sacar los crisoles y colocarlos en el desecador con sílica gel activado. Se registró el peso del crisol vacío, se taró y se colocó 5g de muestra de yogurt previamente homogeneizada. A los crisoles con la muestra, se los introdujo en la mufla precalentada NABER THERM 30-3000 $^{\circ}\text{C}$ y se fijó a temperatura de 550°C por 3 horas, que es

cuando se presenta cenizas libres de partículas de carbón. Por último se transfirió los crisoles al desecador, se dejó enfriar y se pesó inmediatamente. El cálculo se lo realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

(Ec. 4)

Donde:

m_2 : peso del crisol más cenizas (g)

m_1 : peso del crisol más muestra sin calcinar (g)

m_0 : peso del crisol vacío (g)

2.2.3.3. Grasa Total

Para calcular la grasa total que contiene la muestra de yogurt se guio en la norma **INEN (2014)**, ISO 8262-1(E) e IDF 124-1(E), la cual analiza este parámetro en alimentos infantiles con leche, helados y productos lácteos líquidos concentrados. Antes de comenzar con la extracción de la grasa se realizó una hidrólisis ácida para romper la membrana lipídica. Se pesó 20g de muestra homogeneizada de yogurt en un matraz Erlenmeyer de 250ml previamente tarado. Posteriormente, se añadió 100ml de HCl 3N y se colocó sobre una plancha de calentamiento a 300°C hasta que la mezcla se torne de un color oscuro. En otro matraz Erlenmeyer se procedió a filtrar la solución y se lavó varias veces con agua destilada caliente hasta obtener un volumen de 500ml y así extraer toda la grasa contenida en el yogurt. Finalmente, se colocó cuidadosamente al papel filtro con la muestra sedimentada, en un vidrio reloj y se llevó a la estufa Mettler Toledo HX204 a 130°C por unos minutos.

Para la extracción de la grasa, se colocó la muestra con todo y papel filtro en dedales de celulosa y sobre ella algodón. A estos, se los ingresó en el extractor de grasa GERHARDT junto con los vasos metálicos (previamente tarados con 4 a 5 núcleos de cristales) que contenían 50ml de éter de petróleo. El tiempo total de extracción fue de

2 horas con 10 minutos, los cuales estuvieron repartidos de la siguiente manera: 40min para calentamiento, 60min para lavado y 30min para recuperación del solvente.

Después del tiempo programado se llevaron a los vasos al desecador y se registró el peso. El porcentaje de grasa se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ grasa} = \frac{PG - P}{W} * 100$$

(Ec. 5)

Donde:

PG: peso del vaso más grasa (g)

P: peso del vaso vacío (g)

W: peso de la muestra (g)

2.2.3.4. Proteína

La cuantificación de proteína cruda se la realizó en base al método de Kjeldahl, proporcionado por la **AOAC (2005)**, 2001.11. Sobre un cuadro de papel celofán se pesó aproximadamente 1g de muestra de yogurt en estado líquido. Cuidadosamente se cerró y se colocó en los tubos de digestión VELP, que junto con una tableta Kjeldahl y 15ml de ácido sulfúrico al 96% fueron llevados al equipo digestor Turbotherm GERHARDT por 1 hora, hasta que la muestra se torne de color verde esmeralda. Terminada la reacción de digestión, se apagó el equipo y con cuidado, se procedió a alzar los tubos hasta que ya no emanen gases tóxicos (aproximadamente 15min). Una vez que los tubos estuvieron a temperatura ambiente, se añadió poco a poco 70ml de agua destilada.

Como siguiente paso fue la destilación, en la cual se emboco el tubo digestor en el destilador de nitrógeno Vapodest GERHARDT y adicionalmente se introdujo un matraz con 30ml de ácido bórico al 4%, en la cual se va a recoger el nitrógeno que posee la muestra. El proceso se llevó a cabo en diferentes tiempos: 5seg para la absorción de hidróxido de sodio al 40%, 10seg para el tiempo de reacción y 390seg para la destilación con 100% de vapor. Después del análisis se lavó al equipo por 280seg con agua destilada y sin adición de hidróxido de sodio. Al terminar se obtuvo

un volumen aproximado de 250ml en el matraz y un cambio de color que viró de rosado a verde.

Como último paso fue la titulación que se realizó con ácido clorhídrico 0,0946N previamente valorado. El volumen que se añadió fue hasta que el contenido del matraz Erlenmeyer vire de verde a púrpura y con la adición de 3 gotas más, a fucsia. La fórmula que se utilizó se describe a continuación:

$$\% \text{ Proteína} = \left[\frac{(V_S - V_B) \times N \times 14,01}{m \times 10} \right] * F$$

(Ec. 6)

Donde:

V_S : volumen gastado de HCl 0,0946N (ml)

V_B : volumen gastado de HCl en el blanco (g)

N: concentración de HCl expresada en normalidad (g)

14,01: peso molecular del nitrógeno

m: peso de la muestra (g)

F: factor de conversión de nitrógeno a proteína (6,38)

2.2.3.5. Azúcares totales

La cantidad de azúcar o sacarosa que contiene la muestra de yogurt se llevó cabo utilizando el refractómetro digital ATAGO 3851, cuyos resultados se expresan en grados Brix. Antes de comenzar con los análisis, se calibró el equipo con agua destilada, posterior a ello, se empezó a homogeneizar las muestras de yogurt y con la ayuda de un gotero se colocó sobre la celda unas gotas de la muestra, hasta que lo cubra en su totalidad. Los valores reportados indican los gramos de azúcar que se encuentran en 100g de solución.

2.2.3.6. Minerales

2.2.3.6.1. Calcio y sodio

Para la determinación de calcio y sodio, minerales más relevantes que se encuentra en el yogurt y otros alimentos, se realizó por el método **AOAC (2005a)** 985.35. Previo al

análisis de minerales, se tuvo que preparar a las muestras. En crisoles de porcelana tarados o de peso constante se añadió 5g de yogurt, los cuales fueron colocados en la mufla NABER THERM 30-3000°C, que estuvo previamente calentada y programada a 550°C. Después de 12 horas, donde ya se incineró la muestra, se procedió a sacar a los crisoles y colocarlos en el desecador para que se enfríen. Posterior a eso, se procedió a pesar, en capsulas de porcelana, aproximadamente 0,05g de cenizas, los cuales se llevaron a la plancha de calentamiento. A cada muestra, se añadió 1ml de HCl concentrado y 500µl de HNO₃ concentrado, luego se las colocó sobre la plancha de calentamiento con agitación constante durante 15min a 80°C. Finalmente, se microfiltró con cuidado en balones de 25ml y se aforó con HNO₃ 1%.

La preparación de estándares fue necesario para determinar la concentración de calcio y sodio. A partir, de la solución stock o patrón de calcio se prepararon estándares de concentraciones 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5 para calcio y concentraciones de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 para sodio, que fueron colocados en balones de 10ml y aforados con HNO₃ 1%. Mediante el espectrofotómetro de absorción atómica PG INSTRUMENTS AA500 con atomizador de flama, se pudo elaborar la curva de calibración de estos metales.

De los balones de 25ml, que contiene la muestra, se realizaron varias diluciones, con el fin de que valores obtenidos se encuentren dentro en la curva de calibración, para lo cual se diluyó 100µl de muestra en balones de 10ml (para calcio) y 50µl de muestra en balones de 10ml (para sodio), se añadió 1ml LaCl₃ al 5% y se aforo con HNO₃ 1%. Los blancos utilizados fueron de KCl y LaCl₃ para sodio y calcio respectivamente. Los cálculos se los realizó en una hoja electrónica de Excel.

2.2.4. Determinación del aporte nutricional de yogurt

De acuerdo con **Silva Puente Arnao (2016)**, el valor nutritivo de un alimento no sólo se enfoca en el contenido de nutrientes, sino también de la biodisponibilidad, digestibilidad y asimilación que tienen estos nutrientes en el cuerpo humano. Es así que el yogurt, al ser considerado una bebida láctea de gran valor nutricional, es necesario analizar el contenido de proteínas, calcio, sodio y especialmente de la grasa, puesto a que su aporte ayuda en la textura y consistencia del yogurt, además de ser una fuente energética y brindar protección a los órganos internos, esto siempre y cuando se incluya a la dieta con los valores normales establecidos, caso contrario podrían presentarse enfermedades cardiovasculares.

2.2.4.1.Extracción de grasa

Para la extracción de lípidos se utilizó el método descrito por **Gutiérrez, Ratti, & Belkacemi (2008)** con algunas modificaciones, el cual utiliza cloroformo y metanol como solventes orgánicos. En tubos de centrifuga de 50ml, se pesó 5g de yogurt y se lo homogeneizó con 30ml de solución cloroformo: metanol en proporción 2:1. Se centrifugó a 4000rpm durante 15min. Seguido se realizó una filtración, y la micela que contenía los lípidos se transfirieron a un embudo de separación en la que se añadió 7,5ml de KCl al 0,88% dejándose en reposo hasta observar su completa separación de fases. A la fase orgánica se removió y se filtró sobre sulfato de sodio (Na_2SO_4) anhidro. El solvente fue recuperado mediante un rotavapor. La cantidad de grasa se los almacenó en tubos bacteriológicos con hexano hasta el momento de realizar los análisis de ácidos grasos.

2.2.4.2.Obtención de esteres metílicos de ácidos grasos

Con la grasa extraída, se comenzó a realizar de una metil-esterificación. Este procedimiento consiste hacer reaccionar un triglicérido con un alcohol, para producir alquil ésteres y glicerol (**Castellar Ortega, Angulo Mercado, & Cardozo Arrieta, 2014**) Se pesó, en un tubo bacteriológico, aproximadamente 0,02g de la grasa extraída. Para la primera reacción se adicionó 2ml de solución metano:KOH llevándose a baño María a ebullición por 15min y se dejó enfriar a temperatura ambiente. En la segunda reacción se adicionó 1ml de solución metanol:HCl y se llevó a baño María a 50°C por 25min. Finalizada las reacciones, se procedió agregar 3ml de agua destilada y 10ml de hexano grado cromatográfico dejándose reposar por 2h. Transcurrido ese tiempo se extrajo con una jeringa cuidadosamente 1,5ml de la solución clarificada (parte superior) y se realizó una microfiltración en un vial cromatográfico para el análisis.

2.2.4.3.Identificación y cuantificación de ácidos grasos por cromatografía de gases.

El cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System, acoplado a un detector de masa 5977A GC/MSD autosampler 7693, tiene como función separar e identificar varios componentes o moléculas volátiles de una mezcla compleja (**Gutiérrez & Droguet, 2002**). Las condiciones en las cuales se llevó a cabo el análisis se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Condiciones del cromatógrafo de gases acoplado a masa

Parámetros	Condiciones
Volumen de inyección	0,5µl
Modo de inyección	Splitless a 15ml/min
Temperatura de inyector	250°C
Presión de inyector	13.771psi
Medición de columna	Longitud: 60m Diámetro: 0,25mm Espesor: 0,25µ
Flujo dentro de la columna	1,4ml/min
Gas portador	Helio 99,999%
Temperatura inicial	80°C
Rampa de temperatura 1	10°C/min hasta 120°C; 4min
Rampa de temperatura 2	20°C/min hasta 140°C; 5min
Rampa de temperatura 3	2°C/min hasta 200°C; 45min
Temperatura del detector	240°C
Tiempo de análisis	53min

En este método de cromatografía de gases, a la muestra se la inyectó en la fase móvil, (Helio). En esta fase, los diferentes componentes que tiene la muestra pasan a través de la columna, siendo cada componente presente en la muestra, un soluto con diferente afinidad hacia la fase estacionaria (columna). Los componentes fuertemente retenidos en esta fase migran lentamente en la fase móvil, mientras que, los retenidos de forma débil, lo harán rápidamente (**Gutiérrez & Droguet, 2002**).

Cada uno de los componentes presentes en la muestra de yogurt, se registró en forma de picos o cromatograma. En algunos casos los picos se observaron muy próximos entre sí y fue necesario ajustar a una escala adecuada para observarlos de mejor manera. Las proporciones en masa del ácido graso obtenidas, se determinaron en base al patrón de referencia FAME MIX C4-C24, un estándar analítico el cual fue utilizado como criterio de control de calidad en el proceso de identificación y cuantificación del perfil lipídico, a más de contar con la biblioteca NIST14.L

Para la cuantificación independiente de un compuesto, fue necesario calcular el factor de calibración, el cual relaciona el porcentaje en peso del metil éster de cada uno de los compuestos (ácidos grasos) del patrón y el porcentaje de área determinada del analito en su tiempo de retención (Alonso, 2016). El cálculo de este parámetro se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$f_i = \frac{C_{iM}}{A_{iM}}$$

(Ec. 7)

Donde:

f_i : factor de calibración para cada compuesto

C_{iM} : concentración del compuesto i en la mezcla del patrón (%m/m)

A_{iM} : porcentaje área del compuesto o analito i (%)

2.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo a través de una tabla de varianza ANOVA simple, donde se evaluaron las variables del análisis fisicoquímico, de calidad y proximal. Para determinar la diferencia significativa que existió entre los diferentes tratamientos realizados al yogurt, se utilizó la prueba de Tukey, donde se estableció un nivel de confianza del 95% y de probabilidad de error menor o igual a 0,05. El software estadístico que se empleó fue Statgraphics Centurion. Los datos de los análisis realizados se obtuvieron por duplicado, los cuales se expresan como valor medio \pm desviación estándar.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de parámetros físico-químicos

En el análisis físico-químico que se realizó, se consideraron los parámetros más relevantes en relación a la calidad del yogurt, es decir, aquellos que aseguran la conservación, estabilidad y vida útil del producto. En la tabla 3, se indican los resultados obtenidos de la acidez, pH, densidad y actividad de agua que se llevaron a cabo en el yogurt.

Tabla 3. Datos obtenidos del análisis físico-químico.

MUESTRA	Parámetros Físico-químicos			
	Acidez titulable (%Ácido acético)	pH	Densidad	Actividad de agua (a_w)
UTA- FCIALDL-A1	0,89±0,04	4,06±0,05	1,04±4,6E-05	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A2	0,95±0,01	3,89±0,01	1,05±6,1E-05	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A3	0,90±0,00	3,82±0,02	1,06±1,1E-05	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A4	0,53±0,01	3,87±0,05	1,03±3,5E-05	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A5	0,76±0,01	4,09±0,01	1,04±8,9E-06	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A6	1,55±0,03	3,17±0,00	1,05±5,4E-06	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A7	0,67±0,01	3,93±0,01	1,05±6,3E-06	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A8	0,67±0,00	3,85±0,02	1,06±1,4E-05	0,99±0,00
UTA- FCIALDL-A9	0,52±0,01	3,76±0,01	1,06±3,2E-05	0,99±0,01

UTA-FCIALDL-B1	0,53±0,01	4,09±0,00	1,04±2,1E-05	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B2	0,71±0,00	3,70±0,01	1,07±1,0E-05	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B3	0,66±0,01	3,87±0,01	1,06±5,2E-06	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B4	0,57±0,03	3,80±0,03	1,05±8,1E-06	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B5	0,76±0,00	3,62±0,00	1,07±4,2E-06	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B6	0,68±0,00	4,09±0,00	1,07±9,7E-06	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B7	0,66±0,01	3,92±0,03	1,04±7,8E-07	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B8	0,74±0,00	3,82±0,004	1,06±1,5E-07	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B9	0,56±0,01	3,71±0,02	1,06±3,2E-05	0,99±0,00
UTA-FCIALDL-B10	0,57±0,00	3,62±0,02	1,06±4,9E-06	0,99±0,00

En un estudio realizado por **Mori Nuñez (2017)** sobre el efecto de carragenina y sacarosa en la acidez y otros parámetros del yogurt, señala que la producción de ácido láctico le proporciona al yogurt textura y sabor. Según **INEN (2011)** NTE 2395, el rango de acidez en yogurt, expresado en porcentaje de ácido láctico, debe ser de 0,6 – 1,5%, sin embargo en el análisis, se identificó que las muestras de yogurt presenta una acidez de 0,52 – 1,55% con diferencia estadísticamente significativa entre ellas, siendo las muestras A4, A9, B1, B4, B9 y B10, las que presentan una acidez menor al reportado.

Los valores de acidez que se encuentran fuera del rango, se puede deber a los errores que se comenten durante la elaboración del yogurt, como: un tiempo prolongado de fermentación, cantidad de *Lactobacillus* (LGG) muy elevada, cultivos mal seleccionados y alta temperatura de almacenamiento. Sin embargo, la principal causa está relacionada con la actividad bacteriana, puesto a que las bacterias son las

encargadas de la producción de ácido láctico (**Alcívar Peláez, 2016**). Además, otro factor a considerar es la materia prima, ya que la leche puede afectar la calidad del yogurt, reflejándose en la consistencia y acidez (**Simanca, Andrade, & Arteaga, 2013**)

El pH, es otro parámetro de gran importancia al momento de evaluar la calidad del yogurt. En un estudio realizado por **Peixoto et al. (2016)**, sobre la influencia del tiempo de almacenamiento de la leche en las características fisicoquímicas del yogurt, considera que los valores de pH óptimos son de 3,8 – 4,3. De acuerdo a lo reportado en la tabla 3, los yogures analizados presentan diferencia significativa entre ellos, siendo las muestras A6, A9, B2, B4, B5, B9 y B10, que se encuentran fuera del rango establecido, puesto a que se obtuvo un pH menor a 3,8.

El descenso de pH en el yogurt puede deberse a que la lactosa, sustrato que utilizan las bacterias ácido lácticas para la obtención de energía, se degrade en ácido láctico durante el almacenamiento, reflejándose la acidificación y por ende afectando la calidad del yogurt (**Hassan & Amjad, 2010**). Lo mencionado, concuerda con **ParraHuertas, Barrera-Rojas, & Rojas-Parada (2015)**, debido a que un estudio realizado por ellos, sobre la evaluación de la adición de sustratos en yogurt elaborado a partir de leche semidescremada, indica que a partir del día 3 hasta el día 7, los tratamientos realizados en el yogurt, comienzan a disminuir el pH, pues los microorganismos quedan viables de realizar actividad metabólica bacteriana, aunque la variación en este caso sea menor ya que se ve afectada por la baja temperatura (**Rojas-Castro, ChacónVillalobos, & Pineda-Castro, 2007**)

Beltrán Moso (2015), indica que un efecto positivo que presenta el descenso de pH es la dificultad para el desarrollo de microorganismos patógenos como la Salmonella, causante del deterioro del producto. En leches fermentadas, con un pH bajo se produce la coagulación de la caseína formando un gel (característica del yogurt), además al tener un medio ácido por la producción del ácido láctico y otros metabolitos en cantidades menores como: ácido acético, agua oxigenada o bacteriocinas lácticas, ayuda a que no se desarrollen microorganismos patógenos (**Ruales Guzmán, 2012**).

En sí, la acidez y el pH en el yogurt, están relacionadas de manera inversamente proporcional, es decir, que a mayor acidez menor pH (**Díaz-Jiménez, B.,**

SosaMorales, M. E. & Vélez-Ruiz, 2004). Durante la elaboración del yogurt, se debe considerar el pH de la fruta ya que este debe ser aproximado al del yogurt para así evitar la sobre acidificación. Una acidez menor con pH mayor a 4,6 influye desfavorablemente en la consistencia del yogurt, un pH igual o menor a 4,6 ayuda a la hidratación de proteínas en el yogurt, pero una acidez alta con pH menor a 4,0 favorece la contracción del coagulo, aumentando la sinéresis del yogurt (**Vera Balcázar, 2011**)

Según **Martínez (2016)**, en su estudio realizado sobre la evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con goma de tara, reporta valores de densidad de 1,055 - 1,076g/ml. Al analizar la densidad de cada muestra de yogurt, se encontró que existe diferencia significativa entre ellas, siendo A1, A4, A5 y B1, las muestras cuyos valores de densidad se encuentran por debajo de 1,055 g/ml. Esto se debería a que en el yogurt, se pudo haber adicionado agua, materia grasa o presentar un aumento en la temperatura, sin embargo, el factor más relevante, después de los sólidos no grasos, es la grasa, ya que la densidad está relacionada con esta, es decir, que el yogurt elaborado con leche de alto contenido en grasa tendrá menor densidad que uno elaborado con leche descremada o baja en grasa (**Barrera, 2014**).

En cuanto a la actividad de agua, los valores obtenidos en las muestras de yogurt fueron de 0,99 con diferencia significativa entre medias. Este rango coincide con lo reportado por **Equinlab (2011)**, el cual señala que en la mayoría de los alimentos frescos como: carne fresca y mariscos, productos lácteos, frutas y verduras tienen una actividad de agua, igual o mayor a 0,98. Además, se menciona que en este nivel de actividad de agua, crecen algunos microorganismos causantes de toxiinfecciones alimentarias (*Salmonella spp.*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* y algunas levaduras) excepto los xerófilos y halófilos extremos (**Bush & Keener, 2011**)

Por otro lado, en un estudio realizado por **Mori Nuñez (2017)** se identificó que la actividad de agua (A_w) en el yogurt, permanece constante durante los 15 días de almacenamiento a 4°C, valores que tuvieron un rango de 0,994 – 0,995, señalando que la acción de la carragenina, un estabilizante natural, fue el encargado de unir al agua con los demás constituyentes de la leche, reduciendo así el movimiento de agua libre.

La actividad de agua tiene múltiples funciones como: predecir la estabilidad de los alimentos, actividad enzimática y crecimiento microbiano, el cual se inhibe al

encontrarse en un medio con poca actividad de agua. Esta detención no está asociada con la muerte del microorganismo, sino a la resistencia o estrés al que se somete (**Becerra, 2016**). Por otra parte para evitar el crecimiento microbiano y conservar los alimentos se realizan procesos como concentración, deshidratación, congelamiento, liofilización, salado y azucarado (estos dos últimos por aumento de la presión osmótica) (**Badui Dergal, 2006**).

3.2. Análisis proximal

El análisis preliminar o proximal que se realiza a un alimento, es con la finalidad de conocer el valor nutricional que presenta el producto. Según lo citado por **Redondo Useros (2019)**, en su estudio sobre efectos del consumo de probióticos y yogures en el sistema inmunitario, el yogurt es un alimento que se relaciona con la calidad de la dieta, pues el alto contenido de ingredientes esenciales como el calcio, fósforo, vitaminas B y ácidos grasos esenciales, complementan al contenido de proteínas de gran valor biológico y grasas saludables. En sí, estos nutrientes interaccionan entre sí para aumentar su disponibilidad y evitar la degradación de este derivado lácteo, gracias a que forman una consistencia viscosa.

Ante lo mencionado, es necesario escoger adecuadamente los métodos analíticos y así obtener valores confiables para el consumidor, pues de su composición dependerá los beneficios que se obtengan, tales como la modificación de la microbiota intestinal para mejorar la salud y el perfil cardiometabólico en niños y adolescentes (**López-Sobaler et al., 2019**).

Por lo tanto, en la tabla 4 se detallan los parámetros que se llevaron a cabo en las muestras de yogurt, los cuales fueron: humedad, ceniza, grasa total, proteína (reportados en porcentaje), azúcares (grados Brix), calcio y sodio (concentraciones de mg/L), siendo los más importantes y que con mayor frecuencia se realizan, puesto a que el yogurt, al ser un derivado lácteo de mayor consumo en la provincia de Tungurahua, se requiere que cumplan con los valores establecidos, especificaciones o requerimientos para que se comercialice libremente en el mercado.

Tabla 4. Datos obtenidos del análisis proximal.

MUESTRA	Parámetros						
	Humedad	Cenizas (%)	Grasa total (%)	Proteína (%)	°Brix	Calcio (mg/L)	Sodio (mg/L)
UTA-FCIAL-DL-A1	92,91±2,94	0,84±0,05	0,42	2,62	7,10±0,28	168,21	124,71
UTA-FCIAL-DL-A2	87,68±0,15	0,70±0,03	0,65	2,93	11,65±0,07	212,34	97,16
UTA-FCIAL-DL-A3	86,09±3,77	0,72±0,06	5,72	3,38	15,50±0,14	109,87	55,01
UTA-FCIAL-DL-A4	93,97±0,46	0,37±0,09	3,21	1,33	7,15±0,07	60,51	45,92
UTA-FCIAL-DL-A5	83,33±0,79	0,53±0,04	2,71	2,67	9,60±0,28	150,26	73,20
UTA-FCIAL-DL-A6	73,38±0,39	0,48±0,02	1,11	1,93	12,40±0,28	98,65	59,97
UTA-FCIAL-DL-A7	79,70±1,35	0,54±0,01	0,85	2,77	14,25±0,07	142,03	67,41
UTA-FCIAL-DL-A8	78,03±0,97	0,54±0,06	0,50	2,36	16,15±0,21	149,51	56,94
UTA-FCIAL-DL-A9	86,42±1,45	0,41±0,01	0,02	1,24	12,00±0,42	85,94	45,37
UTA-FCIAL-DL-B1	98,65±1,29	0,39±0,01	0,86	1,67	11,10±1,13	110,62	73,47
UTA-FCIAL-DL-B2	88,75±0,37	0,63±0,05	1,13	2,13	15,55±0,21	127,08	80,08
UTA-FCIAL-DL-B3	87,88±1,53	0,44±0,02	2,03	2,71	14,75±0,50	136,05	86,97
UTA-FCIAL-DL-B4	85,18±0,40	0,52±0,02	3,44	1,92	11,85±0,35	105,38	62,18
UTA-FCIAL-DL-B5	79,71±1,61	0,31±0,02	1,69	2,08	16,45±0,07	65,00	88,90
UTA-FCIAL-DL-B6	80,27±0,15	0,46±0,01	0,15	2,91	18,00±0,57	201,12	116,72
UTA-FCIAL-DL-B7	88,00±0,88	0,55±0,02	5,81	2,30	10,15±0,49	139,04	105,98
UTA-FCIAL-DL-B8	79,16±0,24	0,30±0,01	0,52	2,18	17,30±0,14	201,87	107,63
UTA-FCIAL-DL-B9	81,84±0,17	0,58±0,02	0,33	1,86	10,85±0,07	148,77	91,65
UTA-FCIAL-DL-B10	87,42±0,42	0,51±0,01	0,26	1,43	14,20±0,14	65,74	83,94

La humedad es un parámetro de importancia al momento de procesar y conservar un alimento ya que influye en la estabilidad del mismo. La mayoría de los productos alimenticios posee un contenido de agua elevado como por ejemplo: la leche 88% y yogurt 80 – 90% (**Romero González, 2018**).

Por otro lado, **Aguirre Naranjo (2018)**, señala que los límites permisibles de porcentaje de humedad, determinado por el método de desecación en aire caliente para leches fermentadas y bebidas lácteas, es de 70 – 95%, valores establecidos por la **NOM (1984) 116-SSA1**. Los resultados obtenidos indican que las muestras de yogurt, presentan diferencia significativa entre ellas pero cumplen con el rango establecido por la Norma Mexicana. Sin embargo, cabe mencionar que las muestras A6 y B1 tienen un porcentaje de humedad de 73,38 y 98,65% respectivamente, lo cual puede deberse al tipo de yogurt y contenido de fruta, ya que un yogurt asentado tiene más cantidad de fruta y por ende mayor cantidad de sólidos, siendo inversamente proporcional a la humedad y actividad de agua (**Zuluaga, Cortes-Rodríguez, & Rodríguez-Sandoval, 2010; Narváez Rueda, 2015**)

En cuanto al contenido de cenizas en el yogurt **Márquez (2014)**, lo define como el porcentaje de residuo inorgánico que se obtiene después de la calcinación de la materia orgánica del alimento, indicando el total de minerales y microelementos que representan menos del 5% de la materia seca de los alimentos.

De acuerdo a la norma **INEN (2011) 2395**, el valor mínimo de ceniza en leches fermentadas es de 0,7%. Sin embargo la **NOM (2010) 181-SCFI**, establece que el límite máximo permisible de ceniza es de 0,6%. Los datos experimentales que se obtuvieron presentan diferencia significativa, encontrándose en un rango de 0,30 – 0,84, valores en las que la mayoría de las muestras cumplen con lo establecido en la Norma Mexicana, a excepción de las muestras A1, A2, A3 y B2 cuyos valores son 0,84; 0,70; 0,72 y 0,63 respectivamente, lo cual se pudo deber a la presencia de edulcorantes inorgánicos que no se oxida en el organismo (**Aguirre Naranjo, 2018**)

Por otro lado, en un estudio realizado por **García (2008)** sobre la valoración de la calidad de yogurt con distintos niveles de trigo, reporta que el contenido de ceniza con una concentración 1,5 y 2,0% de fibra da como resultado 0,85 y 0,91% respectivamente, mientras que a 0 (control) y 0,5% de fibra se obtuvo valores menores

de ceniza, siendo 0,65 y 0,72% para la muestra respectiva. En sí, el porcentaje de ceniza depende de la cantidad de fibra que se le añade al yogurt.

La grasa es aquel parámetro que le provee al yogurt el sabor, consistencia y textura al producto. Sin embargo, el contenido de grasa, varía según tipo de materia prima utilizada, para leche entera el valor mínimo es de 3,0%; semidescremada de 1,0 – 3,0%; y descremada 0,5 – 1,0% (**INEN, 2011 & ICONTEC, 2005**), para lo cual, en el presente estudio, se ha considerado un rango de 0,5 – 3,0% (mínimo), donde incluye los tres tipos de leche.

Los datos obtenidos sobre el porcentaje de grasa indican que existe diferencia significativa entre las muestras, reportándose un rango de 0,02 – 5,81%, siendo las muestras A1, A9, B6, B9 y B10 con valores de 0,42; 0,02; 0,15; 0,33 y 0,26, respectivamente, las que se encuentran fuera del rango establecido, es decir por debajo de 0,5% de grasa. Mientras que A3 y B7 sobrepasa el 3,0%, con valores de 5,72 y 5,81% respectivamente.

El motivo por el cual, existe variación en los datos, puede deberse a una concentración elevada de edulcorantes, ya que este, hace que el porcentaje de materia grasa disminuya, como lo menciona **Gañay Huaraca (2010)**, cuyo estudio se enfoca en el efecto de diferentes niveles de stevia en la elaboración de yogurt, en el que se comprobó que al utilizar 0 y 15% de stevia se obtiene 2,32 y 1,30% de grasa respectivamente. Además, la cantidad de grasa difiere de un yogurt con otro, es debido al origen de la materia prima, la leche, ya que depende de la alimentación y la raza bovina (**Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005**).

Por otro lado, en un estudio realizado **Tapia Villalba (2010)**, acerca de la utilización de inulina en un yogurt de durazno, indica que con 15% de inulina se obtiene 2,8% de grasa, mientras que a una concentración de 25% la grasa es de 2,6%, concluyendo que esta fibra probiótica es recomendable utilizarlo como reemplazo de la grasa en productos horneados, productos lácteos, postres congelados o helados y aderezos (**Niness, 1999**).

En lo que respecta al contenido de proteína, los valores obtenidos durante la fase experimental fueron de 1,24 a 3,38%, indicando que existe diferencia estadísticamente

significativa entre las muestras. El valor mínimo de proteína reportado es de 2,7% con una desviación estándar de $\pm 0,66$ (**INEN 2011 & Puelles León, 2015**).

Por lo tanto, la mayoría de las muestras de yogurt cumplen con lo establecido, a excepción de A4, A6, A9, B1, B4, B9 y B10 cuyos valores fueron 1,33; 1,93; 1,24; 1,67; 1,92; 1,86 y 1,43 respectivamente, encontrándose por debajo del valor permitido, esto puede deberse a que la proteína, depende de la materia prima utilizada, pH, temperatura y de los procesos que se realiza durante de elaboración del producto, ya que las proteínas suele reducir su estabilidad si no se encuentra en las condiciones adecuadas (**Del Aguila Valera, 1990**).

El contenido de proteína presente en el yogurt dependerá de los estabilizantes edulcorantes y hortalizas que se utilicen para su elaboración (**Zambrano Muñoz, 2016; García, 2008**). Afirmación que coincide con **Salazar Altamirano (2011)**, que en su estudio sobre la elaboración de yogurt con zapallo endulzado para diabéticos, determinó un porcentaje de proteína de 3,4% (dato similar al obtenido en la investigación que fue de 3,38%), siendo este un alto valor proveniente de la suma de todas las proteínas de la leche más las del zapallo.

Los sólidos solubles o contenido de azúcar que se obtuvo en este proyecto, fue de 7,1 a 18,0°Brix, presentando diferencia significativa entre medias. Siendo las muestras A1 y A4 con valores de 7,10 y 7,15°Brix respectivamente, aquellas que se encuentran por debajo del rango permitido, ya que de acuerdo con **Ajila Arévalo & Arce Suárez (2013)**, el yogurt aflanado debe contener una concentración de azúcar de 9 a 11°Brix.

La disminución del contenido de azúcar pudo deberse la afinidad que tuvo el soluto en la solución para diluirse completamente, ya que según **Portilla Rodas (2015)**, en su estudio sobre la elaboración de yogurt con okara, determinó que los grados Brix del yogurt con adición de fibra de okara fueron de 18,46°Brix para el tratamiento y 16,87°Brix para una concentración del 20% de okara, variación que se debió, a que la okara no presenta sustancias solubles por ser una fibra cruda.

Por otro lado **Pingo Elías, Maza Silva, & Núñez Colán (2019)**, demostró mediante su investigación sobre la elaboración de yogurt de pera y aguaymanto, que los datos obtenidos de azúcar fueron de 8,2; 8,8 y 9°Brix, para los 3 tratamientos de yogurt elaborado a diferentes proporciones de materia prima. Mientras mayor sea la cantidad

de azúcar que está presente en el producto, menor será su vida útil, puesto a que el contenido de azúcar en exceso hace que la proliferación bacteriana sea más rápida, evitándose la fermentación y eliminación del sabor característico del yogurt (**Lignia Anchapaxi, 2014**)

Finalmente, se determinó la concentración de dos minerales que se encuentran a menudo en el yogurt, calcio y sodio. En lo que se refiere al calcio, se obtuvo un rango de 60,51 – 212,34 mg/L y 45,37 – 124,71 mg/L para sodio. Además, para ambos casos existen diferencias significativas entre las muestras.

Jirón Hernández, Suazo Vilchez, & Vásquez Pozo (2012), mencionó en su estudio de la elaboración de yogurt batido saborizado con jalea de guayaba, que el valor obtenido de calcio fue de $464,4071 \pm 1,8769$ mg, valor similar a lo que establece la OMS/FAO, de 500 mg por cada 100 ml de producto. Según lo reportado por **Hidalgo Lozano (2017)**, en la investigación sobre elaboración de un producto nutritivo a base de yogurt afrutado enriquecido con hierro y vitamina C, el valor mínimo de calcio fue de 85 mg, para yogurt aflanado.

Sin embargo **Astate Yapias & Huaman Bao (2012)**, determinó en su estudio sobre el efecto de la miel y el polen en el yogurt natural batido, que al añadir citrato de calcio tetrahidratado como una fuente de calcio, se obtuvo una concentración de 137 mg en el producto lácteo.

De esta manera se infiere, que la mayoría de las muestras de yogur cumplen con los valores reportados en las investigaciones, a excepción de A4, B5 y B10 que tienen una concentración de 60,51; 65,00 y 65,74 mg/L de calcio respectivamente, lo cual pudo estar afectada por las cantidades elevadas de grasa, por lo que se recomienda estandarizar la leche que se utiliza para la elaboración de yogurt (**Hernández Carranza, 2004**). Por otro lado, el calcio que contiene el yogurt se disuelve en el ácido láctico, lo que hace que sea más absorbible en el sistema digestivo evitando así el cáncer de colon (**Gonzales Armas & Valladares Escobar, 2017**).

Según **Valverde Montero & Silva Trejos (2012)**, en una investigación que realizaron sobre el contenido de sodio en los alimentos mediante un método analítico, determinaron que el yogurt presenta un rango de 53 – 80 mg de sodio.

Valores que coinciden con lo reportado por **Cuvi Santiago (2011)**, quien menciona una cantidad de sodio de 47 y 51 mg para yogurt entero y desnatado respectivamente. Concluyendo así que la mayoría de las muestras cumplen con los valores establecidos en las investigaciones realizadas. Sin embargo las muestras A1, A2, B6, B7, B8 y B9 cuyos datos fueron 124,71; 97,16; 116,72; 105,98; 107,63 y 91,65 mg/L respectivamente, tienen una concentración mayor a lo establecido, variabilidad que puede deberse al proceso de elaboración que se realiza, puesto que se añaden aditivos alimenticios autorizados como aromatizantes, colorantes y ácido sórbico y sales de sodio y potasio (preservante).

Por otro lado el benzoato de sodio, una sal de ácido benzoico, actúa como conservante que en cantidades adecuadas, ejerce un mayor control de inhibición sobre mohos y levaduras (**Badui Dergal, 2006**)

A parte del sabor, olor y textura, el color del producto es un parámetro también relevante que permite visualizar la calidad del yogurt. En la tabla 5, se resumen los valores de los parámetros L*, a* y b* de cada muestra.

Tabla 5. Datos obtenidos de color

MUESTRA	Parámetros de color		
	L*	a*	b*
UTA-FCIAL-DL-A1	59,87±2,41	-0,43±0,39	8,24±1,40
UTA-FCIAL-DL-A2	70,47±2,31	9,27±0,45	2,25±0,57
UTA-FCIAL-DL-A3	76,53±0,32	12,56±2,65	5,51±2,02
UTA-FCIAL-DL-A4	57,92±1,65	8,73±0,85	-0,68±0,36
UTA-FCIAL-DL-A5	70,52±1,57	6,02±0,78	3,02±0,29
UTA-FCIAL-DL-A6	48,58±1,27	4,85±0,48	4,76±1,22

UTA-FCIAL-DL-A7	75,38±0,78	6,85±0,88	6,06±1,39
UTA-FCIAL-DL-A8	72,74±1,26	8,15±0,09	5,35±0,14
UTA-FCIAL-DL-A9	60,80±2,41	14,80±0,38	0,71±0,38
UTA-FCIAL-DL-B1	51,07±3,14	8,40±1,92	2,45±1,30
UTA-FCIAL-DL-B2	64,20±1,96	10,38±0,40	2,97±0,28
UTA-FCIAL-DL-B3	78,46±1,14	8,50±0,45	6,02±0,68
UTA-FCIAL-DL-B4	56,66±1,56	11,87±5,21	1,70±0,87
UTA-FCIAL-DL-B5	75,19±0,55	5,73±0,29	4,33±0,49
UTA-FCIAL-DL-B6	75,09±0,12	12,19±0,13	2,75±0,06
UTA-FCIAL-DL-B7	53,85±1,98	19,99±2,05	3,09±0,90
UTA-FCIAL-DL-B8	70,16±0,24	17,91±0,17	4,81±0,07
UTA-FCIAL-DL-B9	57,94±0,92	10,01±0,33	3,27±0,22
UTA-FCIAL-DL-B10	43,72±0,69	9,87±0,42	-1,11±0,29

El color de los productos lácteos proviene de los constituyentes de la leche como: glóbulos de grasa, micelas de la caseína, fosfato de calcio coloidal, algunos pigmentos y riboflavina. Además, cabe mencionar que al adicionar más sólidos, mayor es la dispersión de la luz, por lo que el producto contiene menor luminosidad y blancura (Picon Contreras, 2019).

Tobijaszevska, Mills, & Jans (2018), describe que L^* se refiere a la luminosidad, entre 0 para negro y 100 para brillante, un valor de a^* positivo apunta al rojo y negativo para verde, y con lo que respecta a b^* amarillo para positivo y azul para negativo.

Los parámetros de color L^* , a^* y b^* , que se obtuvieron en la parte experimental se encontraron en un rango de 43,72 – 78,46; -0,43 – 19,99 y -1,11 – 8,24, respectivamente, presentando diferencia significativa entre las muestras de yogurt de fresa; determinándose que B10 tiene una luminosidad (L^*) de 43,72, siendo un producto poco brillante, en comparación con las demás muestras. A9, B7 y B8, representan un valor mayor para a^* con valores de 14,80; 19,99 y 17,91 respectivamente. Finalmente A2, A4, A9, B1, B4, B6 y B10 son de menor valor para b^* cuyos valores fueron de 2,25; -0,68; 0,71; 2,45; 1,70; 2,75 y -1,11 respectivamente.

Los valores obtenidos son similares a los reportados por **Macedo y Ramírez & VélezRuíz (2015)**, que en su estudio sobre las propiedades fisicoquímicas de un yogurt asentado, indica que los valores de L^* fueron mayores a 70,72 para aquellos yogures que contienen microcápsulas de omega 3, mientras que a y b tuvieron valores de -2,2 y 7,8 respectivamente, inclinándose hacia los colores verde y azul.

Por otro lado, en la investigación realizada por **Martínez (2016)**, sobre la evaluación de la viscosidad y color en yogurt con goma de tara, se obtuvo una luminosidad de 51,937 a 58,567 para los cuatro tratamientos que tenían diferentes concentraciones de goma de tara, concluyendo que el estabilizante no influye en el color del yogurt.

En un estudio sobre la elaboración de un yogurt de fresa fortificado con aceite de pescado, se menciona valores de L^* , a^* y b^* con rangos de 81,9 - 85,4; 9,1 – 12,0 y 4,1 – 5,5 respectivamente para yogurt de fresa. El aumento en los valores de a^* , indica un enrojecimiento en los yogures, lo cual puede deberse a la agitación y cambios de acidez detectados durante el almacenamiento, causando daños en el tejido de la fruta provocando una eliminación de pigmentos naturales en la matriz del yogurt (**Estrada, Boeneke, Bechtel, & Sathivel, 2011**).

Por lo tanto, se indica que las muestras de yogurt presentan claridad, dando la apariencia de que el producto está en buen estado. Los colores de las muestras tienden al rojo (color significativo de la fresa) y amarillo, debido a la cantidad de grasa que se adiciona. Además, **Churayra Flores (2012)**, en su estudio sobre el efecto de la

proteína en las propiedades fisicoquímicas del yogurt, concluye que a una concentración mayor de proteína, la textura del yogurt aumenta su granulosisidad y el color es más pardusco u opaco.

3.3. Identificación y cuantificación de ácidos grasos en yogurt

Los ácidos grasos son diferentes para cada alimento, pues depende del tipo del producto, materia prima y el tipo de procesamiento que se lleva a cabo para la obtención del producto, pudiéndose encontrar ácidos grasos saturados, insaturados y trans, los cuales aportan beneficios a la salud si se encuentran en porcentajes adecuados **(Guzmán, 2011)**.

En este punto, el análisis del perfil lipídico del yogurt, un alimento de mayor consumo incluido en la dieta, es importante puesto a que se pretende conocer y evaluar la concentración de los ácidos grasos de cadena corta y mediana de fácil absorción **(Babio, Mena-Sánchez, & Salas-Salvadó, 2017)**.

A continuación, en la tabla 6, se presenta el porcentaje (%p/p) de los ácidos grasos que forman parte del perfil lipídico del yogurt, siendo el ácido mirístico, ácido palmítico, ácido oleico y ácido esteárico los que se encuentran en mayor porcentaje, cuyos valores fueron 10,848; 37,034; 25,190 10,721 respectivamente.

Tabla 6. Datos obtenidos de la cuantificación de ácidos grasos presentes en el yogurt.

Nombre común	Proporción en masa del ácido graso (%)																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
Ácido cáprico	1,81	7,29	5,65	-	4,93	5,35	2,05	2,06	1,61	1,94	1,86	-	4,92	2,73	1,36	1,97	1,92	-	2,00	
Ácido láurico	2,08	6,11	4,36	3,61	4,05	4,57	2,23	2,27	1,78	2,14	2,04	0,89	4,01	3,24	6,76	2,22	2,19	-	2,24	
Ácido miristoleico	-	-	2,09	-	1,65	2,21	1,26	1,17	0,82	0,50	1,26	-	1,99	1,12	0,69	1,20	1,41	-	-	
Ácido mirístico	8,17	16,43	13,02	14,38	12,71	11,96	9,19	9,64	7,05	10,90	7,55	12,73	13,03	13,27	11,19	9,50	9,84	8,11	7,43	
Ácido pentadecílico	1,51	-	1,54	-	1,09	1,05	1,23	1,16	0,83	0,77	1,37	-	1,28	1,17	0,59	0,99	1,15	-	-	
Ácido palmitoleico	1,71	-	1,58	-	1,15	1,82	-	1,18	0,97	-	1,66	-	2,31	0,67	6,08	1,62	2,62	-	-	
Ácido palmítico	32,99	41,79	33,11	42,26	28,70	23,87	34,13	34,36	34,86	38,98	32,42	50,31	30,57	38,51	28,01	35,50	33,93	71,74	37,61	
Ácido margárico	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33	0,25	0,29	0,33	0,31	0,33	0,25	-	-	
Ácido linolenico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03	-	-	-	-	0,53	0,62	-	-	
Ácido linoleico	9,96	-	-	2,53	1,49	2,96	7,66	3,77	13,82	0,35	14,63	-	1,54	1,60	7,02	1,56	3,33	2,70	13,44	
Ácido oleico	30,24	-	23,61	26,97	32,54	36,71	28,15	28,55	26,00	30,76	23,42	24,60	27,73	24,21	17,52	30,01	28,92	11,73	26,92	
Ácido elaídico	-	20,70	3,60	-	1,68	1,37	2,23	1,84	1,09	1,00	1,77	-	1,82	1,24	6,18	3,20	2,07	-	-	
Ácido esteárico	11,53	7,68	10,31	10,35	10,01	8,11	11,87	13,99	10,36	12,66	9,99	11,47	10,80	11,78	14,37	11,11	11,24	5,71	10,35	
Ácido linoleico conjugado 9-cis,11-trans	-	-	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	0,69	0,70	0,66	

El yogurt ha sido catalogado como un derivado lácteo de excelente nivel nutricional debido al alto contenido de vitaminas, minerales, grasas y demás nutrientes, siendo principal, la grasa láctea, ya que además de mejorar las características sensoriales como color, olor y textura, aporta con ácidos grasos esenciales para la salud humana **(Rebecchi, Vélez, Pozza, Wolf, & Perotti, 2018)**

Aproximadamente un tercio de los ácidos grasos presentes en la leche corresponden a los ácidos grasos saturados como ácido láurico, mirístico y palmítico (12:0; 14:0 y 16:0) a los que se les confiere propiedades hipercolesterolémicas, no saludables, si el consumo es en exceso **(Legrand, Simonin, Perrot, Zittoun & Marie, 1998)**

La leche de vaca contiene más de 400 ácidos grasos, aunque la mayoría se encuentra en cantidades inferiores al 1% de todos los lípidos **(Jensen, 2002)**. Las muestras de yogurt analizadas contienen 14 ácidos grasos con diferencia estadísticamente significativa, dentro de los cuales se encuentran los ácidos grasos saturados como el ácido mirístico (10,848±0,561), ácido palmítico (37,034±1,660) y ácido esteárico (10,721±0,479) y como ácido graso insaturado, el ácido oleico (25,190±0,557) siendo los más representativos por tener mayor porcentaje.

Valores similares se obtuvieron en un estudio realizado por **López (2009)**, sobre la utilización de Stevia en yogurt, en el que se determinó la concentración de 22 ácidos grasos presente en el yogurt, siendo los de mayor porcentaje el ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y ácido oleico cuyos valores fueron de 10,6; 29,7; 12,28 y 23,08 respectivamente.

Según **Juárez Iglesias et al. (2015)**, los ácidos grasos saturados ha sido situado entre las primeras para ser sustituidas o eliminadas de las recomendaciones dietéticas pues su consumo se relaciona con el aumento de colesterol total y otros marcadores plasmáticos de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, no todos los ácidos grasos saturados afectan de igual forma a la salud, pues el ácido mirístico (C14:0) > palmítico (C16:0) > láurico (C12:0), tiene un efecto más potente sobre el colesterol plasmático, en comparación con los ácidos grasos de cadena corta (<12 carbonos) y el ácido esteárico (C18:0) **(Ayuso del Puerto, 2018)**

Por otro lado, el ácido esteárico en concentraciones mayores de 10-12%, es considerado neutro en cuanto a la salud humana se refiere, sin embargo, puede ser tan efectivo para reducir el colesterol plasmático (**Legrand, Simonin, Perrot, Zittoun & Marie, 1998**).

Otros ácidos grasos saturados de cadena impar son el ácido pentadecanoico y el ácido heptadecanoico que se encuentran en cantidades menores 1,05% y 0,61% respectivamente, propios de la grasa de los rumiantes, por lo que generalmente están presentes en tejido adiposo subcutáneo o suero (**German & Dillard, 2006**). Estos ácidos representan alrededor del 2% de los ácidos grasos saturados, además según **Salas-Salvadó et al. (2018)**, la interacción entre los diversos componentes de la matriz láctea como minerales, vitaminas, proteínas, etc., y la estructura de los glóbulos de grasa, podrían modificar el contenido de los ácidos grasos saturados en los lácteos.

Es así que en las muestras de yogurt analizadas, se determinó un porcentaje de $0,828 \pm 0,098$ correspondiente al ácido pentadecanoico, sin embargo durante el análisis no hubo presencia de ácido heptadecanoico, lo que pudo deberse al contenido de grasa presente en la leche, siendo este modificado al momento de utilizarlo como materia prima del yogurt.

En cuanto, a los ácidos grasos insaturados, el ácido oleico sobresale de los demás ácidos por su contenido que es de 26,6%, seguido de un 3-4% de ácidos grasos poliinsaturados, integrados principalmente con el ácido linoleico (2,3%) y ácido linolénico (1,6%) (Moreno et al., 2013). Según lo mencionado por **Marín, Castro, Juárez, Alba, & Pérez (2011)**, los ácidos grasos al presentarse en cantidades bajas en la grasa láctea, se puede aumentar la concentración modificando la alimentación del animal mediante la suplementación con aceites o semillas ricas en ácidos grasos especialmente poliinsaturados.

En el perfil lipídico se pudo observar la presencia del ácido linoleico conjugado (CLA), el cual es un término genérico que describe los isómeros geométricos y posicionales de los ácidos octadecadienoicos que contienen dobles enlaces conjugados, entre ellos se menciona al ácido linoleico (C18:2), por ser uno de los ácidos grasos esenciales (**Jones et al., 2005; Dhiman, Helmink, McMahon, Fife, & Pariza, 1999**).

La proporción en masa promedio que contiene el CLA entre muestras fue de 0,245% con una desviación estándar de 0,045, el cual en comparación con lo mencionado por **Jiang, Bjoerck, Fondén, & Emanuelson (1996)**, son similares, pues en su estudio reportó una variación de 2.5 a 17.7mg de CLA/g de grasa, expresado en otras unidades 0,025 a 0,177 g de CLA/g de grasa en la leche de vaca.

En cambio **Thomson, Chand, & Kay (2003)**, mencionó que la concentración de CLA, tiene valores de 1,2 g/100g en primavera, 0,9 g/100g en verano y 1,0 g/100g en otoño. Por lo tanto, el valor promedio de ácido linoleico conjugado (CLA) obtenido en las muestras de yogurt, están dentro del rango establecido según bibliografías estudiadas, aunque cabe mencionar que en la mayoría de las muestras de yogurt no hubo presencia de este ácido, lo que podría estar afectada por factores de interés como la raza, días de lactancia del animal, alimentación, estacionalidad del año, entre otros, destacando a la dieta del animal como el factor que más efecto tiene sobre la concentración del ALC de leche fresca y en los productos lácteos (**Avilez, Vilches & Alonzo, 2009**).

Sin embargo, la concentración de CLA en los productos lácteos, según lo mencionado por **Gutiérrez, Martínez, Núñez & Rocío (2010)**, esta dependería principalmente de la concentración de los isómeros que están presentes en la leche y de las reacciones que se llevan a cabo durante los procesos de transformación.

Los beneficios que se le ha otorgado al ácido linoleico conjugado (CLA), son varios, entre los que se destaca poder cancerígeno, propiedades antiaterogénicas, inmunomodulares, promueve el crecimiento y mejora la masa corporal, además de propiedades antidiabéticas (**Parodi, 1999**)

La determinación de los índices de calidad nutricional es necesario para conocer si el yogurt cumple con los requerimientos nutricionales para que la población tungurahuese consuma el producto. En la tabla 7, se indica los datos obtenidos de la sumatoria de ácidos grasos saturados, ácidos grasos insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados), ácidos grasos trans y la relación ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados, $\omega 6/\omega 3$ e índice de aterogenicidad.

Tabla 7. Porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados, trans e índices de calidad nutricional

Perfil de ácidos grasos	Proporción en masa de ácidos grasos (%)																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
Ácidos Grasos Saturados	57,72	49,80	67,99	70,59	61,49	54,57	60,38	63,16	56,49	67,39	56,22	75,39	64,32	71,16	62,51	61,86	61,02	85,57	59,64	
Ácidos Grasos Monoinsaturados	31,75	26,89	27,28	26,97	35,34	40,49	29,25	30,76	27,79	31,27	26,34	24,60	31,88	26,00	24,29	32,84	32,95	11,73	26,92	
Ácidos Grasos Poliinsaturados	10,53	9,11	1,68	2,53	1,49	3,57	8,15	4,63	14,63	0,35	15,67	0,00	1,98	1,60	7,02	3,03	4,65	3,40	14,10	
Ácidos Grasos Insaturados	42,28	36,01	28,96	29,49	36,83	44,06	37,40	35,39	42,42	31,61	42,01	24,60	33,86	27,60	31,31	35,87	37,60	15,14	41,02	
Ácidos Grasos Trans	0,00	20,70	3,60	0,00	1,68	1,36	2,22	1,83	1,09	1,00	1,77	0,00	1,81	1,24	6,18	3,20	2,07	0,00	0,00	
Relación AGS/AGI	1,36	1,38	2,35	2,39	1,67	1,24	1,61	1,78	1,33	2,13	1,34	3,06	1,90	2,58	2,00	1,72	1,62	5,65	1,45	
ω -6/ ω -3	15,54	0,00	0,00	0,00	0,00	4,67	14,25	7,52	17,11	0,00	14,19	0,00	3,42	0,00	0,00	2,93	5,34	0,00	0,00	
Índice de aterogenicidad (I.A.)	1,59	1,31	3,09	3,50	2,27	1,72	1,94	2,11	1,53	2,68	1,54	4,15	2,55	3,44	2,54	2,11	2,01	6,88	1,70	

El contenido de ácidos grasos saturados e insaturados presentes en los alimentos de mayor consumo, es de relevancia en el ámbito de salud, puesto a que diversas investigaciones realizadas en los últimos años, han demostrado una relación entre la ingesta de ácidos grasos saturados (AGS) y el perfil lipídico, causando concentraciones elevadas de colesterol total, colesterol LDL y HDL (**Mensink, Zock, Kester, & Katan, 2003**). Por lo que según **Salas, Romero, & Villarino (2007)**, la mejor manera de reducir los riesgos de enfermedades cardíacas ocasionadas por el alto nivel de colesterol, es sustituyendo los ácidos grasos saturados por los ácidos grasos poliinsaturados o monoinsaturados.

Los ácidos grasos saturados presentó valores de $63,54\% \pm 8,21$; $34,39\% \pm 7,21$ para los ácidos grasos insaturados, lo cual se determinó por la suma de ácidos grasos monoinsaturados ($28,70\% \pm 5,76$) y poliinsaturados ($5,69\% \pm 4,99$) y finalmente para los ácidos grasos *trans* un valor de $2,62\% \pm 4,64$. En todos los casos se evidenció diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), lo que puede deberse al origen de la leche utilizada para la elaboración del yogurt.

En un estudio realizado por **Carrillo Calala (2018)**, sobre la fabricación de un yogurt batido con reducción de ácidos grasos saturados, se obtuvo una sumatoria de ácidos grasos saturados e insaturados de $74,94\% \pm 0,20$ y $25,06\% \pm 0,20$ respectivamente, difiriendo significativamente entre sí. Por otro lado **Molinari (2015)**, en su investigación sobre el análisis del perfil de ácidos grasos en queso y yogurt, menciona un rango entre 66 – 72% para ácidos grasos saturados, 24 – 30% ácidos grasos monoinsaturados y 4,0 – 5,7% en ácidos grasos poliinsaturados, valores que se asemejan a los datos obtenidos en las muestras analizadas de yogurt.

Los ácidos grasos *trans*, también son considerados importantes, a pesar de no tener suficientes recomendaciones sobre la reducción de su consumo. Según la **EFSA (2010)**, del total de ácidos grasos presente en la leche, 2 – 6% corresponde a los ácidos grasos *trans*. Mientras que **Juárez Iglesias, de la Fuente Layos, & Fontecha Alonso (2015)**, indica que el porcentaje de ácidos grasos *trans* va de 1-4% del total de ácidos grasos, encontrándose el ácido *trans*-11 C18:1 en mayor proporción y en menor proporción los isómeros *trans*-9 y *trans*-16 C18:1, por lo que el valor obtenido en el presente estudio ($2,62\% \pm 4,64$) coincide con lo reportado por varios autores.

La ingesta de ácidos grasos *trans* de origen natural (rumiantes) presentes en leche y queso tienen menos incidencia de que los seres humanos puedan sufrir de enfermedades cardiovasculares, que al ingerir grasas hidrogenadas industrialmente **Mensink et al. (2003)**.

Otro punto a tratar son los índices de calidad nutricional, pues en la actualidad según lo reportado en el diario **La Hora (2017)**, el sobrepeso infantil aumentó un 10% en la provincia de Tungurahua, pues se han registrado 110 casos de niños entre 0 y 59 meses de edad mientras que 42 casos han presentado obesidad. Uno de los factores que ocasionan estas enfermedades son los malos hábitos alimenticios que los padres inculcan a sus hijos, por lo que se recomienda que los niños deben consumir menor cantidad de lácteos, papas y harinas y a su vez añadir en su dieta frutas y verduras.

En lo que respecta a la desnutrición infantil crónica, el Ecuador, luego de 31 años no ha logrado disminuir las cifras, afectando a un 24% de niños menores de 5 años. Las causas por la cual se presenta este índice de desnutrición infantil es debido a la pobreza y el consumo casi exclusivo de carbohidratos con ausencia de verduras, lácteos, carne, huevos y leguminosas. Sin embargo, según lo redactado en “El Heraldó” por **Arellano Abedrabbo (2018)**, el índice de desnutrición crónica infantil en Tungurahua ha descendido desde el 2016 de 29.4% hasta 21.4%; en el 2017 de 2.8% al 1.78% y la global de 8.9% al 5.1%.

Frente a lo expuesto, **Redrobán Chamorro (2015)**, en su estudio sobre la nutrición y rendimiento académico de niños, indica que los lácteos son una fuente importante de proteínas, vitaminas (A, D, B2 y B12), calcio y minerales los cuales ayudan a la formación y fortalecimiento de huesos y dientes, además menciona que el yogurt al pertenecer al grupo de los alimentos probióticos mejora la respuesta inmunitaria y protegen al intestino contra los microorganismos patógenos.

Por lo tanto, en la tabla 7 se indica la relación ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados, $\omega 6/\omega 3$ e índice de aterogenicidad para cada de las muestras de yogurt, los cuales presentaron valores de $2,03\% \pm 1,00$; $4,47\% \pm 6,17$ y $2,56\% \pm 1,30$ respectivamente, con diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de yogurt.

En lo que se refiere a la relación de AGS/AGI, al realizar la prueba Grubbs con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo un $p > 0,05$, lo que significa que no existe diferencia significativa entre las medias, ya que al descartar la muestra B9 cuyo valor fue de 6,884 (dato aberrante), los demás datos se encontraron dentro de una distribución normal, teniéndose una relación de AGS/AGI de $1,83\% \pm 0,51$

En la provincia de Tungurahua, en un estudio realizado por **Narváez García (2014)**, los pequeños y medianos productores optan por el ganado de doble propósito, el cual hace referencia a los ingresos diarios por la venta de leche o queso e ingresos temporales por la venta de los animales destinados para faenamiento o crianza. Sin embargo, para mantener este fin es necesario una adecuada alimentación del ganado.

Al indagar el lugar de procedencia de la muestra, se determinó que se encontraba en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua. En este sector, la alimentación del ganado se lo realiza mediante una mezcla de pasto, el cual consta de 20 kilos de pasto entre Ray Grass Anual y Perenne, 5 kilos de Trébol Blanco, 5 kilos de Pasto Azul y 2 kilos de Llantén (**MAGAP, n.d.**). No obstante **Díaz (1985)**, citado por **Ballestos Velastegui, (2013)**, indica que la alimentación del ganado debe ser, en lo posible, al menor costo, mismo que puede ser: pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) el cual brinda una producción de hasta 10kg/día en leche; raigrases (*Lolium sp.*), entre ellos el tetralite, con una producción de hasta 18 kg/día, sin suministrar concentrados.

De acuerdo a lo mencionado por **Carrillo Calala (2018)**, en su investigación, la relación de ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados realizados en las muestras de yogur con leche anhidra (GAL) ($2,99\% \pm 0,20$) y yogurt con leche + aceite de girasol (GAL:AGAO) ($0,36\% \pm 0,16$), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), debido a que la cantidad de ácidos grasos saturados en el primer yogurt fue alto en comparación con el segundo yogurt, reduciéndose en un 48% al adicionar el aceite de girasol y por ende aumentando la concentración de ácidos grasos insaturados, en especial los monoinsaturados (ácido oleico).

La legislación brasileña **ANIVISA (2012)**, indica que un producto alimenticio con cantidades bajas de ácidos grasos saturados y fuente de $\omega 9$ proporciona un valor máximo de 1,5 gramos de la suma de AGS en la porción y como mínimo 45% de AGI (ácido oleico), para lo cual se infiere que la relación AGS/AGI, debe ser menor a 1,5%,

por lo que las muestras de yogurt analizadas, en su mayoría, presentan un efecto negativo para la salud.

Por lo tanto, los resultados obtenidos pudo deberse al sistema de alimentación del ganado vacuno, pues se ha demostrado que en el pastoreo aumenta la concentración de ácidos grasos poliinsaturados, en especial del ácido linoleico conjugado, sin embargo una alimentación rica con forraje ya sea fresca o con forraje conservados, aumenta los niveles de grasa (**Dewhurst, Shingfield, Lee, & Scollan, 2006**).

Además existen otros factores que afectan la concentración y composición de ácidos grasos en la leche, entre los cuales están la edad de rebrote, pues a menor edad existe una mayor cantidad de los ácidos grasos (C18:3n3 y C18:2n6, precursores para la síntesis de ácido linoleico conjugado), período de lactancia, variación estacional, área geográfica, grado de mastitis, la raza, entre otros (**Massa, Corti, & Gagliostro, 2012**)

En cuanto a la relación $\omega 6/\omega 3$, estudios nutricionales y genéticos indican que un valor alto desencadena enfermedades cardiovasculares, cáncer, osteoporosis, enfermedades inflamatorias y autoinmunes (**Jaramillo, 2013**). Sin embargo **Calder (2006)**, menciona que la relación n-6/n-3 debe estar entre 5:1 a 10:1 ya que el alto consumo de ácidos grasos $\omega 6$ pueden interferir con el metabolismo de los ácidos grasos $\omega 3$, influyendo en el desarrollo de enfermedades inflamatorias, por lo que las muestras de yogurt, en su mayoría presentan valores de 3 – 17%, siendo perjudiciales para el consumidor.

En un estudio realizado por **Prieto-Manrique, Vargas-Sánchez, Angulo-Arizala, & Mahecha-Ledesma (2016)**, sobre los ácidos grasos en leche de vaca pastoreando, indican que los valores de la relación $\omega 6/\omega 3$ es de 5, recibiendo una alimentación con suplemento rica en ácido linoleico (n6), aunque en algunos casos en los cuales el ácido linolénico (n3) fue mayor, se obtuvo valores de 2,68 y 2,88 para las diferentes fincas, esto debido a que la alimentación de los rumiantes fue a base de forraje sin suplemento. Ante esto, **Morales, Lanuza, Subiabre, & Canto (2015)**, reportaron que la concentración de ácidos grasos $\omega -3$ y del ácido ruménico mejoran con los sistemas pastoriles en épocas de final del invierno y durante la primavera.

Finalmente el índice de aterogenicidad obtenido fue de $2,562\% \pm 1,300$, con diferencia significativa entre medias, valores que se asemejan con los expuestos por **Rebechi et**

al.(2018), lo cual fue un valor promedio de 2,5%. De acuerdo con **Barros et al. (2013)**, mientras menor sea el valor del índice de aterogenicidad y trobogenicidad de un alimento, menor será la cantidad de ácidos grasos pro-aterogénicos y protrombogénicos, aumentando la cantidad de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana, evitando así enfermedades cardiovasculares.

3.4. Verificación de hipótesis

Se acepta la hipótesis nula, en la cual la relación de ácidos grasos saturados e insaturados no difieren significativamente en la calidad nutricional de las muestras de yogurt elaboradas en los cantones de la provincia de Tungurahua. Sin embargo cabe mencionar que este parámetro se determinó con la prueba de Grubbs, en la cual se excluyó la muestra B9 por poseer un valor alto. Por otro lado los parámetros proximales y fisicoquímicos, según la prueba de Tukey, presentaron diferencia significativa siendo perjudicial para el consumo de la población.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se determinó el perfil lipídico comprendido por la relación de ácidos grasos saturados e insaturados (AGS/AGI), los cuales variaron de 1,239 – 5,653%, sin embargo al excluir la muestra B9, por la prueba de Grubbs, se obtuvo un nuevo un nuevo rango de 1,239 – 3,064%, infiriendo de esta forma, que el yogurt otorga un efecto positivo en el aporte nutricional del consumidor en ciertos cantones de la provincia de Tungurahua.

Se cuantificó los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, los dos últimos pertenecientes a los ácidos grasos insaturados, presentes en yogurt elaborado en la provincia de Tungurahua mediante cromatografía de gases acoplada a masas, utilizando como patrón de referencia FAME MIX C4-C24, observándose un promedio de 14 picos cromatográficos siendo los ácidos de mayor porcentaje el ácido mirístico, ácido palmítico, ácido oleico y ácido esteárico con valores de $10,848 \pm 0,561$; $37,034 \pm 1,660$; $10,721 \pm 0,47$ y $25,190 \pm 0,557$ respectivamente.

Se identificó los porcentajes promedios del perfil de los ácidos grasos, conformado por ácidos grasos saturados ($63,542\% \pm 8,215$), ácidos grasos *trans* ($2,618\% \pm 4,636$), ácidos grasos monoinsaturados ($28,702\% \pm 5,764$), ácidos grasos poliinsaturados ($5,691\% \pm 4,985$) y la suma de ambas correspondiente a los ácidos grasos insaturados ($34,394\% \pm 7,215$). En cuanto a los índices de calidad nutricional los valores de la relación AGS/AGI, $\omega 6/\omega 3$ e índice de aterogenicidad fueron de $2,031\% \pm 1,005$; $4,472\% \pm 6,172$ y $2,562\% \pm 1,300$ respectivamente.

Se analizó diferentes parámetros fisicoquímicos como información complementaria al aporte nutricional, en donde se obtuvo los siguientes valores: acidez ($0,521 - 1,554\%$), pH ($3,168 - 4,093$), densidad ($1,026 - 1,070\text{g/ml}$), actividad de agua ($0,993 - 0,999$). En cuanto a los parámetros proximales más relevantes fueron humedad ($73,379 - 93,969\%$), ceniza ($0,312 - 0,843\%$), grasa ($0,152 - 5,813\%$), proteína ($1,240 - 3,381$), grados Brix ($7,100 - 18,000^\circ\text{Brix}$), calcio ($60,509 - 212,341\text{mg/L}$), sodio ($45,372 - 124,711\text{mg/L}$) y color con valores de $L^* 43,720 - 78,460$; $a^* -0,435 - 19,990$ y b^*

1,115 – 8,245, respectivamente. Todos los parámetros se cumplen con lo establecido por las normas INEN.

4.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones de campo relacionadas al tipo de alimentación, raza y ubicación geográfica en la que se encuentran los rumiantes, ya que esto depende la calidad de la leche para la elaboración de productos lácteos.

Considerar añadir suplementos de origen vegetal natural, tales como aceites de frutos secos, para mejorar la calidad de la grasa láctea y aumentar la concentración de ácidos grasos insaturados y disminuir la concentración de ácidos grasos saturados, los cuales son perjudiciales para la salud.

Enfocarse en el ámbito microbiológico de los derivados lácteos, en este caso el yogurt, para que gracias a la levadura o bacteria láctica adicionada, se pueda aumentar la producción de ácido linoleico conjugado, el cuál ayuda a evitar enfermedades cardiovasculares.

MATERIALES DE REFERENCIA

- [ANIVISA], A. N. de V. S. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. (2012). Retrieved from http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc48f7e0a31864
- [FAOSTAT], O. de las N. U. para la A. y la A. Base de datos (2015). Retrieved from <http://faostat.fao.org/>
- [MAGAP], M. de A. G. A. y P. (n.d.). Ganaderos de Tungurahua aprenden uso de plato medidor de pastos. Retrieved from <https://www.agricultura.gob.ec/ganaderos-de-tungurahua-aprenden-uso-deplato-medidor-de-pastos/>
- Agudelo Gómez, D. A., & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42.
- Aguirre Naranjo, A. L. (2018). *Verificación del cumplimiento de los requisitos según Norma INEN NTE INEN 2395:2011 y NTE INEN 2564:2011 en yogures y bebidas lácteas envasados en fundas de polietileno de baja densidad comercializados en bares escolares de las Unidades Educativas Pública*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8992/1/56T00799.pdf>
- Ajila Arévalo, N. R., & Arce Suárez, O. J. (2013). *Diseño de la línea de producción de un postre de yogurt descremado*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Alcívar Peláez, O. A. (2016). *Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales*. Universidad Técnica de Machala. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7661/1/alcivar.pdf>
- Alonso, L. (2016). *Adaptación de la dilución isotópica en línea de carbono a equipos CG-IRMS como sistema genérico de cuantificación de compuestos orgánicos sin la necesidad de patrones específicos*. Universidad de Oviedo . Retrieved from

http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/39308/1/TD_LauraAlonsoSobrado.pdf

Andrade Leal, R. E. (2014). Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Retrieved from <http://www.microlabindustrial.com/blog/perfil-de-acidos-grasospor-cromatografia-de-gases>

Arellano Abedrabbo, P. (2018). Desnutrición infantil. *El Heraldito*. Retrieved from <https://www.elheraldo.com.ec/desnutricion-infantil-patricio-arellano-abedrabbo/>

Arias, R., Keim, J. P., Velásquez, A., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2016). Are fatty acids from beef and milk from cattle harmful for human health? *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 420–427. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182016000400013>

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar humedad, Pub. L. No. Método 16.032 (1984). Estados Unidos.

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar pH y acidez de la leche, Pub. L. No. Método 947.05 (1990). Estados Unidos.

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar cenizas, Pub. L. No. Método 945.46 (2000).

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para cuantificar el contenido de calcio en alimentos (2005).

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales para determinar proteína cruda. (2005).

Astate Yapias, E. T., & Huaman Bao, S. L. (2012). *Efecto de la miel y el polen en las características físicas, químicas, nutritivas y organolépticas en el yogurt natural batido*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3056/AstetaYapiasHuamanBao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Avilez R., J. P., Vilches S., C. I., & Alonzo V., M. W. (2009). Determinación de los niveles de ácido linoleico conjugado (ALC) en alimentos lácteos en Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(2), 143–150.
<http://doi.org/10.4067/s071775182009000200006>
- Ayuso del Puerto, M. (2018). *Estudio del papel de la nutrición sobre las enfermedades cardíacas e hipertensión*. Universidad de Extremadura. Retrieved from http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/7207/TFGUEx_2018_Ayuso_Puerto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Babio Sánchez, N., Mena Sánchez, G., & Salas-Salvadó, J. (2015). Nuevas evidencias científicas sobre el beneficio del consumo de yogur. Retrieved from http://www.iispv.cat/media/upload/arxiu/VARIS/Monografico_beneficios_yogur_AF.pdf
- Babio, N., Mena-Sánchez, G., & Salas-Salvadó, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, 34, 26–30. <http://doi.org/10.20960/nh.1567>
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos. Química de los alimentos* (Cuarta edi). México. Retrieved from http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/LibroBadui2006_26571.pdf
- Ballestos Velastegui, M. D. (2013). Evaluación de la biomasa y contenido nutricional del pasto tetralite (*Lolium hybridum*) con la aplicación del fertilizante mineral (fossil shell agro), 2013, 7–9. Retrieved from <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6027/1/Tesis-58> Ingenier?a Agron?mica -CD 187.pdf
- Barrera, F. (2014). Propuesta didáctica utilizando la química de la leche como tema orientador , para motivar el aprendizaje de conceptos físico químicos de la materia . Propuesta didáctica utilizando la química de la leche como tema orientador , para motivar el aprendizaje. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/39659/1/1186805.2014.pdf>

- Barros, P. A. V., Glória, M. B. A., Lopes, F. C. F., Gama, M. A. S., Souza, S. M., Mourthé, M. H. F., & Leão, M. I. (2013). Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-deaçúcar suplementada com óleo de girassol. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 65(5), 1545–1553. <http://doi.org/10.1590/S010209352013000500036>
- Becerra, E. (2016). *Agua y actividad de agua: sustentación para optar el título profesional de ingeniera de industrias alimentarias bajo la modalidad de suficiencia profesional*. Universidad Nacional de San Agustín. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3291/IAbecue03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Beltrán Moso, K. M. (2015). *Desarrollo de yogurt batido a partir de una mezcla de leche semidescremada y quinua entera tostada*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Retrieved from http://192.188.51.77/bitstream/123456789/14320/1/64801_1.pdf
- Bravo Terán, H. M. (2015). *Evaluación de la combinación de diversos porcentajes de leche, suero de leche y jugo de soya en la reducción del contenido graso del yogurt*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Retrieved from <http://192.188.52.94/bitstream/3317/6061/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-77.pdf>
- Bush, D., & Keener, K. (2011). Serie emprendimientos alimenticios. *Department of Food Science 745 Agriculture Mall Drive West Lafayette, IN 47907*. Retrieved from <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FS/FS-15-W-S.pdf>
- Cadena Calderón, R. E. (2011). *Estudio de factibilidad para la industrialización del yacón (Smallanthus sonchifolius) como fuente de fructooligosacáridos (FOS) para la aplicación en yogurt tipo II de la leche de vaca en Cayambe – Pichincha – Ecuador*. Retrieved from <http://192.188.53.14/bitstream/23000/1278/1/99433.pdf>
- Calder, P. C. (2006). Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 75(3), 197–202. <http://doi.org/10.1016/j.plefa.2006.05.012>

- Campos Palaquibay, H. D. (2015). *Propuesta de menús nutricionales para niños en edad escolar (5 a 11 años) de la zona sur de la ciudad de Quito en la escuela fiscal "Consejo provincial de Pichincha"*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Retrieved from <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/16082>
- Carpio Sánchez, L. (2001). Factores asociados a la adulteración comercial de leches y yogures en Guayaquil. (*Bachelor's Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas*). Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/706/1/LECHE y yogurt.pdf>
- Carrillo Calala, Y. F. (2018). *Fabricación y caracterización de un yogur batido con reducción de ácidos grasos saturados y fuente de omega-9 Fabricación y caracterización de un yogur batido con reducción de ácidos grasos saturados y fuente de omega-9*. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6225/1/AGI-2018-T012.pdf>
- Castellar Ortega, G. C., Angulo Mercado, E. R., & Cardozo Arrieta, B. M. (2014). Transesterificación de aceites vegetales empleando catalizadores heterogéneos. *Prospectiva*, 12(2), 90. <http://doi.org/10.15665/rp.v12i2.293>
- Churayra flores, L. (2012). *Efecto de la adición de proteína concentrada de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en las propiedades fisicoquímicas y vida útil del yogurt*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Retrieved from http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3396/Churayra_Flores_Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coronel Feijo, M. A. (2018). *Estudio de las características fisico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua ("Chenopodium quinoa" Willd)*. Universidad de Extremadura. Retrieved from http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/9273/TDUEX_2019_Coronel_Feijo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuvi Santiago, J. P. (2011). *Utilización de diferentes niveles de caseinato de calcio para la producción de yogurt dietético*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/915/1/27T055.pdf>

- Del Aguila Valera, A. (1990). *Soborización de yogurt con frutas: aguaje (Mauritia flexusosa), papaya (Carica papaya L.), zapote (Matisia cordata H.B.) y piña (Ananas comosus)*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Retrieved from <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/327>
- Dewhurst, R. J., Shingfield, K. J., Lee, M. R. F., & Scollan, N. D. (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, *131*(3-4), 168–206. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.04.016>
- Dhiman, T. R., Helmink, E. D., McMahon, D. J., Fife, R. L., & Pariza, M. W. (1999). Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *Journal of Dairy Science*, *82*(2), 412–419. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75247-1](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75247-1)
- Díaz, P. (1985). *Alimentación de vacas lecheras*. Colombia.
- Díaz-Jiménez, B., Sosa-Morales, M. E., & Vélez-Ruiz, J. F. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogur. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, *3*(3), 287–305.
- EFSA. (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, *8*(3), 1–107. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>
- Equinlab. (2011). La importancia de la aw – ACTIVIDAD DEL AGUA, 1–5. Retrieved from [http://www.equinlab.com/pdf_/La importancia de la actividad de agua \(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf)
- Estrada, J. D., Boeneke, C., Bechtel, P., & Sathivel, S. (2011). Developing a strawberry yogurt fortified with marine fish oil 1. *Journal of Dairy Science*, *94*(12), 5760–5769. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4226>
- Gagñay Huaraca, L. G. (2010). *Efecto de diferentes niveles de Stevia rebaudiana como edulcorante para la elaboración de yogurt tipo II*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/822/1/27T0154.pdf>

- García, C. A. C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 85. <http://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>
- García, J. L. (2008). Valoración de la calidad del yogurt elaborado con distintos niveles de fibra de trigo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/27T0119.pdf>
- German, J. B., & Dillard, C. J. (2006). Composition, structure and absorption of milk lipids: A source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(1), 57–92. <http://doi.org/10.1080/10408690590957098>
- Gómez-Cortés, P., De la Fuente, M. Á., & Juárez, M. (2019). Ácidos grasos trans y ácido linoleico conjugado en alimentos: origen y propiedades biológicas. *Nutricion Hospitalaria*. Retrieved from <https://digital.csic.es/bitstream/10261/193815/1/transfattyorigen.pdf>
- Gonzales Armas, C. J., & Valladares Escobar, L. L. (2017). *Formulación, elaboración y aceptabilidad del yogurt enriquecido con sangre de pollo para madres gestantes*. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. Retrieved from [http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2680/GONZALES ARMAS y Valladares Escobar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2680/GONZALES_ARMAS_y_Valladares_Escobar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gutiérrez Álvarez, L. F., Martínez, J. C., Núñez, B., & Rocío, M. (2010). Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content and Fatty Acid Composition of Some Commercial Yogurts From Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63(2), 5685–5692. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/27286/1/25056-88059-1-PB.pdf>
- Gutiérrez Álvarez, L., Martínez, J., & Barón Núñez, M. (2011). Contenido de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) y Composición de Ácidos Grasos en Algunos Yogures Comerciales de Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 63(45), 5685–5692.
- Gutiérrez, L.-F., Ratti, C., & Belkacemi, K. (2008). Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from quebec sea buckthorn (*Hippophaë*

rhamnoides L.) seeds and pulp. *Food Chemistry*, 106(3), 896–904.
<http://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.06.058>

Gutiérrez, M. C., & Droguet, M. (2002). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: Identificación de compuestos causantes de mal olor. *Boletín Intexter Del Instituto de Investigación Textil Y de Cooperación Industrial*, (122), 35–41.

Guzmán, A. (2011). *Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
Retrieved from
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3721/TPUCE-3366.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Harvatine, K., Boisclair, Y. & Bauman, D. (2009). Recent advances in the regulation of milk fat synthesis, 3(1), 40–54.
<http://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1751731108003133>

Hassan, A., & Amjad, I. (2010). Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physicochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology*, 9(20), 2913–2917.
<http://doi.org/10.5897/AJB2010.000-3121>

Hernández Carranza, P. (2004). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt*. Universidad de las Américas Puebla.

Hidalgo Lozano, C. J. (2017). *Elaboración De Un Producto Nutritivo a Base De Yogurt Afrutado Con Psidium Guajava (Guayaba) Enriquecidos Con Hierro Y Vitamina C*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Hradecká, E., Čítek, J., Panicke, L., Řehout, V., & Hanusová, L. (2008). The relation of GH1, GHR and DGAT1 polymorphisms with estimated breeding values for milk production traits of German Holstein sires. *Czech Journal of Animal Science*, 53(6), 238–245. <http://doi.org/10.17221/362-cjas>

Huppertz, T. (2013). Chemistry of the caseins. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th Edition, 1*, 135–160.
http://doi.org/10.1007/9781-4614-4714-6_1

- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Determinación de la densidad relativa, Pub. L. No. NTE INEN 0011 (1983). Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/11.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Yogurth. Requisitos, Pub. L. No. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 710 (1983).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Determinación de acidez titulable, Pub. L. No. NTE INEN 0013 (1984). Retrieved from <https://archive.org/details/ec.nte.0013.1984>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leches fermentadas. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 2395 (2011). Retrieved from <https://181.112.149.204/buzon/normas/2395.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Productos lácteos y alimentos a base de leche. Determinación del contenido de grasa por el método de gravimétrico Weibull-Berntrop (método de referencia). Parte 1: Alimentos infantiles (ISO 8262-1:2005, IDT) (2014).
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [INVIMA]. (2015). Manual de toma de muestras de alimentos y bebidas para entidades territoriales de salud, I, 1–20.
- Jaramillo, Y. (2013). *La chía (salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Corporación Universitaria Lasallista. Retrieved from http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La_chia_salvia_hispanica_L_desarrollo_alimentos_saludables.pdf
- Jensen, R. G. (2002). The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 295–350. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74079-4](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4)
- Jiang, J., Bjoerck, L., Fondén, R., & Emanuelson, M. (1996). Occurrence of Conjugated Cis-9,Trans-11-Octadecadienoic Acid in Bovine Milk: Effects of Feed and Dietary Regimen. *Journal of Dairy Science*, 79(3), 438–445.

[http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76383-X](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76383-X)

Jirón Hernández, T. E., Suazo Vilchez, K. R., & Vásquez Pozo, R. I. (2012). *Elaboración de yogurt batido saborizado con jalea de guayaba bajo en grasa , enriquecido con fibra y calcio*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León. Retrieved from <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5935/1/221148.pdf>

Jones, E. L., Shingfield, K. J., Konen, C., Jones, A. K., Lupoli, B., Grandison, A. S., ... Yaqoob, P. (2005). Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2923–2937. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72973-8](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72973-8)

Juárez Iglesias, M., De la Fuente Layos, M. Á., & Fontecha Alonso, J. (2015). Los nutrientes de la leche en la salud cardiovascular. *Nutricion Hospitalaria*, 31, 26–32. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup2.8679>

La Hora. (2017). Sobrepeso infantil aumentó un 10% en Tungurahua. Retrieved from https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102091906/sobrepeso-infantilaumento-un-10_-en-tungurahua

La Universidad del Zulia. Determinación de grasa y sólidos totales en leche y derivados (2004). Maracaibo. Retrieved from <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/solidos y grasa.pdf>

Legrand, O., Simonin, G., Perrot, J. Y., Zittoun, R., & Marie, J. P. (1998). Pgp and MRP activities using calcein-AM are prognostic factors in adult acute myeloid leukemia patients. *Blood*, 91(12), 4480–4488.

Lignia Anchapaxi, J. V. (2014). *Utilización de diferentes niveles de Agave americana (Siropo de Agave) como edulcorante natural para la elaboración de yogurt de Glycine max (Soya)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3843/1/27T0277.pdf>

López Valencia, J. P. (2008). *Estandarización De La Técnica De Cromatografía De Gases Acoplada a Espectrometría De Masas Para La Identificación Y Cuantificación De Metilésteres De Ácidos*. Universidad tecnológica de Pereira. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/71395469.pdf>

- López, E. G. (2009). *Evaluacion De La Utilizacion De Stevia En Yogurt*. Universidad Nacional de Colombia.
- López-Sobaler, A., Cuadrado-Soto, E., Salas-González, D., Peral-Suárez, Á., Jiménez Ortega, A. I., & Ortega, R. (2019). Papel del yogur en el desayuno de los niños. *Nutrición Hospitalaria*, 36, 40–43. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.20960/nh.02806>
- Macedo y Ramírez, R. C., & Vélez-Ruíz, J. F. (2015). Propiedades Fisicoquímicas y de Flujo de un Yogur Asentado Enriquecido con Microcápsulas que Contienen Ácidos Grasos Omega 3. *Información Tecnológica*, 26(5), 87–96. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Marín, A. L. M., Castro, A. G. G., Juárez, M., Alba, L. M. P., & Pérez, M. (2011). Animal performance and milk fatty acid profile of dairy goats fed diets with different unsaturated plant oils. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5359–5368. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4569>
- Márquez, B. (2014). Cenizas Y Grasas, 1–165. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, S. (2016). *Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de Tara (Caesalpinia spinosa) como estabilizante a diferentes concentraciones*. Universidad Nacional José María Arguedas Facultad De Ingeniería. Retrieved from <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/217/23-2016-EPIA-Martinez Rivas- EVALUACION DE LA VISCOSIDAD Y EL COLOR DEL YOGURT BA 2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Massa, E., Corti, I., & Gagliostro, G. (2012). *Yogurt Funcional alto CLA*.
- Mensink, R. P., Zock, P. L., Kester, A. D. M., & Katan, M. B. (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: A meta-analysis of 60 controlled trials.

American Journal of Clinical Nutrition, 77(5), 1146–1155. <http://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1146>

Miller, GD, Jarvis, J. &, & McBean, L. (2002). *Handbook of Dairy Foods and Nutrition* (Second ed.). CRC Press LLC.

Molinari, M. F. (2015). Análisis del perfil de ácidos grasos, incluido ácido linoleico conjugado, en quesos y yogur del mercado. Retrieved from <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1460/F.8.3.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales, R., Lanuza, F., Subiabre, I., & Canto, F. (2015). A comparison of milk fatty acid profile among three different dairy production systems in Los Ríos District , Chile # Comparación del perfil de ácidos grasos de la leche entre tres sistemas distintos de producción lechera en la Región de Los Ríos , Chile, 292, 281–292. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1730/173042665003.pdf>

Moreno Aznar, L. A., Cervera Ral, P., Ortega Anta, R. M. A., Díaz Martín, J. J., Baladia, E., Basulto, J., ... Salas-Salvadó, J. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutricion Hospitalaria*, 28(6), 2039–2089. <http://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6856>

Moreno, L., Cervera, P., Ortega, R., Díaz, J., Baladia, E., Basulto, J., ... Salas-Salvadó, J. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española OF YOGURT AND OTHER FERMENTED MILKS IN THE HEALTHY DIET FOR THE SPANISH.

Mori Nuñez, C. L. (2017). *Efecto de la carregenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Mozaffarian, D., Cao, H., King, I. B., Lemaitre, R. N., Song, X., Siscovick, D. S., & Hotamisligil, G. S. (2010). Trans-Palmitoleic Acid, Metabolic Risk Factors, and New-Onset Diabetes in U.S. Adults: A Cohort Study. *Annals of Internal Medicine*, 153(12), 790–799. <http://doi.org/10.7326/0003-4819-153-12201012210-00005>

- Mozaffarian, D., Aro, A., & Willett, W. C. (2009). Health effects of trans-fatty acids: Experimental and observational evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63, S5–S21. <http://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602973>
- Narváez García, A. M. (2014). *Las políticas de estado para el sector agropecuario y la competitividad del sector ganadero de producción láctea de la provincia de Tungurahua en el periodo 2010-2012*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20999/1/T2830i.pdf>
- Narváez Rueda, A. E. (2015). *Caracterización bromatológica y microbiológica de yogurt con diferentes dosificaciones de edulcorante natural Estevia (Stevia rebaudiana bertonii)*. Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/11441/1/TESIS PARA BIBLIOTECA pdf.pdf>
- Niness, K. R. (1999). Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose Methods to Determine Food Inulin and Oligofructose 1. *American Society for Nutritional Sciences*, 129, 1418–1423.
- Norma Mexicana. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa. (1984).
- Norma Mexicana. Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba. (2010).
- Parodi, P. W. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82(6), 1339–1349. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75358-0](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75358-0)
- Parra-Huertas, R. A., Barrera-Rojas, L. J., & Rojas-Parada, D. C. (2015). Evaluación de la adición de avena , mango y estevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca Evaluation of the Addition of Oats , Mango and Stevia in Yogurt Made from Mixtures of Goat ' s and Cow ' s Semi-Ski. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu*, 16(2), 167–179. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n2/v16n2a03.pdf>

- Peixoto, A. L., Silva, M. A. P., Moura, L. C., Souza, D. G., Plácido, G. R., & Caliari, M. (2016). Influência do Tempo de Estocagem do Leite nas Características Físico-Químicas do Iogurte Natural. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 18(4), 395–403.
<http://doi.org/10.15871/15178595/rbpa.v18n4p395-403>
- Picon Contreras, Y. T. (2019). *Beneficios y usos de leche de cabra y de vaca en la elaboración de diferentes tipos de yogurt*. Universidad Nacional de Trujillo. Retrieved from [http://190.223.54.254/bitstream/handle/UNITRU/12332/Picon Contreras, Yeimi Tatiana.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://190.223.54.254/bitstream/handle/UNITRU/12332/Picon%20Contreras,%20Yeimi%20Tatiana.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Pingo Elías, A., Maza Silva, G. D., & Núñez Colán, L. L. (2019). *Elaboración y caracterización de yogurt a base de pera (Pyrus communis) y aguaymanto (Physalis peruviana L.) edulcorado con stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)*. Universidad Nacional de Piura. Retrieved from <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2020/IND-PIN-MAZ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Portilla Rodas, R. C. (2015). *Utilización de diferentes niveles de okara en la elaboración de yogurt tipo I*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6073/1/27T0310.pdf>
- Prieto-Manrique, E., Vargas-Sánchez, J. E., Angulo-Arizala, J., & Mahecha-Ledesma, L. (2016). Grasa y ácidos grasos en leche de vacas pastoreando, en cuatro sistemas de producción. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 19.
<http://doi.org/10.15517/am.v28i1.22816>
- Puelles León, C. A. (2015). *Efecto de la adición de hidrolizado de tilapia (Oreochromis niloticus) sobre las características físicoquímicas del yogurt batido base e influencia de mermelada de kiwi (Actinidina deliciosa) sobre la aceptabilidad general del yogurt batido saborizado*. Universidad Privada Antenor Orrego. Retrieved from http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3054/1/RE_IND.ALIM_CLAUDIA.PUELLES_ADICION.DE.HIDROLIZADO_DATOS.PDF
- Rebecchi, S., Vélez, M. A., Pozza, L., Wolf, I., & Perotti, M. C. (2018).

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y CONTENIDO DE CLA EN YOGURES. *Instituto de Lactología Industrial (INLAIN) - UNL/CONICET*, 40–45. Retrieved from <https://www.publitech.com/wp-content/uploads/Composicionde-acidos-grasos-y-contenido-de-CLA-en-yogures-comerciales.pdf>

Redondo Useros, N. (2019). *Efectos del consumo de probióticos y yogures sobre el sistema inmunitario y la microbiota intestinal de adultos sanos*. Universidad Complutense de Madrid. Retrieved from <https://eprints.ucm.es/59870/1/T41889.pdf>

Redrobán Chamorro, G. N. (2015). *La nutrición y su incidencia en el rendimiento académico de los niños de cuarto año paralelo “A” de la unidad educativa “Luis A. Martínez” del cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. <http://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>

Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis*. San José, Costa Rica: IICA LME 53. Retrieved from <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7125/1/BVE18040226e.pdf>

Rojas-Castro, W., Chacón-Villalobos, A., & Pineda-Castro, M. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 221–237.

Romero González, M. (2018). “Análisis de referencia en la leche descremada en polvo para la modificación en las formulaciones que se elaboran en Fabrica LALA Veracruz,” 62.

Ruales Guzmán, B. V. (2012). *Seguimiento de la producción del aroma del yogurt durante la fermentación ácido láctica mediante nariz electrónica y evaluación sensorial*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/7570/1/107437.2012.pdf>

Salas, J., Romero, M., & Villarino, A. (2007). Consenso Sobre Las Grasas Y Aceites En La Alimentación. *Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación Y Dietética*, 80. Retrieved from http://www.fesnad.org/pdf/Consenso_sobre_las_grasas_y_aceites_2015.pdf

- Salas-Salvadó, J., Babio, N., Juárez-Iglesias, M., Picó, C., Ros, E., & Aznar, L. A. M. (2018). The importance of dairy products for cardiovascular health: Whole or low fat? *Nutricion Hospitalaria*, 35(6), 1479–1490. <http://doi.org/10.20960/nh.2353>
- Salazar Altamirano, M. L. (2011). *Elaboración y control de calidad de yogurt con zapallo endulzado con stevia para pacientes diabéticas*. *Biomédica*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.529>
- Schennink, A., Heck, J. M. L., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. W., Van Valenberg, H. J. F., & Van Arendonk, J. A. M. (2008). Milk fatty acid unsaturation: Genetic parameters and effects of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and Acyl CoA: Diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). *Journal of Dairy Science*. <http://doi.org/10.3168/jds.2007-0825>
- Schwingshackl, L., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Knüppel, S., Iqbal, K., Andriolo, V., ... Boeing, H. (2017). Food Groups and Risk of Hypertension: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 8(6), 793–803. <http://doi.org/10.3945/an.117.017178>
- Silva Puente Arnao, M. A. (2016). *Aceptabilidad de yogurt probiótico de mango (Mangifera indica) enriquecido con albúmina pasteurizada deshidratada*. Universidad Le Cordon Bleu. Retrieved from [http://52.225.231.247/bitstream/handle/ULCB/21/Tesis-Aceptabilidad de yogurt probiótico de mango \(mangifera indica\) enriquecido con albúmina pasteurizada deshidratada-Maria A. Silva Puente.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://52.225.231.247/bitstream/handle/ULCB/21/Tesis-Aceptabilidad de yogurt probiótico de mango (mangifera indica) enriquecido con albúmina pasteurizada deshidratada-Maria A. Silva Puente.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Simanca, M. M., Andrade, R. D., & Arteaga, M. R. (2013). Efecto del Salvado de Trigo en las Propiedades Físicoquímicas y Sensoriales del Yogurt de Leche de Búfala. *Información Tecnológica*, 24(1), 79–86. <http://doi.org/10.4067/S071807642013000100010>
- Soyeurt, H., Dardenne, P., Gillon, A., Croquet, C., Vanderick, S., Mayeres, P., ... Gengler, N. (2006). Variation in fatty acid contents of milk and milk fat within and across breeds. *Journal of Dairy Science*. [http://doi.org/10.3168/jds.S00220302\(06\)72534-6](http://doi.org/10.3168/jds.S00220302(06)72534-6)

- Tapia Villalba, E. V. (2010). *Utilización de inulina como fibra alimentaria soluble en yogurth de durazno (Prunus pérsica) en la empresa de lácteos “San Antonio C.A.” del cantón Cañar*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3963/1/P.AL237.pdf>
- Thomson, N. A., Chand, A., & Kay, J. K. (2003). Predicting delta 9-desaturase activity and the association with conjugated linoleic acid (CLA) concentration in bovine milk. *Proceedings-New Zealand Society of Animal Production*, 63, 25–30.
- Tobijaszewska, B., Mills, R., & Jans, J. (2018). *El uso de la espectrometría para la medición simultánea del color y la composición en muestras de alimentos*.
- Valle Lituma, L. Á. (2015). “ *Influencia de la semaforización en el comportamiento de compra de la categoría yogurt bebible en la ciudad de Guayaquil en las personas de 18 a 35 años .*” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Retrieved from <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/5413/1/T-UCSGPOS-MGM-7.pdf>
- Valverde Montero, E., & Silva Trejos, P. (2012). Validación de un método analítico para la determinación del contenido de sodio en los alimentos, 25, 41–49.
- Vera Balcázar, M. E. (2011). *Elaboración y aplicación gastronómica del yogur*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1554>
- Wang, H., Fox, C. S., Troy, L. M., McKeown, N. M., & Jacques, P. F. (2015). Longitudinal association of dairy consumption with the changes in blood pressure and the risk of incident hypertension: The Framingham Heart Study. *British Journal of Nutrition*, 114(11), 1887–1899. <http://doi.org/10.1017/S0007114515003578>
- Zambrano Carrasco, J. P. (2017). *Creación de la empresa BioQuinua productora y comercializadora de leche de quinua en la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26470/1/585_MKT.pdf
- Zambrano Muñoz, Y. D. (2016). *Evaluación de una bebida “Yogurt” a base de (Salvia hispanica L., Phalaris canariensis L.), hortalizas (Medicago sativa L.,*

Nasturtium officinale R.), diferentes edulcorantes, y su efecto en el contenido proteico. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Retrieved from <http://repositorio.uteq.edu.ec/jspui/bitstream/43000/1826/1/T-UTEQ-0064.pdf>

Zuluaga, J. D., Cortes-Rodríguez, M., & Rodríguez-Sandoval, E. (2010). Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 25(4), 127–135.

Zuluaga, N. (2018). El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. *Universidad Nacional de Colombia. Medellín*, 20–234. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/61962/1/1128280679.2018.pdf>

ANEXOS

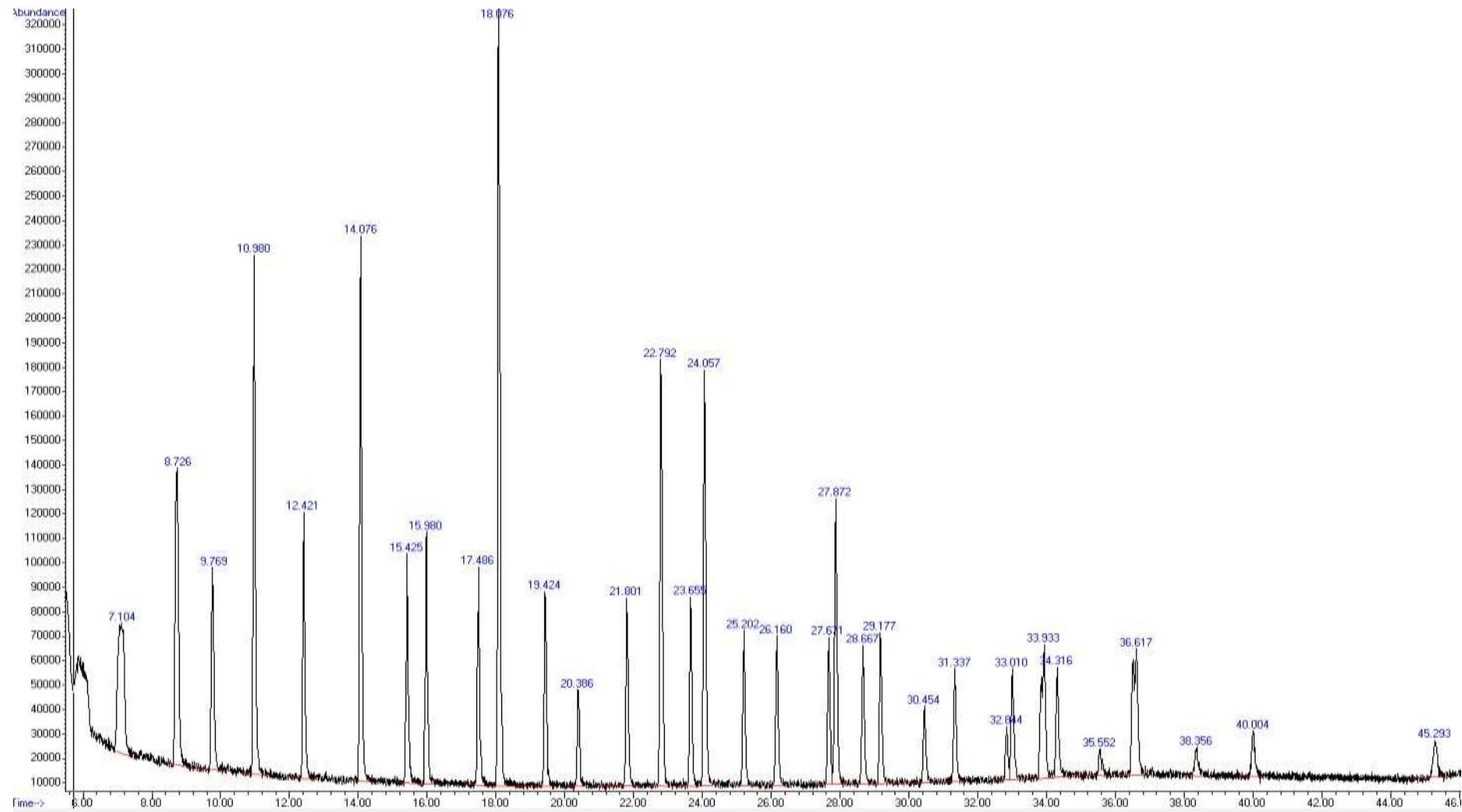


Figura 1. Cromatograma del patrón FAME mix C4-C24

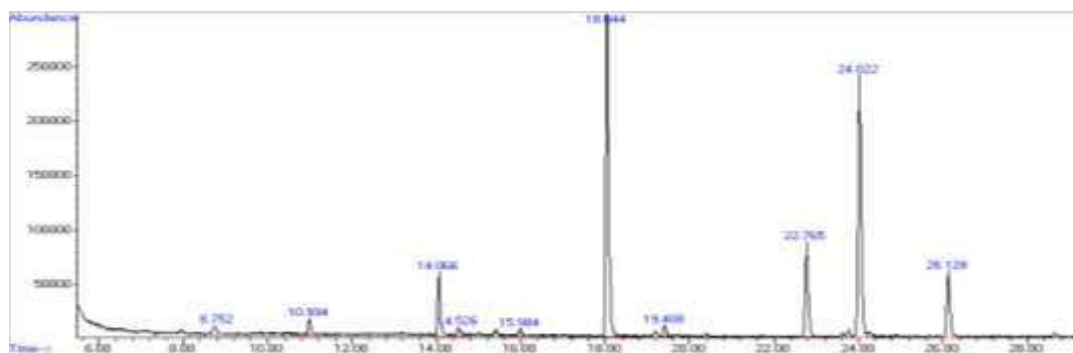


Figura 2. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A1

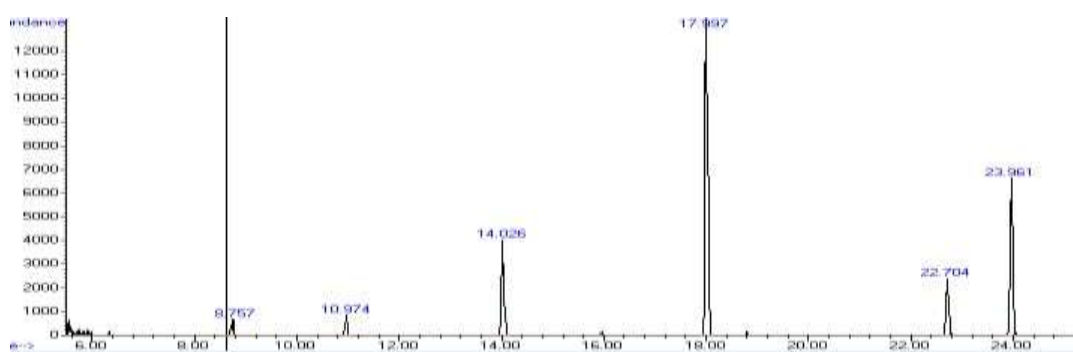


Figura 3. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A2

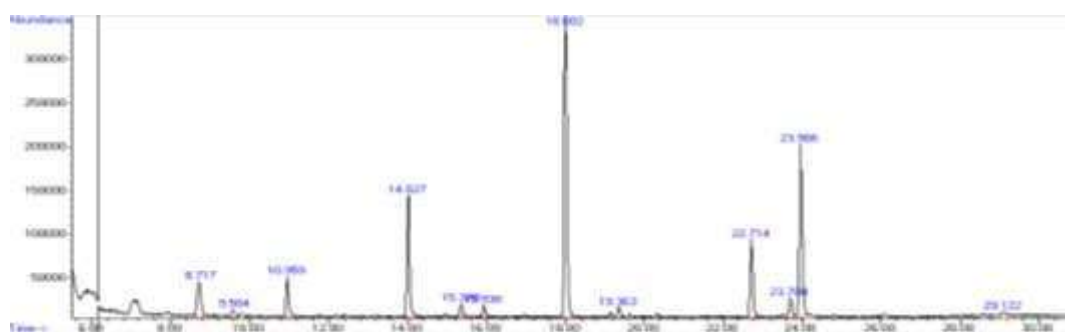


Figura 4. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A3

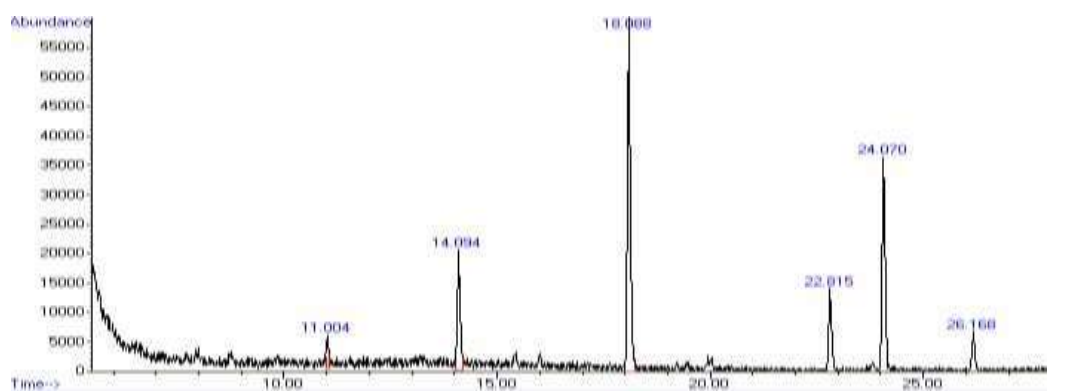


Figura 5. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A4

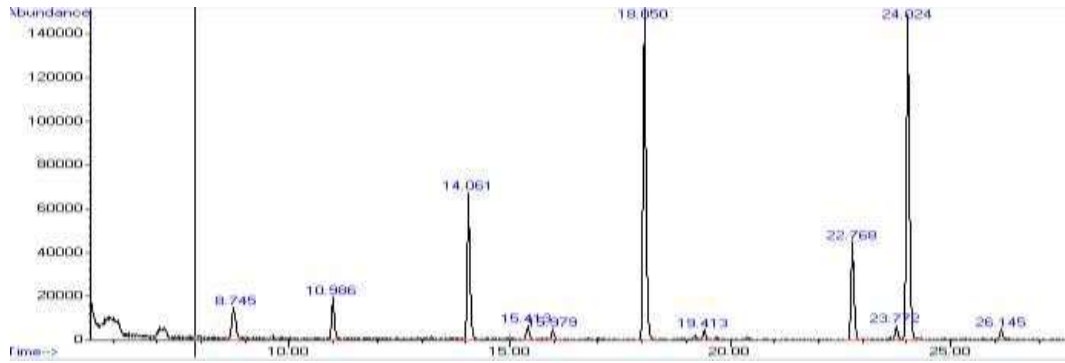


Figura 6. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A5

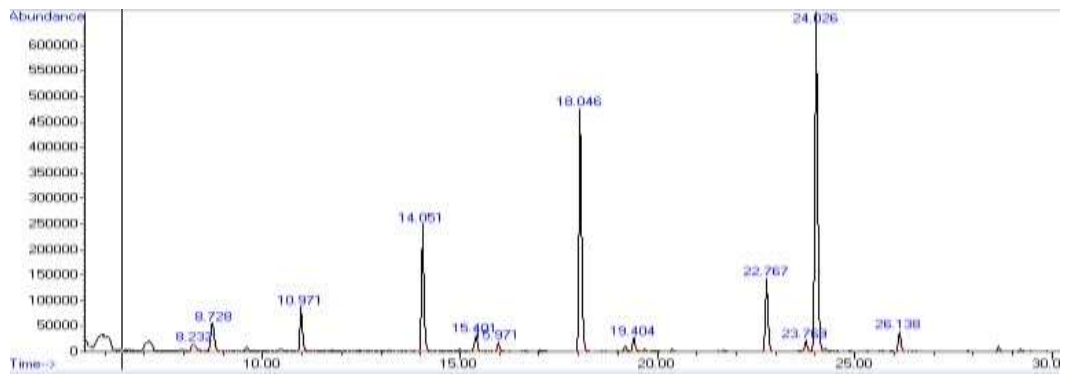


Figura 7. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A6

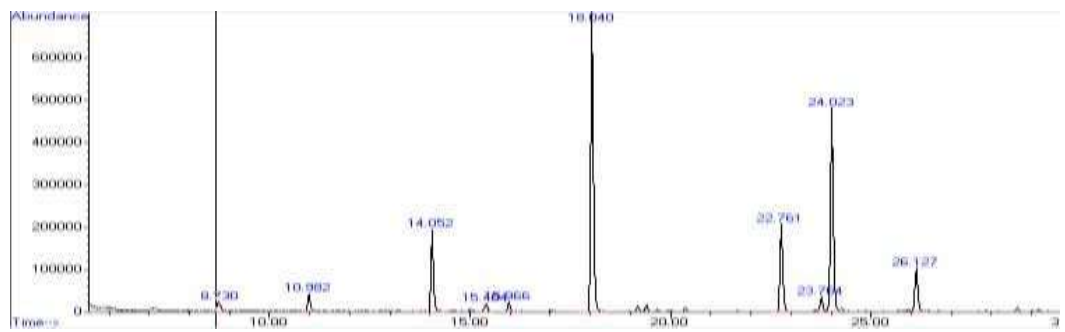


Figura 8. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A7

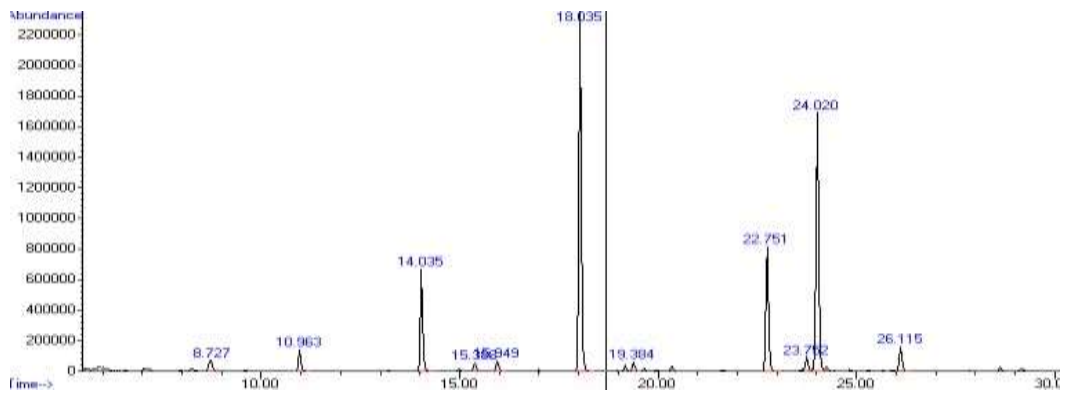


Figura 9. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A8

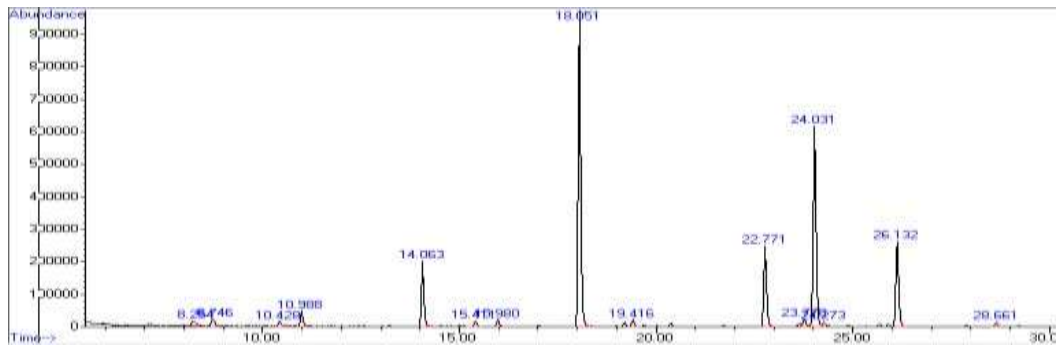


Figura 10. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-A9

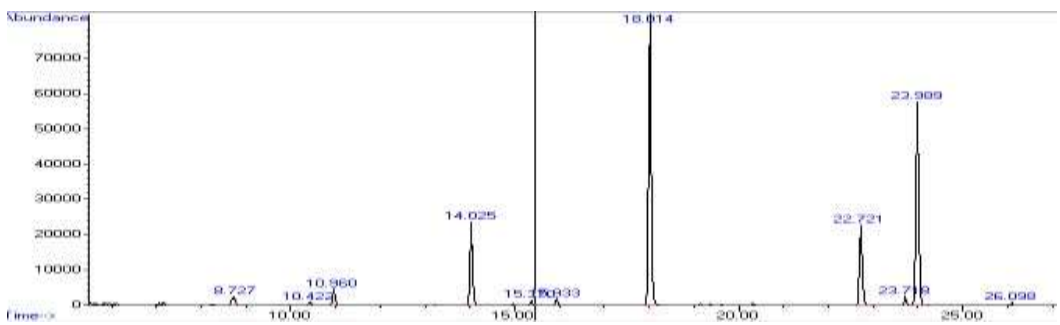


Figura 11. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B1

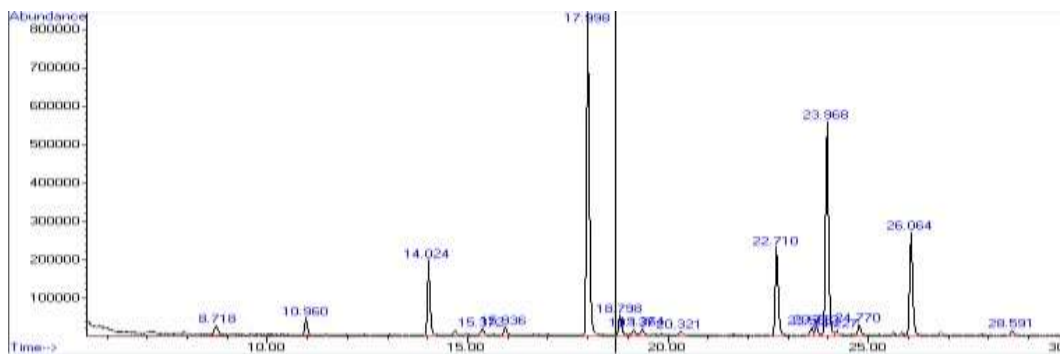


Figura 12. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B2

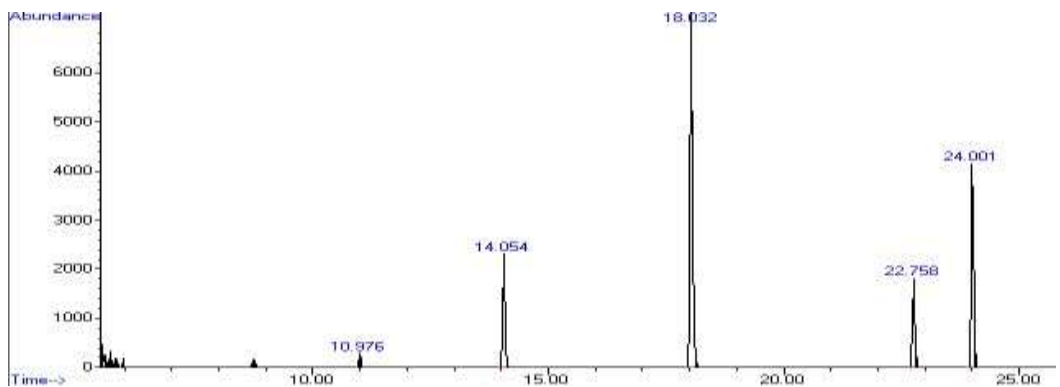


Figura 13. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B3

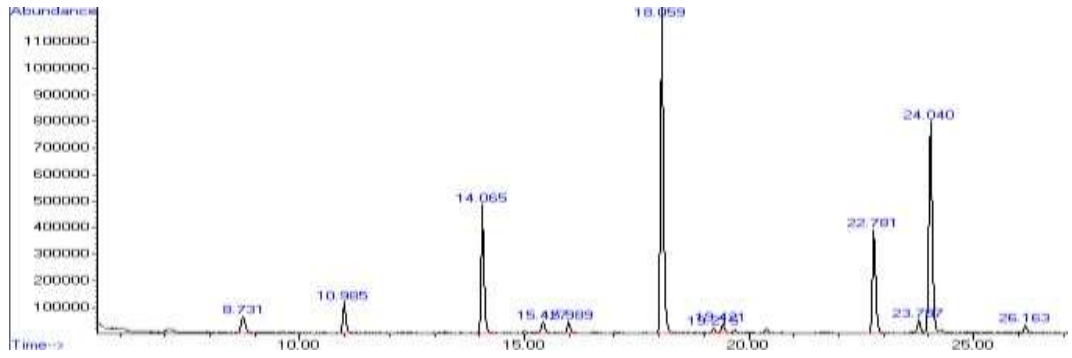


Figura 14. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B4

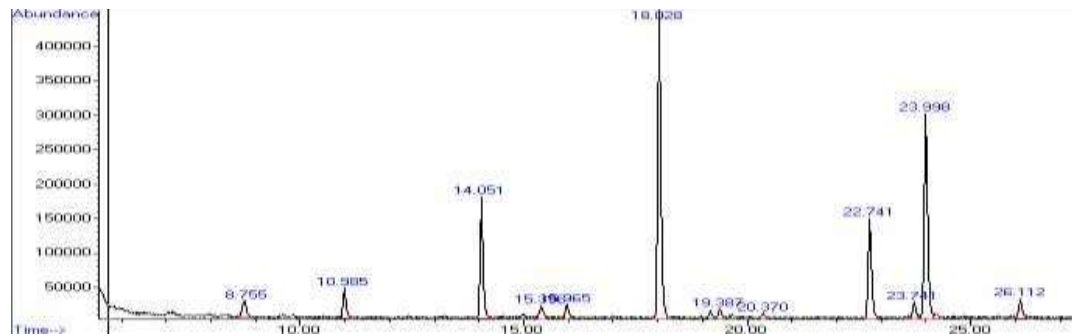


Figura 15. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B5

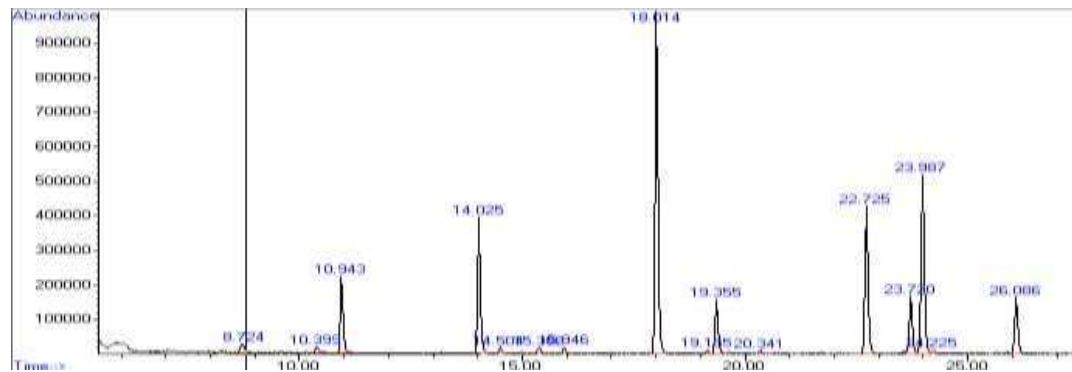


Figura 16. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B6

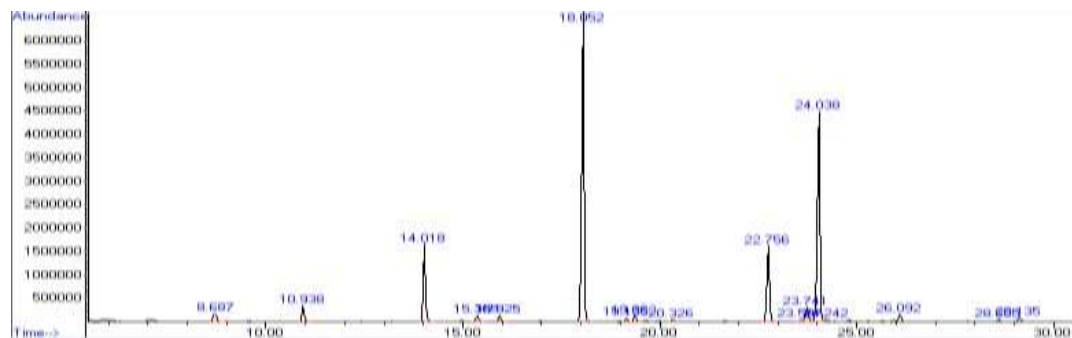


Figura 17. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B7

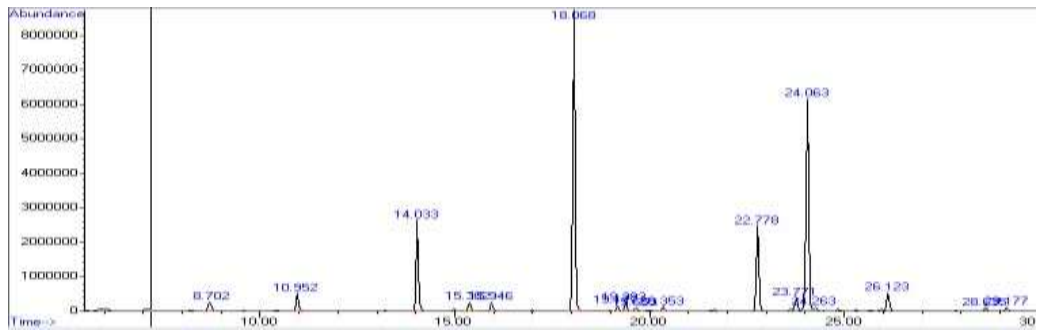


Figura 18. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B8

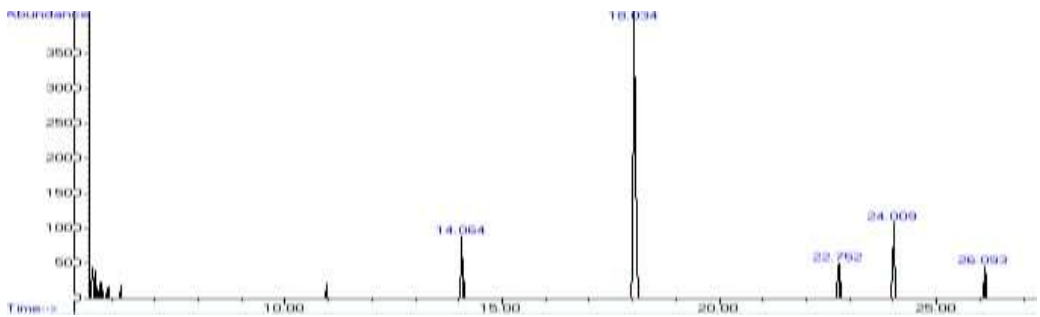


Figura 19. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B9

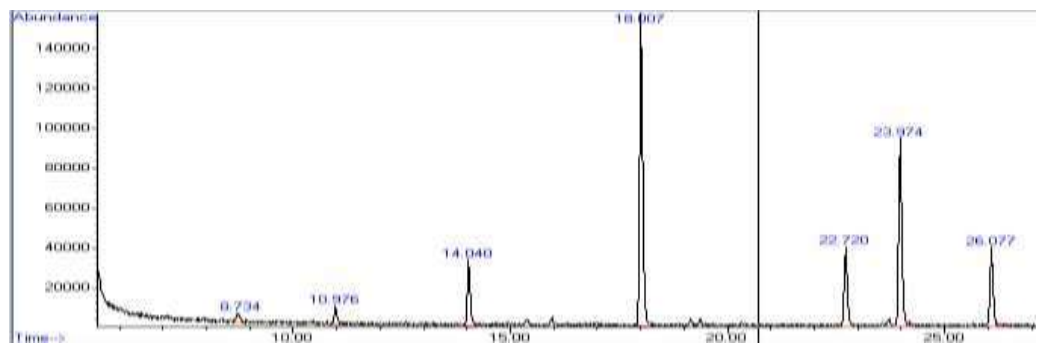


Figura 20. Cromatograma de la muestra UTA-FCIAL-DL-B10

Tabla 8. Datos para la determinación de ácidos grasos (ordenados según el tiempo de retención)

Nombre del ácido graso (IUPAC)	Nombre común	N° Lipídico	Porcentaje en peso de metil éster	Tiempos de retención	% Área	Factor de calibración	Peso molecular del éster metílico (g/mol)	Peso del ácido graso (g/mol)
Ácido butanoico	Ácido butírico	C4:0	4,00				102,133	88,11
Ácido hexanoico	Ácido caproico	C6:0	4,00	5,899	1,98	0,50	130,180	116,16
Ácido octanoico	Ácido caprílico	C8:0	4,00	7,070	3,86	0,97	158,240	144,21
Ácido decanoico	Ácido cáprico	C10:1n7	4,00	8,704	4,69	1,17	186,290	172,26
Ácido undecanoico	Ácido hendecanoico	C11:0	2,00	9,744	2,41	1,21	200,320	186,29
Ácido dodecanoico	Ácido láurico	C12:0	4,00	10,955	5,27	1,32	214,340	200,33
Ácido tridecanoico	Ácido tridéclico	C13:0	2,00	12,396	2,60	1,30	228,370	214,34
Ácido (Z)-tretadec-9-enoico	Ácido miristoleico	C14:1n5	2,00	15,404	2,48	1,24	240,380	226,35
Ácido tetradecanoico	Ácido mirístico	C14:0	4,00	14,054	5,59	1,40	242,400	228,37
Ácido <i>cis</i> -10-pentadecanoico	-	C15:1n5	2,00	17,466	2,47	1,24	254,410	254,41
Ácido pentadecanoico	Ácido pentadéclico	C15:0	2,00	15,957	2,68	1,34	256,420	242,40
Ácido <i>cis</i> -9-hexadecanoico	Ácido palmitoleico	C16:1n7	2,00	19,404	2,37	1,19	268,400	254,41
Ácido hexadecanoico	Ácido palmítico	C16:0	6,00	18,055	8,92	1,49	270,500	256,40
Ácido <i>cis</i> -10-heptadecanoico	-	C17:1n7	2,00	21,782	2,44	1,22	282,500	268,40
Ácido heptadecanoico	Ácido margárico	C17:0	1,20	20,367	1,27	1,06	284,500	270,50
Ácido <i>cis</i> -6,9,12-octadecatrienoico	Ácido γ -linolénico	C18:3n6	2,00	27,661	2,23	1,12	292,500	278,40
Ácido <i>cis</i> -9,12,15-octadecatrienoico	Ácido linolenico	C18:3n3	2,00	28,656	2,19	1,10	292,500	278,40
Ácido <i>trans</i> -9, 12-octadecadienoico	Ácido linolelaidico	C18:2n6t	2,00	25,190	2,25	1,13	294,500	280,45

Ácido <i>cis</i> -9,12-octadecadienoico	Ácido linoleico	C18:2n6c	2,00	26,149	2,26	1,13	294,500	280,40
Ácido <i>cis</i> -9-octadecanoico	Ácido oleico	C18:1n9c	4,00	24,045	5,65	1,41	296,500	282,50
Ácido <i>trans</i> -9-octadecenoico	Ácido elaídico	C18:1n9t	2,00	23,639	2,48	1,24	296,500	282,50
Ácido octadecanoico	Ácido esteárico	C18:0	4,00	22,777	5,50	1,38	298,500	284,50
Ácido <i>cis</i> -5,8,11,14,17eicosapentanoico	Ácido timnodónico	C20:5n3	1,76	36,629	2,40	1,36	316,500	302,50
Ácido <i>cis</i> -5,8,11,14eicosatetraenoico	Ácido araquidónico	C20:4n6	2,00	33,938	2,27	1,14	318,500	304,50
Ácido <i>cis</i> -11,14,17-eicosatrienoico	-	C20:3n3	1,50	33,847	1,76	1,17	320,500	306,50
Ácido <i>cis</i> -8,11,14-eicosatrienoico	Ácido dihomo- γ linolenico	C20:3n6	1,56	32,844	1,00	0,64	320,500	306,50
Ácido <i>cis</i> -11,14-eicosadienoico	-	C20:2n6	2,00	31,332	2,06	1,03	322,500	308,50
Ácido <i>cis</i> -11-eicosanoico	-	C20:1n9	2,00	29,169	2,48	1,24	324,500	310,50
Ácido eicosanoico	Ácido araquídico	C20:0	4,00	27,858	4,32	1,08	326,600	312,50
Ácido 9- <i>cis</i> , 11- <i>trans</i> octadecadienoico	Ácido linoleico conjugado	C18:2n6	2,00	29,165	2,21	1,11	294,500	280,45
Ácido heneicosanoico	-	C21:0	2,00	30,446	1,42	0,71	340,600	326,60
Ácido <i>cis</i> -4,7,10,13,16,19docosahexaenoico	Ácido cervónico	C22:6n3	1,86	45,322	1,19	0,64	342,500	328,50
Ácido <i>cis</i> -13,16-docosadienoico	-	C22:2n6	2,00	36,526	2,50	1,25	350,600	336,60
Ácidos <i>cis</i> -13-docosanoico	Ácido erúxico	C22:1n9	2,00	34,319	2,10	1,05	352,600	338,60
Ácido docosanoico	Ácido behenico	C22:0	4,00	33,009	2,18	0,55	354,600	340,60
Ácido tricosanoico	-	C23:0	1,83	35,554	0,64	0,35	368,600	354,60
Ácido <i>cis</i> -15-tetracosanoico	Ácido nervónico	C24:1n9	2,00	40,023	1,30	0,65	380,600	366,60
Ácido tetracosanoico	Ácido lignocerico	C24:0	4,00	38,370	0,81	0,20	382,700	368,60

Tabla 9. Datos obtenidos del porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados (monoinsaturados, poliinsaturados), trans e índices de calidad nutricional.

Clasificación	Ácido Graso	Abreviatura	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
Ácidos Grasos Saturados	Ácido cáprico	C10:1n7	1,800	2,294	5,649	0,000	4,930	5,321	2,038	2,050	1,607	1,942	1,865	0,000	4,900	2,734	1,361	1,972	1,917	0,000	2,003	
	Ácido láurico	C12:0	2,063	1,611	4,361	3,607	4,048	4,545	2,222	2,257	1,783	2,143	2,039	0,890	3,990	3,243	6,760	2,220	2,192	0,000	2,241	
	Ácido mirístico	C14:0	8,117	2,934	13,022	14,381	12,709	11,890	9,143	9,593	7,048	10,900	7,555	12,726	12,970	13,270	11,192	9,504	9,845	8,112	7,429	
	Ácido pentadecílico	C15:0	1,505	0,000	1,544	0,000	1,094	1,044	1,219	1,154	0,829	0,770	1,374	0,000	1,273	1,172	0,588	0,988	1,155	0,000	0,000	
	Ácido palmítico	C16:0	32,778	33,791	33,110	42,260	28,697	23,715	33,949	34,187	34,861	38,978	32,419	50,306	30,438	38,512	28,013	35,499	33,933	71,743	37,615	
	Ácido margárico	C17:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,975	0,000	0,000	0,457	0,233	0,572	0,739	0,000	0,000
	Ácido esteárico	C18:0	11,460	9,176	10,310	10,348	10,007	8,061	11,811	13,923	10,360	12,658	9,995	11,473	10,755	11,778	14,366	11,111	11,243	5,712	10,352	
Ácidos Grasos Monoinsaturados	Ácido miristoleico	C14:1n5	0,000	0,000	2,091	0,000	1,648	2,197	1,251	1,169	0,819	0,504	1,261	0,000	1,979	1,120	0,689	1,205	1,413	0,000	0,000	
	Ácido palmitoleico	C16:1n7	1,700	0,000	1,584	0,000	1,152	1,811	0,000	1,179	0,970	0,000	1,661	0,000	2,297	0,671	6,083	1,623	2,620	0,000	0,000	
	Ácido oleico	C18:1n9c	30,047	26,893	23,608	26,966	32,541	36,482	28,002	28,408	26,002	30,762	23,419	24,605	27,608	24,206	17,522	30,013	28,922	11,735	26,917	
Ácidos Grasos Poliinsaturados	Ácido linolénico	C18:3n3	0,637	0,000	0,000	0,000	0,000	0,631	0,535	0,499	0,808	0,000	1,032	0,000	0,448	0,000	0,000	0,534	0,625	0,000	0,000	
	Ácido linoléico	C18:2n6c	9,898	9,115	0,000	2,530	1,493	2,942	7,616	3,755	13,822	0,349	14,634	0,000	1,533	1,600	7,017	1,565	3,334	2,700	13,445	
	Ácido linoleico conjugado	C18:2n9c11t	0,000	0,000	1,679	0,000	0,000	0,000	0,000	0,381	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,935	0,690	0,701	0,658	
Ácidos Grasos Trans	Ácido eláidico	C18:1n9t	0,000	20,696	3,605	0,000	1,684	1,365	2,216	1,828	1,092	0,996	1,775	0,000	1,811	1,239	6,178	3,199	2,067	0,000	0,000	
Sumatoria de Ácidos Grasos Saturados			57,720	49,804	67,994	70,595	61,484	54,575	60,381	63,163	56,488	67,390	56,220	75,395	64,325	71,164	62,512	61,864	61,022	85,566	59,640	
Sumatoria de Ácidos Grasos Monoinsaturados			31,747	26,893	27,283	26,966	35,340	40,490	29,253	30,756	27,790	31,266	26,340	24,605	31,884	25,997	24,294	32,840	32,954	11,735	26,917	
Sumatoria de Ácidos Grasos Poliinsaturados			10,535	9,115	1,679	2,530	1,493	3,573	8,151	4,635	14,630	0,349	15,666	0,000	1,981	1,600	7,017	3,033	4,648	3,401	14,102	
Sumatoria de Ácidos Grasos Insaturados			42,282	36,008	28,962	29,495	36,832	44,062	37,403	35,390	42,420	31,614	42,006	24,605	33,865	27,597	31,310	35,873	37,602	15,136	41,019	
Sumatoria de Ácidos Grasos Trans			0,000	20,696	3,605	0,000	1,684	1,365	2,216	1,828	1,092	0,996	1,775	0,000	1,811	1,239	6,178	3,199	2,067	0,000	0,000	
Ácidos Grasos Saturados/Ácidos Grasos Insaturados			1,365	1,383	2,348	2,393	1,669	1,239	1,614	1,785	1,332	2,132	1,338	3,064	1,899	2,579	1,997	1,725	1,623	5,653	1,454	

ω-6/ω-3	15,538	0,000	0,000	0,000	0,000	4,666	14,249	7,524	17,106	0,000	14,187	0,000	3,421	0,000	0,000	2,933	5,338	0,000	0,000
Índice de aterogenicidad (I.A.)	1,592	1,309	3,092	3,505	2,269	1,721	1,945	2,114	1,528	2,680	1,540	4,150	2,549	3,436	2,540	2,111	2,008	6,884	1,696