

Incorporación de fitoesteroles en grasa láctea (Ghee) en dosis potencialmente efectivas para reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Alimentación-
Nutrición**

**Patricia Mercedes Cadena Espitia
Beatriz Elena Chacón Muñoz**

**Asesora
Claudia Estela Restrepo Flórez
Magister en Ciencias Farmacéuticas y Alimentos**

**Corporación Universitaria Lasallista
Facultad de Ingeniería
Especialización en Alimentación y Nutrición
Caldas, Antioquia
2015**

Tabla de Contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Justificación.....	111
Objetivos	15
Objetivo general.....	155
Objetivos específicos	155
Marco Teórico	166
Características generales del Ghee.....	166
Elaboración del Ghee	177
Propiedades fisicoquímicas del Ghee.....	211
Cualidades nutricionales del Ghee	222
Cualidades Terapéuticas del Ghee.....	233
La vida útil del Ghee.....	233
Grasa láctea, alimentación y salud humana.....	244
Los ácidos grasos saturados lácteos.....	255
La mantequilla	277
La margarina y las grasas Trans (AGT).....	299
Los Fitoesteroles.....	30
Metodología	344
Resultados	355
Estandarización de la preparación del Ghee	355
Los fitoesteroles Comerciales	377
Stelessterol TM 80%	377
El Advasterol 90.....	377
Propuesta de la formulaciones.....	388
Métodos de incorporación de los fitoesteroles a la matriz grasa.....	399
Método de dispersión estable con incorporación de ácidos grasos libres y fosfolípidos	400

Método de Emulsión Tipo Mayonesa.....	41
Conclusiones.....	433
Bibliografía	494

Tabla de Ilustraciones

TABLA 1. COMPOSICIÓN DEL GHEE.....	177
TABLA 2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DEL GHEE POR CUATRO MÉTODOS DIFERENTES	20
TABLA 3. PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS SATURADOS EN LA LECHE DE VACA.....	255
TABLA 4. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE LA MANTEQUILLA.....	288
TABLA 5. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA MANTEQUILLA	288
TABLA 6. PERFIL LIPÍDICO DE UN GHEE COMERCIAL Y UN GHEE LOCAL	366
TABLA 7. FORMULACIÓN UNO PARA UN GHEE CON FITOESTEROLES.....	388
TABLA 8. FORMULACIÓN DOS PARA UN GHEE CON FITOESTEROLES	388
TABLA 9. CONTENIDO NUTRICIONAL PARA PORCIÓN DE 10 GRAMOS DE GHEE CON FITOESTEROLES	399

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio previo de revisión bibliográfica y normativa nacional e internacional vigente, para el desarrollo de un nuevo alimento funcional, que involucra la incorporación de fitoesteroles, dentro de una grasa láctea (Ghee). Los fitoesteroles, son esteroides vegetales, que están estructuralmente relacionados con el colesterol, los cuales han demostrado ser eficaces en la disminución del colesterol sérico, al ser incorporados en algunos alimentos, en dosis potencialmente efectivas, lo que ha permitido la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular, hasta en un 25%. (Rodrigues & Gioielli, 2008, 1960). En el desarrollo del trabajo se describen, las características del alimento, en cuanto a sus ingredientes principales, el Ghee, matriz grasa láctea, el análisis de las características fisicoquímicas de dos fitoesteroles, la caracterización del perfil lipídico de un Ghee local y uno comercial, la propuesta de la formulación del alimento, las metodologías de incorporación de los fitoesteroles dentro de cada matriz alimentaria y adicional a esto, se hace una revisión bibliográfica sobre las discrepancias en relación a los ácidos grasos lácteos y su efecto sobre la salud cardiovascular humana. Del trabajo se concluyó, que puede ser factible llevar lo aquí planeado, a la etapa experimental, con el fin de evaluar las condiciones técnicas, normativas, económicas, y sensoriales, de las formulaciones propuestas, para un producto alimentario, con características funcionales.

Palabras claves: Ghee, mantequilla clarificada, fitoesteroles, alimentos funcionales enfermedad cardiovascular.

Abstract

This paper aims to conduct a preliminary study and literature review national and international regulations for the development of a new functional food, which involves the incorporation of phytosterols in a milk fat (ghee). Phytosterols are plant sterols, which are structurally related to cholesterol, which have proven effective in lowering serum cholesterol, to be incorporated in some foods, potentially effective doses, allowing the reduction of disease risk cardiovascular, up to 25%. (Rodrigues & Gioielli, 2008, 1960). In developing the paper describes the characteristics of the food, as its main ingredients, Ghee, milk fat matrix, analysis of physicochemical features two phytosterols, characterization of the lipid profile of a local Ghee and one commercial, the proposed feed formulation, methods of incorporation of phytosterols in food chain and additional to this matrix, became a literature review on discrepancies in relation to dairy fatty acids and their effect on human cardiovascular health. The work was completed, it may be feasible to bring the planned here at the experimental stage, in order to assess the economic technical, regulatory, and sensory, the proposed formulations, for a food product with functional characteristics.

Keywords

Ghee, clarified butter, phytosterols, functional foods, cardiovascular disease

Introducción

El Ghee (del sánscrito *Ghrita*), también denominado, mantequilla clarificada, es un alimento, utilizado tradicionalmente por los pueblos de Asia, Oriente Medio y África, como ingrediente en elaboraciones culinarias, y por la medicina ayurvédica en preparados tópicos, como pomadas y ungüentos (Andrewes, 2012, 921). El Ghee, se prepara a partir de la grasa de la leche de vaca o búfala, la cual se clarifica al calor, reduciendo su humedad, retirando el extracto magro seco por decantación y obteniéndose así, una grasa de agradable sabor, semisólida, suave y de consistencia uniforme (Sserunjogi, Abrahamsen, & Narvhus, 1998, 678).

Actualmente sabemos, que en general, los alimentos además de aportar nutrientes, contienen una importante cantidad de sustancias, que hacen parte de su metabolismo secundario, como pigmentos, reguladores de crecimiento y protectores naturales, denominados sustancias bioactivas o fitoquímicas, por el comprobado impacto que tienen sobre el curso de algunas enfermedades, relacionadas con deficiencias, o excesos en el consumo de algunos nutrientes de la dieta moderna, propiciando en parte, la tendencia actual, hacia el cuidado de la salud a través de la alimentación y llevando a una disminución del uso de fármacos de origen químico. Dicho interés, por estos principios bioactivos presentes en algunos alimentos, ha promocionado las investigaciones, hacia el desarrollo de alimentos enriquecidos, fortificados, desencadenando la puesta en el mercado, de los llamados alimentos funcionales, que son alimentos naturales transformados o ingredientes alimentarios a

los cuales se les ha incorporado, aumentado, sustituido o eliminado algún(os) componentes(es) bioactivos (os), que les permiten tener una actividad fisiológica, de doble propósito, encaminada al mejoramiento nutricional y de salud al consumidor (Marin, Cortés, & Montoya, 2010, 461; Palencia M., 1999, 1; Bernácer, Roig, Lozano, & Russolillo, 2013, 35).

Entre estas sustancias se encuentran los fitoesteroles, componentes intrínsecos de los granos de cereales, frutas y verduras en general. La importancia de los fitoesteroles, radica en los efectos protectores que sobre el sistema cardiovascular producen, cuando son ingeridos de 1 a 3 g día, según lo han confirmado estudios prospectivos y de intervención, donde la reducción del colesterol total y del colesterol LDL, permite mostrar una relación inversa entre el consumo de alimentos enriquecidos con fitoesteroles y el riesgo de enfermedad cardiovascular. (Lagarda, García-Llatas, & Farré, 2006, 1486; Marangoni & Poli, 2010, 195, 198; Bernácer, Roig, Lozano, & Russolillo, 2013, 35). Los organismos reguladores, como la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria *EFSA*, (por sus siglas en inglés) y la agencia de alimentos y medicamentos, la *FDA* (por sus siglas en inglés, Food and Drug Administration) en Estados Unidos, han autorizado la utilización de etiquetados y declaraciones de salud (Health claims) para algunos alimentos, sobre la asociación entre fitoesteroles vegetales y la reducción del riesgo cardiovascular, como el caso particular, de la margarina enriquecida con fitoesteroles Flora pro-activ®, como primer alimento funcional declarado seguro, en el marco de la legislación europea (García & Camara, 2010, 38). En dicha margarina, se comprobó que una dosis de 2 gramos de esteroides vegetales por día, produce un efecto hipocolesterolémico, con una ingesta

recomendada de dicha margarina de 10 g por porción, dos o tres veces al día, lo que representa 0,75 g de esteroides vegetales por porción para un total de 2,25g /día y que permitió la declaración de propiedad de salud. (García & Camara, 2010, 39). A partir de la comercialización exitosa de la margarina Flora pro-activ®, se han enriquecido con fitoesteroides, otros alimentos como, aderezos, salsas, yogur, quesos y algunos cereales (Gylling et al., 2004, 348; Beserra, Araújo, & Sena da Costa, 2014, 59).

Hoy en día las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en los países occidentales (Méndez G., 2013, 13). Según la (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2000) los pueblos de Latinoamérica, también vienen experimentado cambios en su comportamiento alimentario y nutricional, que ha llevado a que no solo se presenten los ya tradicionales problemas de desnutrición, sino que se ha evidenciado un incremento en los índices de sobrepeso, obesidad, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y cáncer, propios de los países desarrollados, situación que se agrava a medida que aumenta la edad, y que se viene presentado con mayor incidencia en la población de medianos y bajos ingresos. (Batista et al., 2002, 404; Colombia.[ENSIN], 2010, 21-22; Fajardo, 2012, 5).

En consideración a lo anterior, es necesario generar acciones que permitan reducir la aparición de las enfermedades cardiovasculares, debido a la prevalencia de dicha problemática y, resulta fundamental para esto, no solo un trabajo interdisciplinar que involucre a los profesionales de la salud, y la industria, con una política pública fuerte, que genere estrategias educativas, el mejoramiento en la adquisición y consumo de alimentos saludables. Es por esto, que el presente trabajo, se realizó como un estudio previo, de revisión bibliográfica y de la normativa nacional e internacional

vigente, para el desarrollo de un nuevo alimento funcional enriquecido con fitoesteroles a partir del Ghee (mantequilla clarificada) que en dosis potencialmente efectivas, pueda contribuir a la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular en la población colombiana.

Justificación

Los alimentos funcionales son vistos como un segmento prometedor en el campo de la investigación e innovación de la industria de alimentos (Annunziata & Vecchio, 2011, 233), por ser un elemento clave en la lucha por la reducción de algunas enfermedades, como las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer y la diabetes tipo 2 entre otras. La importancia de dichos alimentos radica en que, al poseer componentes bioactivos, generan una actividad biológica beneficiosa no solo para la nutrición sino para la salud del consumidor. Entre estos se encuentran, los β -caroteno, los tocoferoles, los fitoesteroles y los fitoestrógenos (Van Kleef, Van Trijp, & Luning, 2005, 300). Los fitoesteroles vegetales, son esteroides de plantas con una estructura similar a la del colesterol y están ampliamente distribuidos en alimentos como verduras, semillas como la soya y ajonjolí y la gran mayoría de aceites vegetales. Los fitoesteroles vegetales compiten en el organismo en la absorción del colesterol, por lo que se han propuesto como protectores del riesgo cardiovascular (Sanchez-Muniz, 2004, 322; Fassbender et al, 2008, 283; Micallef & Garg, 2009; Méndez G., 2013, 15-18).

En Colombia, la principal causa de morbi-mortalidad en la población adulta son las enfermedades cardiovasculares (ECV), con el agravante de que se han propagado los factores de riesgo, a poblaciones cada vez más jóvenes. Lo que da mayor relevancia a la necesidad de tomar acciones, que promuevan estilos de vida más saludables (Gómez & Gómez, 2011, 58; Observatorio Nacional de Salud [ONS], 2013).

Desde la década de los 60, el vínculo entre grasa saturada, colesterol sérico y aterosclerosis, redefinió el significado que la mantequilla tenía como un alimento saludable, a una sustancia potencialmente dañina. La respuesta de la industria fue la introducción de un sustituto, la margarina, proveniente de aceites polinsaturados y promovida por las organizaciones nutricionales, los gobiernos y la industria; invitando a los consumidores a ver en ésta, una alternativa saludable para el cuidado de la salud cardiovascular, especialmente frente al consumo del colesterol proveniente de la mantequilla (Camejo et al, 2002, 95-95; Steel, 2005, 476). Pero esta visión se ha ido cambiando, debido a que el procesamiento tecnológico de los aceites vegetales a margarinas, a través de la hidrogenación, conllevan a la formación de isómeros geométricos y posicionales de los ácidos grasos insaturados, principalmente los ácidos grasos *trans*, (AGT), los cuales, se ha comprobado, tienen efectos adversos en la salud cardiovascular, compiten con los ácidos grasos esenciales y poseen un mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular, que las mismas grasas saturadas (GS) presentes en las grasas lácteas (mantequilla, o el Ghee), que además son asociadas con un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Lichtenstein et al, 2003,97-98; European Food Safety Authority [EFSA], 2004, 2; Martin, Matshushita, & De Souza, 2004, 362; Griguol & León-Camacho, 2005, 368; Cardíacas Valenzuela B, 2008, 163-164; Fernández-Michel et al., 2008, 71; Castro-Martinez et al., 2010, 281). Esto ha llevado a los consumidores, a ver nuevamente a la mantequilla, como un producto natural, amable con su salud y a la margarina como un alimento procesado, con serios cuestionamientos, lo que se ha reflejado en la disminución de las ventas de las margarinas, donde empresas tan reconocidas como Unilever, nuevamente han incluido

a la mantequilla, dentro de sus productos después de 20 años, de propaganda descalificadora. (J.P, 2014,4). Es también notorio, el incremento en el consumo de la mantequilla en los Estados Unidos, alcanzado su nivel más alto, en los últimos años, con un aumento de un 24%, llegando en el 2013 a 5,6 libras al año por habitante, frente a su punto más bajo de 4,1 libras por habitante en 1997, cifras que se esperan aumenten para los próximos años (Taschler, 2013).

En Colombia, los productos lácteos de mayor demanda son la leche ultra pasteurizada (UHT), las leches fermentadas y los quesos; logrando cubrir casi en su totalidad la demanda interna. El país no se ha destacado en el sector de lácteos, solo posee el 1,24% del total de producción a nivel latinoamericano, aunque la participación del sector lácteo, en el mercado interno ha ido creciendo. Se evidencia un vacío en cuanto al reporte en el consumo interno de la mantequilla, dentro de la población colombiana, se espera que para el 2015 los acuerdos de Competitividad pactados con los gremios, el apoyo de políticas económicas equitativas, acompañamiento técnico efectivo y propuestas desde las instituciones académicas, en la formulación e implementación de nuevos y mejores productos, contribuyan a estimular la producción, y darle un valor agregado a la cadena de productos lácteos que repercuta positivamente, en el aumento del consumo per cápita de productos lácteos en Colombia (IAAlimentos, 2009, 8; Quintero, 2011,25; Jaramillo & Areiza, 2012, 22).

El Ghee es un derivado lácteo, elaborado a partir de la mantequilla o la crema de leche, comparte con estas no solo sus mismas cualidades de sabor y nutricionales, sino también algunos componentes beneficios para la salud, como lo han demostrado algunos estudios que se han realizado tanto en humanos como en animales, que

evidencian el efecto hipocolesterolémico positivo de la ingesta de Ghee, debido a la disminución de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), el colesterol total, los triglicéridos y un aumento significativo en la excreción biliar del colesterol (Kamur, Sambaiah, & Lokesh, 1999, 96; Kumar, Sambaiah, & Lokesh, 2000, 67; Shankar et al., 2002, 335), además del efecto protector de la ingesta del Ghee frente al consumo de aceite de soya sobre el cáncer de mama (Rami & Kansal, 2012, 464). A nivel tecnológico, la incorporación de extractos de hierbas y enriquecimiento con ácido linoleico conjugado (CLA) en la matriz del Ghee, ha arrojado buenos resultados, aumentando la estabilidad oxidativa del Ghee y su actividad antioxidante, presentándose con buenos prospectos para vehiculizar dichos componentes y dar paso a la formulación de productos funcionales (Chinndurai et al., 2013, 1; Patel et al., 2013, 211). Aunque el Ghee, es un producto poco conocido en el medio colombiano, puede llegar a ser un alimento apreciado por su excelente sabor, calidad nutricional y cualidades tecnológicas, para la formulación de un alimento enriquecido con fitoesteroles, que contribuya a la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares para la población joven y adulta colombiana, una opción frente a la necesidad que tiene el medio, de innovación en productos de origen lácteo (Alhazzaa et al, 2013, 829-830).

Objetivos

Objetivo general

Proponer la incorporación de fitoesteroles en grasa láctea (Ghee) en dosis potencialmente efectivas para reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular

Objetivos específicos

- Investigar la composición de un Ghee local y de los fitoesteroles comerciales viables para la incorporación.
- Definir las proporciones de la mezcla de acuerdo al tamaño de porción y cantidad recomendada de fitoesteroles para lograr la funcionalidad del alimento.
- Analizar las condiciones para la incorporación de fitoesteroles en la grasa láctea (Ghee)

Marco Teórico

Características generales del Ghee

Se denomina Ghee a un derivado lácteo tradicional del sur de Asia. La elaboración de Ghee es muy antigua, data del año 1500 A.C. Ghee se define como una grasa clarificada pura obtenida exclusivamente de leche, nata o mantequilla, por medio de un proceso que implica la aplicación de calor a presión atmosférica, lo que resulta en la eliminación total de la humedad, retirando además los sólidos no grasos ya sea por filtración o decantación del aceite, y que le confiere al producto un sabor, estructura física y textura que le son característicos (Andrewes, 2012, 921). El Ghee (del sánscrito *Ghrita*), es ampliamente utilizado en la India y es quizás el ejemplo más común de una grasa de leche aislada al que se le retira extracto seco magro, con un contenido mínimo del 99,8% de materia grasa (MG) (Mahaut, Jeantet, Shuck, & Brulé, 2004, 91). Ghee en Oriente Medio, se hace comúnmente de leche de cabra, oveja o de camella y se conoce como *Maslee*. En Egipto se conoce por el término árabe *Samna*, en Irán, se denomina *Rogan*, *Samuli* en Uganda y *Neter Qibe* en Etiopía. (Hailu, 2012, 13-16). La definición del Ghee de acuerdo a la Norma para Productos lácteos (Codex Alimentarius [Stan 280-1973], 2011, 38) y la Federación Internacional de Lácteos, (*IDF*, por sus siglas en inglés) es: “un producto obtenido exclusivamente a partir de leche, crema o mantequilla de diversas especies de animales por medio de procesos que resultan en la eliminación casi total de humedad y sólidos no grasos que da al producto una estructura física particular”. En la tabla 1 se determina su composición:

Tabla 1. Composición del Ghee

Fuente: (Codex Alimentarius [Stan 280-1973], 2011, 40)

Composición min de grasa de leche %(m/m)	99,6
Composición máxima de agua %(m/m)	-
Contenido máximo ácidos grasos libres (%m/m expresado como ácido oleico)	0,4
Índice Máximo de peróxido (meq. de O/Kg de grasa)	0,6
Sabor y olor	Conforme a los requisitos del mercado, después de haber calentado la muestra a 40-45°C
Textura	De Gránulos suaves y finos a líquido, según la temperatura

Existen otras denominaciones del Ghee como: grasa anhidra, mantequilla clarificada, grasa de mantequilla, aceite de mantequilla, grasa de leche anhidra, los cuales no cuentan con parámetros de calidad claramente establecidos (Sserunjogi, Abrahamsen, & Narvhus, 1998, 678).

Elaboración del Ghee

En la elaboración del Ghee, se utiliza como materia prima la leche, crema o la mantequilla, según el proceso. En general son conocidos cuatro métodos de elaboración del Ghee, como se observan en la tabla 2 que describe el diagrama de flujo, para cada método:

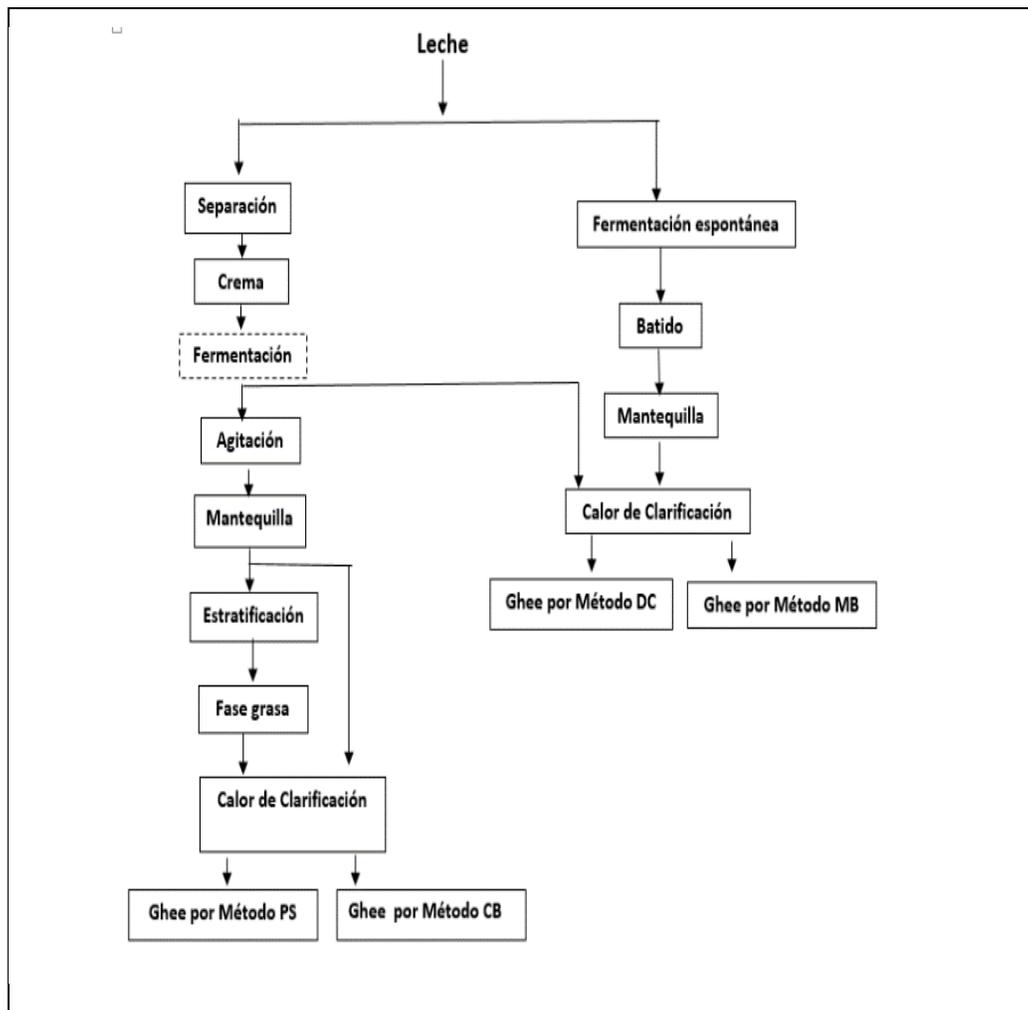
- Método tradicional Hindú (MB)
- Método de la crema directa (DC)
- Método mantequilla de crema (CB)
- Método de pre-estratificación (PS).

En la India, la mayor producción de Ghee se realiza por el método artesanal Hindú (MB), donde su consumo llegó a 2,4 Kg/p/año, para el 2003 (Abreu & Rangel, 2008, 107); este método implica la acidificación de la leche cruda en vasijas de barro exclusivas para este proceso y que contiene un inóculo de bacterias dentro de los poros de la pared. Después de la adición de leches, en forma sucesiva, la leche se fermenta, luego se bate a mantequilla y esta se hierve en un recipiente abierto para permitir la evaporación del agua. El Ghee se transfiere mientras está caliente y se almacena en recipientes de barro y que según Joshi, (2014), es el método que contiene mayor calidad de ácidos grasos docosahexanoico (DHA), perteneciente a la familia de los omega 3, importante ácido graso, de vital importancia para el desarrollo y función del sistema nervioso, durante la gestación y la lactancia (Joshi, 2014, 85). A nivel industrial, el método más común, para producir Ghee, lo describe Abichan Dani y Sarma (1989), y lo registra Sserunjogi, Abrahamsen, y Narvhus (1998), en el cual detalla el proceso continuo, donde la mantequilla o crema es climatizada en recipientes de acero inoxidable con una camisa de vapor de 5000-1000 kg de capacidad, pasando

luego por intercambiadores de calor tubular de superficie raspada, que permiten el aumento de transferencia de calor, en estos fluidos, donde hay altas pérdidas de presión. La velocidad de calentamiento, se controla a 103 °C, para evitar la carbonización de los sólidos no grasos (SNF) y permitir la evaporación del agua, cuando las condiciones de humedad llegan a condiciones estándar, se eleva la temperatura entre 105-118°C con agitación constante, para el desarrollo del sabor. Luego el producto obtenido, se decanta y se envasa. Un punto crítico de este proceso es la temperatura de evaporación, cuando ésta registra datos encima de los 110°C, provoca la volatilización de algunas cadenas de ácidos grasos libres de cadena corta, que cambian la composición del Ghee, produciendo formación de sabores amargos y/o colores marrón, además este sobrecalentamiento en la etapa de evaporación del agua podría conducir a la formación de gránulos, cuando el Ghee se enfría, deteriorando la presentación física y por ende la calidad del producto. (Sserunjogi, Abrahamsen, & Narvhus, 1998, 678; Dodeja, Sarma, & Abichandani, 1989).

Tabla 2. Diagrama de Flujo para la elaboración del Ghee por cuatro métodos diferentes

Fuente: (Hailu, 2012, 29)



Según lo expresado por Hailu (2012), quien realizó una investigación sobre el rendimiento y la estabilidad durante el almacenamiento del Ghee, elaborado por los cuatro métodos, a saber, el de crema de mantequilla nativo (CB), método de crema directa (DC), y una modificación del primer método, al artesanal (MB) al que denominó

(EBMA) por su origen etíope , utilizando para esto, “el test de vida útil acelerado”, donde las muestras fueron almacenadas a temperaturas entre 45-70°C, en un lugar oscuro por 26 días, evaluando al final, los índices de peróxidos, ácidos grasos libres y cualidades sensoriales, concluyendo que el (DC) a pesar de su bajo rendimiento (73%) frente al 91% del CB y 80% EMBA, presenta mejor estabilidad en almacenamiento, con una vida útil mayor a los 7,5 meses, el cual recomienda para una línea de producción. (Hailu, 2012, 13-16)

Propiedades fisicoquímicas del Ghee

El Ghee es un complejo lipídico de glicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, ésteres de esteroides, vitaminas liposolubles, carbonilos, carotenoides y trazas de calcio, fósforo, hierro, con un contenido de humedad inferior al 0,3%. Su punto de fusión está en un promedio de 35,8 °C, el peso específico medio es de 0,8988, la viscosidad reportada es de 30,893 cent poise (cP.), el punto de humo oscila entre 200-250 °C, a diferencia de la mantequilla que se encuentra entre 110-120 °C, esto debido a que Ghee tiene enlaces saturados más estables y así es mucho menos probable que se formen radicales libres durante la fritura. (Hailu, 2012, 13-16). El sabor del Ghee, es muy apreciado como parámetro de calidad. Tanto el sabor como el color del Ghee, están muy influenciados por la fermentación de la crema o la mantequilla, y el por el control de la temperatura de clarificación; se reporta que el sabor del Ghee, es superior cuando el contenido medio de ácidos grasos libres está por encima del 0,3%. (Sserunjogi, Abrahamsen, & Narvhus, 1998, 678). Los cambios en sus propiedades fisicoquímicas dependen principalmente de las temperaturas de almacenamiento, entre

20°C a 30°C, evitando la cristalización, y proporcionando una solidificación con una estructura flexible

Cualidades nutricionales del Ghee

El Ghee es una buena fuente de nutrientes, en especial de lípidos, vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales. El 98% de la grasa total, presente en el Ghee está formada por glicéridos y el 2 % restante lo constituyen los ésteres de colesterol. El perfil lipídico del Ghee es muy complejo y todavía no se ha dilucidado por completo (Ganguli & Jaim, 1972,1). En la Tabla 2, se muestran los ácidos grasos libres (AGL) presentes en el Ghee, los cuales están en una gama de 4 a 22 carbonos, y (los AGL de cadena corta C:2 al C:4, no se han identificado en el Ghee), esto posiblemente debido a la volatilización durante el proceso de clarificación. (Sserunjogi, Abrahamsen, & Narvhus, 1998, 678), También contiene 72 mg de carotenoides por cada 100 g de Ghee, que le confiere el color amarillo distintivo. Debido a la separación de sólidos, que se realiza durante el proceso de elaboración, el Ghee se encuentra libre por completo, de caseína y la lactosa. Los ácidos grasos de cadena corta del Ghee también son metabolizados muy fácilmente por el cuerpo. Los estudios de laboratorio, en animales han demostrado que el Ghee puede reducir el colesterol total sérico, manteniendo los niveles bajos de LDL y triglicéridos, cuando esta grasa estuvo presente a niveles mayores de 2,5% en la dieta, ya que aumenta la activación de la secreción de lípidos biliares. (Kumar, Sambaiah, & Lokesh, 2000, 100; Niranjan T.G., 2000). El Ghee en la India es una fuente importante de Energía en la dieta, siendo utilizada para la preparación de diversos alimentos.

Cualidades Terapéuticas del Ghee

En el sistema de la medicina ayurvédica Hindú, Ghee es utilizado para fines terapéuticos, en elaboraciones para el tratamiento de la alergia, la piel y las enfermedades respiratorias y se considera que induce muchos efectos benéficos sobre la salud humana, como el mejoramiento del sistema metabólico y autoinmune (Kamur, Sambaiah, & Lokesh, 1999, 97). Ghee ha demostrado ser bueno para potenciar la memoria y la cicatrización de heridas en combinación con algunos antibióticos (Prasad Vure, 2006, 39).

La vida útil del Ghee

El Ghee puede ser susceptible al deterioro oxidativo, la rancidez y sabor amargo, lo cual está relacionado con un inadecuado control en la temperatura de clarificación y una temperatura de almacenamiento mayor a 30 °C. A pesar de que la mayoría de las bacterias son destruidas ciertas especies de Bacilos como *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium* se han encontrado en el Ghee, en forma de esporas, otras bacterias son limitadas debido a su bajo contenido de humedad q el crecimiento de la mayoría de los microorganismos, por lo tanto se sugiere que la rancidez del Ghee se desarrolla, como resultado de las lipasas microbianas y un rango de humedad mayor al 2%. Es por esto que se debe controlar factores como la maduración de la crema, la temperatura y humedad en la clarificación y la permeabilidad en el envase, para garantizar el mantenimiento de la calidad. (Andrewes, 2012, 921). El Ghee es susceptible al deterioro por la exposición a la luz, aire y metales; su vida útil prolongada se debe a inactivación enzimática, baja humedad y la presencia de antioxidantes, la cual se

estima entre 6 a 8 meses a temperatura ambiente, aunque se han reportado almacenamientos hasta de dos años (Prasad Vure, 2006, 39; Hailu, 2012, 13-16).

Grasa láctea, alimentación y salud humana.

La alimentación sin dudas, ha sido uno de los factores más importantes en el estado de salud, de las poblaciones humanas. La domesticación de algunos animales, cuando el hombre empezó su vida nómada, proporcionó alimentos como la leche de vaca, búfala y otras especies mamíferas, encontrando en ella un alimento benéfico para la salud, por su contenido en proteínas de alta biodisponibilidad, rica fuente de grasas, vitaminas y minerales (Correa-Matos & Vaghefi, 2013, 320). Actualmente, la industria láctea, gracias a los avances tecnológicos y biotecnológicos, ha logrado el desarrollo de una amplia variedad de productos cada vez más sofisticados y funcionales que contribuyen, no solo al deleite gustativo, sino también a propósitos de salud para el consumidor. La grasa láctea, al igual que las proteínas y los carbohidratos, son macromoléculas que tienen funciones como el suministro energético, protección de órganos, desarrollo hormonal, fuente de ácidos grasos esenciales y vehículo de vitaminas liposolubles y antioxidantes que facilitan su absorción. Algunos productos que son fabricados a partir de la grasa láctea son los helados, la mantequilla, las cremas y el Ghee (Camara Nacional de Industriales de la leche [CANILEC], 2011, 26, 28).

Los ácidos grasos saturados lácteos

Los ácidos grasos saturados constituyen el 70% del total de la grasa en la leche, donde el palmítico (C: 16:0) es el más abundante con un 30%, seguido por el Ácido Mirístico (C: 14:0) y el esteárico un 11 y 12 % respectivamente, como se aprecia en el la tabla 3:

Tabla 3. Principales Ácidos Grasos Saturados en la Leche de Vaca

Fuente: (Alais, 2013, 58)

Categoría		Número de átomos de carbono	Proporción (%)
Volátiles Solubles	Butírico	C ₄	3 a 4
	Caproico	C ₆	2 a 5
Volátiles Insolubles	Caprílico	C ₈	1 a 1,5
	Cáprico	C ₁₀	2
	Láurico	C ₁₂	3
Fijos	Mirístico	C ₁₄	11
	Pentadecanoico	C ₁₅	1,5
	Palmítico	C ₁₆	25 a 30
	Esteárico	C ₁₈	12
	Araquídico	C ₂₀	0,2

Desde comienzos de los años 60, las recomendaciones dietarias en los países desarrollados, asociaban la leche y los productos lácteos con la incidencia de enfermedades, debido a sus altos contenidos de ácidos grasos saturados, creando una imagen negativa de los mismos, esto ha venido revaluándose, debido a varios factores como, el interés en los lípidos grasos lácteos, como fuente de ingredientes bioactivos, cuyo consumo normal aporta beneficios para el mantenimiento de la salud, (Steijns, 2008, 425; Argov; Lemay, & German, 2008, 619; Rodriguez A., 2009, 2-13). Dichas investigaciones conducen a pensar que determinados ácidos grasos y otros

componentes presentes en la grasa láctea, en específico los ácidos grasos de cadena corta, resultan ser positivos o neutros en la responsabilidad de incrementar el riesgo cardiovascular (Rodriguez A., 2009, 2-13; Da Silva & Rudkowska, 2104, 228; Hoenselaar, 2012), hace referencia a las discrepancias entre las investigaciones científicas reportadas y el asesoramiento dietético, de tres importes comités consultivos, en relación a las grasas saturadas en la dietas : un primer informe, que abala las guías alimentarias presentadas por *USDA*(por sus siglas en inglés, Department of Agriculture y el *USDHHS* (por sus siglas en inglés, Department of Health and Human Services), en 2010, un segundo informe del Instituto de Medicina (OMI) en el 2005, y el tercero realizado por (*EFSA*) European Food Safety Authority, donde las investigaciones analizadas por esto comités internacionales, son inexactas, entre otros, porque se detectó ambigüedad al hacer el análisis de los resultados de dichos experimentos. Otras imprecisiones, es que dichos informes presentaron inconsistencias al ser ensayos no aleatorios, sin rigor científico, con lo que se concluye que aún no hay investigaciones de peso, ni rigor científico, para afirmar en forma contundente la relación directa entre ingesta de grasa saturada y su relación con las enfermedades cardiovasculares, y sugieren que se haga una revisión sobre la directrices dietéticas oficiales por ellos enunciadas (Hoenselaar, 2012). La falta de evidencia contundente en estas correlaciones sobre las que descansa las recomendaciones dietarías, sugeridas por dichos comités, ponen en entredicho lo relacionado con la grasa saturada en los lácteos y la revalorización de su imagen, como beneficiaria para el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades crónicas en los seres humanos.

La mantequilla

La mantequilla se define según la normatividad del país, (Norma Técnica Colombiana [NTC 734], 2014), como un producto graso obtenido exclusivamente de la crema de leche higienizada sometida a un proceso de batido y amasado, con o sin la adición de cultivos lácticos específicos. Principalmente en forma de emulsión del tipo agua en aceite. La mantequilla debe contener un porcentaje de materia grasa como mínimo de 80%. La mantequilla se denomina según la clase a que corresponda en mantequilla, directa de la grasa de leche o mantequilla de suero. Entre sus requisitos de elaboración se utilizan crema láctea o suero, cultivos lácticos específicos y cloruro de sodio, se permiten aditivos indicados y aprobados por una autoridad sanitaria competente para este tipo de producto, el producto puede presentarse a temperatura ambiente en estado sólido o semisólido, su color debe ser uniforme variando de blanco amarillo a amarillo oro, la mantequilla debe cumplir los siguientes requisitos fisicoquímicos, según tabla 4:

Tabla 4. Requisitos Fisicoquímicos de la Mantequilla
Fuente (Norma Técnica Colombiana [NTC 734], 2014)

Composición	Límites	
	Mínimo	Máximo
Materia grasa de leche, % m/m	80,0	-
Contenido de agua, % m/m	-	16,0
Contenido de sólidos lácteos no grasos, % m/m	-	2,0
Cloruros (como NaCl), % m/m	-	3,0
Índice de Reichert-Meissel	22,0	32,0
Índice de peróxido, meq O ₂ /kg de producto	-	3,0
Prueba de fosfatasa	-	Negativa

Y debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 5:

Tabla 5. Requisitos Microbiológicos para la Mantequilla
Fuente (Norma Técnica Colombiana [NTC 734], 2014)

Requisitos	n	m	M	c
NMP Coliformes /g	3	75	150	1
NMP Coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	500	1 000	1
Examen especial:				
Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva, UFC/g	3	100	200	1
Detección de Salmonella/25g	3	0	-	0

Las diferencias fundamentales entre la mantequilla y el Ghee es el porcentaje de grasa debido a que la mantequilla suele estar en valores de 80%, según la norma Técnica Colombiana (NTC 734) y el Ghee por su misma definición debe de estar arriba de 99.8% de grasa. El punto de humo por parte del Ghee es superior (205 °C) que la mantequilla (121 °C) y porcentaje de grasa saturada es significativamente mayor en el Ghee (53.9-66.8%) en comparación con el de la mantequilla (51.3%). (Steijns, 2008, 425). El Ghee tiene 25% de grasas de cadena corta y mediana en comparación a la mantequilla que contiene solamente entre el 12-15% (NTC 734).

La margarina y las grasas Trans (AGT)

Los ácidos grasos *trans*, (AGT), son ácidos insaturados con uno o más dobles enlaces en la posición Trans, es decir, los átomos de hidrogeno en los dobles enlaces están en lados opuestos de la cadena. (Martin, Matshushita, & De Souza, 2004, 362). La mayoría son de tipo monoenoicos (con un solo enlace) o con un doble enlace, el más común es el ácido Elaídico 9-trans-C 18:1, isómero geométrico o trans del ácido oleico cis. Hasta hace poco se creía que los ácidos trans, no influían en los niveles de colesterol sérico y no planteaban ningún riesgo cardiovascular. Estudios realizados por Mensink y Katan, referenciados por Martin, Matshushita, & De Souza, (2004), en la década de los 90, demuestran los efectos perjudiciales de los ácidos grasos *trans*, (AGT) en los aceites y grasas vegetales hidrogenadas, donde el alto consumo de (AGT) aumentaba los niveles de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) de manera similar a los efectos que se producen cuando se consume AGS.

Las margarinas provenientes de aceites vegetales parcialmente hidrogenados han tenido un fuerte cuestionamiento, debido a los contenidos de ácidos grasos *trans*, (AGT), que se forman como resultado de los procesos de hidrogenación en su fabricación, asociándolos con el riesgo de desarrollar problemas cardiovasculares (Lichtenstein et al, 2003,97). Estudios han revelado que el efecto de los AGT sobre los perfiles de lipoproteínas séricas son tan desfavorables como el de los ácidos grasos saturados y más aún, ya que no solo, elevan los niveles de colesterol LDL, sino que también disminuyen los niveles de colesterol HDL, y está fuertemente relacionado con la aparición de la diabetes tipo 2. (Zock & Katan, 1997, 107; Lichtenstein et al, 2003,97-98). En Estados Unidos desde el 2006, la FDA, empezó a exigir a los productores de alimentos el etiquetado del contenido de las grasa trans, como una de las estrategias para disminuir su consumo y mejorar la calidad de la dieta de los estadounidenses (Ranhisvsky, Martinez, & Kuchler , 2012).

Los Fitoesteroles

Se ha encontrado más de 200 tipos de fitoesteroles en las plantas, de los cuales los más abundantes son el Sitosterol, el Campesterol y el Estigmasterol. Los fitoesteroles también llamados esteroides vegetales, difieren estructuralmente del colesterol, al poseer un grupo metilo o etilo en la cadena lateral de la molécula, estos compuestos están presentes en numerosos alimentos, tales como semillas, hojas y tallos de prácticamente todos los vegetales, por tal motivo están presente en la dieta, dependiendo de los hábitos alimentarios, en una proporción aproximada de 160 mg/día hasta los 500 mg/día. Pertenecen a la familia de los Fitoestrógenos. Son moléculas de

origen vegetal con una estructura química similar a los estrógenos. Se dividen en fitoesteroles y fitoestanoles. Se les atribuyen acciones favorables para órganos como las mamas y la próstata, para el tejido óseo, y cualidades que mejoran la sintomatología asociada a la menopausia. (Alderete, J.M. 2006). Pero más allá de estos beneficios, el efecto mejor caracterizado y científicamente demostrado es el efecto hipocolesterolemiante, no solo a nivel de Colesterol sérico total, sino también respecto del colesterol LDL. Se encuentran naturalmente en cereales, frutas, verduras y aceites vegetales (Valenzuela B, 2008, 163-164). Los fitoesteroles son componentes vegetales y por lo tanto constituyentes normales de la dieta humana, estructuralmente están relacionados con el colesterol porque comparten la misma estructura de anillo, pero difieren en la estructura de la cadena lateral. (Lagarda, García-Llatas, & Farré, 2006,1486) A nivel comercial los fitoesteroles se obtienen a partir de aceites vegetales, como el aceite de soya, girasol, maíz y los llamados "Tall oil" subproducto de la pulpa de madera (Cantrill, 2008,3). Los fitoesteroles más comunes son:

- Sitosterol: (3 β)-Stigmast-5-en-3-ol
- E-Sitostanol: (3 β ,5 α)-Stigmastan-3-ol
- Campesterol: (3 β)-Ergost-5-en-3-ol
- Campesterol: (3 β ,5 α)-Ergostan-3-ol
- Estigmasterol: (3 β)-Stigmasta-5,22-dien-3-ol
- Brassicasterol: (3 β)-Ergosta-5,22-dien-3-ol

Los estilos de vida moderna, han llevado a una gran mayoría de personas, a un desbalance lipídico, manifestado en elevados niveles de colesterol sérico, que es un factor de riesgo predominante para las enfermedades cardiovasculares y

aterosclerosis. Numerosas investigaciones han demostrado que esta situación puede ser modulada a través de la dieta, proponiendo diferentes agentes dietéticos efectivos para su control, entre estos están los fitoesteroles y fitoestanoles por los efectos benéficos en la protección cardiovascular y la hipocolesterolemia (Figuera, Malavé, & Mendez, 2012, 2).

En 1999, un panel de científicos independientes en los Estados Unidos reconoció a los ésteres de esterol vegetal como un ingrediente alimentario (GRAS en inglés Generally Recognized as safe), para incorporar en aceites vegetales hasta un nivel del 13,3% en peso, y la Food and Drug Administration (FDA) estableció las condiciones de uso en alimentos. En Europa, en el año 2000, el Comité Científico de la Alimentación aprobó el uso de fitoesteroles en margarinas en un porcentaje máximo de 8% de los esteroides libres, después de una revisión exhaustiva de la seguridad de los fitoesteroles, fitoestanoles y sus ésteres (Lagarda, García-Llatas, & Farré, 2006, 1487). La Comisión Europea reglamenta su uso mediante la normativa CE 608/2004, donde hace referencia al etiquetado en alimentos e ingredientes alimentarios con fitoesteroides. (Bernácer, Roig, Lozano, & Russolillo, 2013, 37).

Las dosis diarias consideradas óptimas para reducir los niveles de colesterol sérico son 2 a 3 g de fitoestanoles y/o fitoesteroides, lo que se traduce en 3,4 a 5,2 g. si están en forma esterificada, recomendándose repartir su consumo en tres tomas que proporcionarían de 1,7 a 5,2 g de éster lo que es igual a 1-3 g de fitoestanoles y/o fitoesteroides, produciendo una reducción en la tasa de absorción del colesterol de un 14%, mientras que dosis mayores no se asocian a un efecto superior. Por otra parte, dosis diarias de 2 a 3 g de esteroides vegetales bajan las concentraciones sanguíneas

del colesterol LDL alrededor del 10% a 15% (García & Camara, 2010, 37). La resolución Colombiana N. 333 del 2011, establece el reglamento técnico, sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano, establece en el capítulo VI sobre declaraciones de propiedades en salud, en el artículo 23.12 las recomendaciones para las dietas que incluyan ésteres de esteroides o de estanoles de origen vegetal, declarando que un alimento debe contener al menos el 0,65 g de esteroides de esteroides por porción , para el caso de esparcibles y aderezos, o al menos el 1,7 g de ésteres de estanoles por porción para el caso de esparcibles, aderezos y pasabocas (Ministerio de la Protección Social. [Resolución 333], 2011, 36-37).

Metodología

Se procedió a realizar la revisión bibliográfica y normativa sobre el perfil lipídico para el Ghee, la estimación de la composición de los preparados comerciales de fitoesteroles y se realizó la formulación del alimento, con el fin de obtener un producto que satisfaga las expectativas propuestas dando cumplimiento a la norma Colombiana e internacional. Se establecen las proporciones de mezcla para el producto y los métodos de incorporación del principio activo en la matriz.

Resultados

Estandarización de la preparación del Ghee

Inicialmente se propone la estandarización del Ghee por el método de DC, según lo descrito por Hailu (2012), proceso que presenta buenos rendimientos y mejor estabilidad durante el almacenamiento y recomendado, para una línea de procesamiento industrial. Las variables se establecerán según las mejores características físicas y sensoriales, que se presentan aceptables al consumidor y que cumplan, con la regulación de lo que se considera es un Ghee.

Tabla 6. Perfil Lipídico de un Ghee comercial y un Ghee local

Contenido Ácidos grasos	Ghee comercial (Hussein et al, 2001)	Ghee ocal (Intal. 2011)
	%	%
Contenido de ácidos grasos %	74,85	63
C:8	1,49	0,86
C:10:0	3,48	1,8
C:11		0,014
C:12:0	4,07	2,87
Mirístico	12,39	10
C:14:0		
C:14:1	0,93	0,8
C:15:0	1,23	1,25
Palmítico	30,81	27,8
C:16:0		
C:16:1	2,02	1,4
C:17:0	0,70	0,7
Esteárico	13,45	13,7
C:18:0		
Oleico	23,19	21,32
C:18:1		
Eláidico	5,86	3,43
C:18:1		
A. Linoleico	2,02	0,91
C:18:2		
A Linolénico	0,96	0,41
C:18:3		
Eicosanoico	0,1	0,17
C:20:0		
C:20:1	0,53	0,14
Saturada	67,72	63,04
Mono	26,67	27,68
insaturada		
Polinsaturada	5,60	1,5
PU/S	0,080	0,02
Omega3Total (mg/100g)		416,53
Omega 6(mg/100g)		1089,85
Omega 9(mg/100g)		25451,52
Colesterol (mg/100g)	295	293,2

Los fitoesteroles Comerciales

Para la propuesta del diseño de un alimento enriquecido con esteroides vegetales, se tuvieron en cuenta dos tipos comerciales de Fitoesteroides:

Stelessterol™ 80%

El cual Stelessterol es una mezcla natural de Fitoesteroides al 80%, cuya presentación es en polvo cristalino, extraído de aceite virgen crudo de frutos de palma (*Elaeis guineensis*). Dicha mezcla contiene compuestos de beta-sitosterol, Estigmasterol y Campesterol.

Origen: Perak, Malaysia; Proveedor: Carotech Berhad.

Propiedades físicas y químicas: Total de Fitoesteroides 800 mg/g (80%) Min.

Composición nutricional: β -Sitosterol 470 mg/g; Campesterol 200 mg/g; Estigmasterol 120 mg/g; y otros Fitoesteroides 20 mg/g; Para un total de fitoesteroides de 810 mg/g.

El Advasterol 90

El Advasterol 90%, es un complejo Natural de fitoesteroides en polvo blanco, extraído de aceites. Contiene una mezcla de fitoesteroides predominantemente compuestos de beta-Sitosterol, Estigmasterol y Campesterol con pequeñas cantidades de esteroides.

Origen y características: Comercializado por AOM (Advanced Organic Material), proveedor Argentino.

Propiedades físicas y químicas: Total fitoesteroles 900 mg/g (90%) Mínimo.

Composición nutricional: *β-Sitosterol* 34-50%; *Campesterol* 17-30%;
Stigmasterol 22-30%, *Brassicasterol* 0-3%,y otros esteroles 2-3%;

Propuesta de la formulaciones

A continuación se presenta el producto Ghee incorporando fitoesteroles, para dos productos comerciales disponibles en el medio y que contienen mezclas de fitoesteroles, según lo enunciando en anexo 1, el Advasterol® 90 y el Stelessterol™80% con una cantidad total de esteroles en la mezcla final de 90% y el 80% respectivamente, y con una gravedad específica de 0,3-0,5 g/ml y para el Ghee es de 0,8988 g/ml.

Tabla 7. Formulación 1 para un Ghee con Fitoesteroles

Ingrediente	Peso (%)
Ghee	92,2
Advasterol® 90	7,8

Tabla 8. Formulación 2 para un Ghee con Fitoesteroles

Ingrediente	Peso (%)
Ghee	92,6
Stelessterol™80%	8,4

Con estas formulaciones se pretende que el Ghee enriquecido contenga al menos 0,65 g por porción de esteres de esteroles vegetales consumidos dos veces al día con otros alimentos, alcanzando el consumo diario de 1,3 g de ésteres de esteroles vegetales. Donde una porción de 10 g del Ghee enriquecido proporcionara una cantidad aproximada de 0,65g de esteres de esteroles vegetales, según la Resolución 333 que establece los parámetros para las declaraciones de propiedades en salud, para productos alimentarios colombianos. A continuación en la tabla 9, se registra la cantidad aproximada de grasa total, colesterol y fitoesteroles por porción, según formulaciones y (Ministerio de la Protección Social. [Resolución 333], 2011, 36-37):

Tabla 9. Contenido nutricional para porción de 10 gramos de Ghee con fitoesteroles

Porción de 10 g	Colesterol (mg)	Grasa total (g)	Fitoesteroles (mg)
Ghee enriquecido con fitoesteroles	29,5	9,95	655
Valor diario recomendado	300	65	1,300

Una porción sugerida de 10 g sugerida, para el Ghee adicionado con fitoesteroles, aporta 29,5 mg de colesterol, 9,95 g de grasa total y 655 mg de mezcla de fitoesteroles vegetales. Estos valores indican que el aporte de colesterol, grasa total y fitoesteroles, se encuentran dentro de las cantidades de referencia para un producto con miras a ser objeto de declaración en propiedades de salud,

Métodos de incorporación de los fitoesteroles a la matriz grasa

Se presentan a continuación algunos métodos investigados, para la incorporación de los fitoesteroles en el Ghee:

Método de dispersión estable con incorporación de ácidos grasos libres y fosfolípidos

Debido a las propiedades fisicoquímicas de los fitoesteroles, su incorporación en los alimentos en el nivel tecnológico ha sido poco referenciada. Un método utilizado para la incorporación de fitoesteroles a diversas matrices grasas, ha sido el punto de fusión, con el inconveniente de que debido a que los fitoesteroles son sustancias con altos puntos de fusión entre 130-150 °C es posible que componentes lipídicos de la mezcla sean vulnerables a la oxidación. Además se ha demostrado en productos farmacológicos, que los aceites adicionados con fitoesteroles y administrados por vía oral, dejaban una sensación bucal arenosa o cerosa desagradable, y las temperaturas de almacenamiento inferiores a 25 °C desarrollaron en los aceites una apariencia turbia, debido a la precipitación de los cristales de fitoesteroles, disminuyendo atractivo visual y funcional al precipitarse, perdiendo homogeneidad el producto.

Como alternativa a la inestabilidad presentada el método de puntos de fusión, se propone el método “Dispersión estable con incorporación de ácidos grasos libres y fosfolípidos”, presentada en la patente No.WO2002100412 A2/2002, y que pretende corregir lo anteriormente mencionado. El método consta de los siguientes pasos:

- Incorporación de mínimo 3% w/w de fitoesteroles, el 0,3% w/w de ácidos grasos libres y 0,6%w/w de lecitina a la matriz grasa.
- Adición y mezcla por debajo del punto de fusión de los fitoesteroles, a temperaturas inferiores a 130°C.

- La incorporación de dichos ingredientes en la fase del procesamiento del aceite.
- La etapa de dispersión se puede realizar sin agitación, o por mezcla manual, homogenización, mezclado por cizallamiento u otro tipo de agitación.
- Dependiendo de la temperatura el tiempo de dispersión se puede tardar en forma general de 1 a 3 horas.
- Por último, cuando la dispersión sea transparente, el producto se deja enfriar a temperatura ambiente, se puede acelerar su enfriamiento con agitación o sometiéndolo a temperaturas por debajo de 20°C.

Para el caso del Ghee estos se pueden incorporar en el proceso de clarificación donde las temperaturas alcanzan 110°C, con lo que se podrá garantizar maximizar la concentración de fitoesteroles que se puedan dispersar y dar estabilidad a la solución (Nicolas, 2002).

Método de Emulsión Tipo Mayonesa

Se sabe que la esterificación de los fitoesteroles con ácidos grasos, aumenta la solubilidad de estos en el aceite, aproximadamente hasta de 10 veces. La propuesta de realizar una emulsión tipo mayonesa como método para la incorporación de fitoesteroles en una matriz grasa se basa en la capacidad que tienen los fitoesteroles esterificados de solubilizarse en aceites y grasas (Rodrigues et al, 2004,512) y lograr su estabilidad dentro de una fase acuosa. El método es el siguiente:

Ingredientes: Se debe cumplir con las normas para mayonesa, establecidas en la Norma 1756. La formulación propuesta es: 70% de la mezcla fitoesteroles/Ghee, 3-4% vinagre al 5%, 0,5-1% de harina de Mostaza, 20% de leche de soya, 0,5% de sal.

Proceder a realizar la emulsión por medio de un agitador mecánico:

En primer lugar, la fase dispersa de la emulsión, es decir, los fitoesteroles y el Ghee se calientan por separado a 120°C y 100°C respectivamente, mediante un agitador, las dos fases, la dispersa (Ghee/fitoesteroles) y la fase acuosa (leche de soya y demás ingredientes) hasta obtener una emulsión. Luego se pasa esta emulsión a un homogeneizador de alta presión, manteniéndose la mezcla a 90°C mediante un baño maría, hasta lograr una emulsión fina. Se sugiere, el análisis del tamaño de partículas de la emulsión, con el fin de determinar si los fitoesteroles permanecen en la fase dispersa o hay una posible cristalización, y en tal caso se procederá a utilizar un emulsificador tipo lecitina u otro monoglicérido en una proporción de 1-2%.

Envasado y etiquetado: Se preferirá el envase de vidrio, opaco para ayudar en la conservación de producto

Estimar las características fisicoquímicas, sensoriales y vida útil: se procede a realizar las pruebas fisicoquímicas, el análisis sensorial y la vida útil del producto.

Conclusiones

De acuerdo a la revisión bibliográfica y de la normatividad nacional e internacional vigente, se concluyó, que la metodología propuesta, puede ser llevada a una etapa experimental, con el fin de evaluar las condiciones técnicas, normativas, económicas, de las formulaciones, para un producto alimentario, con características funcionales, fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales, para una posible declaración de salud al riesgo de enfermedad cardiovascular en la población joven y adulta colombianas.

En el trabajo se resalta la importancia que tiene una fuente de grasa animal a la luz de los nuevos descubrimientos, que equilibran su valor como alimento de un perfil lipídico, no desfavorece con las enfermedades del corazón, es así como el Ghee enriquecido se evalúa como un alimentos beneficioso para la salud humana.

Las formulaciones aquí planteadas, se ajustan a la normativa colombiana para alimentos con declaraciones de salud, y que puede contribuir significativamente a la reducción de enfermedades cardiovasculares.

Los métodos de incorporación presentados pueden abrir una nueva perspectiva para la incorporación de fitoesteroles y una opción para el desarrollo de nuevos productos de origen lácteo.

Referencias

- Abreu, E. O., & Rangel, J. M. (2008, 107). India, 1961-2003: abastecimiento alimentario, consumo de alimentos y nutrición. *Agroalimentaria*, 95-124.
- Alais, C. (2013, 58). *Ciencia de la leche*. Sevilla, España: Reverté.
- Alhazzaa et al. (2013, 829-830). Dietary phytosterols modify the sterols and fatty acid profile in a tissue-specific pattern. *Journal of Functional Foods*, 829-837.
- Andreu Paulo Oliver. (2005,109). *El libro blanco de los esteroides vegetales*. Mallorca: Unilever Foods S.A.
- Andrewes, P. (2012, 921). Changes in Maillard reaction products in ghee during storage. *Food Chemistry*, 921–928.
- Annunziata, A., & Vecchio, R. (2011, 233). Functional foods development in the European market: A consumer perspective. *Journal of Functional Foods*, 223-228.
- Argov, N., Lemay, D., & German, B. (2008, 619). Milk fat globule structure and function:nanoscience comes to milk production. *Trends in food science and technology*, 617-623.
- Batista et al. (2002, 404). Factores de riesgo asociados con la prevalencia de hipertensión arterial en adultos de Bucaramanga, Colombia. *Revista Salud Publica de Mexico*, 399-406.
- Bernácer, R., Roig, D., Lozano, B., & Russolillo, G. (2013, 35). Efecto reductor del colesterol de una margarina comercial en adultos con hipercolesterolemia: revisión de la literatura científica. *Revista española de nutrición humana y dietética*, 34-44.
- Beserra, A., Araújo, M., & Sena da Costa, C. (2014, 59). Análise de fitoesteroides em margarina e manteiga de garrafa. *FACID: Ciencia and Vida*, 59-67.
- Camara Nacional de Industriales de la leche [CANILEC]. (2011, 26). *El Libro de la Leche*. canilec@prodigy.net.mx. Obtenido de Libros electronicos Canilec.org.mx en Mayo 2013:
http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf
- Camejo et al. (2002, 95-95). Las Margarinas. *Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, 95-98.
- Cantrill, R. (2008,3). Phytosterols, Phytostanols and other esters. *Chemical and Technical Assessment*, 1-13.

- Castro-Martinez et al. (2010, 281). Ácidos grasos trans de la dieta y sus implicaciones metabólicas. *Gaceta Médica de México*. 146(6)., 281-289.
- Changade, S., Tambat, R., & Kanoje, R. (2006, 102). Physical propeties of ghee preperad from high acidic milk-II. *Journal Dairyng, Food and H.S.*, 101-104.
- Chinndurai et al. (2013, 1). High conjugated linoleic acid enriched ghee (clarified butter) increases the antioxidant antiatherogenic potency in female Wistar ra. *Lipis in health and disease*, 2-9.
- Codex Alimentarius [Stan 280-1973]. (Octubre de 2011, 38). *Milk and Milk Products*. Obtenido de de La FAO and OMS el 8 de Febrero 2012: <http://www.fao.org/docrep/015/i2085e/i2085e00.pdf>
- Colombia.[ENSIN], E. n. (2010, 21-22). *Resumen Ejecutivo*. Colombia: Instituto Colombiano d eBienestar Social.
- Correa-Matos, N., & Vaghefi, S. (2013, 320). Dairy Foods and Cardiovascular Diseases. *Bioactive Food as Dietary Interventions for Cardiovascular Disease*, 319-323.
- Da Silva, M., & Rudkowska, I. (2104, 228). Dairy products on metabolic health: Current research and clinical implications. *Maturitas*, 221-228.
- Dodeja, A., Sarma, S., & Abichandani, H. (1989). thin film heat exchangers-application in dairy industry. *Chemical Engineering World*, 37-41.
- European Food Safety Authority [EFSA]. (2004, 2). *Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and the effect on human*. Obtenido de Boletin EFSA-Q-2003-022, 8 de Abril 2014: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/81.htm>
- Fajardo, E. (2012, 5). Obesidad Infantil: otro problema de Malnutrición. *Revista Facultad de Medicina*, 6-8.
- Fassbender et al. (2008, 283). Moderately elevated plant sterol levels are associated with reduced cardiovascular risk-The LASA study. *Atherosclerosis*, 283-288.
- Fernández-Michel et al. (2008, 71). Acidos grasos Trans: consumo e implicaciones en la salud en niños. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*. 6(1). , 71-80.
- Figuera, Y., Malavé, A. C., & Mendez, R. (2012, 2). Lípidos, alimentos y sus suplementos en la salud cardiovascular. II. Fuentes vegetales. *Revista Científica UDO Agrícola*, 1-16.
- Ganguli, M., & Jaim, M. (1972,1). Ghee: Its Chemistry, Processing and Technology. *National Dairy Research Institute, Karnal, India*, 1-2.
- García, J., & Camara, M. (2010, 37). Nuevos alimentos:margarinas enriquecidas con esteroles vegetales. *Nutrición Clínica y Dietetica Hospitalaria*, 35-43.

- Gómez, J. I., & Gómez, J. I. (2011, 58). Evaluación del programa de detección de alteraciones del adulto sano mayor de 45 años, Medellín 2009-2010. *Revista Salud Publica. (Medellin)*, Vol 5. Enero-Junio.
- Griguol, V., & León-Camacho, M. (2005, 368). Contenido En Acidos Grasos Trans de las Margarinas: Evolución en las Últimas Décadas y Tendencias Actuales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 367-374.
- Gylling et al. (2004, 348). Plant sterols and plant stanols in the management of dyslipidaemia and prevention of cardiovascular disease. *Atherosclerosis*, 234, pp: 346-380.
- Hailu, S. (2012, 13-16). *Evaluation of Ghee processing methods on shelf stability and yield*. Obtenido de Addis Ababa University el 10 Enero 2014: <http://hdl.handle.net/123456789/3579>
- Hoenselaar, R. (2012). Saturated fat and cardiovascular disease: The discrepancy between the scientific literature and dietary advice. *Nutrition*, 118-123.
- Hussein et al. (2001). Assessment of the fatty acid patterns in vegetable oils, fats and fat-rich foods commonly consumed in Egypt. *Grasas y aceites*, 163-174.
- IA Alimentos. (2009, 8). *Consumo y mercado masivo en colombia*. Obtenido de 5 de Mayo 2014: <http://www.revistaialimentos.com.co/ediciones/edicion9/especial-colombia-como-mercado/consumo-y-mercado-masivo-en-colombia.htm>
- J.P. (Agosto de 2014,4). Unilever se da por vencido y abandona su histórica batalla contra la mantequilla. *Diario Financiero*, pág. 4. Obtenido de <https://www.df.cl/noticias/internacional/unilever-se-da-por-vencido-y-abandona-su-historica-batalla-contra-la-mantequilla/2014-01-17/203700.html>
- Jaramillo, A., & Areiza, A. (2012, 22). *Análisis del Mercado de la Leche y Derivados Lácteos en Colombia (2008 – 2012)*. Obtenido de Superintendencia de Industria y comercio [SIC]: http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudio_Sectorial_Leche1.pdf
- Joshi, K. (2014, 85). Docosahexaenoic acid content is significantly higher in ghritha prepared by traditional Ayurvedic method. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 85-88.
- Kamur, M., Sambaiah, K., & Lokesh, B. (1999, 96). Effect of dietary ghee—the anhydrous milk fat, on blood and liver lipids in rats. *Journal Nutrition Biochemistry*, 96-104.
- Kumar, M., Sambaiah, K., & Lokesh, B. (2000). Hypocholesterolemic effect of anhydrous milk fat ghee is mediated by increasing the secretion of biliary lipids. *Journal Nutrition Biochemistry*, 69-75.

- Lagarda, M., García-Llatas, G., & Farré, R. (2006,1486). Analysis of phytosterols in foods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 1486-1496.
- liaison.O. (2007).
http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison_offices/wfp186725.pdf.
- Lichtenstein et al. (2003,97-98). Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein. *Atherosclerosis*, 97-107.
- Losche et al. (2005, 4491). Conjugated linoleic acid suppresses NF-kappa B activation and IL-12 production in dendritic cells through ERK-mediated IL-10 induction. *Journal of Immunology*, 4990–4998.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Shuck, P., & Brulé, G. (2004, 91). *Productos Lácteos Industriales*. Zaragoza: Acribia.
- Marangoni, F., & Poli, A. (2010, 195,198). Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 193-199.
- Marin, Z., Cortés, M., & Montoya, O. (2010, 461). Uchuva(Physalis peruviana L) Ecotipo Colombia, minimamente procesada incolorada con cepa nativa (Lac.Plantarum) LPB-10 mediante la técnica de impregnación al vacío. *Revista Chilena de Nutrición*, 461-472.
- Martin, C., Matshushita, M., & De Souza, N. (2004, 362). Ácidos graxos trans: implicações nutricionais. *Revista de Nutrição*, 361-368.
- Méndez G., J. (2013, 13). *Efecto de los esteroides y estanoles vegetales en el metabolismo enterohepático del colesterol y los triglicéridos*. Obtenido de 7 Abril 2014:
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/129904/jmg1de1.pdf?sequence=1>
- Micallef, M., & Garg, M. (2009). Anti-inflammatory and cardioprotective effects of n-3 polyunsaturated fatty. *Atherosclerosis*, 476-482.
- Ministerio de la Protección Social. [Resolución 333]. (2011, 36-37). *Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional*. Obtenido de Instituto nacional de vigilancia y medicamentos INVIMA, el 3 de Mayo 211:
https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=534:resolucion-333-febrero-102011&catid=110:resoluciones-2011&Itemid=158
- Nicolas, A. (2002). *Patente nº WO2002100412 A2*. Estados Unidos.
- Niranjan T.G., K. T. (2000). Effect of ghee feeding on rat platelets. *Nutrition Research*, 1125-1138.

- Norma Técnica Colombiana [NTC 734]. (2014). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. [ICONTEC]. *Productos Lácteos. Mantequilla*. Bogota D.C, Colombia. Obtenido de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC734.pdf>
- Observatorio Nacional de Salud [ONS]. (2013). *Enfermedad Cardiovascular: principal causa de Muerte en Colombia*. Obtenido de 17 de Marzo 2014: http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/ons/boletin%201/boletin_web_ONS/boletin_01_ONS.pdf
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2000). *La obesidad: Prevención y tratamiento de la epidemia mundial*. Ginebra: Informe Técnico 894.
- Palencia M., Y. (1999, 1). *Sustancias Bioactivas en los Alimentos [en línea]*. Obtenido de 5 de Marzo de 2014 en Universidad de Zaragoza: http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf
- Parodi, P. (1999, 1339). Conjugated Linoleic Acid and Other Anticarcinogenic Agents of Bovine Milk Fat. *Journal of Dairy Science*, 1339-1349.
- Patel et al. (2013, 211). An assessment of the antioxidant potential of coriander extracts in ghee when stored at high temperature and during deep fat frying. *International Journal of Dairy Technology*, 207-213.
- Pinedo, Y., Mercado, I. D., Hernadez, L., & Barragan, L. (2010, 9). Determinación de los niveles de isómeros trans en las margarinas de origen vegetal comercializadas en Cartagena-Colombia. *Avances Investigación en Ingeniería.*, 9-14.
- Prasad Vure, D. A. (2006, 39). Evaluation of Ghee basad formulation for wound healing activity. *Journal of Ethnopharmacology. Journal of Ethnopharmacology*, 38-47.
- Quintero, G. (2011,25). *Evolución y desarrollo del Sector lácteo en Colombia y la perspectiva del eslabon primario*. Obtenido de 7 de Mayo del 2014: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/316/1/Cadena_lactea.pdf
- Rami, R., & Kansal, V. (2012, 464). Effects of cow ghee (clarified butter oil) & soybean oil on carcinogen-metabolizing enzymes in rats. *Indian journal medical*, 460-465.
- Ranhisvsky, I., Martinez, E., & Kuchler , F. (2012). *New Food Choices Free of Trans Fats Better Align U.S. Diets With Health Recommendations*. Estados Unidos: Economic Information Bulletin No. (EIB-95) 39 pp, April 2012, 9.
- Rodrigues et al, J. N. (2004,512). Caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitosteróis. *Revista Brasileira de Ciências Farmaceutica*, 505-520.
- Rodrigues, J., & Gioielli, L. A. (2008, 1960). Lipídios modificados obtidos a partir de gordura do leite, óleo de girassol e ésteres de fitosteróis para aplicação em spreads. *Quimica Nova*, vol. 31, 1960-1965.

- Rodriguez A., L. (2009, 2-13). *Lípidos bioactivos en productos lácteos: Estrategias para su incremento y efectos del procesado y conservación*. Obtenido de Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Física Aplicada. el 13 Marzo 2012: <http://www.tdx.cat/handle/10803/280710>
- Sanchez-Muniz, F. A. (2004, 322). El consumo de fitoesteroles ¿un arma de doble filo? *Grasas y Aceites*, 321-327.
- Shankar et al. (2002, 335). Effect of partial replacement of visible fat by ghee (clarified butter) on serum lipid profile. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 46, (3):355-360.
- Sserunjogi, M., Abrahamsen, R., & Narvhus, J. (1998, 678). A Review Paper: Current Knowledge of Ghee. *International Dairy Journal* 8, 677-688.
- Steel, F. (2005, 476). A Source of Our Wealth, Yet Adverse to Our Health? Butter and the Diet–Heart Link in New Zealand. *Social History of Medicine*, 475-493.
- Steijns, J. M. (2008, 425). Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *International Dairy Journal*, 425-435.
- Taschler, J. (1 de Diciembre de 2013). U.S. butter consumption reaches highest level in 40 years. *Journal Sentinel*, pág. 14.
- Valenzuela B, A. (2008, 163-164). Ácidos Grasos con Isomeria Trans I: su origen y los efectos en la Salud Humana. *Revista Chilena de Nutrición*, vol.35, n.3, pp. 162-171.
- Van Kleef, E., Van Trijp, H., & Luning, P. (2005, 300). Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation. *Revista Appetite*, 299-308.
- Zock, P., & Katan, M. (1997, 7). Butter, margarine and serum lipoproteins. *Atherosclerosis*, 7-16.