

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de un alimento funcional dirigido a personas con hipercolesterolemia a base de salvado de avena, nuez de macadamia y suplementado con fitoesteroles

Trabajo de graduación presentado por Ingrid María Fuentes Herman para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2013

Desarrollo de un alimento funcional dirigido a personas con hipercolesterolemia a base de salvado de avena, nuez de macadamia y suplementado con fitoesteroles

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Desarrollo de un alimento funcional dirigido a personas con hipercolesterolemia a base de salvado de avena, nuez de macadamia y suplementado con fitoesteroles

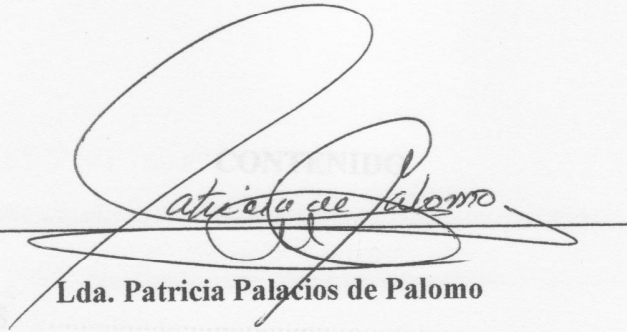
Trabajo de graduación presentado por Ingrid María Fuentes Herman para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2013

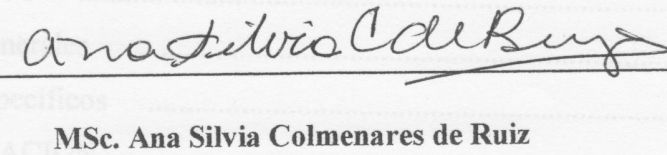
Vo. Bo. :

(f)

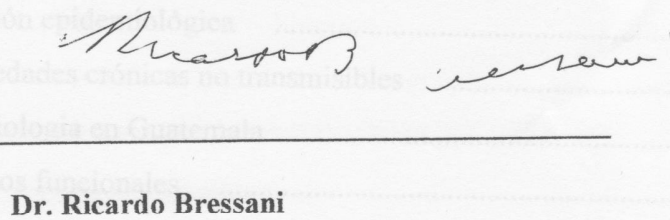

Lda. Patricia Palacios de Palomo

Tribunal:

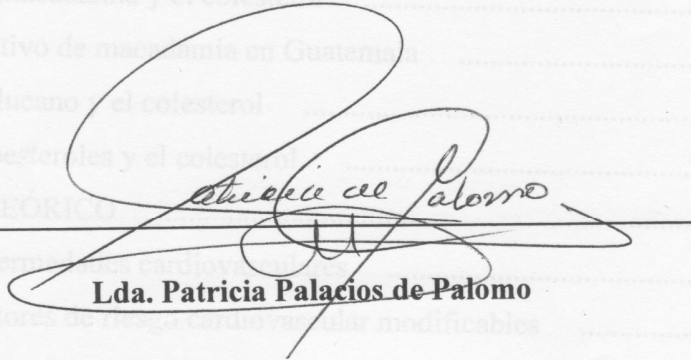
(f)


MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)


Dr. Ricardo Bressani

(f)


Lda. Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación: Guatemala 15 de enero de 2013

RESUMEN

Las enfermedades crónicas no transmisibles en Guatemala constituye una carga importante a la morbilidad y mortalidad en Guatemala, siendo las enfermedades cardiovasculares una de las principales y se ha demostrado que éstas junto con la diabetes, enfermedades renales, etc., empiezan a aumentar incluso hasta sobrepasar las enfermedades infecciosas. Por esto, es de suma importancia poner atención a estas enfermedades. El presente trabajo de graduación tuvo como objetivo desarrollar un alimento funcional dirigido a personas que sufren de problemas cardiovasculares generados por altas concentraciones del denominado colesterol malo (LDL) en la sangre. El alimento funcional que se desarrollo fue una galleta utilizando tres ingredientes principales: nuez de macadamia, β -glucano y fitoesteroles.

Se realizaron varias formulaciones de la galleta y luego mediante un análisis sensorial se determinará la formulación más aceptada por parte del consumidor. Se realizó otro análisis sensorial solamente a la formulación previamente aceptada, para determinar que tan agradables son las características de la galleta como textura, color y olor. Se realizó una serie de análisis a la galleta los cuales fueron: un perfil de ácidos grasos, fibra dietética y un análisis proximal. Por último, se realizó un estudio con ratas para determinar si la galleta ayudaba a que excretaran grasa en sus heces.

I. OBJETIVOS

A. Generales

Desarrollar un alimento funcional dirigido a personas que sufren de problemas cardiovasculares generados por la hipercolesterolemia utilizando como ingredientes principales el salvado de avena, nuez de macadamia producida en Guatemala y fitoesteroles.

B. Específicos

- Evaluar la preferencia de la galleta mediante un panel sensorial.
- Identificar los ácidos grasos presentes en la galleta mediante cromatografía de gases.
- Caracterización química de la composición de la galleta.
- Determinar el efecto de la dieta (a base de harina de galleta) sobre la excreción de grasa en heces de ratas de experimentación.

II. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles constituyen una de las principales causas de muerte a nivel mundial y una carga importante a la morbilidad y mortalidad en Guatemala, siendo las enfermedades cardiovasculares una de las principales. Se ha demostrado que éstas junto con la diabetes, enfermedades renales, cáncer, senilidad y cerebro vascular empiezan a aumentar incluso hasta sobrepasar las enfermedades infecciosas. Por esto, es de suma importancia poner atención a estas enfermedades.

Existen una serie de factores que causan estas enfermedades, uno de ellos es la hipercolesterolemia. Este factor es considerado como un factor de riesgo modificable, es decir que puede ser corregido o eliminado a través de cambios en el estilo de vida reduciendo así el riesgo. Es aquí donde entran en juego los alimentos funcionales ya que los consumidores optan por una alimentación sana y por alimentos que les beneficie ya sea en alguna deficiencia que sufran o en alguna enfermedad crónica que padezcan. Estas variaciones en las dietas de las personas van generando nuevos mercados para el desarrollo de alimentos.

Por lo tanto para atacar este problema en este trabajo de investigación se desarrolló un alimento funcional para personas que sufren de hipercolesterolemia. Se pretendió que, en base a los ingredientes que constituyen este alimento, los niveles de colesterol LDL en la sangre de personas con hipercolesterolemia disminuyan, siempre de la mano de una dieta sana y balanceada. Los ingredientes que se utilizaron en la elaboración de este alimento fueron: β -glucano proveniente del salvado de avena, nuez de macadamia, ya que Guatemala se encuentra entre los países mayores productores de la nuez, y fitoesteroles. Estos ingredientes han sido estudiados en varias investigaciones y se ha demostrado su influencia en la disminución de colesterol LDL. Por lo que se desarrollo un alimento que contuviese estos tres ingredientes y lograr que las personas que lo consuman disminuyan su colesterol.

III. ANTECEDENTES

A. Transición epidemiológica

Se define como proceso de cambio a largo plazo de las condiciones de salud de una sociedad, constituido por variaciones en los patrones de enfermedad, discapacidad y muerte; en respuesta a cambios más amplios de carácter demográfico, socioeconómico, tecnológico, político, cultural y biológico. La transición demográfica se refiere al proceso de ruptura en la continuidad del curso del movimiento de la población hasta un momento determinado, que explica el paso de niveles altos de mortalidad y fecundidad a niveles bajos de estas variables. (Gómez, 2010)

Durante el siglo pasado las enfermedades cardiovasculares fueron cambiando en todo el mundo, desde ser una enfermedad de poca trascendencia, hasta ser la principal causa de morbi-mortalidad. Este efecto se observa sobre todo en aquellos países en desarrollo afectados por los cambios en los estilos de vida caracterizados por sedentarismo, alta ingesta de grasas, sobrepeso y tabaquismo. La OMS reporta que las enfermedades cardiovasculares provocaron 17.5 millones de muertes a nivel mundial durante el 2005, lo que se traduce en 30% de muertes alrededor del mundo. Además se estima que para el año 2020 esta patología causará la muerte de 25 millones de personas y será la principal causa de muerte e incapacidad a nivel mundial, dejando atrás a las enfermedades infecciosas. (Gómez, 2010)

B. Enfermedades crónicas no transmisibles

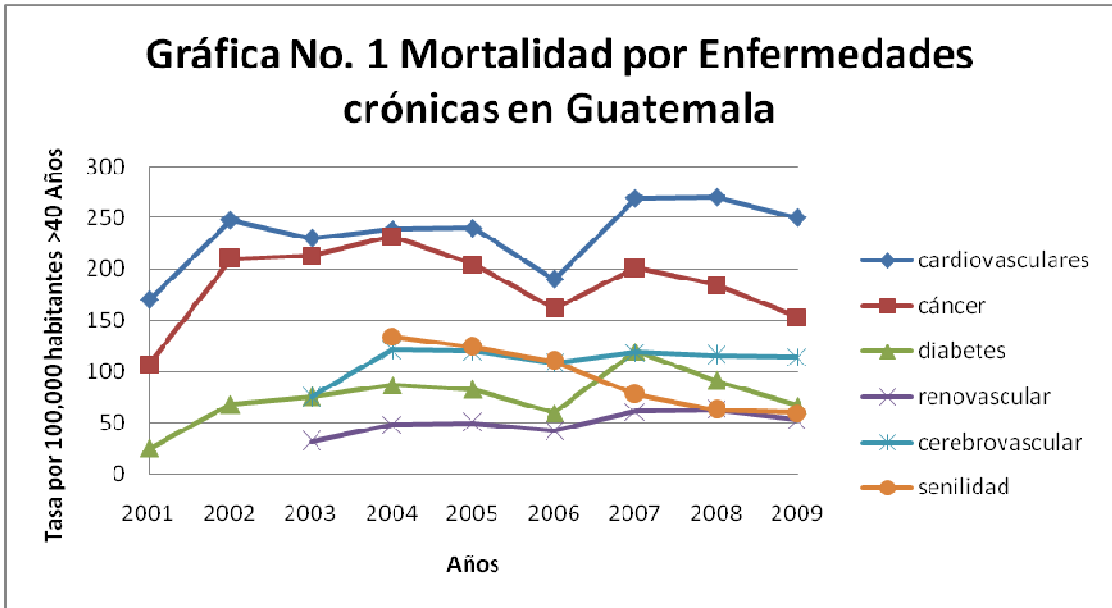
El Centro de Control de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) define las crónicas no transmisibles (ECNT) como un grupo de enfermedades de etiología incierta, habitualmente multicausales, con largos períodos de incubación o latencia; largos períodos subclínicos y prolongado curso clínico; sin tratamiento específico y sin resolución espontánea en el tiempo. (Organización Panamericana de la Salud, 2008)

Durante el año 2001, las ECNT fueron responsables del 46% de la carga mundial de morbilidad, de las 56.5 millones de muertes notificadas para ese año, 60% se debió a

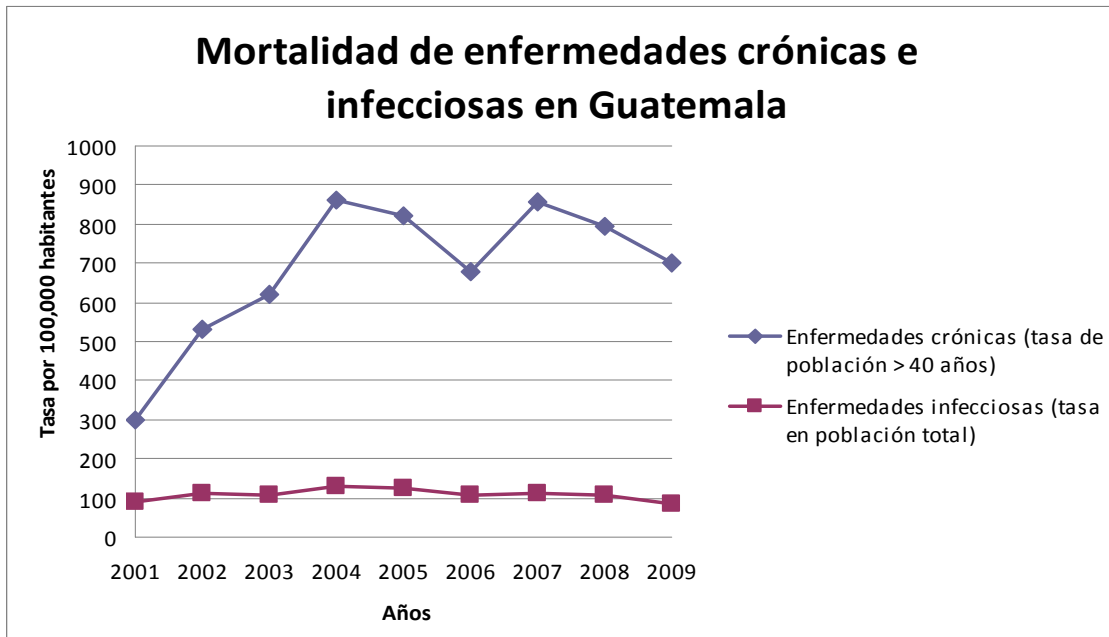
este tipo de enfermedades. Se estima que la carga mundial de morbilidad por ECNT aumentará a 57% para el 2020. Casi la mitad del total de muertes por enfermedades crónicas son atribuibles a enfermedades cardiovasculares. (Organización Mundial de la Salud, 2003)

C. Epidemiología en Guatemala

Existe una creencia en Guatemala acerca de las enfermedades infecciosas, las cuales, se presume, son altamente prevalentes en países subdesarrollados, en tanto que las enfermedades cardiovasculares su existencia es mínima ya que estas aquejan a los niveles socioeconómicos denominados altos por su capacidad adquisitiva. Esto es particularmente importante en un país con el 60% de pobreza y el 15% de extrema pobreza. Siguiendo esta línea de pensamiento, los presupuestos del Ministerio de Salud, relegan a las enfermedades crónicas a una prioridad no acorde a las necesidades de la población. Sin embargo, el estudio detenido de la epidemiología ha demostrado que al vivir una transición epidemiológica, las enfermedades cardiovasculares, diabetes, renales, etc., empiezan a aumentar hasta incluso sobrepasar a las enfermedades infecciosas, aunque los estatutos socioeconómicos no varíen o lo hagan mínimamente (Ver Gráfica No. 1). (Velásquez, 2008)



Fuente: Revista del Colegio Médico de Guatemala



Muestra con mayor claridad el ascenso de las cardiovasculares y la probable disminución en años recientes del cáncer y la diabetes, así como el diagnóstico de la senilidad

Las ECNT constituyen una de las principales causas de muerte a nivel mundial y una carga importante a la morbilidad y mortalidad en Guatemala, comprenden patologías cardiovasculares, accidentes cerebro vascular, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes mellitus. La identificación temprana y el tratamiento adecuado de los diferentes factores de riesgo asociados proveen las herramientas principales para el combate de este tipo de enfermedades. (Franco, 2008)

Según datos de la Liga Guatemalteca del Corazón para el año 2001, la hipertensión arterial afectaba al 25.43% de la población atendida en esta institución, para el 2007 aumento a 34.84%, generando una tasa de incidencia de 26.93% (incidencia acumulada en 7 años de seguimiento), mientras que la dislipidemia se presentaba en el 3.95% para el 2001 y 7.6% en el 2007, para una tasa de incidencia de 4.87%; la diabetes mellitus se registro en 2.99% y 5.59% respectivamente, con una tasa de incidencia de 3.53%. (Gómez, 2010)

En el estudio sobre factores de riesgo asociados a enfermedad cardiovascular en profesionales de Guatemala durante el año 2004, la prevalencia de hipercolesterolemia fue de 63%, sobrepeso 57.1%, hipertrigliceridemia 42, hipertensión arterial 26.1%, consumo de tabaco de riesgo 11%, además el 86.7% de los hombres presentaron índice cintura cadera en riesgo y el 25.61% de las mujeres. (De León, 2005)

D. Alimentos funcionales

Estados Unidos es uno de los países que tiene muy claro el objetivo de los alimentos funcionales para llegar a prevenir enfermedades en la población, por ejemplo, resulta fácil encontrar barras de cereales destinadas a mujeres de mediana edad, suplementadas con calcio para prevenir la osteoporosis, o por proteína de soya para reducir el riesgo de cáncer de mama y con ácido fólico, para un corazón más sano, panecillos energizantes y galletas adicionadas con proteínas, zinc y antioxidantes. En Europa se utilizan rótulos que indican "Valor aumentado", así como en Alemania se comercializan golosinas adicionadas con vitamina Q10 y vitamina E. En Italia las góndolas de los supermercados ofrecen yogures con omega 3 y vitaminas y Francia

ofrece azúcar adicionada con fructo-oligosacaridos para fomentar el desarrollo de la flora benéfica intestinal. (Morales, 2002)

E. La macadamia y el colesterol

La nuez de macadamia es una fuente rica de ácidos grasos monoinsaturados (oléico y palmitoleico). La nuez es típicamente consumida como un snack, y se utiliza como ingrediente para productos horneados como las galletas. Hasta la fecha 4 pruebas clínicas han investigado el efecto que tiene el consumo de nueces de macadamia sobre el perfil de lípidos y lipoproteína. Estos estudios utilizaron la nuez para reducir la grasa saturada en la dieta para reemplazarla con aceites monoinsaturados procedentes de la nuez de macadamia. El resultado de los 4 estudios indican que suplementar y/o incluir a la dieta la nuez reduce significativamente la concentración de LDL-C (4-10.7%). (Griel, 2008)

Se han hecho estudios donde se ha demostrado que una dieta basada en nuez de macadamia es casi tan eficaz como una dieta moderada baja en grasa al reducir el colesterol total en el plasma y el colesterol LDL, en comparación con una dieta típica Americana. Se ha demostrado que al reemplazar el 15% del consumo de energía en la dieta por la nuez de macadamia (40-90g/d) disminuye el colesterol total y LDL e incrementa el HDL en pacientes hipercolesterolemicos en 4 semanas. (Griel, 2008)

La NCEP (National Cholesterol Education Program) recomienda opciones terapéuticas para mejorar disminuir concentraciones de LDL-C como lo es un cambio de vida mediante cambios en la dieta que incluye fitoesteroles/estanoles (2g/d) y fibra soluble (10-25g/d) para disminuir al máximo la concentración de LDL-C. (Griel, 2008)

F. Cultivo de macadamia en Guatemala

Su introducción a Guatemala no se puede determinar con precisión, pero en el año de 1958 se introdujeron semillas de variedades procedentes de Hawai. El Cultivo de macadamia prospera en Guatemala en altitudes de 600 a 1,600 msnm, similares a las apropiadas para el cultivo de café.

Las principales variedades que se cultivan en Guatemala y el mundo tienen su origen en la selección realizada en la universidad de Hawaii, donde tomaron especial interés en el alto contenido de aceite de las almendras y el mayor tamaño de estas en relación con la cáscara. Tienen además un nombre de personas destacadas en el cultivo y una numeración internacional

Los principales países importadores y consumidores de nuez de macadamia en el mundo, en orden de importancia, son Alemania, Estados Unidos y Japón. (Mezger, 2008)

Tabla. 1. Principales países productores de nuez de macadamia

Unidades en: toneladas métricas con cáscara

País/ Año del Mercado	Existencias iniciales	Producción	Importaciones	Oferta Total	Exportaciones	Consumo doméstico	Existencias Finales
Australia							
1997/1998	2,500	24,500	0	27,000	16,959	9,041	1000
1998/1999	1,000	34,000	0	35,000	18,000	12,900	4,100
1999/2000	4,100	34,000	0	38,100	18,100	16,000	4,000
2000/2001 F	4,000	39,100	0	43,100	21,100	18,000	4,000
Brasil							
1997/1998	0	1,760	0	1,760	270	1,490	0
1998/1999	0	1,962	0	1,962	1,170	792	0
1999/2000	0	2,000	0	2,000	1,200	800	0
2000/2001 F	0	2,200	0	2,200	1,320	880	0
Costa Rica							
1997/1998	855	2,800	0	3,655	3,351	265	39
1998/1999	39	2,000	0	2,039	1,244	265	530
1999/2000	530	2,000	0	2,530	1,681	300	549
2000/2001 F	549	2,000	0	2,549	1,900	330	319
Guatemala							
1997/1998	120	2,507	0	2,627	2,507	15	105
1998/1999	105	2,800	0	2,905	2,775	20	110
1999/2000	110	4,000	0	4,110	3,800	200	110
2000/2001 F	110	7,200	0	7,310	7,000	200	110
Kenia							
1997/1998	500	4,100	0	4,600	3,714	286	600
1998/1999	600	6,500	0	7,100	5,422	978	700
1999/2000	700	6,000	0	6,700	6,481	61	158
2000/2001 F	158	6,300	0	6,458	6,228	64	166
Sudáfrica							
1997/1998	740	6,390	0	7,130	5,400	916	814
1998/1999	814	6,800	0	7,614	6,700	384	530
1999/2000	539	8,000	0	8,530	7,650	450	430
2000/2001 F	430	9,000	0	9,930	9,080	550	300
E.E.U.U							
1997/1998	0	26,308	13,557	39,865	3,235	36,630	0
1998/1999	0	26,082	18,539	44,621	3,415	41,206	0
1999/2000	0	24,040	20,000	44,040	3,000	41,040	0
2000/2001 F	0	25,000	20,000	45,000	3,000	42,000	0

Fuente: FAS Agricultural attache Reports, Bureau of Census, NASS/USDA, and HASS

G. β -glucano y el colesterol

El β -glucano ha demostrado tener efectos en reducir el colesterol en la sangre y controlar el azúcar en la sangre. Esto se debe principalmente debido a la propiedad que tiene de ser altamente viscoso como una fibra soluble para enlazar el colesterol y los ácidos biliares y para facilitar su eliminación del cuerpo. (Rui, 2007)

El β -Glucano es el principal componente, responsable de disminuir el colesterol, del salvado de avena. Resultados de estudios que se han realizado utilizando β -Glucano proveniente del salvado de avena o derivado de levadura demostraron reducciones del 10% para el colesterol total y de 8% para el colesterol LDL después de 4 semanas de uso. Esto fue de la mano con un aumento de hasta 16% del colesterol HDL. (Rui, 2007)

En 1997, la Food and Drug Administration (FDA) en Estados Unidos permitió el uso de declaraciones de propiedades saludables en las dietas bajas en grasa saturada y en colesterol que incluyesen fibra soluble proveniente de la avena que “puede” o “podría” reducir el riesgo de problemas cardiovasculares. La declaración reconocía al β -glucano como el componente bioactivo principal. Al examinar los estudios que se consideraban diseñados adecuadamente, la FDA concluyó que la mayoría demostró inequívocamente el efecto en el descenso del colesterol. El FDA determinó que la ingesta diaria de β -glucano es de 3g para que se vean los efectos en la salud. (Wood, 2007)

El efecto reductor del colesterol por el β -glucanol de avena puede depender del aumento de la viscosidad en el intestino delgado que reduce la reabsorción de ácidos biliares, aumenta la síntesis de ácidos biliares del colesterol, y reduce la circulación de concentración de colesterol. (EFSA, 2010)

H. Fitoesteroides y el colesterol

Varios estudios que se han realizado han demostrado disminuciones significantes en el colesterol plasmático después de la administración de sitosterol incorporados en alimentos. En la mayoría de los estudios se ha encontrado que el consumo de β -Sitosterol disminuye los niveles de LDL en la sangre. Por ejemplo se llevo a cabo un estudio en

individuos con hipercolesterolemia, donde se les administro 1.6g/día esteroides de origen vegetal utilizando como vehículos la leche, yogurt, pan y cereal durante 3 semanas. Se obtuvo como resultado una reducción de colesterol LDL de 16% en la leche, 9% en el yogurt, 7% en el pan y 5% en el cereal. (Fernández, 2005)

Otro estudio se llevó a cabo utilizando como vehículo de los esteroides, el jugo de naranja. A los pacientes con hipercolesterolemia se les administró 240ml/día del jugo de naranja suplementado con 2g de los esteroides compuestos de (40% sitosterol, 25% campesterol y 20% stigmasterol). Como resultado se obtuvo una disminución del colesterol total (7%), colesterol LDL (12%) y no tuvo efectos sobre el colesterol HDL. (Fernández, 2005)

Se sabe que los esteroides vegetales compiten con el colesterol por el espacio de las micelas de las sales biliares en el lumen intestinal. Al desplazar el colesterol de la micela, esteroides vegetales impiden la absorción del colesterol. Es este mecanismo que podría ser el responsable de la propiedad que tiene los esteroides de reducir el colesterol. (Fernández, 2005)

Un meta análisis realizado de 41 ensayos con diferentes productos alimenticios enriquecidos con fitoesteroides demostraron que la ingesta diaria recomendada de estos compuestos es de 2g, y que esta dosis reduce el colesterol LDL en un 10%. (Párraga, 2011)

Las recomendaciones alimentarias del Programa Nacional de Educación de Colesterol de EE.UU., incluye el consumo de 2g/día de fitoesteroides. Se recomienda que el consumo diario de fitoesteroides no debe exceder de 8.6g, ya que no existe información sobre la ingesta de mayores concentraciones. Por lo tanto, los fitoesteroides son considerados seguros y efectivos como ingredientes para alimentos funcionales. (Párraga, 2011)

IV. MARCO TEÓRICO

A. Enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), es decir, del corazón y de los vasos sanguíneos, son:

- La cardiopatía coronaria – enfermedad de los vasos sanguíneos que irrigan el músculo cardíaco (miocardio). (OMS, 2011)
- Las enfermedades cerebro vasculares – enfermedades de los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro. (OMS, 2011)
- Las arteriopatías periféricas – enfermedades de los vasos sanguíneos que irrigan los miembros superiores e inferiores. (OMS, 2011)
- La cardiopatía reumática – lesiones del miocardio y de las válvulas cardíacas debidas a la fiebre reumática, una enfermedad causada por bacterias denominadas estreptococos. (OMS, 2011)
- Las cardiopatías congénitas – malformaciones del corazón presentes desde el nacimiento;
- Las trombosis venosas profundas y embolias pulmonares – coágulos de sangre (trombos) en las venas de las piernas, que pueden desprenderse (émbolos) y alojarse en los vasos del corazón y los pulmones. (OMS, 2011)

Los ataques al corazón y los accidentes vasculares cerebrales (AVC) suelen ser fenómenos agudos que se deben sobre todo a obstrucciones que impiden que la sangre fluya hacia el corazón o el cerebro. La causa más frecuente es la formación de depósitos de grasa en las paredes de los vasos sanguíneos que irrigan el corazón o el cerebro. Los AVC también pueden deberse a hemorragias de los vasos cerebrales o coágulos de sangre. (OMS, 2011)

B. Factores de riesgo cardiovascular modificables

Se define como las condiciones que pueden ser corregidas o eliminadas a través de cambios en el estilo de vida reduciendo así el riesgo.

- **Sobre peso y obesidad:** se refiere a la acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. (WHO, 2002)
- **Sedentarismo/actividad física:** se ha demostrado que el ejercicio físico regular ejerce un efecto protector frente a la enfermedad coronaria. Por lo tanto, la inactividad física constituye un factor de riesgo frente a esta enfermedad. (WHO, 2002)
- **Hipercolesterolemia:** enfermedad producida por la presencia de colesterol en la sangre por encima de los niveles normales. (Gil, 2005)
- **Consumo de tabaco:** El consumo de tabaco es uno de los principales factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, responsable directo del 30% de las cardiopatías coronarias a nivel mundial. (WHO, 2002). El tabaco disminuye el colesterol bueno (HDL), fragiliza la pared de los vasos y finalmente amplía peligrosamente el riesgo cardiovascular. (Breuleux, 2009)

C. Hipercolesterolemia

El colesterol es una sustancia grasa que se encuentra en el torrente sanguíneo, forma parte de órganos del cuerpo y de las fibras nerviosas. La mayoría del colesterol es producido por el hígado a partir de varios alimentos, especialmente las grasas saturadas. Así mismo, el colesterol es una sustancia presente en las membranas celulares y precursor de varios ácidos nucleicos y hormonas esteroideas. El colesterol viaja en la sangre a través de lipoproteínas, de las cuales existen tres clases principales: lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de alta densidad (HDL) y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).

El colesterol LDL representa 60 a 70 % del total del colesterol sérico y este contiene una apolipoproteína llamada apo B-100 (apo B). El colesterol LDL es la mayor lipoproteína aterogénica y ha sido identificada por la National Cholesterol Education Program (NCEP) como el principal blanco de la terapia para la reducción del colesterol. Las VLDL son triglicéridos ricos en lipoproteínas y representa 10 a 15 % del colesterol sérico. Aunque las LDL reciben mayor atención en la práctica clínica, se ha desarrollado evidencia que indica que las VLDL y las HDL juegan un papel importante en la aterogénesis.

El colesterol HDL representa 20 a 30 % del total del colesterol sérico. Las principales apolipoproteínas de las HDL son: apo A-I y apo A-II. Los niveles de colesterol HDL son inversamente proporcionales con el riesgo de enfermedad coronaria. Algunas evidencias indican que HDL protege contra el desarrollo de aterosclerosis, aunque un nivel bajo de HDL frecuentemente refleja la presencia de otros factores aterogénicos. Existe fuerte evidencia epidemiológica donde se demuestra el vínculo entre colesterol HDL bajo como un factor de riesgo en el aumento de la morbilidad y mortalidad asociado a enfermedad coronaria.

Ninguna concentración de colesterol LDL debajo de 100 mg/dL parece ser aterogénica, aunque cuando las concentraciones de colesterol LDL están cerca del nivel óptimo (100-129mg/dL) ocurre la aterogénesis. La primera etapa de la aterogénesis es la estría grasa, que consiste en espacios ocupados por macrófagos. La mayor cantidad de colesterol en las estrías grasas se deriva de las LDL.

El colesterol LDL juega un papel importante en el desarrollo de la placa aterosclerótica, como sustrato de la misma. La evidencia reciente también indica que el colesterol LDL elevado contribuye a la inestabilidad de la placa, así, a la inversa, bajar el colesterol LDL estabiliza placas y reduce la probabilidad de síndrome coronario agudo. De acuerdo con el Tercer reporte del National Cholesterol Education Program (ATP-III), la reducción de las concentraciones de LDL alcanza una relación costo-efectividad muy alta, de tal manera que el objetivo previsto debe ser inferior a 100 mg/dl.

Se recomienda iniciar tratamiento a partir de una concentración de colesterol LDL superior o igual a 130 mg/dl. El primer paso en la evaluación del riesgo de enfermedad coronaria sigue siendo la determinación de las concentraciones de colesterol LDL. Por ello, se requiere que a todo adulto mayor de 20 años se le realice un perfil lipídico tras 9 a 12 horas de ayuno (colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos) cada 5 años.

En función de los valores obtenidos podemos clasificar dichas concentraciones como deseables, limítrofes o altas de acuerdo con la tabla.

Tabla No. 2. Clasificación del colesterol total unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de alta densidad (HDL)”

Colesterol Total (mg/dl)	
<200	Óptimo
200-239	Límite Alto
≥240	Alto
Colesterol LDL (mg/dl)	
<100	Óptimo
100-129	Casi Óptimo
130-159	Límite Alto
160-189	Alto
Colesterol LDL (mg/dl)	
≥190	Muy Alto
Colesterol HDL (mg/dl)	
<40	Bajo
≥60	Óptimo

Fuente: Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP), 2004

D. Alimentos funcionales

El término alimento funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80's con la publicación de la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud" ("Foods for specified health use" o FOSHU) y que se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutrimental. En los países occidentales la historia de este tipo de alimentos se remonta a las primeras prácticas de fortificación con vitaminas y minerales, así como también a la práctica de incluir ciertos componentes en los alimentos procesados con el objeto de complementar alguna deficiencia de la población. La búsqueda de terapias alternas para algunas enfermedades, el envejecimiento de la población mundial, los avances en la tecnología, así como los cambios reglamentarios de diversos países han provocado un gran interés en el desarrollo de los alimentos funcionales alrededor del mundo. (Morales, 2002)

Alimento funcional: (Functional food): Cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona. El calificativo de funcional se relaciona con el concepto bromatológico de "propiedad funcional", o sea la característica de un alimento, en virtud de sus componentes químicos y de los sistemas fisicoquímicos de su entorno, sin referencia a su valor nutritivo. En Europa se define alimento funcional a "aquel que satisfactoriamente ha demostrado afectar benéficamente una o más funciones específicas en el cuerpo, más allá de los efectos nutricionales adecuados en una forma que resulta relevante para el estado de bienestar y salud o la reducción de riesgo de una enfermedad". (Morales, 2002)

Como se describió anteriormente, el auge sorprendente de la industria de los alimentos funcionales surgió en la década de los 90's. Las causas que originaron esta revolución son diversas, (17) sugiere las siguientes: 1) el público que se preocupa más por

su salud y compra alimentos con valor agregado al nutricional, 2) las organizaciones encargadas de legislar en materia de alimentos están reconociendo los beneficios de los alimentos funcionales a la salud pública, 3) el gobierno está poniendo atención en este renglón ya que prevé el potencial económico de estos productos como parte de las estrategias de prevención de la salud pública. Otros factores que también contribuyen en el "boom" de los alimentos funcionales incluyen los grandes avances tecnológicos, entre ellos la biotecnología, así como la investigación científica que documenta los beneficios para la salud de estos alimentos. (Morales, 2002)

E. Macadamia

El género se denomina así debido a John Macadam, que fue colega del botánico Ferdinand von Mueller, primero en describir el género. Los nombres comunes del fruto son Macadamia, nuez de macadamia, Queensland nut, nuez de arbusto, y nuez maroochi. En Guatemala solamente se conoce simplemente como macadamia, ya que no es una planta local. (García, 2008)

Se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Proteales

Familia: Proteaceae

Género: Macadamia

Sólo dos especies poseen importancia comercial por ser las únicas con la nuez comestible: *M. intergrifolia* y *M. tetraphyllia*. Las demás especies poseen nueces venenosas (*M. whelanii* y *M. ternifolia*). De las dos especies en mención existen diferencias taxonómicas importantes, la especie *intergrifolia* posee unas hojas ovaladas mientras que la especie *tetraphyllia* posee unas hojas dentadas. (García, 2008)

La macadamia pertenece a la familia de las potaceas y es originaria de los bosques lluviosos costaneros del litoral de Australia, por consiguiente se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida denominadas bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, y bosque muy húmedo premontano. (García, 2008)

La macadamia es una nuez de forma esférica, que contiene una parte comestible o almendra llamada también kernel crudo de color blanco cremoso de exquisito sabor, con un diámetro que oscila entre 12 y 20 mm; está encerrada en una concha dura de superficie lisa, esta concha a su vez está rodeada por una cáscara lisa y suave, de color verde claro brillante. La almendra es muy fina con un alto valor nutritivo y exquisito sabor, la cual es horneada, procesada y empacada para comercializarla como nuez horneada (tostada) y salada, así como también es utilizada como materia prima para repostería, confitería, como nuez recubierta de chocolate, en turrone y helados. Tiene un altísimo contenido en aceites. (Mezger, 2008)

Es utilizada en alimentación y en la industria de la cosmética. Hay muchos otros productos que incorporan nuez de macadamia en su composición como licores, mermeladas y jaleas, sopas y aceites cosméticos que son rápidamente absorbidos por la piel. La cáscara de la macadamia generalmente regresa al campo como material para abono, la concha encuentra su mejor uso en las calderas de vapor para las plantas procesadoras. (Mezger, 2008)

Figura No. 1.Nuez de macadamia



(Mezger, 2008)

Tabla No. 3. Composición nutricional de la macadamia

Componente	Contenido de 100g de parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Calorías	702 kcal	
Agua	2.88g	
Carbohidratos	13.73g	130g
Ceniza	1.36g	
Fibra	5.28g	25g-38g
Ácidos grasos saturados	11.037g	
Ácidos grasos monoinsaturados	58.171g	
Ácidos grasos Poliinsaturados	1.271g	
Proteína	8.30g	46-56g
Riboflavina	0.110mg	0.9-1.1mg
Acido ascórbico	0mg	
Calcio	70mg	800-1000mg
Cobre	0.29mg	900-1000µg
Fósforo	136mg	700-1000µg
	2.41mg	8-15mg
Magnesio	116mg	320-400mg
Niacina	2.140mg	11mg
Potasio	368mg	4.7g
Sodio	5mg	1.5g
Tiamina	0.35mg	8.11mg
Zinc	1.71mg	8mg

Fuente: USDA Composition of foods: Nut and seed Products y el Institute of Medicine of the National Academies.

F. β - glucano

Se trata de un polisacárido de origen natural, no digerible y sin almidón, compuesto por moléculas de glucosa en polímeros lineales largos con enlaces mixtos de 70% β (1 \rightarrow 4) y 30% β (1 \rightarrow 3). Estos enlaces le permiten formar soluciones viscosas importantes para su función fisiológica. El peso molecular del β -Glucano de la avena varía entre 100kDa-2000kDa en alimentos procesados disponibles comercialmente. (EFSA, 2010)

Es el principal componente del salvado de avena tiene un efecto laxante suave, pero sobre todo disminuye en nivel de colesterol gracias a que absorbe y arrastra los ácidos biliares del intestino, materia prima para la fabricación del colesterol en el organismo. (Pamplona, 2002)

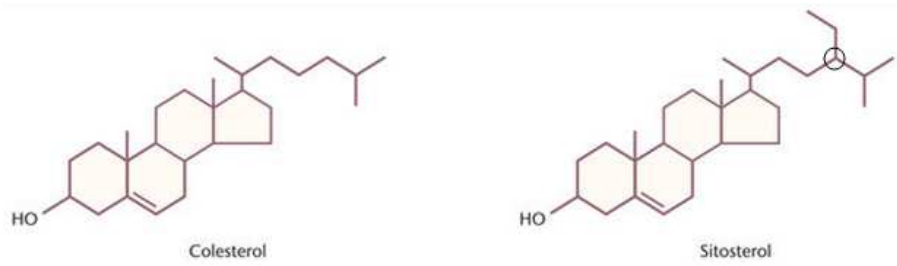
G. Fitoesteroles

Los fitoesteroles son esteroides naturales de origen vegetal con una analogía estructural con el colesterol. De los numerosos esteroides identificados, el β -Sitosterol es el esteroide vegetal más abundante. La única diferencia entre la molécula del colesterol y la del β -Sitosterol consiste en un grupo etil en la posición C-24 (ver Figura No. 2), que es responsable de su mala absorción. Los esteroides vegetales son mínimamente absorbidos en comparación al colesterol ya que ellos poseen una cadena de mayor longitud. (Fernández, 2005)

Los aceites vegetales son la principal fuente natural de fitoesteroides. Los frutos secos también son una fuente natural de fitoesteroides. La macadamia contiene aproximadamente 1.28mg/g de lípido de esteroides vegetales. Al igual que el colesterol, los fitoesteroides son transportados por lipoproteínas, principalmente LDL y son secretados a la bilis sin alteración. Las bajas tasas de absorción de fitoesteroides son responsables de las bajas concentraciones de estos compuestos en la circulación. La absorción de colesterol oscila entre 40 y 60% en la mayoría de los sujetos mientras que los esteroides

vegetales son absorbidos en un menor grado. Por ejemplo, la tasa de absorción del campesterol varía entre 9-18% mientras que el sitoesterol de 4 a 8%. (Fernández, 2005)

Figura No. 2. Estructura de la molécula de colesterol y de β -sitosterol



V. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Fijación de objetivos deseados para el nuevo producto

- ¿Qué es el producto?
Es un alimento dirigido a personas con hipercolesterolemia
- ¿Qué busca?
Busca ser un producto sano que no perjudique la salud del consumidor y le beneficie.
- ¿Para quién está dirigido?
Para personas que sufren de hipercolesterolemia que tienen la necesidad de comer un alimento listo para consumir, rico y que no les sea dañino a su salud.
- ¿Qué beneficios aporta?
Las personas que consuman el producto van a consumir un alimento sano, que les beneficia su salud disminuyendo la concentración de colesterol LDL en la sangre, se puede consumir en cualquier momento del día sin una preparación previa.
- ¿Qué objetivo tiene?
Que el producto replacé a todos aquellos alimentos que son dañinos para las personas que sufren de Hipercolesterolemia. Que pueda ser consumido diariamente por personas con dicha afección en donde sea que se encuentren, sin causarles daño a su salud. Que se utilice un ingrediente producido en Guatemala como lo es la nuez de macadamia.

- ¿Por qué es importante hacerlo?

Porque la hipercolesterolemia es un factor de riesgo asociado a enfermedades cardiovasculares y durante el año 2004 en Guatemala la prevalencia de hipercolesterolemia fue de 63%. Además en Guatemala se prevé que se dé una transición epidemiológica haciendo que las enfermedades crónicas aumenten y las infecciosas disminuyan.

- ¿Qué necesidad suplirá?

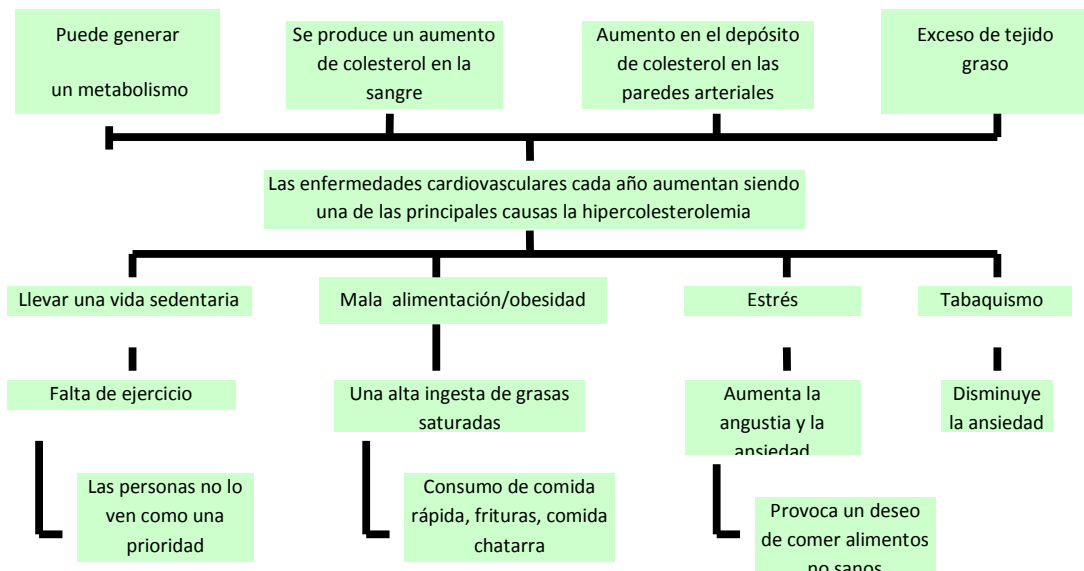
Las personas con hipercolesterolemia deben de llevar una dieta baja en grasa saturada y colesterol. Por lo que este producto suplirá la necesidad de no consumir grasa saturada y reemplazarla por grasa monoinsaturada. También hoy en día la vida que se lleva es muy activa y las personas no tienen tiempo de comer lo suficiente o lo adecuado y a veces basan su dieta en comida chatarra, por lo que este producto lo pueden consumir a cualquier hora y en cualquier momento sin ser dañino para la salud y evitar que se consuma comida chatarra.

- ¿Qué características debe tener para suplir esa necesidad?

- Bajo en grasa saturada
- Bajo en colesterol
- Fibra dietética (beta glucano)
- Presencia de en grasa monoinsaturada y poliinsaturada
- No frituras
- Fitoesteroles

B. Generación de ideas

Figura No. 3 Árbol de solución de problemas



Al realizar el árbol de solución de problemas se puede observar que existen 4 causas modificables principales que causan la hipercolesterolemia. Un ingeniero en alimentos puede ayudar con una de ellas: Mala alimentación/obesidad.

C. Tamizado de ideas

- Snack 1: omega 3 (DHA y EPA), harina integral de trigo, inulina, almendra.
- Snack2: isofalvonas de soya, harina de amaranto, almendra.
- Snack 3: β -glucano (avena), harina integral, nuez de macadamia y β -sitosterol

Se optó por desarrollar el Snack 3 ya que los ingredientes que se utilizarán han sido a los que mayor atención se les ha prestado en cuanto a la reducción de colesterol LDL.

D. Formulación de galleta

Para la elaboración de la galleta se utilizaron una serie de ingredientes, utensilios y equipo y siempre tomando en cuenta las buenas prácticas de manufactura para desarrollar un producto inocuo.

Tabla No. 4. Ingredientes de la galleta

Ingrediente
Harina de trigo
Harina de trigo integral
Fibra (Beta glucanos)
Fitoesteroles
Avena
Macadamia
Linaza
Aceite de canola
Miel
Azúcar glass
Jugo de limón
Rayo de limón
Splenda
Agua
Margarina

1. Procedimiento:

- Pesar todos los ingredientes en una balanza electrónica.
- Cernir las harinas.
- Moler macadamia y avena en un procesador.
- Agregar el aceite, splenda y azúcar y mezclar en una batidora por 2min o hasta que todo quede bien mezclado.

- Agregar harinas y fibra, cucharada por cucharada por 3min.
- Agregar fitoesteroles y seguir batiendo
- Agregar jugo de limón y raso de limón
- Por último agregar la macadamia y con una paleta revolver de forma envolvente para que la macadamia se mezcle bien con la masa.
- Precalentar el horno a 350 °F
- Hacer bolas de 8 gramos cada una y colocarlas en bandejas formando 5 filas de 6 bolas cada una.
- Colocar en horno y hornear por 15-17min.
- Sacar las bandejas y esperar a que se enfríen 10min.

E. Análisis fisicoquímicos

- 1. Determinación de humedad**
 - a. Método AOAC 925.10, horno de aire
- 2. Determinación de cenizas**
 - a. Método AOAC 923.03, método directo
- 3. Determinación de fibra dietética**
 - a. Método AOAC 985.29, método gravimétrico y enzimático
- 4. Determinación de proteína**
 - a. Método AOAC920.87, Kjeldahl
- 5. Determinación de grasa**
 - a. Método AOAC 922.06, extracto etéreo
- 6. Determinación de carbohidratos**
 - a. Por diferencia, carbohidratos = humedad + grasa + proteína + ceniza

7. Determinación de perfil de ácidos grasos

- a. Preparación de las muestras:
- Derretir la mantequilla y/o manteca, trabajar el aceite directamente.
 - Colocar 20 gotas de la grasa o aceite en un balón de 25 ml.
 - Agregar 5 ml de NaOH 0.5N aforado con metanol.
 - Colocar en una estufa y calentar a 70°C por 10 minutos hasta que se saponifique totalmente.
 - Agregar 3 ml de BF₃ en metanol al 20%.
 - Agregar 5 ml de heptano.
 - Agregar solución saturada de NaCl hasta el aforo.
 - Trasvasar la capa superior (heptano + ácidos grasos) a un vial de 4 ml que contenga 0.5 g de sulfato de sodio anhidro.

8. Determinación por cromatografía de gases

- Columna SPB-5 (30m x 0.53mm di X 1 microm)
- Nitrógeno (43 psi) con split 94:1, acarreador 2.4 ml/min, 2 psi in col
- Inyector 245°C, Detector FID, Ionización de Llama 260 °C (H₂ 13 psi, Aire 36 psi)
- Horno 100°C, 10°C/min hasta 250°C, 10 min.
- Sistema cromatográfico HP 5890II/ ChemStation.
- Inyectar 0.4 ml de las muestras a analizar.

9. Determinación de sodio

- a. Método AOAC 983.04, absorción atómica
- Se leyó en un equipo de absorción atómica a 0.589nm.

F. Análisis sensorial

1. Prueba al consumidor

a. Descripción. Se llevó a cabo una prueba de preferencia en la que el consumidor debía de escoger entre 2 muestras (A y B) cual era la que más prefería. El objetivo de esta prueba era para conocer cuál de las dos formulaciones era la que más preferían. La prueba se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala y se aplicó a 40 consumidores. Se elaboraron 2 formulaciones una tenía una concentración mayor de Splenda con respecto a la otra muestra. Las galletas se elaboraron el día anterior a la prueba. Los panelistas fueron ingresando al laboratorio y se les presentó una bandeja con un vaso de agua, una boleta y 2 platos desechables numerados con la muestra. Se les solicitó a cada uno que probaran las muestras y que escogieran la que mas preferían siempre indicando la razón del porque la escogieron.

b. Análisis de datos. Los resultados obtenidos se ingresaron a una hoja de Excel donde se les realizó un Análisis de varianza de dos factores. Si el panelista escogía la muestra A se le asignaba el número 1 a la casilla A y 0 a la casilla B y así sucesivamente.

G. Estudio de disminución de colesterol en ratas de laboratorio

Para determinar si al consumir la galleta se excreta grasa en las heces, se realizó un estudio con ratas. Se realizaron dos dietas, la primera dieta consistió en yema de huevo con la cual se pretendió que al consumir la yema, las ratas consumieran alto contenido de grasa saturada y colesterol. La segunda dieta consistió en la galleta, con la cual se pretendió que las ratas al consumirlas excretaran grasa (colesterol) en las heces.

Para diseñar las dietas, se debió llevarlas a un porcentaje de grasa del 15%-16%, ya que las ratas no comen alimentos con alto contenido de grasa. A las dos dietas se les complemento minerales, vitaminas y almidón como se puede observar en la Tabla No. 3.

Tabla No. 5. Dieta 1 yema de huevo: Con 9% de proteína y 15% de grasa y Dieta 2 galleta con 3% de proteína, 3% fibra y 15% grasa

Ingrediente	Cantidad dieta 1	Cantidad dieta 2
Yema de huevo	27g	0g
Galleta	0	34g
Minerales	4g	4g
Vitamina	1g	1g
Almidón	68g	61g
TOTAL	100g	100g

El estudio inició el día 13 de noviembre y se comenzó a dar a las 8 ratas la dieta 1 por 5 días con una ración de 10g de comida diaria por rata. El día 18 de noviembre se separaron 2 grupos: 4 ratas dejaron de comer la dieta 1 y comenzaron a comer la dieta 2 y las otras 4 ratas siguieron comiendo la misma dieta 1. Todo esto durante 5 días más. Se realizaron dos recolecciones de heces de cada grupo una fue el día 8 del experimento y la otra fue en el día 10. Al finalizar el estudio se realizó un extracto de grasa en las heces para determinar la cantidad de grasa excretada por las ratas que consumieron la galleta y comparar este resultado con la grasa presente en las heces de las ratas que no consumieron la galleta.

Tabla No. 6. Cronograma estudio con ratas

Día	Dieta	Observaciones
1	1	8 ratas comerán
2	1	8 ratas comerán
3	1	8 ratas comerán
4	1	8 ratas comerán
5	1	8 ratas comerán
6	1	4 ratas comerán
	2	4 ratas comerán

Continuación Tabla No. 6. Cronograma estudio de ratas

Día	Dieta	Observaciones
7	1	4 ratas comerán
	2	4 ratas comerán
8	1	4 ratas comerán
	2	4 ratas comerán
9	1	4 ratas comerán
	2	4 ratas comerán
10	1	4 ratas comerán
	2	4 ratas comerán

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados de análisis sensorial

Se realizó una prueba sensorial de preferencia con el objetivo de determinar cuál de las dos formulaciones (A y B) preferían. La diferencia entre ambas formulaciones fue la concentración de edulcorante no calórico (splenda) utilizada. La formulación A tenía un menor contenido de edulcorante en comparación a la formulación B. La hipótesis nula era que si se detectaban diferencias ($A \neq B$). La hipótesis alternativa era que no se detectaban diferencias, y que las diferencias observadas se deben al azar ($A = B$). Mediante un análisis de varianza de dos factores se determino el valor de F y F crítico para cada formulación como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla No. 7. Significancia análisis sensorial

F	F_{crítico}	¿Significativo?
22.0	4.1	Sí

A partir de la Tabla No. 6, se observa que si existe una diferencia significativa entre ambas muestras evaluadas con el 95% de confianza y 5% de error. Y los panelistas prefieran la muestra A sobre la muestra B. Prefirieron la muestra A ya que sentían un sabor más agradable, se sentía más el sabor a cítrico y estaba más compacta, no tan polvorosa.

B. Resultados análisis químico y perfil de ácidos grasos

Tabla No. 8. Análisis químico de la galleta

Porcentaje de fibra dietética (m/m)	Porcentaje de grasa (m/m)	Porcentaje de proteína (m/m)	Porcentaje de ceniza (m/m)	Porcentaje de humedad (m/m)	Actividad de agua (aw)	Miligramos de sodio por gramos de muestra
9.54±0.5	44.23±3	9.015±0.1	2.05±0.06	5.68±0.0	0.535±0.0	0.309±0.09

1. **Proteína:** El porcentaje de proteína de una galleta es importante, dependiendo de la finalidad de la misma. Se obtuvo un promedio de 9.015g de proteína por 100g de muestra. Este valor es bajo en comparación con las recomendaciones diarias de ingesta de proteína, pero ya que la galleta no tiene como finalidad tener un alto contenido de proteína, este valor puede ser considerado como aceptable. Las principales fuentes de proteína que tiene la galleta son la avena, la harina de trigo y la harina de trigo integral. Siendo de estos 3 ingredientes la avena aportando la proteína de mejor calidad.

2. **Humedad:** la determinación de humedad es importante ya que nos indica la cantidad de agua total que tiene el alimento. El porcentaje de humedad promedio que se obtuvo fue de 5.68% el cual es bajo. Es por esto que la textura de la galleta es “polvorosa”, como la describen los panelistas. Para poder determinar si el alimento puede llegar a tener riesgo de contaminación microbiológica se procedió a determinar la actividad de agua (Aw), la cual es el agua que tiene el alimento que está libre para reaccionar químicamente con otras sustancias y provocar el crecimiento bacteriano. El promedio obtenido de Aw fue de 0.535 que es tolerable y no hay riesgo de que el alimento desarrolle deterioro por hongos, levaduras o bacterias y por lo tanto su vida de anaquel no se verá afectada. Es importante mencionar que para que esta humedad no aumente, este producto debe almacenarse en lugares secos, y el empaque no debe permitir que la humedad entre en contacto con la galleta.

3. Cenizas: el contenido de cenizas nos indica el contenido de minerales y por lo tanto si existe alguna adulteración en las harinas. El contenido promedio de cenizas de la galleta fue de 2.05% el cual es relativamente bajo, lo cual nos indica que no tiene un contenido alto en minerales y que las harinas utilizadas como materia prima no han sido adulteradas con algún tipo de fluidificantes o productos salados.

4. Fibra dietética: el contenido de fibra es otro factor importante en la elaboración de la galleta. El contenido de fibra obtenido en este estudio es de 9.54g por cada 100g de galleta. Los ingredientes que le están aportando este alto contenido de fibra son la avena y el beta-glucano. Este último componente es una fibra soluble proveniente de la avena, la cual se agregó directamente a la galleta. Este compuesto tiene la propiedad de ser altamente viscoso como una fibra soluble para enlazar el colesterol y los ácidos biliares y para facilitar su eliminación del cuerpo y por lo tanto disminuir el colesterol en la sangre. Estudios indican que al consumir 3g de beta-glucanos diariamente, se logra una disminución del colesterol LDL en un 8-12%. Ya que cada galleta pesa 8g, se puede decir que por cada galleta que se consuma, se están ingiriendo 0.76g de fibra. Por lo que para cumplir con el requerimiento, se recomienda que se consuman de 4 a 5 galletas diarias. Este compuesto tiene la propiedad de ser altamente viscoso como una fibra soluble para enlazar el colesterol y los ácidos biliares y para facilitar su eliminación del cuerpo y por lo tanto disminuir el colesterol en la sangre.

5. Sodio: se determinó la cantidad de sodio (mg Na/g) de la galleta ya que es importante que esta galleta tenga un bajo contenido en sodio debido al mercado al que está dirigido. Si el mercado es para personas con hipercolesterolemia es importante también que estas personas cuiden su ingesta de sodio, ya que si su ingesta es alta pueden llegar a tener enfermedades cardiovasculares. Los alimentos con alto contenido en sodio pueden perjudicar la salud del consumidor. Se obtuvo un resultado de 0.309 ± 0.09 mg Na/g, el cual es bajo.

Tabla No. 9. Contenido nutricional y aporte de cada nutriente de la galleta

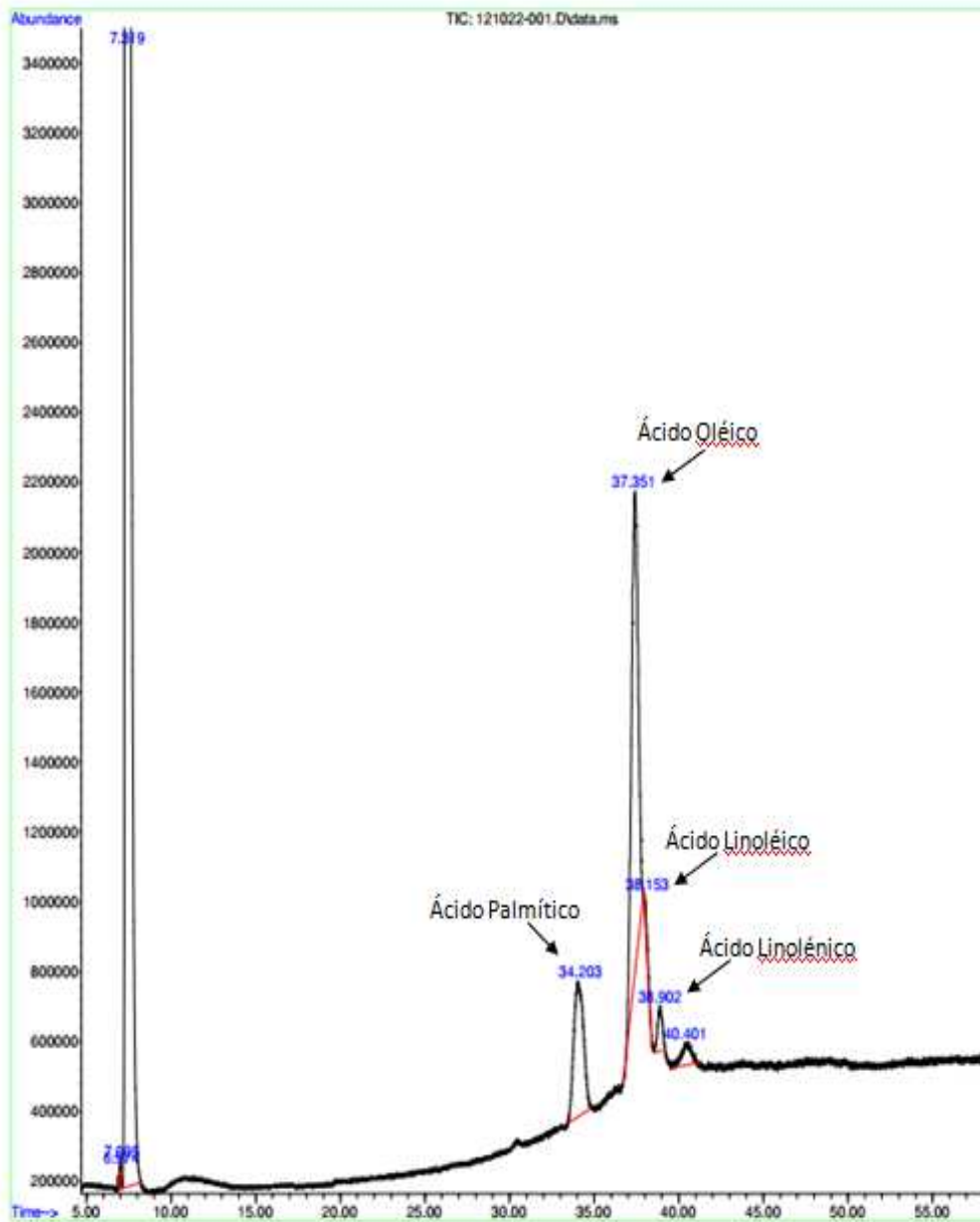
Nutriente	Valor Diario Recomendado *	Aporte por cada 100g de galleta	Aporte de la porción establecida 4 galletas (32g)	Porcentaje del valor diario recomendado
Proteína	50g	9.05g	2.90g	5.79%
Fibra Dietética	25g	9.54g	3.05g	12.21%
Grasa Total	65g	44.23g	14.15g	21.77%
Sodio	2400mg	30.9mg	9.8mg	0.41%
Carbohidratos	300g	38.99g	12.48g	4.16%

* Appendix F: Calculate the Percent Daily Value for the Appropriate Nutrients Guidance for Industry: A Food Labeling Guide. U.S. Food and Drug Administration

6. Ingesta diaria recomendada de nutrientes: Con base en la Tabla No. 8 se puede observar que el aporte de la porción de galleta en cuanto a proteína es solamente un 5.79% del valor diario recomendado por el FDA. La ingesta diaria ideal de proteína es de 30g, por lo que la galleta aporta un valor mínimo, por esto la galleta no es una fuente de proteína. De fibra dietética el aporte de la porción de galleta es de un 12.21% del valor diario recomendado, por lo que se puede decir que esta galleta es una buena fuente de fibra dietética. El aporte de grasa total es de 21.77% del valor diario recomendado, este valor es alto, pero según las grasas utilizadas provenientes del aceite de canola y la macadamia (mono y poliinsaturada), esta grasa no es mala para el cuerpo como lo es la grasa saturada. Muchas veces la grasa mono y poliinsaturada es utilizada como recubrimiento para células, síntesis de hormonas, etc. Pero si se recomienda no consumir más de la porción estipulada para no aumentar la ingesta de grasa. El aporte de carbohidratos es de un 4.16% el cual es bajo para ser una galleta. El aporte de sodio es de 0.41% del valor diario recomendado, el cual es bastante bajo. Para determinar si un alimento es muy bajo en sodio, este no debe de contener mas de 0.04g por 100g de sodio (Salt Claims made on foods, FDA) y la galleta contiene 0.0309g por lo que se puede decir que esta galleta es muy baja en sodio.

Gráfica No. 3. Perfil de ácidos grasos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Pantaleon\121022-001.D
Operator : AdeM
Acquired : 22 Oct 2012 11:26 using AcqMethod ACIDOS GRASOS HP88 SCAN BIO.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Galleta 2
Misc Info : Galleta 2
Vial Number: 2



7. Grasa y perfil de ácidos grasos: el contenido de grasa en la galleta es uno de los factores importantes para el objetivo de este trabajo ya que se quiere disminuir los niveles de colesterol. El valor promedio obtenido de grasa para la galleta fue de 44.23%. Este valor es bastante alto, quiere decir que la galleta es grasosa. Pero al observar el perfil de ácidos grasos en la Ilustración No. 5, se puede ver que la grasa que contiene la galleta es grasa proveniente de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados. El perfil muestra presencia de ácido oléico (abundance 37.35) que es monoinsaturado, ácido linoléico (abundance 38.15) y ácido graso linolénico (abundance 38.90) que son poliinsaturados y ácido palmítico (abundance 34.203) que es saturado. El ingrediente que esta proveyendo estos compuestos a la galleta es la nuez de macadamia. Se puede ver que existe un ácido graso saturado, pero viendo la Tabla No. 4 de composición de la nuez de macadamia, esta grasa solo se encuentran 11g por cada 100g de macadamia. Para la formulación de la galleta se utilizan 46g para elaborar 36 galletas, cada una con un peso de 8g, en base a esto cada galleta contiene aproximadamente 0.14g de grasa saturada. Para poder concluir que la macadamia no le está aportando colesterol, este aporte debe ser igual o menor a 2g de grasa saturada, por lo que se concluye que el contenido de grasa saturada en la macadamia no le está aportando colesterol a la galleta. Para poder luego hay un 60% de grasa monoinsaturada y poliinsaturada, por lo que la poca presencia del ácido Palmítico no afecta el objetivo de la galleta. Los ácidos grasos de mayor proporción de en la macadamia remplazan la grasa saturada, la cual hace que aumente el colesterol y al ser remplazada, ayuda a reducir los niveles de colesterol.

C. Experimento con ratas

Tabla No. 10. Peso de las ratas e ingesta de dieta

Rata	Día	Peso (g)	Cambio de peso (g)	Cantidad de comida Ingerida (g)	Dieta Ingerida
1	3	56	6	22	1
	6	60	4	22	
	8	61	1	17	2
	10	62	1	16	
TOTAL		62	12	77	
2	3	54	4	20	1
	6	63	9	26	2
	8	62	-1	16	
	10	63	1	17	
TOTAL		63	13	86	
3	3	52	2	20	1
	6	57	5	20	2
	8	60	3	19	
	10	62	2	17	
TOTAL		62	12	76	
4	3	54	4	23	1
	6	57	3	22	2
	8	60	3	22	
	10	60	0	16	
TOTAL		60	10	83	
5	3	56	6	22	1
	6	62	6	26	
	8	68	6	20	
	10	74	6	14	
TOTAL		74	24	82	
6	3	57	7	22	1
	6	65	8	25	
	8	69	4	18	
	10	74	5	17	
TOTAL		74	24	82	
7	3	52	2	23	1
	6	63	11	23	
	8	70	7	23	
	10	70	0	16	
TOTAL		70	20	85	
8	3	56	6	25	1
	6	64	8	22	
	8	63	1	22	
	10	74	11	25	
TOTAL		74	26	94	

En el estudio que se llevó a cabo con las ratas se midieron 4 parámetros, los cuales fueron el peso de las ratas, cantidad de comida ingerida, el peso de las heces y el porcentaje de grasa total en las heces. En la Tabla No. 10 se puede observar que las ratas que tuvieron un mayor aumento de peso fueron las que se permanecieron comiendo la dieta 1 durante los 10 días del estudio (ratas 5-10). Esto se debió a que consumieron la misma dieta por un período más largo, no tuvieron cambio de dieta y tuvieron más tiempo para acostumbrarse a la dieta. Por esto mismo ingirieron más cantidad de comida con la dieta 1. Las ratas que comieron la dieta 1 por 5 días y luego consumieron la dieta 2 por los siguientes 5 días (1-4) no aumentaron tanto de peso como lo hicieron las demás. Esto fue debido a que hubo un cambio de dieta durante el estudio lo que causó que las ratas no se acostumbraran del todo a una dieta específica. Por lo mismo el consumo de la dieta 2 fue menor.

Comparando las dos dietas (1 y 2) se puede observar que consumieron más cantidad de la dieta 1 que de la dieta 2. Esto se pudo deber a que las ratas sintieron mayor preferencia por la composición de la dieta 1 la cual incluía yema de huevo. Este consumo también afectó el aumento del peso, por lo que las ratas que ganaron más peso fueron las que consumieron la dieta 1.

Tabla No. 11. Peso de las heces de ratas dependiendo de la dieta ingerida

Dieta	Promedio peso heces	F	F crítico	Significancia
1	2.1519±0.19	66.10	4.60	Sí
2	2.8162±0.13			

1. Peso de las heces: La galleta contenía un alto contenido de fibra por lo que se esperaba que el peso de las heces excretadas aumentara cuando se consumiera la dieta 2. En la Tabla No. 12 se puede observar que la cantidad de heces excretadas fue mayor al consumir la dieta 2 que la dieta 1. Para tener una mejor comparación se realizó un análisis de varianza. Se puede observar que el valor de F fue mayor al de F crítico, por lo que se puede decir que si existió una diferencia significativa entre la dieta 1 y 2 en cuanto a la

cantidad de excreción de heces. Esto se debe a el contenido de fibra de la galleta lo que hace que se aumente el volumen de masa fecal ya que una de sus funciones es actuar como laxante.

Tabla No. 12. Porcentaje de grasa total excretada en heces dependiendo de la dieta ingerida

Recolección de heces	Dieta	Promedio porcentaje de grasa en heces	F	F crítico	Significancia
Primera	1	15.53%±±0.12	16.34	5.99	Sí
	2	37.940.03			
Segunda	1	15.21%±0.03	193.09	5.99	Sí
	2	34.14%±0.01			

2. Porcentaje de grasa en heces: el principal objetivo de realizar un análisis de grasa en las heces fue para determinar si las ratas excretaban grasa que habían consumido días anteriores con la dieta 1. En la Tabla No. 12 se puede observar que en la primera recolección de heces, las ratas que consumieron la dieta 2 obtuvieron un porcentaje de grasa excretada mayor que las que no la consumieron. Al realizar el análisis de varianza para la primera recolección se observa que si existe una diferencia significativa ($F > F_c$) en ambas dietas en cuanto a la excreción de grasa en las heces.

En la segunda recolección de heces se observa que las ratas que consumieron la dieta 2 excretaron un 1.2% más que en la primera recolección. Esto se debió a que las ratas llevaban más tiempo consumiendo la dieta 2 por lo que fungió un mayor efecto. En las ratas que consumieron la dieta 1 excretaron un porcentaje similar en la segunda recolección como en la primera. Al realizar el análisis de varianza para la segunda recolección se observa que nuevamente existe una diferencia significativa en ambas dietas en cuanto a la excreción de grasa en las heces.

En ambas recolecciones se puede observar que las ratas que consumieron la dieta 2 obtuvieron un mayor porcentaje de grasa en sus heces en comparación con las que consumieron la dieta 1.

Los tres ingredientes principales de la galleta ejercieron su funcionalidad esperada.

La fibra (β - glucano) aumento la viscosidad en el intestino delgado lo cual redujo la reabsorción de ácidos biliares, aumentó la síntesis de ácidos biliares del colesterol y esto es excretado en las heces. Al ser excretado se logra que haya una reducción de la concentración de colesterol en la circulación sanguínea.

Los fitoesteroles compiten con el colesterol por un espacio en las micelas de las sales biliares en el lumen intestinal, por lo que desplazan al colesterol y este no es absorbido por lo que se desecha en las heces gracias a la fibra.

La macadamia por ser rica en grasa monoinsaturada por lo que con esta nuez se logra remplazar el consumo de grasa saturada y por lo tanto ayuda a reducir el colesterol.

D. Costo de la galleta

Tabla No. 13. Costo de la galleta

Ingrediente	Costo
Harina de trigo	Q0.59
Avena	Q1.30
Harina Integral	Q0.46
Fitoesteroles	Q28.08
Fibra	Q22.19
Aceite de canola	Q7.58
Margarina	Q0.40
Macadamia	Q6.26
Splenda	Q3.64
Azúcar Glass	Q0.13
Limón	Q0.50
Agua	Q0.02
Linaza	Q0.22
Miel	Q0.09
TOTAL por 36 galletas	Q71.45
TOTAL por 1 galleta	Q1.98
Costo por porción (4 galletas)	7.92

El costo de la galleta es alto, pero no se aleja de los precios que hay en el mercado para los alimentos funcionales. Se puede observar que los ingredientes que le aumentan más el precio son la fibra, los fitoesteroles, la macadamia y el aceite de canola. El alto valor de estos ingredientes se deben a que son bastante saludables, que poseen propiedades beneficiosas para la salud del consumidor y que gracias a estos ingredientes la galleta posee las propiedades esperadas. Se debe tomar en cuenta que el costo obtenido no incluye empaque lo cual aumentaría un poco más el precio.

VII. CONCLUSIONES

1. El análisis químico realizado a la galleta nos indica que la porción establecida aporta un 5.79% de la recomendación diaria establecida.
2. El aporte de fibra fue un 12.21% de la recomendación diaria establecida.
3. El perfil de ácidos grasos nos indican que la galleta es fuente de grasa mono y poliinsaturada cuya porción aporta 22%% de la recomendación diaria establecida.
4. Existió una diferencia significativa entre la cantidad de grasa presente en las heces y la cantidad de heces excretadas. Las ratas que consumieron la dieta 2 tuvieron un mayor volumen de excreción de heces en comparación a las que consumieron la dieta 1, esto se debió al alto contenido de fibra que poseía la dieta 2.
5. Las ratas que consumieron la dieta 2 excretaron un promedio de 38% de grasa en sus heces y las que consumieron la dieta 1 excretaron un promedio de 15%. En ambas recolecciones existió una diferencia significativa en cuanto a la excreción de grasa en las heces siendo las ratas que consumieron la dieta 2 las que mayor porcentaje excretaron.
6. Los ingredientes funcionales como la macadamia, fitoesteroles y beta glucanos ayudaron a que las ratas expulsaran grasa en sus heces. De acuerdo a las funcionalidades de cada ingrediente estudiadas en artículos científicos, la grasa excretada se espera que sea grasa saturada y colesterol.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Analizar las heces mediante un perfil de ácidos grasos para saber cuáles son los que se están excretando.
2. Determinar el colesterol en la sangre de las ratas mediante una extracción de sangre.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Anacafe. 2004. “*Cultivo de macadamia*”. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera.
2. Breuleux, N. 2009. “*Salud y vitalidad: Regula tu colesterol*”. Editorial Hispano Europea. España. Pág. 22
3. De León M. 2005. “*Factores de riesgo asociados a enfermedad cardiovascular en profesionales de Guatemala*”. Guatemala: MSPAS.
4. European Food Safety Authority (EFSA). 2010. “*Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to oat beta-glucan and lowering blood cholesterol and reduced risk of (coronary) heart disease pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006*”. EFSA Journal 2010;8(12): 1885
5. Fernández, L., Vega-López, S. 2005. “*Efficacy and safety of Sitosterol in the management of blood cholesterol levels*”. Neva Press, Branford, Connecticut. Cardiovascular Drugs Review. Vol 23, No.1, 57-70.
6. Franco, L. 2008. “*Factores de riesgo cardiovascular modificables en personas mayores de 40 años de edad en un área rural del departamento de Zacapa*”. Estudio realizado en las aldeas Santa Rosalía y Santa Lucía y el terreno del municipio de Zacapa. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Médicas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. García, M. 2008. “*Obtención y caracterización fisicoquímica del aceite de macadamia de las especies Tetraphyllia e Intergrifolia*”. Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Química. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala
8. Gil, M. 2005. “*Manual de nutrición deportiva*”. Editorial Paidotribo. España. Pág. 46
9. Gómez, D., Arana, P. 2010. “*Prevalencia de Factores de Riesgo cardiovascular en la población de Guatemala*”. Trabajo de graduación. Facultad de Ciencias Médicas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Griel, A., Yumei, D., and Bagshaw, A. 2008. “*A Macadamia Nut-Rich diet reduces total and LDL-Cholesterol in mildly Hypercholesterolemic men and women*”. The Journal of Nutrition 138: 761-767. Pennsylvania State University.
11. Institute of Medicine of the National Academies (IMO). “*Dietary Reference Intake*”. Fecha de consulta: 6/04/2012. Disponible en: http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~//media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/5_Summary%20Table%20Tables%201-4.pdf
12. Lau, V., Journoud, M., Jones, P. 2005, “*Plant sterols are efficacious in lowering plasma LDL and non-HDL cholesterol in hypercholesterolemic type 2 diabetic and non diabetic persons*”. American Journal for Clinical Nutrition. 81: 1351-8.

13. Mezger, A. 2008. “*Estudio de Prefactibilidad para la producción y envasado de nuez de macadamia horneada*”. Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Mezger, A. 2008. “*Estudio de Prefactibilidad para la producción y envasado de nuez de macadamia horneada*”. Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.
15. Morales, A; Gonzalez, B; Jiménez, Z. 2002. “*Tendencias de la producción de alimentos: Alimentos funcionales*”. Revista salud pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León. México
16. National Cholesterol Education Program. “*Third report of the national cholesterol education program, expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III), final report*”. National Heart Lung, 2002; (2):5215
17. Organización Mundial de la Salud. 2003. “*Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*”. Ginebra: OMS. Fecha de Consulta: 3/04/2012]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ac911s/ac911s00.pdf>
18. Organización Mundial de la Salud. 2011. “*Enfermedades Cardiovasculares*”. Nota Informativa. Fecha de consulta: 5/04/2012. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/index.html>

19. Organización Panamericana de la Salud. 2008. “*Propuesta grupo de trabajo: enfermedades no transmisibles MERCOSUR y países asociados*”. Documento de trabajo. Porto Alegre (Brasil): OPS 2008. Fecha de consulta 3/04/2012. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/nc/porto-alegrepropuesta.pdf>
20. Pamplona, J. 2002. “*Salud por los Alimentos*”. Editorial Safeliz, S. L. Madrid España. Pág. 51-52.
21. Párraga, I. 2011. “*Effects of plant sterols on the lipid profile of patients with hypercholesterolaemia*”. BMC Complementary and Alternative Medicine. 11: 73.
22. Rui, L. 2007. “*Whole grain phytochemicals and health*”. Journal Of Cereal Science 46(2007) 207-219. Cornell University.
23. USDA. “*Composition of foods: Nut and seed Products*”. Agriculture Handbook Numbre 8-12. Fecha de consulta: 6/04/2012. Disponible en: <http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT85825391/PDF>
24. Velásquez, E. 2011. “*Situación Actual de las Enfermedades Crónicas en Guatemala*”. Revista del Colegio Médico de Guatemala. Volumen 6, No.2.
25. Wood, P. 2007. “*Cereal β -Glucans in diet and health*”. Journal of Cereal Science 46: 230-238.

X. APÉNDICE

Tabla No.14. Datos originales para la determinación de proteína en la galleta

Muestra	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Volumen HCl 0.107 N (± 0.05 mL)	Proteína (%)	Media	Desviación estándar
1	0.2569	2.5	9.11	9.015	0.1343
2	0.2520	2.4	8.92		

Tabla No.15. Datos originales para la determinación de humedad en la galleta

Muestra	Peso crisol vacío (± 0.0001 g)	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Peso muestra final y crisol (± 0.0001 g)
1	16.6099	1.2786	17.8161
2	17.0310	1.4870	18.4334

Muestra	Agua evaporada (± 0.0001 g)	Humedad (%)	Media	Desviación estándar
1	0.05662443	5.66%	5.68%	0.00019
2	0.05689307	5.69%		

Tabla No.16. Datos originales para la determinación de cenizas en la galleta

Muestra	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Peso crisol vacío (± 0.0001 g)	Peso muestra final y crisol (± 0.0001 g)
1	1.0481	17.5473	17.5693
2	1.0599	23.2533	23.2746

Muestra	Cenizas (%)	Media	Desviación estándar
1	2.10	2.05	0.063
2	2.01		

v**Tabla No.17.** Datos originales para la determinación de grasa en la galleta

Muestra	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Peso recipiente vacío (± 0.0001 g)	Peso muestra final y recipiente (± 0.0001 g)
1	5.0071	75.5055	77.6796
2	5.0253	75.2368	77.686
3	5.2192	75.237	77.3521
Muestra	Grasa (%)	Media	Desviación estándar
1	43.42	44.23	3.76
2	48.74		
3	40.53		

Tabla No. 18. Datos originales para la determinación de fibra dietética en la galleta

Muestra	W1	W2	W3	Fibra dietética (%)	Media	Desviación estándar
1	42.9655	43.9737		9.87	9.54	0.4737
2	43.5112	44.5404	44.3221			
3	43.3915	43.9424	43.7255			
4	42.7163	43.7745		9.20		
6	43.4481	44.0163				
blanco1	30.1531	31.0389	31.0034			
blanco2	43.8665	44.1949				

Tabla No. 19. Datos originales para la determinación de sodio en la galleta

Peso de la muestra (± 0.0001 g)	Absorbancia (nm)
2.0307	0.2
2.0143	0.3

Tabla No. 20. Datos originales para la determinación de grasa en heces de rata primera recolección

Muestra	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Peso recipiente vacío (± 0.0001 g)	Peso muestra final y recipiente (± 0.0001 g)
1	1.6242	76.4549	76.9205
2	1.41	75.2363	75.9848
3	1.504	75.2423	75.8056
4	1.7005	74.3556	74.49
5	1.103	76.4102	76.5597
6	0.9088	75.0018	75.1809
7	1.07	75.23	75.39
8	1.09	74.35	74.50

Tabla No. 21 Datos originales para la determinación de grasa en heces de rata segunda recolección

Muestra	Peso muestra inicial (± 0.0001 g)	Peso recipiente vacío (± 0.0001 g)	Peso muestra final y recipiente (± 0.0001 g)
1	1.6788	74.9998	0
2	1.6028	75.5005	0
3	1.5409	75.2363	0
4	1.6642	74.35	0
5	0.7565		
6	0.7325		
7	0.9246		
8	1.1654		

Tabla No. 22. Peso de heces de las ratas

Rata	Día	Peso heces (g)
1	8	2.8674
	10	2.8867
2	8	2.6743
	10	2.7736
3	8	2.6800
	10	2.6975
4	8	3.0444
	10	2.9061
5	8	2.2950
	10	1.8784
6	8	2.1322
	10	1.8914
7	8	2.3150
	10	2.0736
8	8	2.2813
	10	2.3483

Tabla No.23. Análisis de varianza para el peso de las heces

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Peso heces dieta 2	8	22.53	2.81625	0.017477
Peso heces dieta 1	8	17.2152	2.1519	0.03594

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
oEntre grupos	1.76544369	1	1.7654437	66.10072	1.1E-06	4.60010991
Dentro de los grupos	0.37391744	14	0.0267084			
Total	2.13936113	15				

Tabla No. 24. Análisis de varianza para porcentaje de grasa en heces para la primera recolección

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Dieta 1	4	0.62108099	0.15527025	0.00079933		
Dieta 2	4	1.51748354	0.37937088	0.01149113		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.10044219	1	0.10044219	16.3447372	0.0067807	5.98737758
Dentro de los grupos	0.03687139	6	0.00614523			
Total	0.13731358	7				

Tabla No. 25. Análisis de varianza para porcentaje de grasa en heces para la segunda recolección.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Dieta 1	4	0.60821495	0.15205374	8.8835E-05		
Dieta 2	4	1.56543519	0.3913588	0.00109744		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.11453382	1	0.11453382	193.098965	8.651E-06	5.98737758
Dentro de los grupos	0.00355881	6	0.00059314			
Total	0.11809264	7				

Figura No. 4. Boleta utilizada en prueba sensorial”

No. Panelista: _____				
<p>BOLETA DE EVALUACIÓN PREFERENCIA PAREADA DE LA PRESENTACION DE GALLETAS CON AVENA Y MACADAMIA</p> <p>Frente a usted hay dos muestras de galletas, usted debe probarlas en el orden de izquierda a derecha cada una.</p> <p>¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una X la muestra elegida</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">CÓDIGO DE MUESTRA</td> <td style="width: 50%;">CÓDIGO DE MUESTRA</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 578</td> <td><input type="checkbox"/> 836</td> </tr> </table> <p>¿Por qué? _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">GRACIAS POR PARTICIPAR</p>	CÓDIGO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	<input type="checkbox"/> 578	<input type="checkbox"/> 836
CÓDIGO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA			
<input type="checkbox"/> 578	<input type="checkbox"/> 836			

Tabla No. 26. Análisis de varianza para el análisis sensorialANÁLISIS DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.4875	39	0.0125	0.04171123	1	1.70446507
Columnas	7.8125	1	7.8125	26.0695187	8.9635E-06	4.09127848
Error	11.6875	39	0.29967949			
Total	19.9875	79				

Figura No.5. Elaboración de la galleta y análisis sensorial

Elaboración de la galleta	Análisis sensorial
	
	
	
	

Figura No. 6. Elaboración de la galleta y elaboración de dieta para ratas



Figura No.7. Experimento con ratas

