



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



CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Determinación de parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales de consumo masivo elaborados 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 forma 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 el Centro de Investigación de la Universidad Técnica de Ambato. Resolución **1596-CU-P-2016**. Coordinado por Mg. Lander Pérez.

Autora: María Soledad López Auqui

Tutora: 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 modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 28 de julio de 2020

**LANDER VINICIO
PEREZ ALDAS**

Firmado digitalmente por LANDER VINICIO PEREZ
ALDAS
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=SECURITY
DATA S.A. 1, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION, serialNumber=110820161417,
cn=LANDER VINICIO PEREZ ALDAS
Fecha: 2020.10.21 14:28:42 -05'00'

Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

C.I: 1802706596

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, María Soledad López Auqui, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica son absolutamente originales, auténticos y personales; exceptuando las citas bibliográficas.



María Soledad López Auqui

C.I. 180480904-2

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 de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro
C.I. 180273810-2

Firmado digitalmente por
JEANETTE VERONICA CARRERA
CEVALLOS
Fecha: 2020.10.21 19:37:16
-05'00'

M.Sc. Jeanette Verónica Carrera Cevallos
C.I 171619227-1

Ambato, 21 de Septiembre de 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.



María Soledad López Auqui

C.I. 180480904-2

AUTORA

DEDICATORIA

A mis padres Juan y Piedad, quienes han sido mi pilar fundamental, que con su amor, trabajo y sacrificio he podido llegar hasta aquí y convertirme en la persona que soy ahora. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades, porque Dios siempre está con nosotros. Gracias por guiar mi camino y por acompañarme en cada paso que doy. Es un privilegio ser su hija, sin duda alguna son los mejores padres.

A María Emilia, mi hija que con su sonrisa angelical ilumina mis días, y me impulsa a ser mejor persona. Gracias por hacer de mí la mamá más feliz de este mundo.

A Darwin, mi esposo, amigo y confidente, por su amor y apoyo incondicional, para poder culminar con éxito una de nuestras metas planteadas.

A mi bello ángel del cielo Papito Manuel, por inculcar en mí el mejor ejemplo de humildad y sencillez. Gracias por todos los consejos que me diste y porque jamás dejaste que rindiera.

María Soledad López Auqui

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas sus bendiciones, por ser mi guía y mi fortaleza en momentos de debilidad.

A la Universidad Técnica de Ambato y la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por prepararme y formarme como persona y profesionalmente.

A mi tutor Quím. Lander Pérez, por su paciencia y comprensión durante la realización del proyecto; mis calificadores Dr. Rubén Vilcacundo e M. Sc. Verónica Carrera e investigadores Mg. Diego Salazar, Mg. Mario Álvarez y PhD. Jorge Briceño, por sus consejos y ayuda en el desarrollo de mi Trabajo de Titulación.

A todos los docentes de la FCIAB por compartirnos sus conocimientos; a mis amigos y compañeros por los buenos momentos compartidos y esa amistad verdadera que se formó.

Al proyecto de canje de deuda Ecuador – España, por permitirme llevar a cabo la investigación.

María Soledad López Auqui

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Antecedentes Investigativos	6
1.2 Objetivos	8
1.2.1. Objetivo General	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	9
1.3 Hipótesis.....	9
1.3.1. Hipótesis Nula.....	9
1.3.2. Hipótesis Alternativa.....	9
CAPÍTULO II	10
METODOLOGÍA	10
2.1. Materiales	10
2.1.1 Materia Prima	10
2.1.2 Materiales de Laboratorio.....	11
2.1.3 Equipos	11
2.1.4 Reactivos.....	12
2.2. Métodos	12
2.2.1 Toma de muestra.....	12
2.2.2 Preparación de las muestras de helados artesanales	13
2.2.3 Análisis fisicoquímico	13
2.2.4 Análisis proximal.....	16
2.2.5 Determinación de ácidos grasos saturados e insaturados	18
2.3 Procesamiento y análisis	22
CAPÍTULO III.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1. Análisis fisicoquímico.....	23
3.2. Análisis propiedades organolépticas	27

3.3. Análisis proximal	29
3.4. Determinación de ácidos grasos saturados e insaturados	32
CAPÍTULO IV	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
4.1. Conclusiones	42
4.2. Recomendaciones	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código, lugar de recolección y coordenadas geográficas del muestreo	10
Tabla 2. Condiciones cromatográficas	21
Tabla 3. Resultados del análisis fisicoquímico	23
Tabla 4. Resultados de los valores de color	27
Tabla 5. Resultados del análisis proximal	29
Tabla 6. Análisis cromatográfico del estándar de referencia	33
Tabla 7. Perfil de ácidos grasos de quesos frescos	36
Tabla 8. Índices de calidad nutricional	39
Tabla 9. Datos para la determinación de pH	54
Tabla 10. Datos para la determinación de acidez	55
Tabla 11. Datos para la determinación de aw	56
Tabla 12. Datos para la determinación de humedad	57
Tabla 13. Datos para la determinación de cenizas	59
Tabla 14. Datos para la determinación de proteína	61
Tabla 16. Datos para la determinación de ácidos grasos	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cromatograma de metil ésteres de ácidos grasos Supelco 37 component FAME mix	35
Figura 2. Mapa de localización de los sitios de muestreo en la Provincia de Tungurahua..	53
Figura 3. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 1	70
Figura 4. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 2	70
Figura 5. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 3	70
Figura 6. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 4	71
Figura 7. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 5	71
Figura 8. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 6	71
Figura 9. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 7	72
Figura 10. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 8	72
Figura 11. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 9	72
Figura 12. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 10	73
Figura 13. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 11	73
Figura 14. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 12	73
Figura 15. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 13	74
Figura 16. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 14	74
Figura 17. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 15	74
Figura 18. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 16	75

RESUMEN

En los últimos años el consumo de helado ha incrementado notoriamente y al ser un derivado lácteo presenta un contenido nutricional rico en: proteínas, vitaminas, fibra, carbohidratos y lípidos, siendo estos últimos de gran importancia en cuanto por el aporte de energía al cuerpo. Cabe recalcar que un exceso en la ingesta de lípidos es perjudicial para la salud ya que podría ocasionar enfermedades cardiovasculares; por tal motivo la presente investigación tiene como objetivo determinar la relación de ácidos grasos saturados e insaturados y los parámetros fisicoquímicos en helados artesanales elaborados en distintos cantones de la provincia de Tungurahua. El análisis de ácidos grasos se llevó a cabo mediante cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas, encontrándose los ácidos grasos con mayor porcentaje: ácido cis9octadecanoico, ácido linoleico, ácido hexadecanoico, y ácido esteárico; además de la relación de ácidos grasos saturados e insaturados. En el análisis de parámetros fisicoquímicos se determinaron los valores de actividad de agua, acidez total, pH, densidad. En el análisis proximal se evaluaron humedad, cenizas, proteínas y grasas. Para el análisis de calidad del helado se determinaron propiedades organolépticas como es color, viscosidad y azúcar.

Palabras clave: helados artesanales, productos lácteos, perfil lipídico, ácidos grasos saturados, ácidos grasos insaturados, calidad alimentaria

ABSTRACT

In recent years, the consumption of ice cream has increased notably and, being a dairy derivative, it has a nutritional content rich in: proteins, vitamins, fiber, carbohydrates and lipids, the latter being of great importance in terms of providing energy to the body. It should be noted that an excess intake of lipids is detrimental to health as it could cause cardiovascular diseases; For this reason the present investigation aims to determine the ratio of saturated and unsaturated fatty acids and the physicochemical parameters in artisan ice creams made in different cantons of the province of Tungurahua. The fatty acid analysis was carried out by gas chromatography coupled to mass spectrophotometry, finding the fatty acids with the highest percentage: cis9octadecanoic acid, linoleic acid, hexadecanoic acid, and stearic acid; in addition to the ratio of saturated and unsaturated fatty acids. In the analysis of physicochemical parameters, the values of water activity, total acidity, pH, density were determined. In the proximal analysis, moisture, ash, protein and fat were evaluated. For the ice cream quality analysis, organoleptic properties such as color, viscosity and sugar were determined.

Keywords: artisan ice cream, dairy products, lipid profile, saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, food quality

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

La leche de vaca es un alimento importante en la alimentación de la población humana en todas las etapas de la vida. Su procesamiento industrial ha permitido el acceso generalizado a su consumo por parte de la población, lo que ha contribuido a mejorar notablemente su salud. Los beneficios de la leche de vaca no se limitan exclusivamente a su valor nutricional, sino que se extienden más allá y constituyen un factor de prevención en determinadas patologías afluentes como son: enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer, hipertensión arterial o patologías óseas o dentales **(Fernández, Martínez Hernández, Martínez Suárez, Villares, Manuel, Collado & Morán, 2015)**.

En la leche se encuentran tres componentes básicos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos; la fracción lipídica (sólidos grasos) está compuesta por ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados; y la fracción proteica (sólidos no grasos) está compuesta por caseína, albúmina y globulina, lactosa y ácidos láctico y cítrico. **(García, Montiel, & Borderas, 2014)**. Las proteínas de la leche son, con excepción del huevo, el mayor valor nutricional entre diversos alimentos proteicos. **(Artica, 2014)**

Al ser la leche un alimento rico en nutrientes saludables para el ser humano tiene diversas presentaciones, siendo una de ellas los helados de crema de leche. Los helados que poseen una base láctea contienen en masa como mínimo un 8% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 2,5% de proteínas exclusivamente provenientes de la leche de vaca **(Junta de Andalucía, 2012)**.

Los helados de crema de leche presentan mayor contenido de grasa en su composición, razón por la cual es necesario identificar el tipo de ácido graso que posee y analizar su concentración y de esta manera verificar si están en condiciones adecuadas para el consumo de la población. **(Cabezas, Hernández, & Vargas, 2016)**, señalan que los lípidos son un conjunto de biomoléculas cuya característica distintiva es la insolubilidad en agua y la solubilidad en solventes orgánicos como, por ejemplo:

benceno, cloroformo, hexano, entre otros. Las grasas o también llamados lípidos, son una fuente principal de energía cuya calidad tiene una profunda influencia sobre la salud. **(Ros, López, Picó, Rubio, Babio, Sala & Gil, 2015).**

En los alimentos se encuentran distintos tipos de ácidos grasos en proporciones diferentes para cada uno. Las grasas saturadas se encuentran principalmente en los alimentos que provienen de los animales (como la carne y los productos lácteos) también se encuentran en las comidas fritas y en algunas comidas envasadas. Las grasas saturadas no son saludables porque aumentan los niveles de LDL en el cuerpo y aumentan el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares **(CDC, 2012).**

El consumo de grasa total en la dieta se relaciona con el índice de masa corporal, por tanto, la reducción de su ingesta disminuye de manera significativa el peso corporal, el colesterol LDL **(Hooper, 2012)**. La reducción del consumo de grasa saturada puede presentar un efecto protector de al menos el 14% para eventos cardiovasculares (grado de evidencia moderado), se estima que por cada mmol/L (unos 40 mg/dL) de disminución de dicha fracción lipídica, la incidencia de episodios cardiovasculares se reduce en un 20% a los cinco años **(Carrillo, Dalmau, Martínez, Solá, Pérez, 2011)**

Se deben reconocer otro tipo de grasa en los alimentos como son los ácidos grasos insaturados, que demuestran ser benéficos para la salud y son ingeridos por medio de la dieta **(Cabezas, Hernández & Vargas, 2015)**. Un estudio preliminar del ARS, llevo el control de la dieta varios adultos mayores. Una dieta con un nivel moderadamente alto de ácidos grasos trans, una con un nivel alto de grasas trans, una con un nivel alto de grasas saturadas, y una con un nivel alto del ácido oleico. Los resultados del estudio fueron que “después de cada una de las dietas con ácidos grasos trans o grasa saturada, opuesta a la dieta con el ácido oleico, los niveles del colesterol LDL de los voluntarios fueron significativamente aumentados” **(Guzmán, 2011)**.

Este es un aspecto relevante en cuanto a nutrición, debido al consumo excesivo de grasas que se da principalmente en la alimentación diaria. Según la normativa alimentaria, es necesario evaluar parámetros fisicoquímicos, para identificar porcentajes y conservar los niveles de los nutrientes esenciales, dependiendo del producto que se esté analizando y que cumpla con todos los requerimientos establecidos por el mercado **(FAO/OMS, 2011)**.

El derivado lácteo a estudiarse son los helados artesanales, La norma técnica NTC-1239 [2002], define al helado como un producto alimenticio **(Ramírez, Rengifo & Rubiano, 2015)**. En el Ecuador existe una gran diversidad de helados artesanales elaborados a base de leche, agua o crema, que son el deleite de paladares exigentes. Aunque las preparaciones varían, desde la elaboración en paila, hasta los métodos industrializados, en nuestro país los preferidos son los helados artesanales de paila, tanto por su variedad de sabores como por su elaboración a base de productos naturales **(Melo, 2016)**.

Para verificar el aporte nutricional y la calidad del producto también es necesario determinar propiedades fisicoquímicas: humedad, proteína, cenizas, actividad de agua, acidez y pH; las propiedades organolépticas ocupa un lugar predominante, puesto que se trata de cualidades se pueden comprobar y calificar por el ser humano, este parámetro es el color; las propiedades reológicas permiten identificar la relación entre el esfuerzo y la deformación de materias capaces de fluir que se analiza es la viscosidad **(Ramírez, Rengifo & Rubiano, 2015)**.

Un método empleado para la cuantificación de ácidos grasos es por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas; el cual separa compuestos volátiles. Por lo general, la utilización de cromatografía de gases está restringida a la separación de compuestos con un peso molecular menor de 1000. En la cromatografía de columna interaccionan la fase móvil, que es un gas inerte como el helio o el nitrógeno y la fase estacionaria, un sólido inerte haciendo relación a una cromatografía gas-líquido. Para llevar a cabo la cuantificación de ácidos grasos se necesitan columnas, este tipo de columnas se conocen como columnas capilares y proporcionan la mayor capacidad de separación **(Pássaro, Rivera, Román, Cardona, Muñoz, Gómez & Rojas, 2016)**.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar parámetros fisicoquímicos y el perfil lipídico de helados artesanales de consumo masivo elaborados en la Provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

Analizar ácidos grasos de muestras de helados artesanales a través de cromatografía de gases.

Identificar la relación que existe entre ácidos grasos saturados e insaturados por medio del perfil lipídico.

Determinar parámetros fisicoquímicos que influyen en la calidad del helado artesanal.

1.3 Hipótesis

1.3.1. Hipótesis Nula

Los parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados no varía en los helados artesanales producidos en varios cantones de la provincia de Tungurahua.

1.3.2. Hipótesis Alternativa

Los parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados varía en los helados artesanales producidos en varios cantones de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1 Materia Prima

Para determinar los parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales se realizó un muestreo aleatorio simple y se consideraron 16 muestras que pertenecen a empresas legalmente constituidas, en distintos cantones de la Provincia de Tungurahua. Los productos son provenientes de los sectores de Ambato, Patate, Pelileo, Tisaleo, y Pillaro.

Tabla 1. Código, lugar de recolección y coordenadas geográficas del muestreo

Código de muestra	Código de recolección	Coordenadas geográficas*
FCIAL-HA-E1	Ambato	1°14'29.5"S 78°37'45.5"W
FCIAL-HA-E2	Patate	1°18'41.8"S 78°30'25.5"W
FCIAL-HA-E3	Patate	1°18'42.4"S 78°30'21.3"W
FCIAL-HA-E4	Píllaro	1°15'09.6"S 78°30'28.8"W
FCIAL-HA-E5	Ambato	1°14'24.8"S 78°37'35.8"W
FCIAL-HA-E6	Ambato	1°15'55.5"S 78°36'52.4"W
FCIAL-HA-E7	Pelileo	1°19'20.7"S 78°34'33.1"W
FCIAL-HA-E8	Pelileo	1°20'24.1"S 78°35'55.3"W
FCIAL-HA-E9	Ambato	1°15'29.7"S 78°37'54.0"W
FCIAL-HA-E10	Tisaleo	1°23'12.4"S 78°39'25.4"W
FCIAL-HA-E11	Ambato	1°13'36.4"S 78°35'31.9"W
FCIAL-HA-E12	Pelileo	1°15'03.9"S 78°37'22.6"W
FCIAL-HA-E13	Pelileo	1°19'48.6"S 78°32'33.6"W
FCIAL-HA-E14	Ambato	1°14'43.6"S 78°37'37.1"W
FCIAL-HA-E15	Ambato	1°07'20.9"S 78°35'22.3"W
FCIAL-HA-E16	Ambato	1°09'02.3"S 78°35'08.8"W

* El sistema de coordenadas corresponde al Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84), expresadas en grados, minutos y segundos GMS

2.1.2 Materiales de Laboratorio

- Recipientes porta muestra AQUALAB 4TE
- Cápsulas de porcelana 30 mL
- Crisoles de porcelana
- Desecadores
- Morteros y pistilos
- Caja Petri (35mm)
- Vasos estándar de polipropileno de 100 ml para valoración automática
- Dedales de celulosa Whatman 10 μ m (33x80mm)
- Vasos de extracción VELP SER 148/6
- Pipetas, micropipetas de volumen fijo y volumen variable
- Vasos de precipitación (50 y 100 mL)
- Pastillas Kjeldahl para detección de nitrógeno MERCK
- Microfiltros ECONOFILTER 13mm; 0,45 μ m
- Tubos bacteriológicos 20 mL
- Jeringas de 1ml
- Viales de desecho/lavado
- Viales ámbar con zona de escritura, tapa rosca con septa PTFE/silicona
- Filtro de purificación de gases GC/MS
- Columna HP-88, 60m x 0.25mm ID, 0.2 μ m

2.1.3 Equipos

- Viscosímetro
- Colorímetro LOVIBOND TINTOMETER
- Estufa HASUC HSZK6050
- Balanza analítica METTLER TOLEDO XPE204
- Balanza infrarroja para humedad METTLER TOLEDO-HX204
- Campana de extracción de gases NOVATECH-CE120BA
- Mufla NABER THERM 30-3000 °C
- Analizador de Actividad de Agua AQUALAB DEW POINT 4TE
- Titulador automático G10S COMPACT

- Potenciómetro THERMO SCIENTIFIC ORION VERSASTAR
- Digestor Turbotherm GERHARDT
- Destilador de Nitrógeno Vapodest GERHARDT
- Picnómetro
- Brixometro
- Extractor de Grasa VELP SCIENTIFICA SER 148
- Vórtex VWR
- Baño recirculador ISOTEMP
- Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System acoplado a un detector de masas 5977A GC/MSD

2.1.4 Reactivos

- n-Hexano ACS FISHER SCIENTIFIC
- n-Hexano grado HCPL FISHER SCIENTIFIC
- Cloroformo AR LOBACHEMIE
- Metanol Extra Puro 99,5% LOBACHEMIE
- Agua ultra pura Milli-Q THERMO SCIENTIFIC
- Sulfato de sodio anhidro
- Hidróxido de potasio 0,5M en Metanol NOVACHEM
- Ácido clorhídrico 37% ACS FISHER SCIENTIFIC
- Ácido bórico ACS, ISO MERCK
- Ácido sulfúrico concentrado 96% EMSURE
- Hidróxido de sodio EMSURE

2.2. Métodos

2.2.1 Toma de muestra

Antes de la toma de muestras se realizó una exploración acerca del consumo de helados en la Provincia de Tungurahua, dada con encuestas a consumidores y productores de helados artesanales. Según el manual de toma de muestras de alimentos y bebidas, la recolección de las muestras debe realizarse en base a la reglamentación sanitaria vigente y en las condiciones óptimas del producto que se está transportando, en este

caso por ser helados se tomará en cuenta la temperatura a la cual los helados conservan su estado original (INVIMA, 2015).

Para la identificación de muestras se determinó un código de muestreo (FCIAL-HA-E1-M1), tipo de muestra, el sitio de toma de muestras, fecha, hora, condiciones de temperatura, estado de muestra, número de unidades de muestreo, lote y coordenadas geográficas. La cantidad necesaria de muestra fue de 200 g, recogidos asépticamente con materiales esterilizados y depositados en frascos adecuados ya sean de vidrio o de plástico. Se colocó en contenedores provistos de hielo hasta la llegada al laboratorio de análisis, facilitando su transporte. (cadenas de custodia)

2.2.2 Preparación de las muestras de helados artesanales

Para la preparación de muestras para alimentos congelados como los helados artesanales, se derritió y se tomó una muestra de aproximadamente 50 ml. Se retiró la espuma que se formó, se almaceno para análisis posteriores en áreas de refrigeración (0 a 4,4°C) o congelamiento (-20°C) (PROAL, 2015)

2.2.3 Análisis fisicoquímico

2.2.3.1 Potencial hidrógeno pH

Se determinó el pH usando el método oficial de análisis 981,12 (AOAC, 2000). Para esta medición se derritió el helado; se tomó 25ml de muestra y se filtró para descartar la capa de grasa y espuma que se formó finalmente se midió el pH con un potenciómetro (THERMO SCIENTIFIC, modelo ORION VERSASTAR V03704), calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4, 7 y 10.

2.2.3.2 Acidez titulable

La acidez titulable se determinó con la Norma Técnica Ecuatoriana 013 (INEN, 1984), expresada en porcentaje de ácido láctico presente en helados artesanales. La muestra se llevó a una temperatura entre 20°C y 25°C, se pesó 2g de muestra y se incorporó 50 ml de agua destilada. Usando el titulador automático (G10S COMPACT), se colocó 0,5 ml de solución indicadora de fenolftaleína y con agitación se agregó una solución

de hidróxido de sodio 0,1N. El porcentaje de ácido láctico se calculó a mediante la Ecuación 1.

$$\% \text{Ácido láctico} = 0,09 \left[\frac{(V_{NaOH} * N_{NaOH})}{m} \right] * 100$$

(Ecuación 1)

Donde:

Factor 0,09: Peso equivalente del ácido láctico

V_{NaOH}: Volumen de hidróxido de sodio gastado (ml)

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

m: Peso de la muestra (g)

2.2.3.3 Color

Para analizar el color se adicionó 20ml de helado en cajas Petri de 35mm y se congeló con la finalidad que no presente burbujas. La caja Petri se colocó en la superficie plana del colorímetro (LOVIBOND SPECTROCOLORIMETER) y se procedió a tomar la foto con el equipo. La medición colorimétrica se denotará como un vector tridimensional en un marco de referencia, donde el eje perpendicular denotará la luminosidad (L*), mientras que los ejes en el plano a* y b*, son las coordenadas oponentes que representarán los componentes cromáticos rojo/verde y amarillo/azul, respectivamente. La calibración del equipo se realizará con patrones negro (**Chacón-Villalobos, Pineda-Castro & Jiménez-Goebel, 2016**).

2.2.3.4 Azúcar

Para determinar el contenido de azúcar en helados artesanales se utilizó un refractómetro digital, el cual da un rango entre 0 a 90 %Brix, posee una pantalla de dos líneas que indican el valor de la medición y la temperatura del medio (**PCE, 2019**).

Previo al análisis de cada muestra se realizó la calibración del equipo con agua destilada, se homogenizo la muestra de helados y se colocó una gota en la celda para muestras de acero inoxidable con prisma de cristal, se digito la tecla start y se esperó que el equipo realice el análisis.

2.2.3.5 Viscosidad

Para determinar la viscosidad de helados artesanales se empleó un sistema de medición reológica el cual permite un examen detallado de muestras de líquidos. El viscosímetro (QUIMIS Q680 M) nos brinda un rango de medición entre 10 a 100.000 mPa*s. **(PCE, 2019).**

Se tomó 100 ml de muestra de helado y se colocó en un vaso de precipitación, se introdujo en el equipo, con el usillo número 3, se esperó 1 minuto hasta que el equipo realice el análisis; se tomó los datos que se visualizó en la pantalla como son el número de rotor en uso, velocidad actual, porcentaje de lectura y valor de medición.

2.2.3.6 Densidad

La densidad es la relación de la masa contenida en la unidad de volumen. Esta propiedad puede variar dependiendo los componentes de dicha sustancia. Esto permite usar esta propiedad como un instrumento de calidad. Para determinar la densidad de helados artesanales se utilizó el picnómetro calibrado de acuerdo con lo indicado en la AOAC 33.2.03 **(ICONTEC, 2002)**

Se pesó el picnómetro vacío (limpio y seco), se adicionó 25 ml de muestra, hasta llenar completamente el picnómetro, se colocó el tapón y se registró su peso; a continuación, se pesó el picnómetro lleno de agua destilada y se registró el dato obtenido. Este procedimiento se realizará por duplicado **(Ramírez, Velásquez & Vargas, 2015).**

2.2.3.7 Actividad de Agua Aw

Se determinó actividad de agua utilizando el analizador de actividad de agua (AQUALAB DEW POINT 4TE), posee un haz infrarrojo enfocado en un espejo pequeño lo que determina la temperatura precisa, esta temperatura se traduce en actividad de agua **(LABCELL LTD, 2016)**

Antes del análisis de cada muestra se calibró el equipo con agua destilada. Se homogeneizó la muestra de helados artesanales y se colocó aproximadamente 7,5ml en recipientes porta muestras desechables hasta cubrirlos completamente. Se introdujo

el recipiente en la cámara del equipo y se cerró la tapa, para que se desarrolle el análisis.

2.2.4 Análisis proximal

2.2.4.1 Humedad

La humedad hace referencia al contenido de agua libre, es decir, la pérdida de peso expresada en porcentaje en peso y se empleará el procedimiento descrito en la norma FIL-26: 1964 de la Federación Internacional de la Lechería. El contenido de agua se eliminará por medio de calentamiento de la muestra en una estufa a una temperatura de 102°C. La técnica se basa en pesar 10gramos de la muestra en una cápsula de porcelana y colocarlo en una estufa (HASUC, HSZK6050) por dos horas a una temperatura de $102 \pm 2^\circ\text{C}$. (PANREAC QUPIMICA S.A. 1994). El porcentaje de humedad se calculó por diferencia en peso y se expresa en g de H₂O/100 g de muestra como lo indica la Ecuación 2.

$$\% \text{ Humedad} = (m_1 - m_2) \frac{100}{m_1 - m_0}$$

(Ecuación 2)

Donde:

m₀= masa inicial en gramos de la capsula

m₁= masa en gramos de la capsula y la muestra antes del secado

m₂= masa en gramos de la capsula y la muestra después del secado

2.2.4.2 Cenizas

Para determinar el porcentaje de cenizas presentes en las muestras de helados artesanales se utilizará la técnica de cenizas en seco, la cual consiste en quemar la muestra en una mufla (NABER THERM 30-3000 °C) para eliminar todo el material orgánico (Márquez. B, 2014). Se puso a masa constante un crisol de porcelana limpio, introduciéndole a la mufla a $550^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ aproximadamente de esta manera se determino la masa del crisol vacío; se tomó una muestra del alimento previamente secado con una espátula y se colocaron 2 g en un crisol previamente pesado y después se mantuvo

durante 3 horas en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ hasta obtener cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Se colocaron los crisoles en un desecador y se pesaron a temperatura ambiente. El contenido de cenizas se expresa como porcentaje como se muestra en la Ecuación 3.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{C - A}{B - A} * 100$$

(Ecuación 3)

Donde:

A: Peso del crisol vacío (g)

B: Peso del crisol con muestra (g)

C: Peso del crisol con cenizas (g)

2.2.4.3 Proteína

Para la cuantificación de proteína total se utilizó el método de Johan Kjeldahl que consiste en la digestión de la muestra con catalizadores como el ácido sulfúrico, en la destilación de la solución de digestión con vapor de agua y en la valoración del destilado con ácido clorhídrico (**Gerhardt. C, 2015**)

El proceso de digestión se basa principalmente en la destrucción de la muestra por oxidación. Se pesó $1 \pm 0,02$ g de muestra de helado artesanal en papel libre de nitrógeno (papel celofán), y se colocó en tubos Kjeldahl. Se añadió una pastilla de Kjeldahl y 10 ml aproximadamente de ácido sulfúrico 96%. Los tubos Kjeldahl con la muestra se colocaron en las celdas del digestor (Turbotherm, GERHARDT) hasta que todo el nitrógeno de la muestra se convirtió en nitrógeno amoniacal.

El proceso de digestión se llevó a cabo a una temperatura entre 350 y 380°C por 40 minutos. Cuánto más alta sea la temperatura, más rápido será el proceso de digestión. La mezcla se dejó enfriar y se adicionó 50 ml de agua desionizada, se adicionó hidróxido de sodio NaOH 40% para neutralizar el pH y convertir el anomio en amoniaco. Se sometió los tubos a un destilador de proteína (Vapodest, GERHARDT). Se destiló y el amoniaco liberado se recolectó con ácido bórico 4%. (**PanReac, 2018**)

Finalmente, se valoró la muestra con ácido clorhídrico $\approx 0,1N$, hasta que la solución se torne color violeta (**García, Fernández, 2015**). El porcentaje de proteína total se calculó a través de la Ecuación 4.

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

(Ecuación 4)

Donde:

V_S: Volumen de valorante HCl $\approx 0,1N$ (ml)

V_B: Volumen de blanco (ml)

N: Normalidad del valorante HCl

m: Peso de la muestra (g)

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

2.2.5 Determinación de ácidos grasos saturados e insaturados

2.2.5.1 Extracción de Grasa

El método Gerber consiste en separar la grasa dentro de un recipiente medidor, llamado butirómetro, de dimensiones estandarizadas (DIN 12836). Se medirá el volumen en porcentaje de masa. Se empleará una mezcla de ácido sulfúrico y hexano. El ácido sulfúrico oxidará e hidrolizará los componentes orgánicos de la envoltura protectora de los glóbulos de grasa y la adición de hexano facilitará la separación de la grasa. Al final se observará una línea divisoria clara entre la grasa y la solución ácida (**García, Fernández & Fuentes, 2013**).

Para determinar el porcentaje de grasa total 10ml de ácido sulfúrico en el butirómetro luego 10ml de la muestra de helado y 1ml de hexano. Se agitará la muestra y se la pondrá a baño maría a $65^{\circ}C$; una vez homogenizada la muestra se centrifugará por cinco min a $65^{\circ}C$. Transcurrido este tiempo se dejará enfriar y se procederá a la lectura del contenido total de grasa en la escala del butirómetro.

2.2.5.2 Materia Grasa Total

La determinación de grasa total en helados artesanales se realizó según el método Randall con ayuda del equipo extractor de grasa, el cual opera en dos fases, pero, además, existe una tercera fase en la que se realiza la recuperación del solvente destilado (VELP SCIENTIFICA, 2018).

Se peso aproximadamente 5 gramos de la muestra de helado en una capsula de porcelana y se sometió a secado a una temperatura de 105°C en la estufa (HASUC, HSZK6050) durante 3 horas hasta obtener materia solida seca. Para la extracción de grasa total, se utilizó el equipo extractor de grasa (VELP SCIENTIFICA, SER 148). Se colocó la muestra seca en dedales de celulosa y se tapó con algodón desengrasado. Se incorporó 60 ml de hexano como solvente en los vasos VELP SCIENTIFICA; la extracción duró 6 horas, con tiempos específicos de calentamiento, recirculación y recuperación de solvente.

Una vez finalizado el proceso de extracción de grasa, se secaron los vasos con la muestra en una estufa a 105°C por 2 horas, hasta eliminar totalmente el solvente. Se enfrió en el desecador y se registró los pesos. El contenido de grasa se expresó en porcentaje en masa (%m/m) y se calculó a partir la ecuación 4.

$$\% Grasa = \frac{m_2 - m_1}{p} * 100$$

(Ecuación 4)

Donde:

m: Peso de la muestra seca (g)

m₂: Peso del vaso de extracción vacío (g)

m₃: Peso del vaso de extracción con grasa (g)

2.2.5.3 Preparación de Ésteres Metílicos de Ácidos Grasos

Una vez extraída la grasa total (ácidos grasos totales), es necesario metilarlos para poder cuantificarlos por medio de cromatografía de gases. Este procedimiento se conoce como esterificación el cual consiste en la reacción de un triglicérido (ácido

graso) con un alcohol, formándose nuevos productos como alquil ésteres y glicerol (**Ortega, Mercado & Arrieta, 2014**).

Para llevar a cabo el proceso de esterificación se pesó aproximadamente 0,02g de los ácidos grasos extraídos; se realizó la primera reacción adicionando 2ml de solución metanólica de hidróxido de potasio (0,5M), se colocó a baño maría a ebullición. Una vez terminada la primera reacción se enfrió a temperatura ambiente. Para la segunda reacción se añadió 1ml de solución metanólica de ácido clorhídrico, se llevó a baño maría a 50°C por 25 minutos. Una vez terminada la segunda reacción se adicionó 3ml de agua destilada. Para extraer los ésteres se colocan 10ml de hexano grado cromatográfico. Toda la mezcla realizada se deja reposar durante 2 horas; una vez transcurrido este tiempo se tomó 1,5 ml de la solución y se trasvasó con jeringas a través de microfiltros (ECONOFILTER) un vial cromatográfico para su posterior cuantificación en el cromatógrafo de gases.

2.2.5.4 Análisis de ácidos grasos por Cromatografía de Gases

La cromatografía de gases es una técnica analítica de separación de componentes de uso muy extenso; empleado para determinar la composición de una mezcla de productos químicos. Este método es el más usado para determinar y cuantificar ácidos grasos saturados e insaturados por la complejidad de su análisis y de su estructura. (**Air Products and Chemicals, 2019**). De acuerdo con determinadas condiciones permite que la muestra se volatilice y se inyecte en la cabeza de una columna cromatográfica, dando como resultado un cromatograma con picos.

El equipo que se empleó fue el cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890B GC System acoplado a un detector de masas 5977A GC/MSD, con un autosampler 7693. Las condiciones que se usaron para desarrollar el análisis en el cromatográfico se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Condiciones cromatográficas

Parámetros	Condiciones
<i>Inyector</i>	
<i>Volumen de inyección</i>	0.5µL
<i>Lavados con solvente (Hexano)</i>	Preinyección: 3 veces Post inyección: 3 veces
<i>Lavados con muestra</i>	3 veces
<i>Bombeo de muestra</i>	6 veces
<i>Inyección</i>	
<i>Liner</i>	Agilent 5190-3983: 800µL
<i>Calentamiento</i>	250°C
<i>Presión</i>	13.771 psi
<i>Flujo total</i>	18.7 mL/min
<i>Flujo de purga de septum</i>	3 mL/min
<i>Modo</i>	Splitless
<i>Flujo de purga Split</i>	15 mL/min
<i>Columna</i>	
<i>Modelo</i>	Agilent HP-88
<i>Dimensiones</i>	60m x 250µm x 0.2µm
<i>Flujo</i>	0.7 mL/min
<i>Velocidad lineal promedio</i>	21.869 cm/s
<i>Gas portador</i>	Helio 99.999%
<i>Horno de columna (Rampas)</i>	
<i>Tiempo de equilibrio</i>	3 min
<i>Temperatura inicial</i>	80°C
<i>Rampa de Temperatura 1</i>	10°C/min hasta 120°C; 4 min
<i>Rampa de Temperatura 2</i>	20°C/min hasta 140°C; 5 min
<i>Rampa de Temperatura 3</i>	2°C/min hasta 200°C; 45 min
<i>Rampa de Temperatura 4</i>	5°C/min hasta 240°C
<i>Tiempo total de corrida</i>	53 min

Se empleó la base de datos de la biblioteca NIST14.L para comparar los espectros obtenidos y de esta forma determinar la proporción de ácidos grasos con el estándar de metil ésteres Supelco FAME mix C4-C24 usado para productos de derivados lácteos. La intensidad de la señal legible en un cromatograma es proporcional a la cantidad de cada componente. Para determinar la composición de ácidos grasos se empleó factores de calibración, para transformar el área del pico en porcentaje de masa a partir de la composición conocida del estándar de referencia.

Para determinar la composición de ácidos grasos se empleó la normalización de área con factor de respuesta, el cual se basa en comparar el área de los picos definidos por

el cromatograma con el patrón inyectado de acuerdo a condiciones idénticas. (Peña, San Cristobal, Borja, Córdova & Legaz, 2011). El factor de calibración se calculó mediante la ecuación 5 (Campinas, 1991).

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

(Ecuación 5)

Donde:

f_i : Factor de calibración para cada compuesto

C_{iM} : Concentración del compuesto i en la mezcla de referencia (% m/m)

A_{iM} : Porcentaje en área del compuesto i (%)

2.3 Procesamiento y análisis

Se llevo a cabo un análisis de varianza ANOVA simple el cual permitió evaluar parámetros fisicoquímicos y proximales, empleando la prueba de Tukey para probar todas las diferencias significativas entre las distintas muestras de helados artesanales de cada cantón de la Provincia de Tungurahua. Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics® Centurion, con un nivel de significancia estadística establecida en $p < 0.05$. Los datos se expresaron como medias de dos réplicas y una desviación estándar.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis fisicoquímico

Los parámetros fisicoquímicos analizados son, pH, acidez titulable, actividad de agua A_w , viscosidad y densidad; los son importantes y se encuentran relacionados con la calidad y conservación de los helados artesanales. En la tabla 3, se muestran los resultados que se obtuvieron del análisis fisicoquímico de los helados artesanales

Tabla 3. Resultados del análisis fisicoquímico

Muestra	Parámetros fisicoquímicos					
	pH	Acidez titulable (% ácido láctico)	Actividad de agua a_w	Viscosidad	Densidad	°BRIX
FCIAL-HA-E1	5,921 ± 0,001	0,314 ± 0,016	0,962 ± 0,000	189,0 ± 10,748	42,695 ± 0,148	33,150 ± 0,212
FCIAL-HA-E2	5,381 ± 0,296	0,376 ± 0,024	0,967 ± 0,006	662,4 ± 45,821	44,057 ± 0,000	34,500 ± 0,141
FCIAL-HA-E3	5,639 ± 0,070	0,379 ± 0,016	0,983 ± 0,001	7239,9 ± 37,689	38,793 ± 0,011	28,100 ± 0,141
FCIAL-HA-E4	5,499 ± 0,663	0,316 ± 0,002	0,972 ± 0,001	99,0 ± 4,243	52,443 ± 0,004	30,200 ± 0,424
FCIAL-HA-E5	5,910 ± 0,018	0,345 ± 0,009	0,963 ± 0,001	166,3 ± 7,425	43,726 ± 0,706	37,350 ± 0,212
FCIAL-HA-E6	5,843 ± 0,045	0,343 ± 0,012	0,978 ± 0,000	2550,3 ± 17,395	37,069 ± 0,028	29,700 ± 0,282
FCIAL-HA-E7	5,235 ± 0,043	0,345 ± 0,014	0,976 ± 0,001	512,9 ± 15,203	43,524 ± 0,000	27,400 ± 0,141
FCIAL-HA-E8	5,082 ± 0,050	0,335 ± 0,046	0,990 ± 0,001	408,0 ± 10,182	42,653 ± 0,029	28,350 ± 0,495
FCIAL-HA-E9	5,489 ± 0,003	0,441 ± 0,000	0,974 ± 0,001	1496,5 ± 34,648	37,932 ± 0,001	27,300 ± 0,424
FCIAL-HA-E10	5,879 ± 0,156	0,313 ± 0,016	0,991 ± 0,001	341,0 ± 1,414	42,603 ± 0,108	29,400 ± 0,565
FCIAL-HA-E11	5,467 ± 0,007	0,326 ± 0,006	0,968 ± 0,001	36230,0 ± 1018,234	51,812 ± 0,003	29,050 ± 0,070
FCIAL-HA-E12	5,629 ± 0,023	0,311 ± 0,015	0,944 ± 0,000	147,8 ± 0,354	52,484 ± 0,424	26,750 ± 0,212
FCIAL-HA-E13	5,419 ± 0,002	0,362 ± 0,005	0,984 ± 0,002	20362,0 ± 1697,046	42,970 ± 0,000	26,250 ± 0,070
FCIAL-HA-E14	5,533 ± 0,598	0,426 ± 0,003	0,947 ± 0,001	588,7 ± 26,517	52,315 ± 0,001	34,550 ± 0,495
FCIAL-HA-E15	5,841 ± 0,013	0,361 ± 0,053	0,979 ± 0,000	1459,5 ± 74,246	40,892 ± 0,124	20,700 ± 0,141
FCIAL-HA-E16	5,876 ± 0,001	0,390 ± 0,003	0,968 ± 0,002	1156,5 ± 14849	40,661 ± 0,002	28,200 ± 0,282

Los valores se expresan en promedio de dos réplicas ± desviación estándar.

El helado artesanal es considerado un derivado lácteo debido a que está compuesto por nata, mantequilla o crema de leche, el cual es consumido por toda la población como un postre o un manjar (de **Ávila, 2016**). Sin embargo, es necesario conocer algunas propiedades fisicoquímicas que intervienen en su aporte nutricional como es el pH que cercano a la neutralidad (**Ramírez, Velásquez & Vargas, 2015**). Los valores que se obtuvo al evaluar el parámetro de pH de los helados artesanales se encuentran en un rango de 5.082 a 5.921, y no se muestran diferencias entre cada muestra de helados artesanales. (**Cenzano, Madrid, 2003**), afirma que el pH del helado se encuentra en un rango de 6 a 7. (**Eras, 2013**), en su estudio sobre la determinación de parámetros técnicos para la elaboración de helados con frutas nativas del cantón Loja, indica que el pH de los helados fluctúa entre 6,7 y 6,8, cuyo rango abarca los valores obtenidos en la investigación realizada.

El estudio realizado por (**Barón, Valencia & Molina, 2012**), indicó que el Ph de las diferentes muestras de helados no presento diferencias significativas obteniéndose un valor de $6,84 \pm 0,04$. (**Caicedo, 2010**), señalo que los valores de pH se encuentran en rango de 6,42 a 6,56 valores tomados luego de haber concluido el proceso de elaboración de helado.

(**Molina, 2010**), indican que la acidez de un helado se debe a las proteínas presentes en la leche, que contiene enlaces disulfuro y grupos sulfhídrico libres. En un estudio realizado por (**Ramírez, 2014**), se evaluaron distintas muestras de helados, cuya acidez se encontraba en un rango de 0,32% a 0,48% de ácido láctico, indicando un nivel considerablemente bajo, cuyo resultado indica que la presencia de microorganismos lácticos es baja. Los valores de acidez de los helados se encuentran entre 0,30 y 0,46 % de ácido láctico corroborando los resultados obtenidos.

En un estudio acerca de la evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas de la Universidad Católica de Córdoba, se encontró que la acidez de un helado debe ser $>30\%$ de ácido láctico, este porcentaje está establecido por el Código Alimentario Argentino en los artículos 1074 y 1075 (**Abrate, 2017**).

De acuerdo con el reglamento bromatológico nacional en el capítulo 28 sección helados indica que la acidez óptima para los helados a base de crema de leche debe ser mayor a 20% de ácido láctico, para que el valor nutricional del helado este a acuerdo

a lo establecido en la norma y cumpla con todos los requerimientos indicados (**IMPO, 2018**).

En cuanto a los valores de actividad de agua (a_w) para las muestras analizadas, los resultados se encuentran en un intervalo de 0,96 a 0,99 indicando que no existe diferencia significativa entre medias. La actividad de agua está relacionada con la cantidad de agua disponible para llevar a cabo reacciones enzimáticas, químicas y microbianas en los alimentos (**Baez, 2011**)

Los resultados obtenidos de a_w durante la investigación se encuentran dentro del rango de datos presentado por (**Castiblanco & Zamora, 2005**) en el manual APPCC para leche fluida, helados y yogur en la Planta de Lácteos de Zamorano, cuyo valor es $> a$ 0,86. Los productos que presenten a_w de 0,8 a 0,99, son alimentos fáciles de congelar y de evaporar como por ejemplo el helado (**Lobo, 2014**).

(**López, Sepúlveda & Restrepo, 2010**), en su estudio sobre la funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en helados, señalan que la viscosidad de una mezcla de helado a una temperatura de 4°C va en un intervalo de 301 cP a 757 cP. Un cierto nivel de viscosidad es esencial para que la mezcla presente buen cuerpo y textura, parámetros muy importantes en la calidad y valor nutricional (**Abrate, 2017**)

En un estudio sobre el incremento de proteínas en el helado, se define la viscosidad como la resistencia al flujo, la cual se presentó en un intervalo de 270 cP a 810 cP (**Patel, Baer & Acharya, 2006**). Los resultados de viscosidad obtenidos en la investigación se encuentran en un rango de 311 cP a 778 cP; el análisis de varianza mostro diferencia estadísticamente significativa sobre la viscosidad de las muestras ($P < 0,05$). Aplicando la prueba de Tukey se logró identificar que la muestra FCIAL-HA-E4 tuvo el mayor valor siendo este 778 cP. Se aplicó la prueba de Duncan considerando las diferencias significativas, la cual reporta que entre todas las muestras existe heterogeneidad.

De acuerdo con estudios realizados por (**Arbuckle, 1996**) y (**Golf, Davison & Capp, 1994**), indican que el intervalo de viscosidad real o básica va de 50 a 300 Cp, indicando que una mezcla de helado como mínimo debe tener una viscosidad en este rango y así tener una textura agradable al gusto, puesto que si la viscosidad es menor tendrá un aspecto arenoso.

De acuerdo con un estudio sobre la evaluación de los ingredientes funcionales (crema y estabilizante), en la elaboración de helados de crema tipo paleta, los valores de densidad óptimos para los helados van en un rango de 1,081 kg/m³ a 1,092 kg/m³ (**Ulcuango, 2011**), asegurando que el análisis de la densidad ayuda a determinar la consistencia en la calidad del producto (**Mettler-Toledo S.A.E., 2016**).

Según los fundamentos científicos de la heladería, la densidad de un mix de helado se encuentra entre 1,05 y 1,12 kg/m³ (**Pastor & Perez, 2017**). De igual manera en un estudio realizado por (**Armendáriz, 2019**), indican que lo que diferencia a los helados de los demás postres es su textura y densidad, dándonos un valor de 1,13 kg/m³, indicando así que el helado es más consistente.

(**Rohrig, 2014**), en su estudio sobre hielo, crema y química señala que la cantidad de aire presente en el mix tiene un gran efecto sobre la densidad, siendo así asevera que la calidad nutricional del helado se ve afectada por la densidad, es decir, mayor densidad mayor calidad, nos indica que los valores óptimos de densidad son mayores a 0,9 kg/m³.

En la investigación realizada los valores de densidad oscilaron entre 0,908 y 1,132 kg/m³, lo cual concuerda con lo citado anteriormente. Después de haber realizado el análisis de varianza ($P < 0,05$), se aplicó la prueba de Tukey en el cual no se mostró diferencia significativa entre cada una de las muestras.

Los grados Brix indican el contenido de azúcar presente en el helado artesanal. Los azúcares representan entre el 5 y 10% de peso total de la mezcla, incluido la aireación y el congelado (**Villacis, 2010**).

(**Freddo, 2015**) señala que el refractómetro mide la cantidad de azúcar en Brix y el valor ideal es 30° Brix. El sabor y la dulzura que presente el helado dependerá de la cantidad de fruta natural y del tipo de azúcar que se ha empleado en el proceso de elaboración.

En un estudio sobre el diseño de una línea de producción de helados de crema en Piura indican que la cantidad de azúcar va en un rango de 32 a 33 °Brix, indicando que los helados poseen gran cantidad de azúcar en su composición lo cual es característico de un postre o aperitivo (**Marticorena, Ludeña, Farfán & Montoya, 2014**).

Los datos obtenidos en la investigación van de 29,1 a 32,6 °Brix, lo cual se encuentra en el rango encontrado en fuentes bibliográficas, indicando que los valores obtenidos están correctos y la calidad nutricional de los helados es buena. Luego de realizar el análisis de varianza con la prueba de Tukey no se encontró diferencia significativa entre cada una de las muestras, es decir, hay homogeneidad entre las muestras.

3.2. Análisis propiedades organolépticas

El color de los helados artesanales brinda información sobre la composición, la madurez, la calidad y dependiendo de estos factores será el grado de aceptación (Fennema, 2000). En la tabla 4 se muestran los valores de cada muestra para L*, a* y b*.

Tabla 4. Resultados de los valores de color

Muestra	L*	a*	b*
FCIAL-HA-E1	20,270 ± 0,501	21,075 ± 0,822	4,660 ± 0,494
FCIAL-HA-E2	21,325 ± 1,383	23,410 ± 1,272	6,780 ± 0,626
FCIAL-HA-E3	40, 250 ± 2,671	26,510 ± 0,616	1,340 ± 0,506
FCIAL-HA-E4	23,565 ± 3,523	21,380 ± 2,975	5,680 ± 0,568
FCIAL-HA-E5	20,075 ± 1,138	19,610 ± 1,917	5,490 ± 1,029
FCIAL-HA-E6	42,475 ± 1,707	33,450 ± 0,341	4,880 ± 0,257
FCIAL-HA-E7	52,075 ± 4,257	17,710 ± 0,919	22,860 ± 1,151
FCIAL-HA-E8	72,020 ± 0,831	0,960 ± 0,099	3,725 ± 0,189
FCIAL-HA-E9	68,675 ± 2,289	2,405 ± 0,405	25,450 ± 1,076
FCIAL-HA-E10	71,150 ± 0,763	17,585 ± 0,395	18,615 ± 0,412
FCIAL-HA-E11	35,530 ± 1,575	32,880 ± 0,455	5,310 ± 0,610
FCIAL-HA-E12	38,165 ± 0,479	29,570 ± 6,558	4,830 ± 0,501
FCIAL-HA-E13	33,220 ± 3,754	8,075 ± 0,598	11,765 ± 1,546
FCIAL-HA-E14	23,985 ± 0,661	27,525 ± 1,159	8,515 ± 0,629
FCIAL-HA-E15	20,420 ± 0,672	17,835 ± 1,016	6,040 ± 0,838
FCIAL-HA-E16	19,210 ± 0,599	13,855 ± 0,970	3,570 ± 0,363

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar.

En la determinación colorimétrica la luminosidad es representada por L*, en donde se encuentra la serie de grises que va desde el negro hasta el blanco en una escala de 0 a

100, representando el menor valor color negro y el valor mayor color blanco. Las coordenadas a^* y b^* indican la dirección del color; $+a^*$ da un color rojo, $-a^*$ da una coloración verde, $+b^*$ color amarillo, $-b^*$ una coloración azul; relacionadas por la cromaticidad y la tonalidad (**Konica, 2007**).

En un estudio sobre la evaluación del uso concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla, señala que a medida que aumentaba el concentrado de proteína de suero y grasa, disminuyó significativamente el valor de L^* , indicando así una reducción en la luminosidad característica del helado, mientras que al aumentar porciones de grasa se vio un incremento de b^* , es decir, la tonalidad azul-amarillo se vio más intensa en las muestras de helado conforme pasaba el tiempo (**Arévalo & Zamora, 2011**).

El valor L^* de color presenta datos comprendidos entre 19,2 y 72,5; a^* valores de 13,9 a 33,5; b^* de 2,4 a 25,5; luego de realizar un análisis estadístico se encontró diferencias significativas entre cada una de las muestras de helado estudiadas, siendo la muestra E8 de mayor valor y E16 menor valor para L^* ; E16 y E6 de menor y mayor valor respectivamente para la coordenada a^* ; E3 y E9 de menor y mayor valor para b^* . Esto se pudo dar a la cantidad de fruta natural empleada en la elaboración de helados artesanales.

Los valores obtenidos en la investigación realizada son similares a los valores obtenidos por **Chacón, Pineda & Jiménez, (2016)**, en su estudio sobre características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal, en donde señalan que los valores L^* de 76,06 a 88,48, a^* de 19,81 a 23,44 y b^* de 21,45 a 31,07; señalando que el parámetro a^* se asocia con la coloración rojiza y alta luminosidad para cada tratamiento analizado.

El color debe presentar una intensidad adecuada, ya que si tiene mucha intensidad parecerá un postre saborizado artificialmente y si, por el contrario, el color del helado es pálido los consumidores relacionaran con un helado carente de sabor (**Marshall, 2003**). **Goff y Hartel (2013)**, en su estudio señalan que el color característico de un helado debe ser delicado y llamativo, debe guiar al consumidor con el sabor del helado.

3.3. Análisis proximal

Para determinar de la calidad nutricional de los helados artesanales elaborados en la Provincia de Tungurahua, se consideran los siguientes indicadores, evaluados por medio de una caracterización proximal, donde se establecen los valores de humedad, cenizas, proteínas y grasas; mismos que se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del análisis proximal

Muestras	Parámetros			
	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína % (Nx6,38)	Grasa (%)
FCIAL-HA-E1	80,531 ± 0,794	1,084 ± 0,006	0,902	1,091 ± 0,166
FCIAL-HA-E2	78,261 ± 0,326	1,105 ± 0,000	0,920	1,481 ± 0,137
FCIAL-HA-E3	79,804 ± 0,261	0,908 ± 0,000	2,269	2,202 ± 0,062
FCIAL-HA-E4	80,315 ± 0,247	1,056 ± 0,003	0,824	1,759 ± 0,130
FCIAL-HA-E5	79,126 ± 0,921	1,103 ± 0,000	0,919	1,633 ± 0,013
FCIAL-HA-E6	80,015 ± 0,148	1,064 ± 0,000	1,268	2,229 ± 0,087
FCIAL-HA-E7	80,769 ± 1,016	1,123 ± 0,000	2,305	2,160 ± 0,029
FCIAL-HA-E8	77,163 ± 0,231	1,052 ± 0,048	1,322	1,238 ± 0,009
FCIAL-HA-E9	79,163 ± 0,117	1,132 ± 0,005	2,189	2,255 ± 0,045
FCIAL-HA-E10	81,964 ± 0,049	1,076 ± 0,058	0,927	1,058 ± 0,002
FCIAL-HA-E11	79,919 ± 0,266	1,033 ± 0,001	1,099	1,156 ± 0,008
FCIAL-HA-E12	82,579 ± 0,009	1,068 ± 0,015	1,009	1,737 ± 0,218
FCIAL-HA-E13	79,623 ± 0,179	1,094 ± 0,000	2,702	2,060 ± 0,179
FCIAL-HA-E14	79,895 ± 0,361	1,059 ± 0,000	0,839	1,813 ± 0,140
FCIAL-HA-E15	82,130 ± 0,095	1,001 ± 0,005	1,461	1,506 ± 0,053
FCIAL-HA-E16	80,815 ± 0,010	1,006 ± 0,000	2,027	1,652 ± 0,101

Los valores se expresan como promedio ± desviación estándar.

Uno de los parámetros más importantes dentro de la industria alimenticia es el análisis de humedad; el contenido en agua varía entre un 60 y 90% en los alimentos naturales, puesto que, si el agua se encuentra por encima de ciertos niveles, facilitara el desarrollo de microorganismos, afectando la textura y por ende la calidad nutricional de los helados artesanales (Hart, 1991).

Los resultados del análisis proximal indican que las muestras de helado artesanal presentan porcentajes de humedad entre 77% y 82%, siendo estadísticamente diferentes entre muestras ($P < 0,05$), los helados y derivados lácteos se encuentran en tercer lugar de acuerdo con la posición de los alimentos con respecto a la humedad con valores entre 80 a 88% **(Rodríguez, 2014)**

Estos resultados tienen similitud con lo presentado por **(Barrionuevo, Carrasco, Cravero & Ramón, 2011)**, en su estudio acerca de la formulación de un helado de arándanos con características prebióticas, reportan valores por encima de 68,13%, correspondiente a humedad. De igual manera en un estudio sobre la utilización de fitoesteroles en la formulación de helados se obtuvieron valores mayores a 78,5% para humedad **(Figueroa, Poclava, Millán & Cravero, 2013)**.

En cuanto a los resultados obtenidos del contenido de cenizas, los datos oscilaron entre $0,444 \pm 0,012\%$ y $0,537 \pm 0,002\%$, indicando que las muestras de helado artesanal E3 y E13 presentan heterogeneidad en relación a las demás muestras ($P < 0,05$). Estos valores son similares a los reportados por **(Ibarra, Salazar, Sosa, Esquer, Vásquez, Casanova, Graciano, Ramirez, Otero & Herrera, 2016)**, con un valor de $0,53\% \pm 0,02$ de los helados a base de jugo de frutas analizados.

Según **Pulla (2014)**, en su estudio sobre aceptabilidad de helados con fruta en la zona de Píllaro, los valores de ceniza son por encima de 0,4%. La variación de datos entre los estudios puede darse por el origen y calidad de la materia prima empleada. Las cenizas presentes en un alimento equivalen al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica indicando posibles contaminaciones de metales pesados **(Laboratorio De Alimentos I, 2008)**.

El porcentaje de proteínas de los helados artesanales oscilaron entre 0,82 y 2,7 %, de acuerdo con una comparación múltiple no hay diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados son muy cercanos a los valores reportados en la norma NTE INEN 706:2013, que van desde 1,5 a 2,5 % de helados **(INEN, 2013)**

De acuerdo con un estudio realizado por **López, Sepúlveda & Restrepo (2010)**, el porcentaje de proteínas que debe presentar un helado es de 2,5 a 3,2%, señalando que el bajo contenido de proteína se debe a los diferentes sustituyentes de sólidos no

grasos lácteos; indicando que las proteínas contribuyen al desarrollo de la estructura del helado.

En comparación con un artículo publicado por la **Asociación española de fabricantes de helados (2011)**, el contenido promedio de proteínas en un helado es de 2,1%. El valor nutritivo de los helados es fundamentalmente por la leche que contienen, indicando así un valor biológico elevado, en cuanto a proteínas se refiere.

Finalmente, se analizó el contenido de grasa total; según **Corbella (2007)**, el consumo de 100 g de helado aporta como máximo un 20% de la grasa diaria recomendada, el contenido neto de grasa láctea es un 8%. La grasa es el componente más importante del helado que debe ser limpia y agradable olor para obtener un helado con un valor nutricional y buena calidad (**Dubach, 1988**).

De acuerdo a los requerimientos fisicoquímicos para helados y mezclas para helados el porcentaje de grasa total es de 1,8% (**INEN, 2013**). Los valores de grasa total obtenido en la investigación oscilaron entre 1,06 % y 2,25 %, indicando diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de helados artesanales de distintos cantones de la provincia de Tungurahua ($P < 0,05$).

En un estudio sobre la evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas de proteína, señalan que el contenido de materia grasa de un helado puede variar de 1% a 20%, dependiendo de varios factores tales como: precio, competencia y características propias del helado. (**Abrate, 2017**).

Los resultados obtenidos presentan similitud con los reportados por (**Déleg, Delgado & Orellana, 2014**), en su estudio de “Helado Funcional”, en donde se señala que los helados a base de leche deben presentar 1,5% mínimo de materia grasa. Entre todos los componentes de los helados, la grasa es la que más se asocia a una textura y sabor agradable para el consumidor, obteniéndose así una mejor calidad para el helado (**Chacón, Pineda & Jiménez, 2016**).

3.4. Determinación de ácidos grasos saturados e insaturados

Las propiedades nutricionales de los productos lácteos y sus derivados, radica en la determinación de la composición de ácidos grasos, lo cual es importante para en cuanto a calidad nutricional se refiere **(Rojas, Tripaldi, Pérez & Quinteros, 2012)**.

Para la extracción de lípidos existen diversos métodos, sin embargo, algunos no son útiles para obtener la composición natural de ácidos grasos, como en los métodos que se emplea calor en períodos prolongados, ya que esto ocasionaría la descomposición de lípidos, volatilización de ácidos grasos esenciales e incluso la formación de moléculas oxidadas **(Barajas, Castañeda & Ramírez, 2014)**

Para la determinación de ácidos grasos en helados artesanales se aplicó una extracción sólido-líquido, la cual empleada para cualquier tipo de alimento inclusive piensos, disolviendo sustancias individuales dentro de las muestras, de acuerdo con cada una de las etapas del procedimiento **(OMNILAB, 2019)**. Según **(VELP SCIENTIFICA, 2018)**, el método Randall en 5 veces más rápido y eficaz que el tradicional Soxhlet, obteniendo una recuperación hasta de un 90% de los disolventes empleados. Los solventes orgánicos empleados en extracción deben presentar baja solubilidad en agua y bajo punto de ebullición para facilitar su posterior eliminación; comúnmente son cloroformo, hexano, éter etílico y éter de petróleo **(Domínguez, & Domínguez, 1990)**.

Los lípidos presentes en los helados fueron transformados a en ácidos grasos libres AGL y de esta manera realizar un análisis cromatográfico. Para ello, se llevó a cabo una derivatización por metilación, empleando un ácido fuerte con un alcohol, formando nuevos compuestos denominados metil ésteres de ácido grasos listos para ser analizados en el cromatógrafo de gases **(Pantoja, Huertado, Martínez, 2016)**

Para la extracción de ésteres metílicos es necesario la utilización de un disolvente orgánico. Según **(UNLP, 2020)** el solvente que se decida utilizar depende de la solubilidad que presente el compuesto a extraer; además es necesario tener en cuenta la volatilidad y toxicidad del solvente para prevenir daños en la salud humana. En esta investigación se utilizó hexano por ser menos perjudicial a la salud humana.

Análisis de ácidos grasos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

El análisis del perfil lipídico completo de ácidos grasos en helados artesanales se realiza con un patrón de referencia el cual contiene concentraciones conocidas de ésteres metílicos de ácidos grasos, que sirve para la cuantificación en muestras definidas (Cerón, Osorio, & Hurtado, 2012). Para este proyecto de investigación se utilizó el patrón Supelco 37 Component FAME mix C4-C24, aplicado para identificación de ácidos grasos en derivados lácteos.

En la tabla 6, se presentan los metil ésteres de ácidos grasos del estándar de referencia a una concentración de 500 mg/ml,

Tabla 6. Análisis cromatográfico del estándar de referencia

Analito	Ácido Graso	Tiempo de Retención (min)	% Área
Methyl Hexanoate	Ácido hexanoico	5,908	2,02
Methyl Octanoate	Ácido octanoico	7,105	3,89
Methyl Decanoate (Caprate)	Ácido decanoico	8,755	4,82
Methyl Undecanoate	Ácido undecanoico	9,807	2,5
Methyl Laurate	Ácido dodecanoico	11,032	5,51
Methyl Tridecanoate	Ácido tridecanoico	12,485	2,75
Methyl Myristate	Ácido tetradecanoico	14,157	5,74
Myristoleic Acid Methyl Ester	Ácido 9-tetradecenoico	15,516	2,44
Methyl Pentadecanoate	Ácido pentadecanoico	16,076	2,74
Cis-10-Pentadecenoic Acid Methyl Ester	Ácido cis-10-pentadecenoico	17,593	2,44
Methyl Palmitate	Ácido hexadecanoico	18,187	9,06
Methyl Palmitoleate (Methyl Cis 9-Hexadecenoate)	Ácido palmitoleico	19,542	2,3
Methyl Heptadecanoate	Ácido heptadecanoico	20,508	1,19
CIS-10-HEPTADECENOIC ACID METHYL ESTER (Methyl Cis-10-Heptad)	Ácido cis-10-heptadecenoico	21,933	2,29
Methyl Stearate	Ácido octadecanoico	22,929	5,43
CIS-9-OLEIC ACID METHYL ESTER (Methyl Oleate)	Ácido cis-9-octadecenoico	23,797	2,24
TRANS-9-ELAIDIC ACID METHYL ESTER (Methyl Elaidate)	Ácido trans-9-elaidico	24,203	5,37
Methyl Linoleate	Ácido 9,12-octadecadienoico	25,349	1,97
LINOLELAIDIC ACID METHYL ESTER (Methyl Linolelaidate)	Ácido linolelaidico (ácido graso trans omega-6)	26,312	2,05
GAMMA-LINOLENIC ACID METHYL ESTER (Methyl Gamma-Linolenate)	Ácido cis-6,9,12-octadecatrienoico	27,828	1,94
Methyl Arachidate	Ácido eicosanoico	28,023	5,07
Methyl Linolenate	Ácido cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienoico	28,826	1,92

Methyl Cis-11 Eicosenoate	Ácido cis-11-eicosenoico	29,335	2,13
Methyl Heneicosanoate	Ácido heneicosanoico	30,610	1,83
Cis-11,14-Eicosadienoic Acid Methyl Ester	Ácido cis-11,14-eicosadienoico	31,505	1,72
Cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester	Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico	33,017	0,78
Methyl Behenate	Ácido docosanoico	33,167	3,81
Cis-11,14,17-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester	Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico	34,015	1,43
METHYL CIS-5,8,11,14-EICOSATETRAENOIC (Methyl Arachidonate)	Ácido all cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico	34,114	1,89
METHYL ERUCATE (CIS-13-DOCOSENOATE) (Methyl Cis-13-Docosenoa)	Ácido cis-13-docosenoico	34,484	1,68
Methyl Tricosanoate	Ácido tricosanoico	35,715	1,23
Cis-13,16-Docosadienoic Acid Methyl Ester	Ácido cis-13,16-docosadienoico	36,711	1,98
Methyl Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoate	Ácido eicosapentaenoico	36,820	1,98
METHYL LIGNOCERATE (Methyl Tetracosanoate)	Ácido tetracosanoico	38,550	2
METHYL NERVONATE (Methyl Cis-15-Tetracosenoate)	Ácido cis-15-tetracosenoico	40,227	0,97
All Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoate	Ácidos cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	45,570	0,91

En la figura 12, se presenta el cromatograma de la mezcla 37 metil ésteres de ácidos grasos SUPELCO (Component FAME Mix). Para la identificación y cuantificación de los ácidos grasos del patrón de referencia, se compararon tiempos de retención y porcentaje de área con el certificado de análisis.

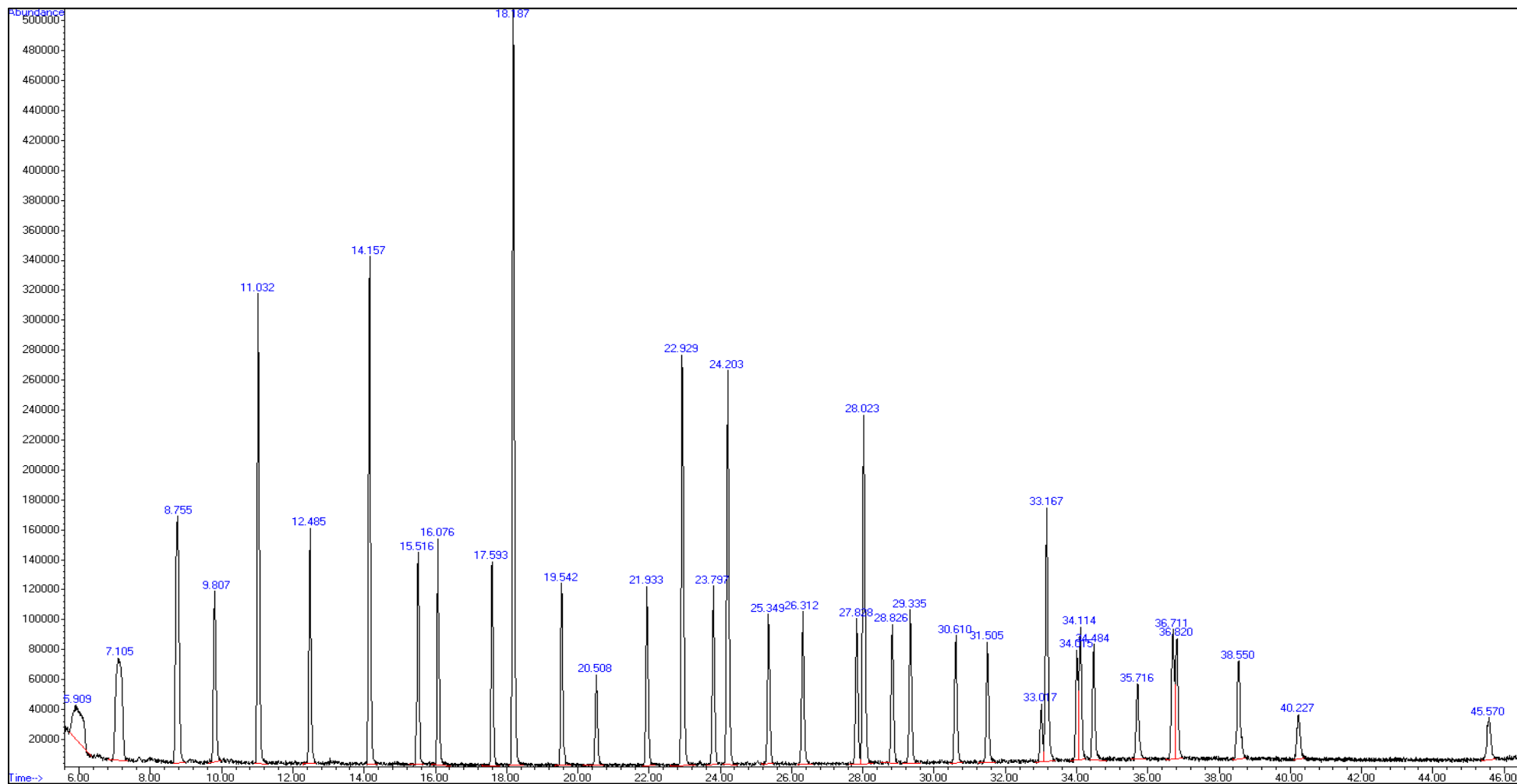


Figura 1. Cromatograma de metil ésteres de ácidos grasos Supelco 37 component FAME mix

En la tabla 7 se presenta el contenido de ácidos grasos (%p/p) de helados artesanales. Los principales ácidos grasos encontrados en mayor cantidad fueron: Ácido cis-9-octadecanoico (26-36%), Ácido hexadecanoico (18-42%), ácido linoleico (3-37%) y ácido esteárico (6-15%).

Tabla 7. Perfil de ácidos grasos de quesos frescos

Ácidos grasos	Perfil de ácidos grasos en muestras de queso fresco (%)															
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
Ácido decanoico	4,570	0,000	3,409	2,456	2,680	2,437	0,000	4,415	2,024	2,700	2,262	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido dodecanoico	4,381	0,000	3,402	2,401	3,091	2,989	0,000	3,561	2,422	3,078	2,675	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido (Z)-tretadec-9-enoico	2,395	0,000	1,770	0,000	0,000	0,878	0,000	0,866	1,726	1,731	2,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido tetradecanoico	14,032	0,000	11,236	10,642	11,799	10,815	0,000	10,142	10,161	11,909	10,527	0,000	0,000	1,005	0,974	0,703
Ácido pentadecanoico	0,000	0,000	0,643	0,000	0,947	0,000	0,000	0,883	0,714	1,322	1,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido cis-9-hexadecanoico	0,000	0,000	2,576	0,000	1,952	1,997	0,000	1,768	3,138	1,458	3,530	0,000	0,000	1,464	1,244	1,345
Ácido hexadecanoico	34,127	25,628	28,932	42,978	30,422	30,466	24,890	25,604	28,625	32,223	29,884	21,977	25,559	20,175	21,363	18,247
Ácido cis-9,12,15-octadecatrienoico	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,179	1,848	2,136
Ácido cis-9,12-octadecadienoico	0,000	24,636	3,904	0,000	0,000	3,109	32,756	5,210	2,086	3,283	1,718	32,745	29,248	30,516	37,723	37,296
Ácido cis-9-octadecanoico	26,415	35,829	0,000	28,018	30,196	17,787	30,449	36,210	33,133	27,043	31,731	36,344	35,109	34,810	28,184	31,746
Ácido trans-9-octadecenoico	1,057	0,000	33,168	15,717	3,336	15,736	0,000	2,069	0,000	2,393	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,870
Ácido octadecanoico	13,022	6,516	10,961	9,430	15,577	13,785	11,905	9,272	15,971	12,859	14,308	8,934	10,083	8,552	8,665	7,656

En la industria láctea la determinación de ácidos grasos permite caracterizar las materias primas empleadas y es de gran interés debido a que se puede conocer el tipo de grasa que se ha empleado en su elaboración (**Barrado, Castrillejo, Tesedo, & Romero, 2012**). Los ácidos grasos comúnmente presentes en derivados lácteos son: ácido oleico, ácido linoleico, ácido esteárico, ácido láurico (**Mcgregor, 2019**).

Los ácidos grasos con mayor porcentaje en las muestras de helados son ácido cis-9-octadecanoico (26-36%), ácido linoleico (3-37%), ácido hexadecanoico (18-42%), y ácido esteárico (6-15%); los dos primeros pertenecen a los ácidos grasos insaturados, mientras que los otros pertenecen a los ácidos grasos saturados. De acuerdo con el análisis del perfil de ácidos grasos no se presentaron diferencias significativas con las distintas muestras de helados artesanales.

(**Benavides, 2017**), en su estudio señala que el contenido de ácidos grasos en helados varía debido a distintos factores como la materia prima (leche), la alimentación y raza del animal, entre otros. Según (**Heid y Keenan, 2005**), la grasa de la leche está presente como glóbulos microscópicos en una emulsión de lípidos y agua. (**Bauman, 2006**) señala que la leche de vaca se compone por 60% de ácidos grasos saturados, 4% de ácidos grasos monoinsaturados y 20% de ácidos grasos poliinsaturados

Los valores que se obtuvieron de la investigación realizada tienen relación a los presentados por (**Hiranrangsee, Kumaree, Sadiq, Anal, 2016**) cuyo resultado de los principales ácidos grasos saturados en el helado fueron: palmítico y esteárico con un porcentaje promedio de 4,66% y 47,64% respectivamente, en cuanto a los ácidos grasos insaturados se obtuvieron: oleico y linoleico con un porcentaje promedio de 28,62% y 14,68% respectivamente.

(**Arias, Keim, Vargas & Velásquez, 2016**), indican que los ácidos grasos saturados están relacionados con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, señalando que la concentración de AGS en el plasma sanguíneo, particularmente ácido palmítico y esteárico ocasionan ataques del corazón. Este tipo de ácidos grasos son reconocidos como dañinos, lo que ocasiona un incremento en el índice de masa corporal (IMC) el colesterol total y el colesterol LDL (**Cabezas, Hernández & Vargas, 2016**).

Según **(Alayón et al, 2018)**, la ingesta de alimentos ricos en grasas saturadas provoca un impacto negativo, provocando una elevación en los niveles de triglicéridos y proteína C reactiva, de igual manera se relacionan a la elevación de la glucosa posprandial, ocasionando graves complicaciones en la salud de las personas. Una dieta balanceada es importante para proporcionar al cuerpo los minerales, vitaminas y fibra necesaria para el buen funcionamiento de cada órgano del cuerpo **(Flores, Ordoñez, Rubio, & Sánchez, 2017)**.

El ácido palmítico se encuentra en mayor proporción en las muestras de helados, este ácido es utilizado frecuentemente en la industria alimentaria debido a que tiene propiedades muy beneficiosas para el organismo, presentando propiedades antioxidantes, favoreciendo en la circulación sanguínea y mejorando problemas de la visión **(Su et al, 2015)**.

En los helados es conveniente la utilización de la grasa de palma debido a la resistencia que presenta en su estructura para evitar que el helado se derrita por tener un punto de fusión bajo, el sabor que brinda este tipo de grasa es muy similar a la grasa vegetal hidrogenada, siendo así más agradable para el paladar de las personas **(Finamac, 2014)**

El ácido graso insaturado que se encontró en mayor proporción en las muestras de helado estudiada es el ácido oleico, con una proporción promedio de aproximadamente 28,94%, estos valores concuerdan con los reportados por **(Flores et al, 2019)**, cuyos resultados de la proporción de ácido oleico en helado va en un rango de 28 a 35%. En otro estudio de **(Espinoza, 2017)** la proporción de ácido oleico es mayor a 20,17%, lo cual es similar a los valores encontrados en la investigación.

El ácido oleico es esencial para el metabolismo de los seres humanos debido a la ausencia que lo produzcan **(Barriga, Churata & Tinoco, 2018)**. El ácido oleico previene enfermedades cardiovasculares, además ayuda en el control del colesterol LDL y del nivel de triglicéridos en la sangre; minimizando el riesgo de contraer artritis reumatoide. En el sistema inmunológico activa los linfocitos, aumentando las defensas en el cuerpo humano **(Finamac, 2014)**

En la tabla 8 se muestra los ácidos grasos que intervienen en la calidad nutricional del helado, además la relación de la proporción $\omega 6/\omega 3$, el índice de saturación (AGsaturados/AGinsaturados).

Tabla 8. Índices de calidad nutricional

Perfil de ácidos grasos	Perfil de ácidos grasos en muestras de queso fresco (%)															
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
Ácidos grasos saturados	59,505	25,628	49,392	58,476	48,939	47,586	24,89	45,472	45,672	52,965	48,712	21,977	25,559	21,18	22,336	18,95
Ácidos grasos monoinsaturados	39,438	42,345	13,537	37,448	47,725	33,569	42,354	47,249	52,242	41,360	49,570	45,278	45,192	44,826	38,093	40,748
Ácidos grasos poliinsaturados	0,000	24,636	3,904	0,000	0,000	3,109	32,756	5,210	2,086	3,283	1,718	32,745	29,248	32,694	39,571	39,432
Ácidos grasos insaturados	39,438	66,981	17,441	37,448	47,725	36,678	75,110	52,459	54,328	44,643	51,288	78,023	74,441	77,520	77,664	80,179
Ácidos grasos Trans	1,057	0,000	33,168	15,717	3,336	15,736	0,000	2,069	0,000	2,393	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,870
Relación AGS/AGI	1,509	0,387	2,834	1,597	1,026	1,754	0,331	0,867	0,841	1,186	0,950	0,282	0,343	0,273	0,288	0,236
Relación $\omega 6/\omega 3$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	14,014	20,433	17,572
Índice de Aterodeneidad (L.A)	2,400	0,387	4,433	2,413	1,691	2,788	0,331	1,329	1,320	1,858	1,456	0,282	0,343	0,312	0,325	0,263

Es importante analizar los diferentes tipos de ácidos grasos presentes en las muestras de helados por su impacto en la salud de los seres humanos. El porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS) es 38,577%, de ácidos monoinsaturados es 41,310%, de ácidos grasos monoinsaturados es 15,649%, ácidos grasos insaturados 59,960%, la relación AGS/AGI es 4,646% y la relación de omega-6 y omega-3 (ω -6/ ω -3) con un porcentaje de 0,918%. La diferencia significativa que se encontró entre cada muestra se puede dar debido a la materia prima empleada en la fabricación del helado.

Los resultados de la relación entre AGS (ácidos grasos saturados) y AGI (ácidos grasos insaturados) dieron valores bajos los cuales oscilaron entre 0,2 y 2,8, sin presentar diferencias significativas entre las distintas muestras de helados artesanales. Según **(Déleg, Delgado & Orellana, 2016)** indica que el perfil lipídico debe contener mayor cantidad de ácidos grasos insaturados en relación con los ácidos grasos saturados; para la salud y nutrición la existencia en gran cantidad de ácidos grasos saturados significa un riesgo potencial en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

El segundo indicador que se evaluó es la relación de omega-6 y omega-3 (ω 6/ ω 3), obteniendo valores entre 14-20. Según **(Molina et al, 2016)** en su estudio señala que los ácidos grasos omega 3, juegan un papel muy importante debido a que pueden prevenir la diabetes tipo 2 y enfermedades coronarias; estos ácidos se pueden encontrar diversos alimentos como en lácteos, embutidos y huevos. **(Ibaza & Alexandra, 2018)**, de acuerdo con la nutrición hospitalaria un desequilibrio de los ácidos grasos ω 6/ ω 3 presenta un riesgo de padecer enfermedades coronarias. Cuando los valores de la relación ω 6/ ω 3 son menores a 1, son beneficiosos para la salud debido a sus efectos que presenta ante la insuficiencia cardiaca **(Arzapalo & Dalton, 2017)**.

De acuerdo con un estudio realizado por **(Parletta, Niyonsenga & Duff, 2016)** acerca de la ingesta de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en niños, señalan que un índice elevado de la relación ω 6/ ω 3, puede ser el causante de distintos trastornos en la salud de los menores como son déficit de atención, hiperactividad, trastorno del espectro autista. En otro estudio indican que una baja concentración de la relación de omega-6 y omega-3 evitan el padecimiento de aterosclerosis, provocando una reacción inflamatoria en el organismo **(DiNicolantonio & O'Keefe, 2018)**.

Para finalizar se analizó el índice de aterogeneidad, el cual define como aterogénicos aquellos ácidos grasos que tienen la capacidad de transformarse en otros ácidos grasos ya sean estos monoinsaturados o poliinsaturados y ácidos grasos no aterogénicos los cuales son solubles en agua ()

Los resultados obtenidos del índice de aterogeniedad (IA), varían entre 0,3 y 4,4; mostrando diferencias significativas entre cada muestra de helado artesanal. Según **(FAO, 2008)**, los ácidos grasos que son considerados como aterogénicos ocasionan cambios en las células vasculares endoteliales, por lo tanto, limitan la absorción del colesterol malo. Los principales ácidos aterogénicos son: ácido láurico, mirístico y palmítico **(Dorado, Hurtado & Martínez, 2016)**.

En las muestras E1, E3 Y E6, de encontraron valores más altos del índice de aterogeneidad, lo cual indica que existe la probabilidad de un aumento de lipoproteínas de baja densidad ricas en triglicéridos las cuales se acumulan en el torrente sanguíneo provocando problemas de aterogénesis **(Ponte et al, 2017)**

3.5. Verificación de hipótesis

Una vez finalizados los análisis de las muestras de helados artesanales elaborados en la Provincia de Tungurahua, se acepta la hipótesis alternativa, puesto que se observa diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos estudiados; pese a que en la relación de ácidos grasos saturados e insaturados no se encontró diferencia significativa, lo cual significa que los helados artesanales si llevan un control en cuanto al porcentaje de grasa necesario para su elaboración .

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se evaluó los parámetros fisicoquímicos y la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales elaborados en la Provincia de Tungurahua, por medio de la metodología basada en cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas con un patrón de referencia, indicando que los ácidos grasos que se encuentran en mayor proporción son: ácido cis-9-octadecanoico (26-36), ácido linoleico (3-37), ácido hexadecanoico (18-42), y ácido esteárico (6-15).

Se cuantifico la proporción de ácidos grasos en extractos lipídicos, empleando la metodología de extracción de grasas que utilizan solventes orgánicos para evitar la desnaturalización y volatilización de los lípidos presentes en las muestras de helados artesanales. El porcentaje promedio de grasa total es de 1,689%, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por el INEN (1,8%).

Se determinó la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en las muestras de helado artesanal y su efecto sobre la salud, los valores que se obtuvieron corresponden a la sumatoria de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, presentando valores entre 0,2 y 2,8 para la relación AGS/AGI.

Se analizó la calidad nutricional de los helados artesanales, de acuerdo con el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados y de esta forma determinar la relación de ácidos grasos omega-3 y omega-6 y el índice de aterogeneidad; con un porcentaje de 38,577% de ácidos grasos saturados, 41,310% ácidos grasos monoinsaturados, 15,646% ácidos grasos poliinsaturados, 59,960% ácidos grasos insaturados, en cuanto a la relación amega-3 y omega-6 un porcentaje de 17,340% y el índice de aterogeneidad con un porcentaje promedio de 1,371%.

Se verificó la calidad de los helados artesanales por medio del análisis fisicoquímico de las muestras como información de gran utilidad, determinándose los valores de humedad 80,181%, cenizas 0,502%, acidez 0,355%, pH 5,603, actividad de agua 0,972, proteína 1,44%, densidad 1,060 g/ml, en la calidad nutricional intervienen las propiedades organolépticas como la viscosidad con un valor de 567,928 cp. y un valor para color de L* 37,651, a* 19,615, b* 8,719.

Se concluyó que los helados si pueden ser parte de una dieta balanceada ya que proporciona nutrientes, minerales y proteínas de excelente calidad para el buen funcionamiento de los órganos en el cuerpo humano, cabe recalcar que el consumo debe ser en límites razonables y no exceder en su ingesta diaria.

4.2.Recomendaciones

Analizar la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en derivados lácteos se consumió masivo en la provincia.

Implementar una ficha técnica de derivados lácteos en donde conste el análisis de parámetros fisicoquímicos y un análisis proximal, como base para la elaboración de helados artesanales.

Realizar un estudio de la materia prima (leche), que se está empleando con el fin de ampliar el conocimiento de la calidad de los derivados lácteos (helados artesanales) en los distintos cantones de la provincia de Tungurahua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrate, F. (2017). Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas. Universidad Católica de Córdoba. Tesis de Maestría.
- AEFH, (2011). Helados: Nutrición y placer. Asociación española de fabricantes de helados. España
- Air Products and Chemicals. (2019). Cromatografía de gases. Aplicaciones para laboratorios de analítica. Carburos metálicos.
- Alayón, A. N., Rivadeneira, A. P., Herrera, C., Guzmán, H., Arellano, D., & Echeverri, I. (2018). Impacto metabólico e inflamatorio de una comida rica en grasas saturadas y su relación con la obesidad abdominal. *Biomédica*, 38, 93-100.
- Arbuckle, W.S. (1996). Ice Cream. AVI, Editor, New York. 349 p.
- Arévalo, L. D., & Zamora, M. A. (2011). Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla.
- Arias, R., Keim, J. P., Velásquez, A., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2016). ¿Son los ácidos grasos de la carne y la leche bovina nocivos para la salud de las personas? *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 420-427.
- ARMENDÁRIZ SANZ, J. L. (2019). *Gastronomía y nutrición 2.ª edición 2019*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Artica Mallqui, L. (2014). Métodos para el análisis físicoquímico de la leche y derivado lácteos.
- Artica Mallqui, L. (2014). Métodos para el análisis físicoquímico de la leche y derivado lácteos.
- Arzapalo, J., & Dalton, J. (2017). *Perfil de ácidos grasos en eritrocitos e índice omega-3 y su asociación con marcadores de peroxidación lipídica, en escolares de dos estratos socioeconómicos del Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo* (Master's thesis).
- Baez, M. (2011). Actividad acuosa en alimentos. Proceso de alimentos.

- Barón, F. N. L., Valencia, J. U. S., & Molina, D. A. R. (2012). Ensayo y funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en una mezcla para helado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 63(2), 5729-5744.
- BARRADO, E., CASTRILLEJO, Y., DE MIGUEL, H., TESEDO, A., ROMERO, H. (2014). El perfil de los ácidos grasos como factor identificador del tipo de grasa utilizado en la elaboración de helados. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* 2012;32(2): 65-74
- Barriga-Sánchez, M., Churata Huanca, A., & Tinoco Gómez, Ó. (2018). Optimización del rendimiento de la extracción de aceite de semillas de *Vitis vinifera* con CO₂ supercrítico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(2), 217-227.
- Barrionuevo, M. R., Carrasco, J. M. N., Cravero, B. A. P., & Ramón, A. N. (2011). Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. *Dieta*, 29(134), 23-28.
- Bauman, D.E.; Mather, I.H.; Wall, R.J. and Lock, A.L. (2006). Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J Dairy Sci*, 89: 1235- 1243
- Benavides. G. (2017). Análisis del comportamiento de compra de la categoría de helados en supermercados de la parroquia Tarqui de Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 761-768.
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 761-768.
- Castilblanco, U. F., & Zamora, N. U. (2005). Elaboración de manual APPCC para leche fluida, helados y yogur en la Planta de Lácteos de Zamorano.
- CDC. (2012). Programa Nacional de prevención de la Diabetes. *Communicable Disease Center*

- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Jiménez-Goebel, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Agronomía mesoamericana*, 27(1), 19-36.
- de Ávila, Á. M. (2016). El consumo de helados sigue creciendo: España es el tercer país del mundo en gasto per cápita en helados. *Distribución y consumo*, 26(142), 52-56.
- Déleg Montero, D., Delgado Yanza, A., & Orellana Román, J. (2010). Determinación del perfil lipídico en adolescentes y niños del centro educativo bilingüe integral "cebin.". *Universidad de Cuenca*.
- DiNicolantonio, JJ y O'Keefe, JH (2018). Importancia de mantener una baja proporción de omega-6 / omega-3 para reducir la inflamación. *Corazón abierto*, 5 (2).
- Domínguez X.A. y Domínguez S., X.A. 1(990). Química Orgánica Experimental Limusa-Noriega, México.
- Dorado, D. J., Hurtado-Benavides, A. M., & Martínez-Correa, H. A. (2016). Extracción con Co2 supercrítico de aceite de semillas de guanábana (*Annona muricata*): cinética, perfil de ácidos grasos y esteroides. *Información tecnológica*, 27(5), 37-48.
- DUBACH, J. (1988). El "ABC" para la quesería rural de los Andes. Segunda edición. Quito-Ecuador. págs. 94.
- Eras, J. (2013). Determinación de parámetros técnicos para la elaboración de helados con frutas nativas del cantón Loja. *Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja*.
- Espinoza Espinoza, L. A. (2017). *Formulación de un helado de leche y castaña ("Castanea sativa" Miller) y valoración de alternativas para mejorar sus características de salubridad* (Doctoral dissertation, Ensenaría química).
- FAO/OMS. (2011). *Leche y Productos Lácteos Leche y Productos Lácteos. CODEX Alimentarius*.

- Fermenta, O. (2000). Química de los alimentos. 2da ed. Editorial ACRIBTA. Zaragoza, España, 2000, 228-240.
- Finamac. (2014). Fuente de grasa para el helado. Formación de helados y paletas. São Paulo, Brasil
- Flores, D. W. M., Carvalho, A. S., Azevedo, S. P., Colnago, L. A., & Consalter, D. M. (2019). Uso de resonancia magnética en la investigación del potencial de aceite en frutas, su composición y pérdidas. *Revista Palmas*, 40(Especial T), 20-28.
- Flores, F. T., Ordoñez, F. M., Rubio, E. P., & Sánchez-Oliver, A. J. (2017). Dieta vegetariana y rendimiento deportivo. *EmásF: revista digital de educación física*, (46), 27-38.
- Freddo, S. (2015). Información sobre nuestro helado y su diferencia con el industrial. ANHCEA. Valencia.
- García Martínez, E. M., & Fernández Segovia, I. (2015). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte.
- Goff, D. y Hartel., R. (2013). Ice Cream (Seven ed.). Springer.
- HART F. (1991). Análisis moderno de los alimentos; Acribia. Zaragoza (España).
- Heid, H.W. and Keenan, T.W. (2005). Intracellular origin and secretion of milk fat globules. *Eur J Cell Biol*, 84: 245-258.
- Hiranrangsee, L., Kumaree, KK, Sadiq, MB y Anal, AK (2016). Extracción de antocianinas de pericarpio y lípidos de semillas de mangostán (*Garcinia mangostana* L.) por extracción asistida por ultrasonido (EAU) y evaluación de helado funcional enriquecido con extracto de pericarpio. *Revista de ciencia y tecnología de alimentos*, 53 (10), 3806-3813.
- Hooper, L., Summerbell, CD, Thompson, R., Sills, D., Roberts, FG, Moore, H. y Smith, GD (2012). Grasa dietética reducida o modificada para prevenir enfermedades cardiovasculares. *Base de datos Cochrane de revisiones sistemáticas*, (7).
- Ibarra, B., Salazar, A., Sosa, L., Esquer, D., Vásquez, J., Graciano, A., Ramirez, R., Otero, C., Herrera, S. (2016). *Elaboración de un producto tipo helado a base*

de soya (glycine max) y amaranto (amaranthus cruentus) con jugo de fruta esferificado. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Ibaza, C., & Alexandra, M. (2018). *Comparación del efecto nootrópico en base al contenido de Vitamina E, Omega 3, Omega 6 y Omega 9, en aceite y polvo de linaza ecuatoriana (linum usitatissimum) en ratones mus musculus* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

IMPO. (2018). Reglamento bromatológico nacional. Decreto N° 315/994 de 05/07/1994 artículo 1. Centro de información oficial.

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. NTE INEN 706:2013: Helados requisitos, Primera Edición.

Kirk, R. S., Sawyer, R., Egan, H., Ortega, M. T. A., & Kirchner, O. G. (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson* (No. 968-26-0734-5. 01-A1 LU. AL-AnAl. 3.). México, D. F: Compañía Editorial Continental.

Konica, M. (2007). Precise color communication. Color control perception to instrumentation. Japón

Laboratorio De Alimentos I., (2008). Fundamentos y técnicas de Análisis de Alimentos. Facultad de Química. UMAN.

Lobo, J. (2016). Actividad acuosa en alimentos y su relación con la conservación de los alimentos. Tecnología de alimentos.

Machay, N. (2012). Caso de estudio “Los Helados”. Caso de estudio para administración financiera.

MADRID, A; Cenzano L. (2003). Helados: Elaboración, análisis y control de calidad. 4 ed. Madrid, España: AMV, 380 p.

Márquez Siguan, B. M. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones.*

Marshall, R., Goff, D & Hartel, R. (2003). Ice Cream. New York, Klumer Academic/Plenum Publishers, New York.

- Maticorena, L., León, J., Ludeña, R., Farfán, R., & Montoya, P. (2014). Diseño de una línea de producción de helados de crema a base de licor en Piura.
- Mcgregor. (2019). Los lípidos (grasas) en los helados. Zealis solutions.
- Melo, R. (2016). Helados que recrean la tradición ancestral de los pueblos.
- Mettler-Toledo S.A.E., (2016). La densidad y el índice de refracción. Para una calidad mejorada. Revista News 2
- Molina, D. (2010). Ensayo y Funcionalidad de un sustituyente de solidos no grasos lácteos en una mezcla para helado. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Mellin Colombia.
- Molina, R., Gertosio, C., Monte, Y., & Pinto, V. (2016). Desarrollo de un helado hipocalórico y funcional con adición de acidos grasos Omega 3.
- OMNILAB. (2019). Sistema de extracción en caliente según el método de Randall. Ficha técnica FoodALYT RD 40 Versión: 03-2015
- PanReac. (2018). Determinación de Nitrógeno por el método de Kjeldahk. AppliChem ITW Reagents.
- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado-Benavides, A. M., & Martínez-Correa, H. A. (2017). Evaluación del Rendimiento, Composición y Actividad Antioxidante de Aceite de Semillas de Mora (*Rubus glaucus*) Extraído con CO₂ Supercrítico. *Información tecnológica*, 28(1), 35-46.
- Parletta, N., Niyonsenga, T. y Duff, J. (2016). Niveles de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y omega-6 y correlaciones con síntomas en niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, trastorno del espectro autista y controles típicamente en desarrollo. *PLoS One* , 11 (5), e0156432.
- Pastor, J. M., & Pérez, S. E. M. (Eds.). (2017). *Fundamentos científicos de la heladería*. Universidad de Alicante.
- Patel, M., R. Baer and M. Acharya. (2006). Increasing the protein content of ice cream. *American Dairy Science Association* 89(5): 1400–1406.

- PCE. (2019). Refractómetro digital para el contenido de azúcar PCE-DRB 1 / PCE-DRB 2. Albacete. España.
- Peña, E. M. D., González, M. E. L., San Cristóbal, M. S., Agualeles, B. A., & Córdoba, C. V. (2011). Curso de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC): Prácticas de laboratorio y cuestiones teórico-prácticas. Parte I. Introducción y práctica de laboratorio: cálculo de la eficiencia y representación gráfica de la ecuación de van Deemter. *REDUCA (Biología)*, 4(3).
- Ponte, C. I., Isea-Perez, J. E., Lorenzatt, A. J., Lopez-Jaramillo, P., Wyss, F. S., Pintó, X., ... & Acevedo, M. (2017). Dislipidemia aterogénica en Latino América: prevalencia, causas y tratamiento. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 15(2), 106-129.
- Proal. (2015). *Toma de muestras para el análisis de productos alimenticios*. Malpú 539. Rafaela, Santa Fe.
- Ramirez, T. (2014). Informe de helados de vainilla. ISTAP. Carrera profesional de industrias alimentarias.
- Raverta, M. C. (2014). *Helado funcional* (Doctoral dissertation, Universidad Argentina de la Empresa).
- Rodriguez Toranzo, J. (2014). Procesamiento de helados, Determinación de humedad, Centrifugación.
- Rohrig, B. (2014). Hielo, crema y Química. Chem Matters.
- Rojas, C., Tripaldi, P., Pérez, A., & Quinteros, P. (2012). Diseño experimental y métodos de decisión multicriterio para optimizar la composición del helado mantecado. *Scientia Agropecuaria*, 3(1), 51-60.
- Su, X., Chu, Y., Kordower, J. H., Li, B., Cao, H., Huang, L., Federoff, H. J. (2015). PGC-1 α Promoter Methylation in Parkinson's Disease. *PLoS ONE*, 10(8), e0134087.
- Ulcuango Túquerres, W. E. (2011). *Evaluación de los Ingredientes Funcionales (crema y estabilizante), en la elaboración de Helados de Crema tipo paleta* (Bachelor's thesis).

UNLP. (2020). Separación de los componentes de una mezcla sólida. Química orgánica I - Ingeniería Química

VELP SCIENTIFICA. (2018). Extractor de grasa de laboratorio.

Villacis, A. (2010), Formulación de helados aptos para diabéticos. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional.

ANEXOS

ANEXO A

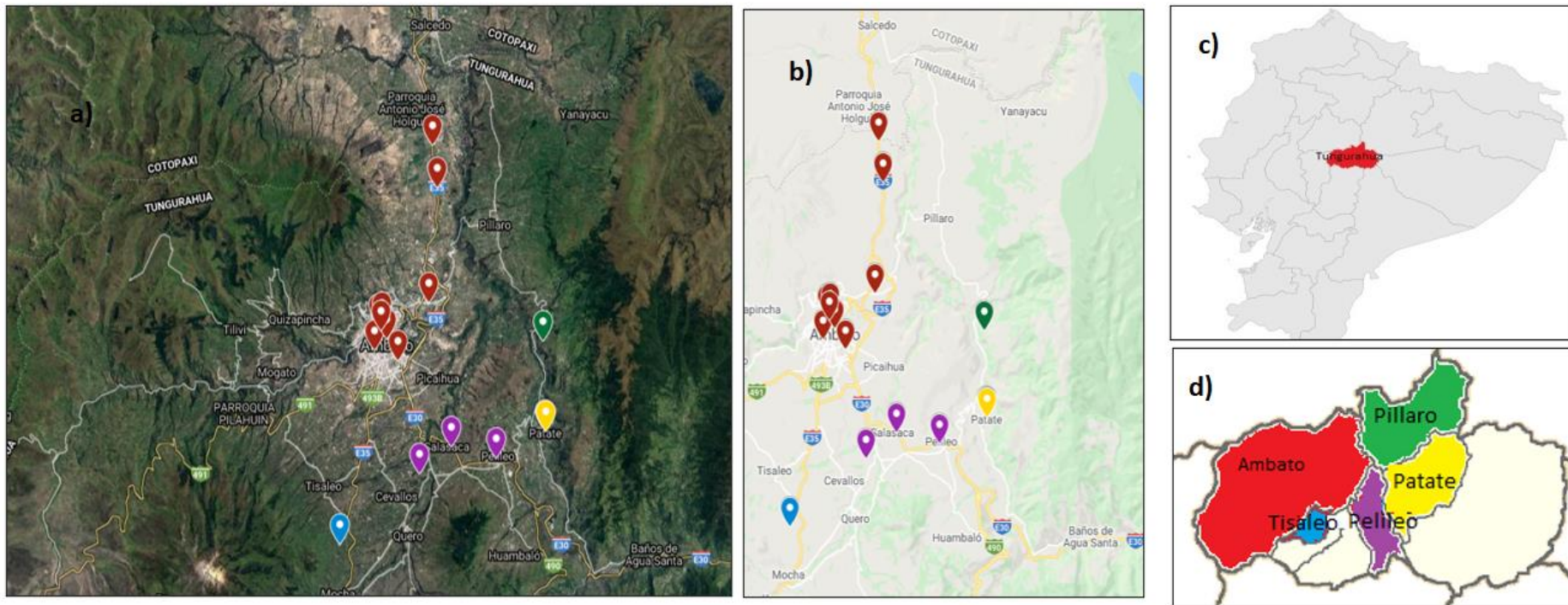


Figura 2. Mapa de localización de los sitios de muestreo en la Provincia de Tungurahua. Los puntos de colores indican cada una de las empresas que elaboran helados desde una vista satelital (a). Los puntos de colores indican cada una de las empresas que elaboran helados desde una vista geográfica (b). Mapa del Ecuador (c). Cantones de la provincia de Tungurahua (d).

ANEXO B

Tabla 10. Datos para la determinación de pH

N° muestra	Réplica	Ph	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
1	E1M1	5,920	5,921	0,001	0,024
	E1M2	5,922			
2	E2M1	5,590	5,381	0,296	5,493
	E2M2	5,172			
3	E3M1	5,688	5,639	0,070	1,242
	E3M2	5,589			
4	E4M1	5,030	5,499	0,663	12,062
	E4M2	5,968			
5	E5M1	5,923	5,910	0,018	0,311
	E5M2	5,897			
6	E6M1	5,875	5,843	0,045	0,775
	E6M2	5,811			
7	E7M1	5,265	5,235	0,043	0,824
	E7M2	5,204			
8	E8M1	5,046	5,082	0,050	0,988
	E8M2	5,117			
9	E9M1	5,491	5,489	0,003	0,052
	E9M2	5,487			
10	E10M1	5,989	5,879	0,156	2,646
	E10M2	5,769			
11	E11M1	5,472	5,467	0,007	0,129
	E11M2	5,462			
12	E12M1	5,613	5,629	0,023	0,402
	E12M2	5,645			
13	E13M1	5,417	5,419	0,002	0,039
	E13M2	5,420			
14	E14M1	5,955	5,533	0,598	10,800
	E14M2	5,110			
15	E15M1	5,850	5,841	0,013	0,218
	E15M2	5,832			
16	E16M1	5,875	5,876	0,001	0,024
	E16M2	5,877			

ANEXO C

Tabla 10. *Datos para la determinación de acidez*

N° muestra	Réplica	% Acidez	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
1	E1M1	0,325	0,314	0,016	5,1066
	E1M2	0,303			
2	E2M1	0,359	0,376	0,024	6,4857
	E2M2	0,394			
3	E3M1	0,368	0,379	0,016	4,1068
	E3M2	0,390			
4	E4M1	0,315	0,316	0,002	0,7139
	E4M2	0,318			
5	E5M1	0,352	0,345	0,009	2,7170
	E5M2	0,339			
6	E6M1	0,334	0,343	0,012	3,4479
	E6M2	0,351			
7	E7M1	0,355	0,345	0,014	4,0141
	E7M2	0,336			
8	E8M1	0,368	0,335	0,046	13,7400
	E8M2	0,303			
9	E9M1	0,441	0,441	0,000	0,0029
	E9M2	0,441			
10	E10M1	0,302	0,313	0,016	5,0443
	E10M2	0,324			
11	E11M1	0,318	0,326	0,012	3,5429
	E11M2	0,334			
12	E12M1	0,301	0,311	0,015	4,7063
	E12M2	0,321			
13	E13M1	0,366	0,362	0,006	1,5736
	E13M2	0,358			
14	E14M1	0,428	0,426	0,003	0,6510
	E14M2	0,424			
15	E15M1	0,324	0,361	0,053	14,6391
	E15M2	0,399			
16	E16M1	0,389	0,390	0,003	0,6574
	E16M2	0,392			

ANEXO D

Tabla 11. Datos para la determinación de *aw*

N° muestra	Réplica	Actividad de Agua (aw)	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
1	E1M1	0,9623	0,962	0,000	0,0004
	E1M2	0,9618			
2	E2M1	0,9714	0,967	0,006	0,0063
	E2M2	0,9628			
3	E3M1	0,9822	0,983	0,001	0,0014
	E3M2	0,9841			
4	E4M1	0,9713	0,972	0,001	0,0009
	E4M2	0,9726			
5	E5M1	0,9622	0,963	0,001	0,0008
	E5M2	0,9633			
6	E6M1	0,9774	0,978	0,000	0,0003
	E6M2	0,9778			
7	E7M1	0,9752	0,976	0,001	0,0014
	E7M2	0,9771			
8	E8M1	0,9893	0,990	0,001	0,0007
	E8M2	0,9903			
9	E9M1	0,9742	0,974	0,001	0,0007
	E9M2	0,9733			
10	E10M1	0,9896	0,991	0,001	0,0013
	E10M2	0,9914			
11	E11M1	0,9692	0,968	0,001	0,0015
	E11M2	0,9672			
12	E12M1	0,9441	0,944	0,000	0,0003
	E12M2	0,9437			
13	E13M1	0,9846	0,984	0,002	0,0016
	E13M2	0,9824			
14	E14M1	0,9475	0,947	0,001	0,0006
	E14M2	0,9467			
15	E15M1	0,9793	0,979	0,000	0,0002
	E15M2	0,9796			
16	E16M1	0,9665	0,968	0,002	0,0022
	E16M2	0,9695			

ANEXO D

Tabla 12. Datos para la determinación de humedad

N° muestra	Réplica	Peso cápsula (g)	Peso Muestra húmeda (g)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% Humedad	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
1	E1M1	45,982	5,142	51,124	47,012	79,968	80,531	0,7947	0,9868
	E1M2	45,995	5,326	51,321	47,002	81,092			
2	E2M1	90,953	5,477	96,43	92,131	78,491	78,261	0,3263	0,4169
	E2M2	90,951	5,321	96,272	92,12	78,030			
3	E3M1	30,549	5,348	35,897	31,639	79,618	79,804	0,2616	0,3279
	E3M2	30,548	5,247	35,795	31,598	79,988			
4	E4M1	47,099	5,025	52,124	48,097	80,139	80,315	0,2478	0,3085
	E4M2	47,101	5,023	52,124	48,081	80,489			
5	E5M1	46,902	5,588	52,49	48,032	79,778	79,126	0,9218	1,1650
	E5M2	46,903	5,231	52,134	48,029	78,474			
6	E6M1	58,987	5,102	64,089	60,012	79,909	80,015	0,1484	0,1854
	E6M2	58,993	5,181	64,174	60,023	80,119			
7	E7M1	50,995	5,472	56,467	52,008	81,487	80,769	1,0161	1,2580
	E7M2	50,993	5,133	56,126	52,017	80,050			
8	E8M1	76,271	5,138	81,409	77,436	77,325	77,163	0,2308	0,2991
	E8M2	76,27	5,439	81,709	77,521	76,999			

9	E9M1	57,957	5,534	63,491	59,069	79,906	79,989	0,1171	0,1464
	E9M2	57,959	5,585	63,544	59,072	80,071			
10	E10M1	23,134	5,211	28,345	24,072	81,999	81,964	0,0497	0,0606
	E10M2	23,132	5,235	28,367	24,078	81,929			
11	E11M1	26,941	5,409	32,35	28,017	80,107	79,919	0,2666	0,3336
	E11M2	26,939	5,338	32,277	28,021	79,730			
12	E12M1	55,318	5,197	60,515	56,223	82,586	82,579	0,0098	0,0118
	E12M2	55,315	5,015	60,33	56,189	82,572			
13	E13M1	29,964	5,279	35,243	31,033	79,749	79,623	0,1793	0,2252
	E13M2	29,963	5,321	35,284	31,054	79,496			
14	E14M1	50,958	5,27	56,228	52,031	79,639	79,895	0,3613	0,4522
	E14M2	50,956	5,32	56,276	52,012	80,150			
15	E15M1	90,916	5,285	96,201	91,864	82,062	82,130	0,0954	0,1162
	E15M2	90,919	5,37	96,289	91,875	82,197			
16	E16M1	56,913	5,131	62,044	57,897	80,822	80,815	0,0100	0,0124
	E16M2	57,001	5,023	62,024	57,965	80,808			

ANEXO E

Tabla 13. *Datos para la determinación de cenizas*

N° muestra	Réplica	Peso crisol (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso crisol + muestra calcinada (g)	% Cenizas	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
1	E1M1	27,724	29,579	27,733	0,485	0,490	0,0070	1,4246
	E1M2	27,723	29,541	27,732	0,495			
2	E2M1	25,754	27,382	25,762	0,491	0,492	0,0005	0,1043
	E2M2	25,759	27,283	25,7665	0,492			
3	E3M1	15,241	16,618	15,247	0,436	0,444	0,0121	2,7140
	E3M2	25,038	26,584	25,045	0,453			
4	E4M1	24,878	26,737	24,887	0,484	0,459	0,0362	7,9006
	E4M2	28,397	30,245	28,405	0,433			
5	E5M1	26,049	28,739	26,061	0,446	0,487	0,0576	11,8347
	E5M2	17,244	19,329	17,255	0,528			
6	E6M1	25,761	27,571	25,771	0,552	0,521	0,0447	8,5779
	E6M2	24,898	26,533	24,906	0,489			
7	E7M1	24,475	26,153	24,484	0,536	0,537	0,0002	0,0422
	E7M2	25,295	26,972	25,304	0,537			

8	E8M1	26,926	28,493	26,934	0,511	0,508	0,0042	0,8344
	E8M2	15,439	17,421	15,449	0,505			
9	E9M1	21,164	23,108	21,174	0,514	0,515	0,0007	0,1456
	E9M2	15,897	17,74	15,9065	0,515			
10	E10M1	24,547	25,749	24,553	0,499	0,504	0,0062	1,2313
	E10M2	24,542	25,802	24,5484	0,508			
11	E11M1	25,669	27,554	25,678	0,477	0,497	0,0281	5,6569
	E11M2	15,781	17,521	15,79	0,517			
12	E12M1	27,451	29,617	27,462	0,508	0,510	0,0035	0,6889
	E12M2	26,563	28,708	26,574	0,513			
13	E13M1	28,554	30,243	28,563	0,533	0,536	0,0038	0,7133
	E13M2	26,975	28,517	26,9833	0,538			
14	E14M1	25,545	27,718	25,556	0,506	0,501	0,0079	1,5767
	E14M2	25,126	27,348	25,137	0,495			
15	E15M1	27,256	28,96	27,265	0,528	0,520	0,0117	2,2541
	E15M2	21,958	23,424	21,9655	0,512			
16	E16M1	25,852	27,288	25,8593	0,508	0,507	0,0021	0,4167
	E16M2	25,166	26,749	25,174	0,505			

ANEXO F**Tabla 14.** *Datos para la determinación de proteína*

N° muestra	Réplica	Peso de la Muestra (g)	% Nitrógeno	% Proteína
1	E1M1	1,022	0,141	0,902
2	E2M1	1,011	0,144	0,920
3	E3M1	1,006	0,356	2,269
4	E4M1	1,017	0,129	0,824
5	E5M1	1,002	0,144	0,919
6	E6M1	1,000	0,199	1,268
7	E7M1	1,027	0,361	2,305
8	E8M1	1,023	0,207	1,322
9	E9M1	1,004	0,343	2,189
10	E10M1	1,004	0,145	0,927
11	E11M1	1,000	0,172	1,099
12	E12M1	1,006	0,158	1,009
13	E13M1	1,001	0,424	2,702
14	E14M1	1,008	0,131	0,839
15	E15M1	1,007	0,229	1,461
16	E16M1	1,109	0,318	2,027

ANEXO G

Tabla 15. Datos para la determinación de grasa total

N°	Muestra	Peso recipiente (g)	Peso Muestra Seca (g)	Peso final	Peso de la grasa Bruta (g)	% Grasa	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
1	E1M1	71,438	2,876	71,466	0,028	0,974	1,091	0,166	15,1756
	E1M2	71,864	2,567	71,895	0,031	1,208			
2	E2M1	74,498	2,601	74,534	0,036	1,384	1,481	0,137	9,2645
	E2M2	74,501	2,598	74,542	0,041	1,578			
3	E3M1	74,492	3,117	74,562	0,07	2,246	2,202	0,062	2,8168
	E3M2	74,487	3,012	74,552	0,065	2,158			
4	E4M1	73,503	3,058	73,554	0,051	1,668	1,759	0,130	7,3738
	E4M2	73,498	3,025	73,554	0,056	1,851			
5	E5M1	72,438	3,756	72,499	0,061	1,624	1,633	0,013	0,7780
	E5M2	72,423	3,654	72,483	0,06	1,642			
6	E6M1	75,011	3,183	75,080	0,069	2,168	2,229	0,087	3,8875
	E6M2	75,101	3,231	75,175	0,074	2,290			
7	E7M1	73,508	2,804	73,568	0,060	2,140	2,160	0,029	1,3202

	E7M2	73,602	2,798	73,663	0,061	2,180			
8	E8M1	72,328	3,936	72,377	0,049	1,245	1,238	0,009	0,7539
	E8M2	72,308	3,897	72,356	0,048	1,232			
9	E9M1	75,021	3,541	75,102	0,081	2,287	2,255	0,045	2,0079
	E9M2	75,101	3,643	75,182	0,081	2,223			
10	E10M1	73,938	3,405	73,974	0,036	1,057	1,058	0,002	0,1455
	E10M2	73,898	3,398	73,934	0,036	1,059			
11	E11M1	73,499	2,695	73,530	0,031	1,150	1,156	0,008	0,6517
	E11M2	73,502	2,498	73,531	0,029	1,161			
12	E12M1	70,892	3,666	70,950	0,058	1,582	1,737	0,218	12,5798
	E12M2	70,769	3,543	70,836	0,067	1,891			
13	E13M1	72,333	3,064	72,400	0,067	2,187	2,060	0,179	8,6635
	E13M2	72,209	3,102	72,269	0,06	1,934			
14	E14M1	71,438	2,876	71,493	0,055	1,912	1,813	0,140	7,7338
	E14M2	71,367	2,567	71,411	0,044	1,714			
15	E15M1	75,013	2,916	75,058	0,045	1,543	1,506	0,053	3,5409
	E15M2	75,104	2,657	75,143	0,039	1,468			
16	E16M1	71,448	2,669	71,494	0,046	1,723	1,652	0,101	6,1067
	E16M2	71,359	2,543	71,399	0,0402	1,581			

ANEXO H

Tabla 16. Datos para la determinación de ácidos grasos

Nombre IUPAC Ácido Graso	Nombre común	Número Lipídico	RT* (min)	% Área	Factor de Calibración fi	Peso molecular Ácido graso	Peso molecular Éster metílico
Ácido hexanoico	Ácido caproico	C6:0	5,908	2,02	1,980	116,160	130,180
Ácido octanoico	Ácido caprílico	C8:0	7,105	3,89	1,028	144,220	158,240
Ácido decanoico	Ácido cáprico	C10:0	8,755	4,82	0,830	172,270	186,280
Ácido undecanoico	-	C11:0	9,807	2,5	0,800	186,280	200,320
Ácido dodecanoico	Ácido láurico	C12:0	11,032	5,51	0,726	200,320	214,350
Ácido tridecanoico	-	C13:0	12,485	2,75	0,727	214,350	228,380
Ácido tetradecanoico	Ácido mirístico	C14:0	14,157	5,74	0,697	228,380	242,410
Ácido 9- tetradecenoico	Ácido miristoleico	C14:1 n-5	15,516	2,44	0,820	226,360	240,390
Ácido pentadecanoico	-	C15:0	16,076	2,74	0,730	242,410	256,430
Ácido cis-10- pentadecenoico	-	C15:1	17,593	2,44	0,820	240,390	254,420
Ácido hexadecanoico	Ácido palmítico	C16:0	18,187	9,06	0,662	256,430	270,460

Ácido <i>cis</i> -9-hexadecenoico	Ácido palmitoleico	C16:1 n-7	19,542	2,3	0,870	254,420	268,440
Ácido heptadecanoico	Ácido margárico	C17:0	20,508	1,19	1,008	270,460	289,490
Ácido <i>cis</i> -10-heptadecenoico	-	C17:1	21,933	2,29	0,873	268,440	282,470
Ácido octadecanoico	Ácido esteárico	C18:0	22,929	5,43	0,737	284,490	298,510
Ácido <i>cis</i> -9-octadecenoico	Ácido oleico <i>cis</i>	C18:1 n-9	23,797	2,24	1,786	282,470	296,500
Ácido <i>trans</i> -9-elaidico	Ácido elaídico <i>trans</i> - Δ^9	C18:1 n-9	24,203	5,37	0,372	282,470	296,500
Ácido 9,12-octadecadienoico	Ácido linoleico <i>cis,cis</i> - Δ^9,Δ^{12}	C18:2 n-6	25,349	1,97	1,015	280,450	294,480
Ácido linoleilaidico (ácido graso <i>trans</i> omega-6)	<i>trans,trans</i> - Δ^9,Δ^{12}	C18:2 n-6	26,312	2,05	0,976	280,450	294,480
Ácido <i>cis</i> -6,9,12-octadecatrienoico	Ácido γ -Linolénico GLA	C18:3 n-6	27,828	1,94	1,031	278,440	292,470
Ácido eicosanoico	Ácido araquídico	C20:0	28,023	5,07	0,789	312,540	326,570
Ácido <i>cis,cis,cis</i> -9,12,15-octadecatrienoico	Ácido α -Linolénico ALA	C18:3 n-3	28,826	1,92	1,042	278,440	292,470

Ácido cis-11-eicosenoico	Ácido eicosenoico	C20:1 n-9	29,335	2,13	0,939	310,530	324,560
Methyl 9-cis,11-trans-octadecadienoico	-	C18:2 n-6	29,363	0,65	1,000	280,450	294,480
-	Ácido heneicosanoico	C21:0	30,61	1,83	1,093	326,560	340,580
Ácido cis-11,14-eicosadienoico	Ácido eicosadienoico	20:2 (n-6)	31,505	1,72	1,163	308,510	322,530
Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico	dihomo- γ -linolénico	20:3 ω -6	33,017	0,78	2,000	306,490	320,510
Ácido docosanoico	Ácido behénico	C22:0	33,167	3,81	1,050	340,600	354,620
Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico	-	20:3 ω -3	34,015	1,43	1,049	306,490	320,510
Ácido all cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico	Ácido araquidónico	20:4 ω -6	34,114	1,89	1,058	304,480	318,500
Ácido cis-13-docosenoico	Ácido erúcico	C22:1 n-9	34,484	1,68	1,190	338,580	352,610
-	Ácido tricosanoico	C23:0	35,715	1,23	1,488	354,620	368,640
Ácido cis-13,16-docosadienoico	-	C22:2 n-6	36,711	1,98	1,010	336,560	350,580
Ácido eicosapentaenoico	Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	20:5 ω -3	36,820	1,98	0,889	302,460	316,480

Ácido tetracosanoico	Ácido lignocérico	C24:0	38,550	2	2,000	368,650	382,680
Ácido cis-15-tetracosenoico	Ácido nervónico	C24:1 n-9	40,227	0,97	2,062	366,630	380,650
Ácidos cis-4,7,10,13,16,19-docosaheptaenoico	Ácido docosaheptaenoico	C24:5 n-3	45,57	0,91	2,044	328,500	342,520

ANEXO I

Tabla 17. Porcentaje de Ácidos grasos saturados, insaturados, trans y conjugado e indicadores

ÁCIDOS GRASOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Nombre trivial	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ÁCIDOS GRASOS SATURADOS																
Ácido cáprico	4,570	0,000	3,409	2,456	2,680	2,437	0,000	4,415	2,024	2,700	2,262	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido láurico	4,381	0,000	3,402	2,401	3,091	2,989	0,000	3,561	2,422	3,078	2,675	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido miristoleico	2,395	0,000	1,770	0,000	0,000	0,878	0,000	0,866	1,726	1,731	2,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido mirístico	14,032	0,000	11,236	10,642	11,799	10,815	0,000	10,142	10,161	11,909	10,527	0,000	0,000	1,005	0,974	0,703
Ácido pentadecílico	0,000	0,000	0,643	0,000	0,947	0,000	0,000	0,883	0,714	1,322	1,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ácido palmítico	34,127	25,628	28,932	42,978	30,422	30,466	24,890	25,604	28,625	32,223	29,884	21,977	25,559	20,175	21,363	18,247
SUMATORIA ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	59,505	25,628	49,392	58,476	48,939	47,586	24,890	45,472	45,672	52,965	48,712	21,977	25,559	21,180	22,336	18,950
ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS																
Ácido palmitoleico	0,000	0,000	2,576	0,000	1,952	1,997	0,000	1,768	3,138	1,458	3,530	0,000	0,000	1,464	1,244	1,345
Ácido oleico	26,415	35,829	0,000	28,018	30,196	17,787	30,449	36,210	33,133	27,043	31,731	36,344	35,109	34,810	28,184	31,746

Ácido esteárico	13,022	6,516	10,961	9,430	15,577	13,785	11,905	9,272	15,971	12,859	14,308	8,934	10,083	8,552	8,665	7,656
Sumatoria	39,438	42,345	13,537	37,448	47,725	33,569	42,354	47,249	52,242	41,360	49,570	45,278	45,192	44,826	38,093	40,748
ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS																
Ácido linolenico	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,179	1,848	2,136
Ácido linoleico	0,000	24,636	3,904	0,000	0,000	3,109	32,756	5,210	2,086	3,283	1,718	32,745	29,248	30,516	37,723	37,296
Sumatoria	0,000	24,636	3,904	0,000	0,000	3,109	32,756	5,210	2,086	3,283	1,718	32,745	29,248	32,694	39,571	39,432
SUMATORIA ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	39,438	66,981	17,441	37,448	47,725	36,678	75,110	52,459	54,328	44,643	51,288	78,023	74,441	77,520	77,664	80,179

ANEXO J: Cromatogramas de helados artesanales

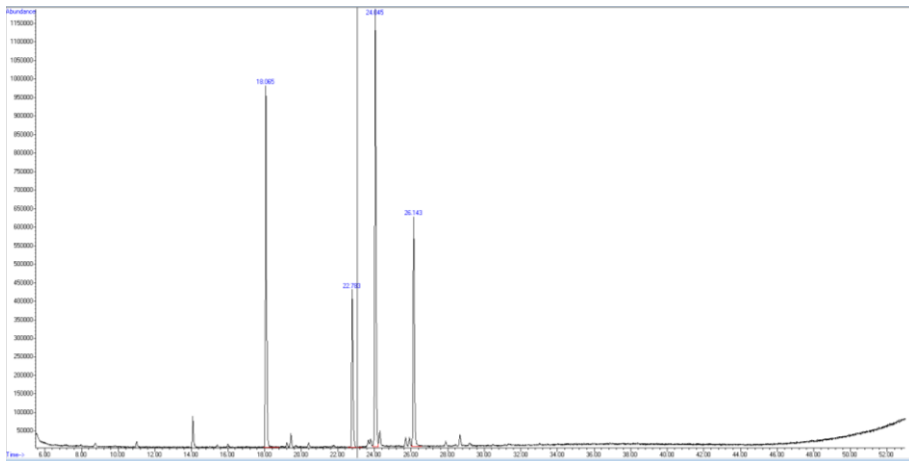


Figura 3. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 1

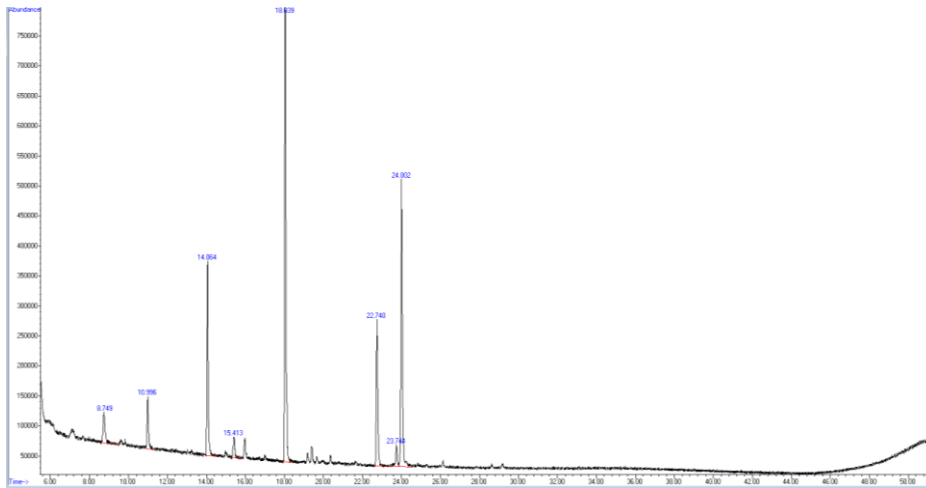


Figura 4. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 2

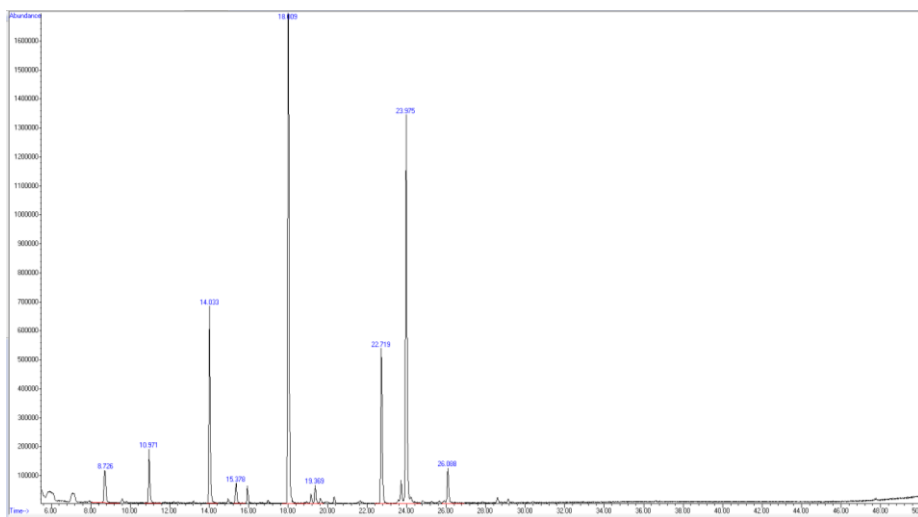


Figura 5. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 3

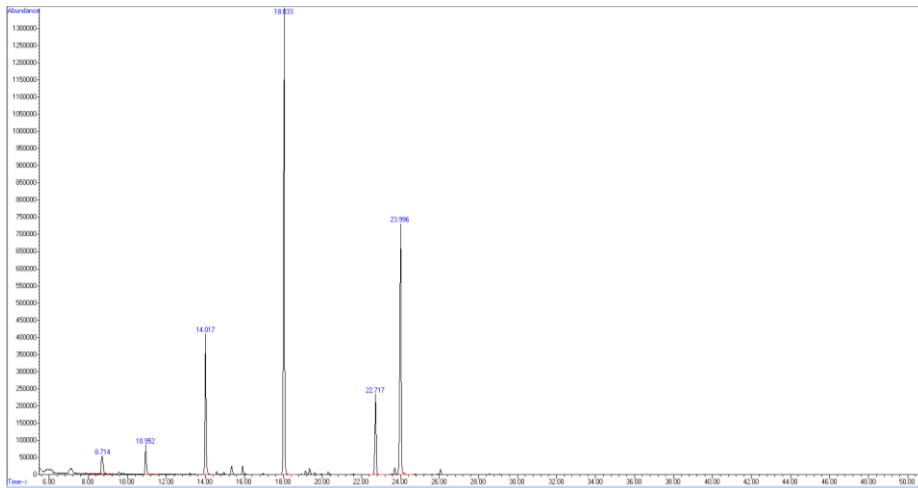


Figura 6. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 4

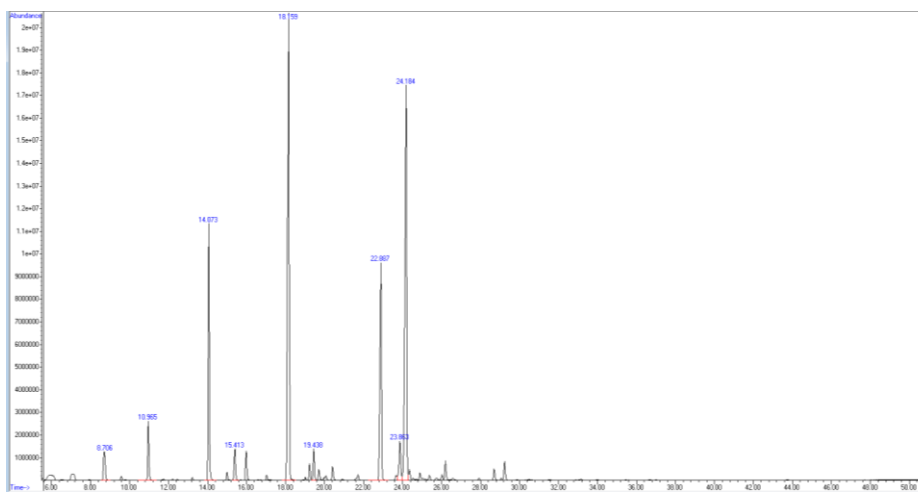


Figura 7. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 5

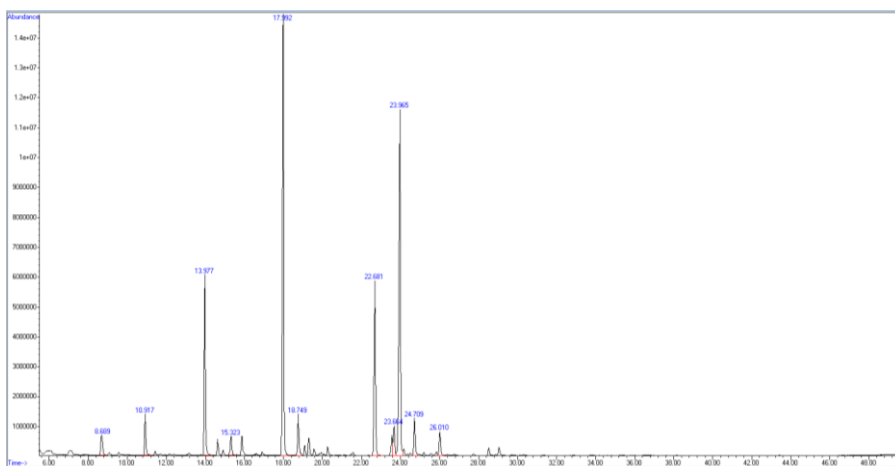


Figura 8. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 6

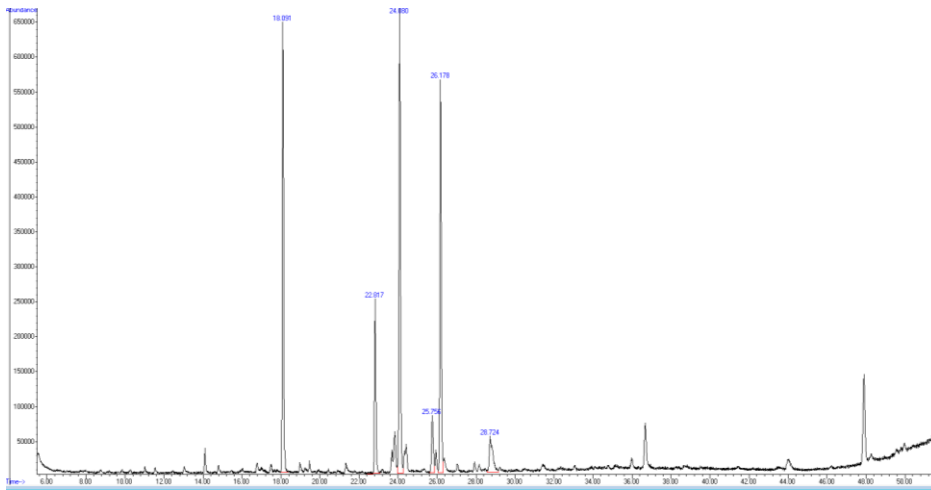


Figura 9. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 7

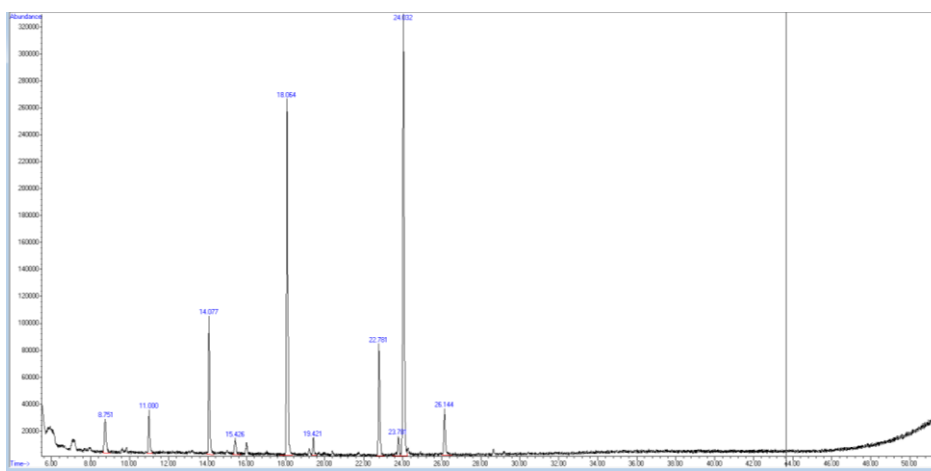


Figura 10. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 8

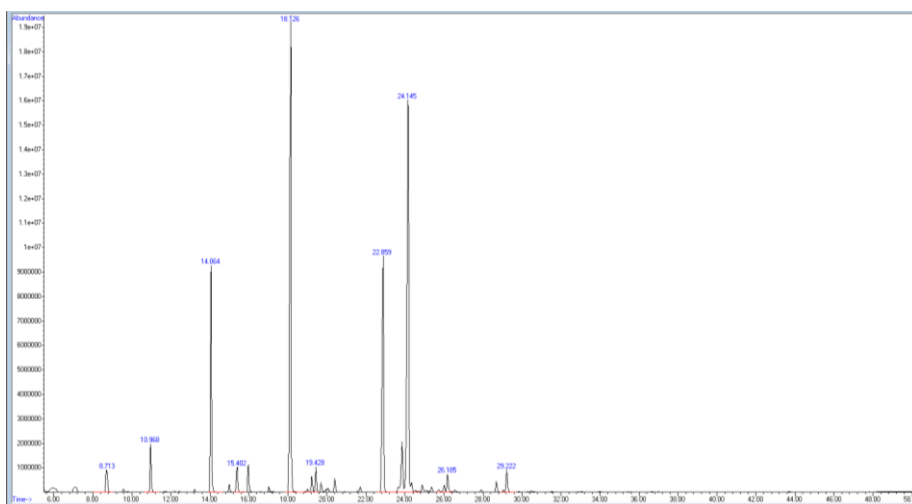


Figura 11. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 9

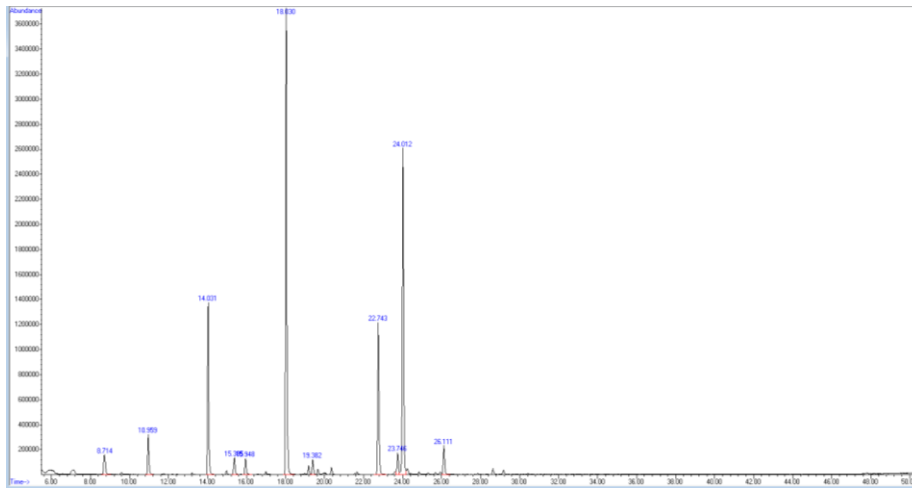


Figura 12. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 10

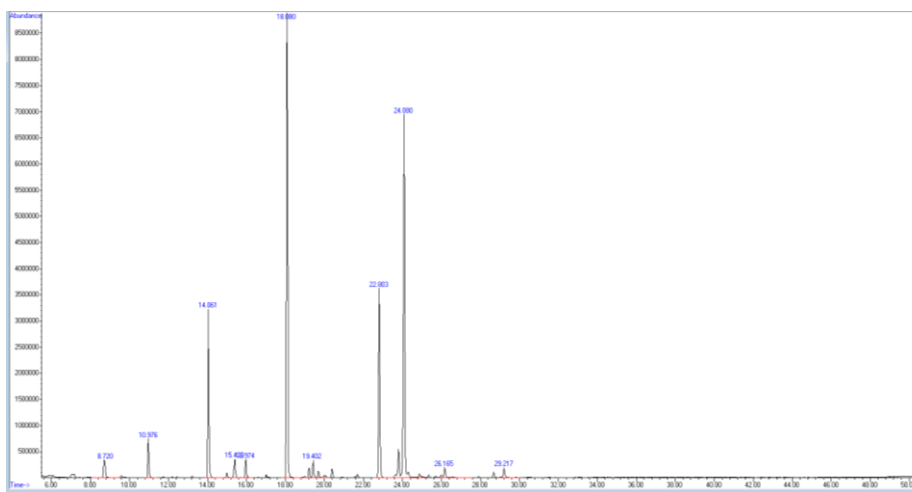


Figura 13. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 11

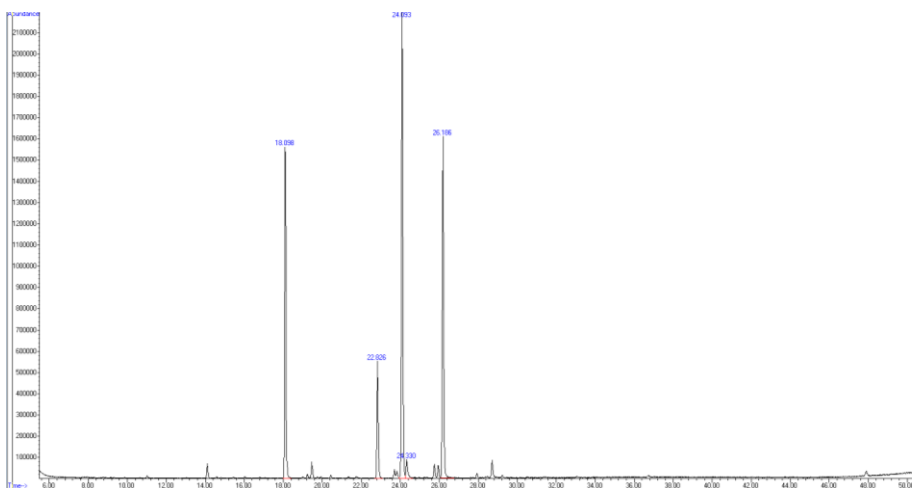


Figura 14. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 12

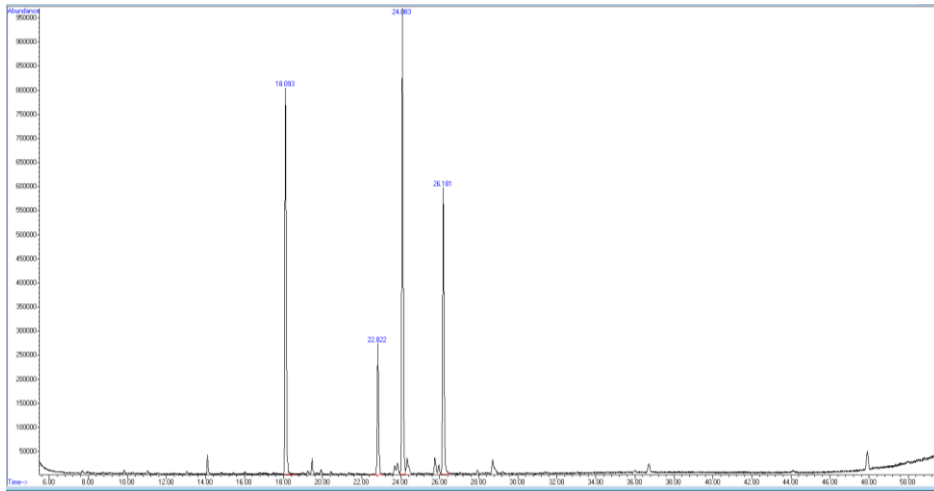


Figura 15. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 13

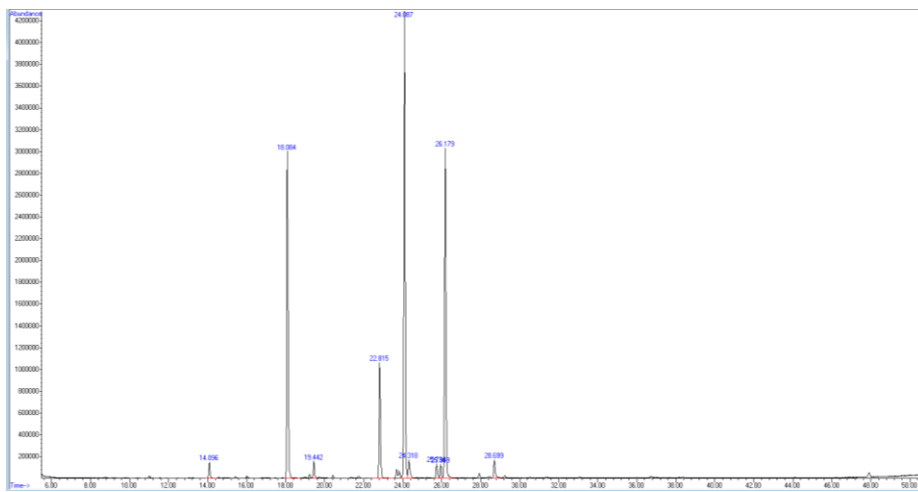


Figura 16. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 14

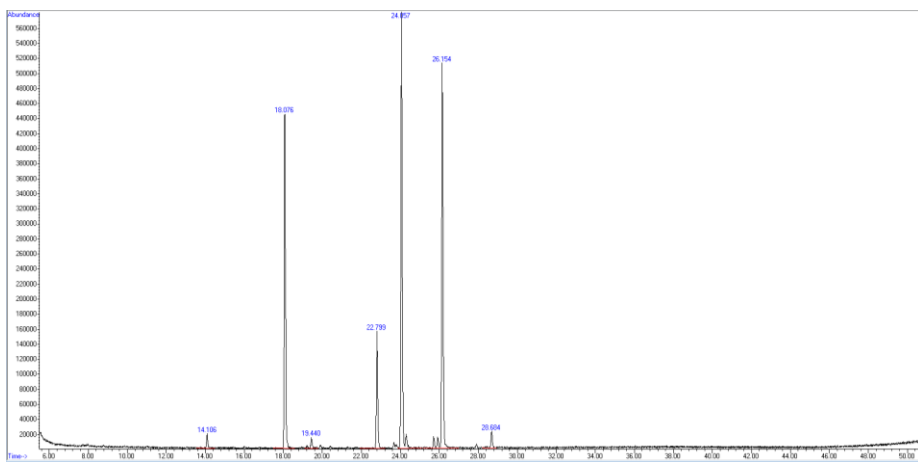


Figura 17. Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 15

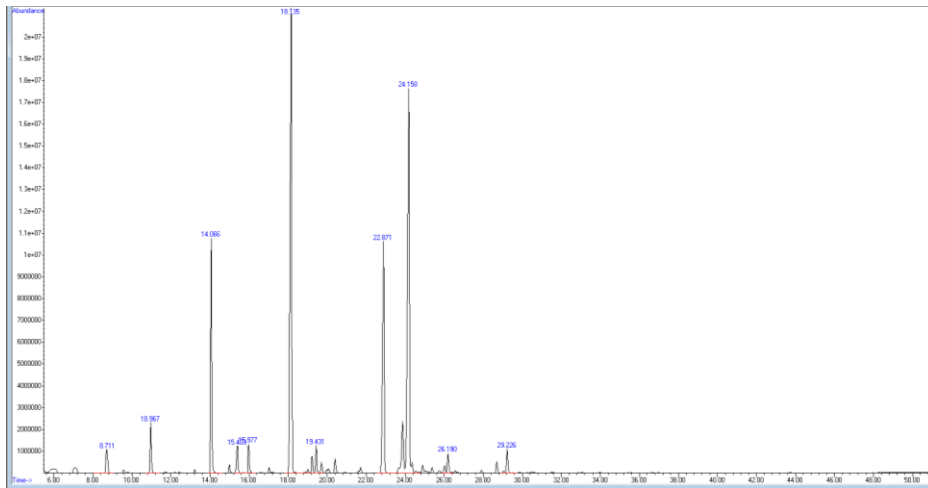


Figura 18. *Cromatograma del Perfil lipídico Empresa 16*

ANEXO K: Certificado de análisis Supelco 37 component FAME mix

<h1>Certificate of Analysis</h1> <p>F.A.M.E. MIX, C4-C24, 100MG NEAT</p>		<p><i>Certified Reference Material</i></p>				
<p>Product ID: 18919-1AMP Lot: 1RAB6070 Expiration Date: November 2019 Storage Conditions: Freeze Solvent/Matrix: NEAT MIX</p>						
Analyte	Units	Certified Value ^{1,2}	Raw Material Purity, %	Raw Material Lot	Raw Material CAS	
METHYL BUTYRATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.3	C5H10O2	BCB01276V	623-42-7
METHYL HEXANOATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.9	C7H14O2	WBZ2308V	106-70-7
METHYL OCTANOATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.9	C9H18O2	BCB1248V	111-11-5
METHYL DECANOATE (CAPRATE)	WT %	4.00 ± 0.021	99.9	C11H22O2	LC04180	110-42-9
METHYL UNDECANOATE	WT %	2.00 ± 0.011	98.7	C12H24O2	BCB0431V	1731-86-8
METHYL LAURATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.9	C13H26O2	LBK7099	111-82-0
METHYL TRIDECANOATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.6	C14H28O2	BCBP0002V	1731-88-0
MYRISTOLEIC ACID METHYL ESTER (Methyl myristoleate)	WT %	2.00 ± 0.011	99.3	C15H28O2	LC04934V	56219-06-8
METHYL MYRISTATE	WT %	4.00 ± 0.021	100.0	C15H30O2	LC17099	124-10-7
CIS-10-PENTADÉCENOIC ACID METHYL ESTER	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C16H30O2	LC01281	90176-52-6
METHYL PENTADECANOATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.9	C16H32O2	BCBP0003V	7132-64-1
METHYL PALMITOLEATE (METHYL CIS 9-HEXADÉCENOATE)	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C17H32O2	LC00029	1120-25-8
METHYL PALMITATE	WT %	6.00 ± 0.032	99.0	C17H34O2	LC17089	112-39-0
CIS-10-HEPTADÉCENOIC ACID METHYL ESTER (Methyl cis-10-heptad)	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C18H34O2	LC00086	75190-82-8
METHYL HEPTADÉCANOATE	WT %	1.20 ± 0.06	99.9	C18H36O2	LC00285	1731-92-6
GAMMA-LINOLENIC ACID METHYL ESTER (Methyl gamma-linolenate)	WT %	2.00 ± 0.011	100.0	C19H32O2	LC17723	16326-32-2
METHYL LINOLENATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C19H32O2	LC00119	301-00-8
LINOLELAIDIC ACID METHYL ESTER (Methyl linolealdate)	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C19H34O2	LC01989	2566-97-4
METHYL LINOLEATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.7	C19H34O2	BCB1168V	112-63-0
CIS-9-OLEIC ACID METHYL ESTER (Methyl oleate)	WT %	4.00 ± 0.021	99.3	C19H36O2	LC00396	112-62-9
TRANS-9-ELAIDIC ACID METHYL ESTER (Methyl elaidate)	WT %	2.00 ± 0.011	99.9	C19H36O2	LC18880	1937-62-8
METHYL STEARATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.1	C19H38O2	LC13059	112-61-8



SIGMA-ALDRICH
 2811 Soccer Springs Pl. Laramie, Wyoming 82079 USA
 307 742 5482
 sigmaaldrich.com www.sigmaaldrich.com

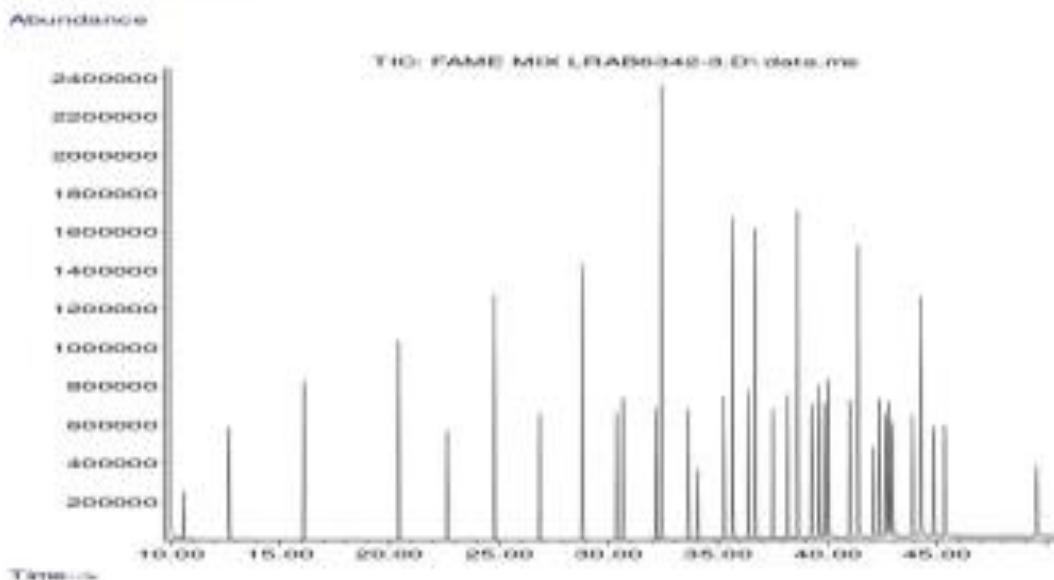
Lot: LRANM70							
Expiration Date: November 2019							
Storage Conditions: Freeze							
Solvent/Matrix: NEAT MIX							
METHYL CIS-5,8,11,14,17-EICOSAPENTAENOATE	WT %	1.76 ± 0.06	80.2	C21H32O2	SLBL01274	2734-47-6	
METHYL CIS-5,8,11,14-EICOSATETRAENOIC C (Methyl arachidonate)	WT %	2.00 ± 0.011	100.0	C21H34O2	LC15184	2566-89-4	
CIS-11,14,17-EICOSATRIENOIC ACID METHYL ESTER	WT %	1.50 ± 0.011	75.0	C21H36O2	LC20758	55682-88-7	
CIS-8,11,14-EICOSATRIENOIC ACID METHYL ESTER	WT %	1.56 ± 0.011	78.0	C21H36O2	UNIMAU208	21061-10-9	
CIS-11,14-EICOSADIENOIC ACID METHYL ESTER	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C21H38O2	LC20824	2463-02-7	
METHYL CIS-11 EICOSENOATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C21H40O2	MRC02101	2390-09-2	
METHYL ARACHIDATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.0	C21H42O2	BOBO04040	1120-28-1	
METHYL HENEICOSANOATE	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C22H44O2	LC20878	6064-90-0	
ALL CIS-4,7,10,13,16,19-DOCOSAHEXAENOATE	WT %	1.86 ± 0.04	93.0	C23H34O2	LC15847	2566-90-7	
CIS-13,16-DOCOSADIENOIC ACID METHYL ESTER	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C23H42O2	UNIMAU260	61012-47-3	
METHYL ERUCATE (CIS-13-DOCOSENOATE) (Methyl cis-13-docosenoate)	WT %	2.00 ± 0.011	99.4	C23H44O2	BCPFT044V	1120-34-9	
METHYL BEHENATE	WT %	4.00 ± 0.021	99.7	C23H46O2	LC20898	929-77-1	
METHYL TRICOSANOATE	WT %	1.83 ± 0.04	91.6	C24H48O2	LC20908	2433-97-8	
METHYL NERVONATE (Methyl cis-15-tetracosenoate)	WT %	2.00 ± 0.011	99.0	C25H48O2	UNIMAU218	2733-88-2	
METHYL LIGNOCERATE (Methyl tetracosanoate)	WT %	4.00 ± 0.021	99.0	C25H50O2	SLBO0230V	2442-49-1	

Certificate of Analysis

F.A.M.E. MIX, C4-C24, 100MG NEAT

*Certified
Reference
Material*

Product ID: 18114-LAMP
Lot: LRAB6870
Expiration Date: November 2019
Storage Conditions: Freeze
Solvent/Matrix: NEAT MIX



Additional Information:

Weight percent of analyte, calculated by using analyte weights. The total may not equal 100% due to rounding and purity of raw material. Weight concentrations may not remain stable after opening, even if resealed.
NIST-Traceable weights are used to verify balance calibration with the preparation of each lot.

GCMS Parameters

Column: SP2560 - 100m x 0.25mm x 0.2µm

Injection Volume: 1µl

Split Ratio: 50:1

Flow Rate: 1.2 ml/min

Oven Conditions: 100°C hold for 5 min, 240°C @ 4°C/min, Hold 15 min



SIGMA-ALDRICH
2501 Bascom Springs Rd. | Lincoln, WI 53070-2244
800-742-6463
sigmaaldrich.com | www.sigmaaldrich.com