

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMÍCAS Y FARMACIA




**FORMULACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE UN ALIMENTO FUNCIONAL COMO
VEHÍCULO PARA OMEGA-3 PARA MUJERES EMBARAZADAS Y
LACTANTES.**

Sasha Mae de Beausset Fairman

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, noviembre 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMÍCAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress and white collar, holding a book. Above her is a golden crown. To the left is a golden castle, and to the right is a golden lion rampant. Below the central figure is a figure on a horse, possibly a knight, holding a lance. The background is light blue with a white cloud. The entire scene is set against a green landscape with two hills. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "LETTERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

**FORMULACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE UN ALIMENTO FUNCIONAL COMO
VEHÍCULO PARA OMEGA-3 PARA MUJERES EMBARAZADAS Y
LACTANTES.**

Trabajo de tesis presentado por:
Sasha Mae de Beausset Fairman

Para optar al grado de Maestro en Ciencias

Guatemala, noviembre 2015

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Elsa Julieta Salazar de Ariza	SECRETARIA
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
BR. Michael Javier Mó Leal	VOCAL IV
BR. Blanqui Eunice Flores De León	VOCAL V

CONSEJO ACADÉMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D.
Carolina Arévalo Valdez, Ph.D.
Ericka Anabella Márquez González, MSc.
Clara Aurora García González, MA.
José Estuardo López Coronado, MA.

TABLA DE CONTENIDO

I. Resumen Ejecutivo.....	1
II. Introducción	3
III. Antecedentes.....	5
A. ¿Qué es un alimento funcional?	5
B. Introducción a los ácidos grasos ácido docohexaenoico, ácido eicopentaeónico, ácido linolénico y ácido linoléico.....	6
1. Importancia de la ingesta de ácidos grasos en mujeres embarazadas y lactantes	7
2. Ingesta de Omega-3 en madres embarazadas y lactantes	8
3. Conversión de ALA a EPA y DHA y Fuentes Vegetales de Omega-3.....	8
4. Requerimientos nutritivos promedio de ácidos grasos y conversión de ALA a DHA y EPA	11
5. Perfiles de ácidos grasos de diferentes alimentos.....	12
6. Tecnologías en alimentos para agregar DHA y EPA sin sabor.....	13
C. Caracterización y antropología de la champurrada	14
IV. Objetivos	18
A. Objetivo general	18
B. Objetivos específicos.....	18
V. Formulación de hipótesis.....	19
VI. Metodología.....	23
A. Diseño del Estudio.....	23
B. Población y muestra.....	23
C. Variables	24
D. Instrumentos, materiales y equipo.....	25
1. Diseño de instrumentos	25
2. Validación de instrumentos	27
3. Equipo y materiales	27
E. Proceso metodológico.....	28
F. Análisis estadístico y procesamiento de datos	32
VII. Resultados	34

A.	Formulación de Champurrada	34
B.	Aceptabilidad del alimento funcional	37
1.	Características de la población	37
2.	Resultados cuantitativos de aceptabilidad	37
3.	Resultados cualitativos de aceptabilidad	40
C.	Análisis de costos	41
D.	Resultados de análisis de factibilidad de introducción de la champurrada funcional en el mercado.....	43
VIII.	Discusión	45
A.	Formulación de champurrada	45
B.	Aceptabilidad del alimento funcional	47
C.	Análisis de costos	49
IX.	Conclusiones	51
X.	Recomendaciones	53
XI.	Bibliografía.....	54
XII.	Anexos	61

I. RESUMEN EJECUTIVO

Los ácidos grasos Omega-3 ácido docosahexaenoico (DHA), ácido eicosapentaenoico (EPA), y ácido alfa-linolénico son sumamente importantes para el desarrollo cognitivo y ocular del ser humano en las etapas de gestación y lactación (Crawford, Williams, Hassam, & Whitehouse, 1976) (Swanson, Block, & Mousa, 2012). La transferencia de ácidos grasos al feto por la placenta, y al lactante por la lactancia materna, depende de la cantidad de ácidos grasos en la plasma de la madre, en especial de DHA y EPA (Innis, 2005) (Jensen G. L., 2006). Ácido alfa-linolénico (ALA), un aminoácido de fuentes vegetales, puede ser convertido a EPA en el cuerpo, mientras que la tasa de conversión de DHA es mucho más baja (Burdge & Wootton, Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docohexaenoic acids in young women, 2002).

Esta tesis tuvo como propósito elaborar un alimento funcional en forma de champurrada para mujeres embarazadas y lactantes de escasos recursos que pudiera proveer por lo menos 20% del ANR de DHA, y 91% (1g) de ALA, y determinar su aceptabilidad y factibilidad de introducción dentro del mercado. Los métodos fueron de tipo mixto con predominancia cualitativa y enfoque experimental. Se elaboró la champurrada utilizando una receta base previamente validada, y se agregó linaza y chía para proveer el ALA y aceite de alga para proveer el DHA. Los valores teóricos fueron confirmados mediante un análisis cromatográfico en un laboratorio privado. Los datos cualitativos y cuantitativos de aceptabilidad fueron recogidos con 59 mujeres embarazadas, puérperas o lactantes que consintieron participar que asistieron dos clínicas públicas y una clínica privada dirigida a personas de escasos recursos. La factibilidad de introducir la champurrada en el mercado se analizó al comparar la disponibilidad para pagar de cada participante con el costo actual de la champurrada en producción artesanal.

Los resultados de perfil de ácidos grasos revelaron que la champurrada funcional formulada con base en los valores teóricos de ácidos grasos DHA, ALA, AL, y grasas trans pudo proveer 0.98 g de ALA (7% por debajo de lo propuesto) y 0.10g de DHA (150% más de lo esperado), sin que se detectara un sabor característico de aceite de alga.

El análisis de las respuestas cuantitativas de aceptabilidad revelaron que en todas las características excepto el de olor, había una preferencia por la champurrada control con un

nivel de confianza de 90%. Sólo en el caso del olor había una preferencia por la champurrada funcional sin embargo esta no era estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 90%. Este descubrimiento reveló que la champurrada funcional no fue aceptable para la población en cuestión. El factor con más significancia estadística y, por ende, influencia en la aceptabilidad en general, fue el aspecto “integral” de la champurrada. Con respecto a la factibilidad de introducir la champurrada en el mercado, el estudio reveló que el costo estimado por unidad (porción) era de Q4.78, y sólo 6.8% de participantes estaban dispuestas a pagar arriba de este costo. Los resultados revelaron que el costo de producción de las galletas funcionales para mujeres embarazadas y lactantes está muy por arriba de su disponibilidad para pagar debido primordialmente al alto costo de fuentes de ácidos grasos saludables.

El valor del estudio se centra en traer a la luz las brechas entre las necesidades de ácidos grasos Omega-3 de mujeres embarazadas y lactantes guatemaltecas de escasos recursos, y las barreras culturales y económicas que existen para que las puedan obtener.

II. INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos son sumamente importantes para el desarrollo, crecimiento y homeostasis del ser humano. Estudios de antropología biológica e investigaciones clínicas han descubierto que el ser humano evolucionó con una ingesta equilibrada de ácidos grasos, en especial Omega-3 y Omega-6; sin embargo patrones de consumo actuales demuestran un desbalance en el consumo de los diferentes tipos, lo cual ha resultado en complicaciones de salud (Simopoulos, 1999). Los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6 son considerados ácidos grasos esenciales, lo cual significa que tienen que ser ingeridos a través de los alimentos o por suplementos, ya que el cuerpo humano no tiene capacidad de producirlos por sí solo. Sin embargo, el cuerpo humano tiene una capacidad limitada de sintetizar ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA), ácidos grasos Omega-3 de cadena larga, de ácido alfa-linolénico (ALA), un ácido graso de cadena corta; por lo tanto en el presente estudio, sólo ALA va a ser considerado un ácido graso esencial, y así evitar confusión (NIH, 2011).

Una población particularmente sensible a cambios en patrones de dieta es la población de mujeres embarazadas y lactantes. El DHA y el EPA – en particular – juegan un papel sumamente importante en el desarrollo cerebral, inmunológico y retinal del feto durante el embarazo y durante la ventana de los mil días (Swanson, Block, & Mousa, 2012). Según estudios, un porcentaje de ácido alfa-linolénico –ALA (18:3n-3)–, se puede convertir en DHA (22:6n-3) y EPA (20:5n-3) en el cuerpo (Goyens, Spilker, Zock, Katan, & Mensink, 2006). ALA no puede ser sintetizado en el cuerpo, por lo tanto es un ácido graso esencial.

Existe evidencia que para mujeres embarazadas, el consumo de ácidos grasos poliinsaturados resulta en una mejor tolerancia de la glucosa, una mejor salud psiquiátrica, y también tiene mayores probabilidades de llevar un embarazo a término (Allen & Harris, 2001). La baja ingesta de estos ácidos grasos de la madre embarazada y lactante resulta en una función cognitiva debilitada en el niño (FAO, 2010).

En países desarrollados, tanto como en países en vía de desarrollo, como lo es Guatemala, el consumo de alimentos que contienen Omega-3 es muy bajo (Swanson, Block, & Mousa, 2012). Según la Encuesta de Salud Materno-Infantil, Guatemala tiene un índice de

desnutrición crónica (-2 DE de Talla por edad) de 49.8% (MSPAS, 2010). Esta es la cifra más alta de desnutrición crónica en la región (UNICEF, 2011). La desnutrición crónica infantil empieza antes del nacimiento y es causada por la nutrición de la madre, prácticas inadecuadas de alimentación en el niño pequeño, y baja calidad de alimentos (UNICEF).

Muchas intervenciones de nutrición se enfocan en proveer micronutrientes que hacen falta en la dieta de la población meta. Esto incluye programas como los de micronutrientes espolvoreados, atoles fortificados, papillas fortificadas y demás. Se enfocan en proveer micronutrientes claves para la población meta, lo cual en mujeres embarazadas y lactantes tienden a ser ácido fólico, hierro, y B12 (Whitney & Rolfes, 2008). Sin embargo, fuentes de ácidos grasos de cadena larga tienden a ser escasas en muchas poblaciones, y no hay un consumo suficiente de Omega-3 ni en poblaciones de mujeres embarazadas en países desarrollados (Swanson, Block, & Mousa, 2012). Además, aún no se ha desarrollado un alimento funcional de consumo popular para proveer específicamente los ácidos grasos que requieren mujeres embarazadas y lactantes para asegurar el desarrollo cognitivo de niños dentro de la ventana de los mil días. A través de este estudio, se desea llenar esta brecha en los productos ofrecidos a madres embarazadas y lactantes y se propone desarrollar un alimento funcional en forma de champurrada por su aceptabilidad cultural, su consumo frecuente en toda la población y por su disponibilidad en todo tipo de comercio a nivel nacional. Se utilizaron semillas altas en ALA y se exploró la posibilidad de integrar ingredientes fuentes de DHA para una población de mujeres embarazadas, y así se aporta para llenar la necesidad de un producto saludable dentro del mercado o como intervención nutricional.

El problema que se planteó para el fin de este estudio fue, ¿Es viable elaborar un alimento funcional para madres embarazadas y lactantes que aporte ácidos grasos Omega-3 y que sea aceptable? Anexo 1.

III. ANTECEDENTES

A. ¿Qué es un alimento funcional?

El concepto de los alimentos funcionales nació en Japón en los años 80 como una forma de darle una mejor esperanza de vida a la población a través del desarrollo de alimentos diseñados específicamente para mejorar la salud (EUFIC, 2006). Según la El Instituto de Tecnólogos en Alimentos, un alimento funcional es:

“cualquier alimento o ingrediente de alimento modificado que brinda beneficios a la salud superiores a los que se obtiene con los nutrientes tradicionales. Ejemplos pueden incluir alimentos convencionales; alimentos fortificados, enriquecidos o mejorados; y suplementos dietéticos. Alimentos funcionales proveen nutrientes esenciales en cantidades mayores a los necesarios para mantenimiento, crecimiento y desarrollo normal y/o proveen componentes biológicamente activos que imparten beneficios a la salud o efectos psicológicos deseables.” (Institute of Food Technologists)

Algunos alimentos funcionales que se encuentran comúnmente son bebidas y alimentos como las leches enriquecidas, cereales fortificados, la sal yodada y huevos enriquecidos (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2003). Hoy en día se da más importancia a los alimentos funcionales que se solía dar en décadas anteriores ya que se reconoce la conexión entre la dieta y la salud y por ende se da prioridad a la identificación y desarrollo de alimentos que pueden mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedades como las que fueron mencionadas previamente (EUFIC, 2006).

Dentro de los tipos de alimentos funcionales están los aceites de pescado y los ácidos grasos Omega-3 (ácidos grasos poliinsaturados). Estos tienen propiedades importantes para la prevención de enfermedades, ya que han demostrado ser antiinflamatorios, antiarritmogénicos y protectores cardiovasculares (Silveira, Monereo, & Molina, 2003). Muchos de los alimentos funcionales dirigidos a la mujer se desarrollaron para proveer nutrientes y minerales en los cuales tienden a ser deficientes, como el calcio, ácido fólico y el hierro (Justo, et al., 2007). Para este estudio, son pertinentes los alimentos funcionales

dirigidos a prevenir enfermedades o complicaciones en la mujer embarazada y lactante tanto como en el feto y niño lactante, específicamente los ácidos grasos Omega-3 que se describirán en la siguiente sección para estimular el desarrollo cerebral, neural y óptico (Judge, Harel, & Lammi-Keefe, 2007). La función de estas grasas se explica de manera más profunda más adelante.

B. Introducción a los ácidos grasos ácido docohexaenoico, ácido eicopentaeónico, ácido linolénico y ácido linoléico

Los ácidos grasos Omega-3 son un tipo de grasa poliinsaturada, y se obtienen de fuentes animales tanto como fuentes vegetales (NIH, 2011). Los Omega-3 más relevantes para este estudio obtenidos por fuentes animales se llaman ácido docosaheptaenoico – DHA – y ácido eicosapentaeónico – EPA, y de fuente vegetal es el ácido alfa-linolénico – ALA. (Simopoulos, 1999) (Pawlosky, Hibbeln, Novotny, & Salem, 2001). El DHA es crítico para el desarrollo del sistema nervioso central (Greenberg, Bell, & Van Ausdal, 2008). El EPA es clave para la formación de eicosanoides, las hormonas responsables de ayudar a controlar acciones de otras hormonas (Sears, 2007). Los ácidos grasos Omega-6 también son importantes para la dieta, y la razón recomendada es de 1:1; sin embargo, según un estudio publicado por Simopoulos en el 2002, en sociedades que tienden a seguir un patrón de consumo occidental, la razón de consumo de Omega-6 a Omega-3 es de 15:1-16.7:1; este desbalance entre el consumo de Omega-3 y Omega-6 promueve la patogénesis de varios trastornos en salud, los cuales incluyen enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades autoinmunes (Simopoulos, 2002).

Los ácidos grasos poliinsaturados, como el Omega-3, tienen varios efectos beneficiosos, incluyendo la prevención y tratamiento de enfermedad cardíaca coronaria, hipertensión, diabetes, artritis y hasta cáncer, entre otros (Simopoulos, 1999). El consumo de DHA y EPA resulta en beneficios fisiológicos con respecto a la presión arterial, niveles de triglicéridos, inflamación, y además resulta en un menor riesgo a experimentar eventos cardiovasculares (FAO, 2010). Hoy en día, y particularmente en los últimos 20 años, cambios en dietas y en estilos de vida de personas en países en vía de desarrollo han resultado en el surgimiento de patrones de consumo no saludables, y se favorece el

consumo de ácidos grasos Omega-6 y grasas saturadas. Esto deja pasar los beneficios de los ácidos grasos Omega-3 y grasas poliinsaturadas, mencionados arriba (Whitney & Rolfes, 2008).

1. Importancia de la ingesta de ácidos grasos en mujeres embarazadas y lactantes

El 50% de la energía en la leche materna viene de grasas, las cuales son necesarias para proveer la energía que necesitan los recién nacidos para su crecimiento acelerado (Francois, Connor, Bolewicz, & Connor, 2003). Además los ácidos grasos Omega-3 tienen un papel clave en el desarrollo cognitivo de niños de edad gestacional y en los primeros años de vida. El cerebro del feto acumula ácidos grasos de cadena larga durante la división celular (C20 y C22), la placenta y el feto modifican los ácidos grasos esenciales consumidos por la madre para lograr la acumulación de altas proporciones de ácidos grasos de cadena larga en el cerebro del feto (Crawford, Williams, Hassam, & Whitehouse, 1976). Como resultado, las necesidades adicionales de DHA en el plasma materno se duplican durante el embarazo (Williams & Burdge).

El efecto real del consumo de DHA por la madre durante el embarazo o por el niño durante la lactancia en el desarrollo cerebral es demostrado en varios estudios. Uno en particular demostró que los niños de las madres que consumieron un alimento funcional con DHA tuvieron una mayor capacidad de resolución de problemas (Judge, Harel, & Lammi-Keefe, 2007). Por lo general, los niños reciben el DHA durante el período de gestación y también a través de la leche materna (Jensen G. L., 2006). El DHA se almacena en el tejido adiposo y se moviliza a la placenta durante la gestación y a la leche materna cuando nace el bebé (Francois, Connor, Bolewicz, & Connor, 2003). La transferencia de ácidos grasos al feto por la placenta depende de la cantidad de ácidos grasos en la plasma de la madre, en especial de DHA y EPA (Innis, 2005). La suplementación de DHA a madres aumenta la concentración de DHA en su leche, lo cual resulta en una mayor ingesta de DHA en niños (Jensen, Maude, Anderson, & Heird, 2000). Tanta es la evidencia que apoya la suplementación con Omega-3, que la Asociación Psiquiátrica de los Estados Unidos (APA) ha publicado que es

seguro y recomendable recetarlos, en especial a mujeres embarazadas que tienen mayores necesidades de ingesta de DHA y sus precursores (Freeman, Hibbeln, & Wisner, 2006).

2. Ingesta de Omega-3 en madres embarazadas y lactantes

El aceite de pescado es una de las mejores fuentes de DHA que existen en el mercado común, y mujeres que consumen pescado de forma regular tienen cantidades más altas de DHA en su leche (Francois, Connor, Bolewicz, & Connor, 2003). En los Estados Unidos y Canadá, la ingesta materna de DHA es inferior a lo recomendado por día (300 mg/d), por lo cual se puede asumir que la ingesta en países en vía de desarrollo en donde el consumo de fuentes de DHA no es alto (pescado, aceite de pescado, y algas), en particular en el área rural, las personas tienen acceso limitado a las mejores fuentes de DHA y EPA. Esto resulta en un patrón de consumo parecido al de un vegetariano (Swanson, Block, & Mousa, 2012). Según la Hoja de Balance de Alimentos (HBA) de Guatemala, en donde se realiza este estudio, sólo hay 2.6 kg de pescado disponibles para el consumo por habitante por año, lo cual pone al pescado en la posición número 26 de un listado de 55 alimentos, en términos de volúmenes disponibles. En términos de fuentes importantes de ALA, el aceite de semilla de girasol está en el puesto 40, con sólo 0.9 kg disponibles por persona por año, y aceite de oliva, el cual se encuentra en la posición número 55 (INE, 2007). Si se asume que la disponibilidad de alimentos por habitante, según las fuerzas del mercado, es un estimado de consumo por habitante, queda evidente que se desprecian alimentos que son fuentes importantes de DHA y EPA a nivel nacional. Anexo 2

3. Conversión de ALA a EPA y DHA y Fuentes Vegetales de Omega-3

Es importante reconocer que existen fuentes vegetales de Omega-3. El ácido graso Omega-3 que se puede obtener por fuentes vegetales es el ácido graso linolénico (ALA 18:3n-3) (Burdge & Calder, Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults, 2005) El cuerpo humano tiene la capacidad de convertir el ALA en EPA y DHA, pero hay controversia con respecto a las tasas de conversión (Burdge & Wootton, Conversion of α -linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docohexaenoic acids in young women, 2002). Según Burdge y Wootton, la conversión de ALA a EPA es de 21%, y a DHA es de aproximadamente 9%, (Burdge & Wootton,

Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docohexaenoic acids in young women, 2002). Otros estudios demuestran que la conversión es mucho más baja: 6% para EPA y 3.8% para DHA (Gerster, 1998). Otros estudios estiman que estas conversiones son aún menores o, en el caso de DHA, inexistente (Williams & Burdge). Existe evidencia que las tasas de conversión dependen de la idiosincrasia, el estado fisiológico, y los patrones de consumo de cada persona. En un estudio de cohortes, se midieron las ingestas reales y ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 en el plasma de 14,422 hombres y mujeres de 39-79 años de edad. Se concluyó que había una gran diferencia en las tasas de conversión entre los que comían pescado regularmente y los que no, ya que su ingesta de DHA y EPA era menor, pero la brecha en el estado de ácidos grasos poliinsaturados era mucho más pequeña, e inicia una conversión más elevada de ALA a DHA y EPA (Welch, Shakya-Shrestha, Wareham, & Khaw, 2010).

Es necesario que el cuerpo realice esta conversión para que pueda ejercer efectos biológicos parecidos al consumo directo de DHA y EPA en poblaciones que no consumen suficientes alimentos que sean fuentes de estos ácidos grasos (Nettleton, 1991). Debido a que en muchos países, como Guatemala, no se consumen altas cantidades de DHA o EPA, Williams y Burdge realizaron un estudio para determinar si el consumo de ALA puede proveer suficientes cantidades de EPA y DHA para el tejido (Williams & Burdge). Descubrieron que aunque la conversión de ALA a EPA y DHA en hombres es muy bajo (8% y 0-1% respectivamente) la conversión a DHA en mujeres embarazadas tiende a ser más alta (9%); esto podría ser por la baja utilización de ALA para oxidación-beta en mujeres, o por la conversión de EPA a DHA por el efecto del estrógeno en delta 6-desaturasa, aunque este último aún requiere confirmación vía estudios más específicos (Williams & Burdge) Ver Anexo 3 para la descripción de conversión de ALA a EPA y DHA.

La ventaja de los ácidos grasos esenciales ALA es que se encuentran en semillas y algunas nueces, las cuales tienden a ser más fáciles de transportar, de larga duración, y más económicas. Muchas de las semillas con altas cantidades de ALA son nativas de Guatemala, como es la chía (*Salva hispánica*), conocida localmente como *chan*, la linaza,

(*Linum usitatissimum*), y la semilla de girasol (*Helianthus annuus*) (Alvarado, 2011). Estas semillas se pueden aprovechar para formular un alimento funcional con alta aceptabilidad en la población, y así proveer ALA y una cantidad limitada de DHA y EPA (por su conversión) en la dieta de madres embarazadas y lactantes.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de ALA como única fuente de Omega-3 para mujeres embarazadas y lactantes si se quiere gozar de los beneficios. Un estudio realizado con 7 mujeres que consumieron 20g de aceite de linaza (10.7g g de ALA) diariamente por cuatro semanas, demostró que aunque aumentó significativamente el contenido de ALA y EPA en el plasma, en los eritrocitos y en la leche materna, no se vio un aumento de contenido de DHA en ninguno de los anteriormente mencionados (Francois, Connor, Bolewicz, & Connor, 2003). Se menciona que una de las causas se podía haber debido a la necesidad de suplementación por más tiempo ya que inclusive en personas con dietas estrictamente veganas sí hay DHA en su plasma, o que por el exceso de ALA que provienen del aceite de linaza puede inhibir el último paso necesario para convertir EPA en DHA. Otro estudio realizado por Sanders y Reddy demostró que personas que siguen una dieta vegana o vegetariana tienden a tener casi el doble de ALA en el plasma cuando son comparados a dietas omnívoras (23.8% en veganas, 19.7% en vegetarianas y 10.9% en omnívoras), pero menos de la mitad de DHA (0.14% en veganas, 0.30% en vegetarianas y 0.37 en omnívoras). En dónde más se ve la brecha es en la cantidad de DHA en la leche materna de veganas y omnívoras, es dónde la proporción de DHA en grasas totales de eritrocitos de niños de 14 semanas de edad recibiendo lactancia materna de madres veganas era de 1.9% mientras que el de los recién nacidos recibiendo lactancia materna de madres omnívoras era de 6.2% (Sanders & Reddy, 1992).

Además el consumo elevado de ácido linoléico (18:2n-6) (AL), un ácido graso poliinsaturado Omega-6, puede afectar el nivel de conversión. Estudios en ratas y en humanos han demostrado que el consumo alto de AL, puede competir con el ácido alfa-linolénico (ALA) para su conversión a EPA y DHA (Goyens, Spilker, Zock, Katan, & Mensink, 2006). Ya que el ácido linoléico proviene de aceites vegetales como el aceite de

girasol, el aceite de ajonjolí, y el aceite de maíz, es importante considerar evitar su uso dentro de la formulación, para que no compita con el ácido alfa-linolénico.

Otro estudio más reciente tiene un punto de vista más optimista con respecto a la conversión de ALA a DHA y EPA. Mientras que confirma que el consumo de aceite de linaza no resulta en un aumento significativo de DHA, si eleva EPA en eritrocitos, lo cual confirma la efectividad de conversión de ALA a EPA con consumir cantidades fácilmente alcanzables de ALA de fuentes vegetales (Barceló-Coblijn, Murphy, Othman, Kashour, & Friel, 2008). Sin embargo, es importante recalcar que para alcanzar niveles aumentados de DHA en el plasma y en la leche materna, es necesario consumir fuentes altas en DHA.

4. Requerimientos nutritivos promedio de ácidos grasos y conversión de ALA a DHA y EPA

Para mujeres embarazadas y lactantes, la OMS recomienda 200 mg diarios de DHA o 300 mg diarios de DHA+EPA, y recomienda que se limite lo más posible el consumo de ácidos grasos trans (FAO, 2010). Varios metaanálisis acerca de la suplementación de DHA y ácidos araquidónicos (AA) demuestran efectos positivos o neutros; resultados negativos son muy raros (FAO, 2010).

En la tabla 1. se presentan los requerimientos nutritivos promedio y los límites superiores de DHA, EPA y AA, según la FAO.

Tabla 1

Valor de ingesta de nutrientes recomendado en embarazo y lactancia

Tipo de ácido graso	Requerimiento nutritivo promedio (ANR)	Límite superior del nutriente (UNL)
DHA	200 mg/día	1.0 g/día
DHA+EPA	300 mg/día ^b	2.7 g/día
AA		800 mg/día
Ácidos grasos trans		Lo más bajo que sea práctico

^b Basado en AMDR mínimo para adultos más un incremento para requerimientos de energía para el embarazo. Fuente: FAO, 2010

Es importante notar que ensayos controlados aleatorios han demostrado efectos positivos en desarrollo cognitivo en infantes que reciben lactancia materna exclusiva que aumentaron su ingesta de DHA+EPA por sólo 100 mg diarios, a pesar que la recomendación oficial de la FAO es de 300 mg/día (Colombo, Kannass, Shaddy, & Kundurthi, 2004). No existen recomendaciones para ingesta de ALA para madres embarazadas y lactantes, pero la ingesta adecuada de ALA para mujeres es de 1.1g/día, para que puedan aprovechar de los beneficios para la salud cardiovascular que ofrecen estos ácidos grasos (Gebauer, Psota, Harris, & Kris-Etherton, 2006).

5. Perfiles de ácidos grasos de diferentes alimentos

Para consideraciones de esta investigación, se compararon las composiciones y los valores teóricos de contenidos de DHA, EPA, ALA, AL y grasas trans en semillas, nueces y grasas, con preferencia hacia aquellas que se producen en el territorio nacional y que tienen altos contenidos de micronutrientes requeridos en la dieta de la población meta (Kris-Etherton, Taylor, & Yu-Poth, 2000). Las semillas y nueces incluidas en la tabla comparativa fueron: chan (chía), semillas de girasol, linaza, ajonjolí y manía (Ixtaina, 2010) (USDA). Los aceites que incluidos en la tabla fueron: aceite de pescado (menhaden), aceite de alga, aceite de oliva, aceite de girasol, aceite de canola y maíz. También se incluyó alga, margarina de maíz y soya, y mantequilla, para así comparar fuentes marinas e ingredientes comunes en alimentos como galletas (USDA). En el anexo 4 se encuentra la comparación del perfil de ácidos grasos de estas fuentes. Para que mujeres embarazadas puedan cubrir sus necesidades de grasas poliinsaturadas deben de consumir alimentos con Omega-3 de tipo animal tanto como vegetal (Greenberg, Bell, & Van Ausdal, 2008).

Las semillas con contenido teórico de AL más alto son semillas de girasol con 45%, ajonjolí con 43%, y manía cruda con 32%. Chía y linaza sólo tienen 19% y 15% respectivamente de AL. Con respecto a ALA, chía tiene la cantidad más alta con 64% y linaza con 58%. Ajonjolí, semillas de girasol, y manía cruda casi no tienen presencia de ALA con 3%, 1% y 0% respectivamente. Ninguno tenía cantidades significativas de DHA

o EPA dado a que normalmente provienen de fuentes animales, y ninguno contiene ácidos grasos trans, ya que la mayoría proviene de procesos industrializados de hidrogenación de grasas, los cuales ninguno de los productos analizados experimentaron.

Las fuentes de DHA analizadas fueron aceite de pescado con 86% DHA, aceite de alga con 39.8% y alga con 16% .Ver anexo 4 para tabla de valores teóricos completos.

Se han publicado estudios con respecto a la forma del procesamiento de la semilla para mejor aprovechar biológicamente su aporte de ALA. En relación a la chía, se ha demostrado en ratones que el consumo de chía entera reduce la cantidad de triglicéridos en la sangre, y el consumo de chía molida aumenta significativamente la cantidad de HDL en la sangre, pero ambos aumentan significativamente el contenido de ALA en el plasma, sin una diferencia significativa entre el consumo de chía entera o molida (Ayerza & Coates, 2007).

Con respecto a procesos de cocción, algunos estudios realizados con el efecto del horneado sobre la oxidación de la ALA en linaza demostró que si hubo una reducción de ALA en la linaza molida cuando se horneaba a 178°C por 1.5 horas, mientras que en la linaza entera no hubo un cambio. Sin embargo, en pruebas de oxidación de ALA en panes que usaron harina de linaza (linaza molida), no hubo una reducción del contenido de ALA cuando se horneó a 178°C por dos horas (Chen, Ratnayake, & Cunnane, 1994).

6. Tecnologías en alimentos para agregar DHA y EPA sin sabor

Una de las particularidades de las fuentes más altas en DHA y EPA es que tienen características organolépticas marinas fuertes. Para los que toman cápsulas de aceite de pescado muchas veces se quejan por el olor y el sabor a pescado que permanece por mucho tiempo después de habérselas tomado. Por esta razón es importante explorar tecnologías existentes de agregar DHA y EPA a alimentos sin que el sabor a pescado defina el sabor, en este caso, de la champurrada.

La mayoría de las técnicas de desodorización de ácidos grasos Omega-3 que provienen de fuentes marinas están patentadas por su valor en aplicaciones de alimentos funcionales y fortificados. Una patente detalla el proceso de remover el olor y sabor al aceite de pescado

de la siguiente manera: “purga de aire, mezclar con vapor, vaporización flash, despojo de película delgada, refrigeración, almacenamiento anaeróbico” (Marschner & Fine, Deaeration, mixing with steam, flash vaporizing, thin-film stripping, cooling, anaerobic storage; fish oils US 4804555 A, 1989). Todos los pasos se llevan a cabo en un vacío. Estos procesos remueven olores y sabores y en muchos casos también el colesterol no esterificado. Se puede tratar aceites recién refinados tanto como aceites oxidados (Marschner & Fine, Physical process for the deodorization and/or cholesterol reduction of fats and oils, 1991). Estas técnicas, y técnicas parecidas, son usadas para incorporar DHA a alimentos comunes sin afectar su aceptabilidad, como se hizo en el Instituto Politécnico de Virginia y la Universidad de Virginia con leche, para poder proveer 432 mg de Omega-3 en una porción (Technologies, 2012).

En el mercado existen varios proveedores de DHA para agregar a formulaciones de alimentos. Uno de los proveedores más grandes de DHA de este tipo a nivel mundial es DSM©, quienes tienen proveedores en Guatemala. En su catálogo de productos, tienen fuentes vegetales de DHA, extraído de alga (life’sDHA®), además de DHA y EPA de fuentes de pescado (MEG-3®). Para este estudio, se solicitaron muestras de estas fuentes para incluirlas en la formulación del alimento funcional.

C. Caracterización y antropología de la champurrada

La champurrada guatemalteca es una galleta redonda y delgada que se caracteriza por su textura crujiente y capacidad de retener líquidos como el café o el atol. Lleva unas cuantas semillas de ajonjolí como adorno encima. Algunos determinan que la champurrada es un tipo de “pan dulce” que se consume sólo en Guatemala, y no se debe de confundir con el *champurrado mexicano*, una bebida espesa de chocolate parecida al atol de chocolate guatemalteco (Rosales, 2009) (Grose). En Guatemala se acostumbra consumir champurrada con el café durante el desayuno, cena o como refacción o también con el *mosh* (avena) en las mañanas.

Es de color blanca/amarilla con orillas doradas por el horneado sobre bandejas de metal. No existe una receta exacta de cómo hacer las champurradas; tradicionalmente son “recetas de abuelita” con varios ingredientes base en común, aunque los secretos de cocina varían.

Siempre lleva harina de trigo o maíz, o una mezcla de las dos, huevos, azúcar, grasa (mantequilla, margarina o manteca vegetal), y también, aunque no siempre, las típicas semillas de ajonjolí como último toque decorativo. Durante el proceso de investigación para esta tesis, todas las recetas encontradas en libros y en internet pedían una variedad de ingredientes adicionales y ninguno de los ingredientes base se presentaron en la misma proporción (deGuate, 2004) (Dining for Women) (Pitts, 2013). Incluso en la actualidad, supermercados y panaderías han capitalizado en la versatilidad de la champurrada y ofrecen “champurradas integrales” como una opción más saludable cuyos ingredientes varían de los tradicionales. Aunque no se tuvo acceso a información de demanda y ventas de estas champurradas integrales, el hecho que se ofrecen ampliamente en el mercado y que panaderías populares tanto como las exclusivas las ofrecen, es una buena señal de su popularidad y demanda (San Martin Bakery).

A pesar que Guatemala es un país muy rico en costumbres alimentarias, es raro encontrar una caracterización antropológica académica de sus comidas típicas, como es el caso de la champurrada. Los estudios en el ámbito de la antropología de la alimentación en Guatemala se enfocan en los alimentos con más peso cultural e histórico, como el maíz (de Beausset, 2012) (Warman, 1988) (VaSteinberg & Taylor, 2002), y recientemente se han hecho estudios antropológicos para describir la apropiación de alimentos de comida rápida como los *hot dogs*, *shucos* y *mixtas* (Meoño Artiga, 2008). Sin embargo, con la popularización de la tecnología y la globalización de costumbres y gustos debido al intercambio a través de mercados globales, la migración, y el turismo, en internet se encuentra una riqueza de información generada por todo tipo de personas quienes comparten sus recetas, recuerdos, y amor hacia la champurrada guatemalteca. Aquí es donde se puede empezar a responder la pregunta ¿qué caracteriza la champurrada guatemalteca? Esta pregunta es importante responder como antecedente para justificar el uso de la champurrada como vehículo de ácidos grasos, y asegurar que las características esenciales de la champurrada se mantengan en las nuevas formulaciones propuestas.

En la búsqueda de estas caracterizaciones, se encontró un artículo de opinión escrito por Gustavo Berganza publicado en *elPeriódico* que personifica a la champurrada, denominándola “Doña Champurrada” quien es descrita como lo siguiente:

Tiene forma de luna llena y color de sol de abril. Tan versátil es que puede mostrarse gorda o delgada, lisa o estriada, grande o pequeña, compacta o polvorosa y dulce o con punto salado, sin dejar de ser por eso tan apetecible. Porque ella es doña Champurrada, la reina y señora indiscutible de la panadería guatemalteca [...] Ir a la panadería es confirmar que doña Champurrada siempre está en el centro de su universo. La algarabía de molletes, semitas, batidas, cortadas, conchas, shecas, cubiletes, zepelines, royales, panes de yemas, campechanas, franceses, palomas, pirujos, blancos desabridos, lenguas y bonetes que dan lustre y esplendor a su reinado, no resisten su indiscutible primacía. Ni siquiera los otros primos cercanos, las esbeltas hojaldras, tan frágiles ellas, los barrocos churros y las tenaces rosquitas se sienten capaces de suplantar a quien es ama y señora de la panadería guatemalteca (Berganza, 2005).

Berganza sigue su relato, y escribe que aunque el diccionario de la Academia Española define a la champurrada como un “bizcocho delgado y redondo”, no le hace el honor que se merece ya que la champurrada para los guatemaltecos es “un reservorio de significados y emociones” y que tal vez hubiera sido mejor que los académicos la hubieran definido como “un fragmento de sueño para acompañar el café” o “ilusión de harina, satisfacción crujiente”. Desde un punto de vista de antropología alimentaria, esta descripción, la cual a primera vista parece ser un simple artículo divertido que describe una galleta popular, es un muestra que la champurrada es más que sólo una galleta, es un alimento con una significancia y centralidad cultural que ha logrado popularizarse en todo el país. Al hacer el mismo análisis de la hoja de balance de alimentos, el pan y las galletas caen en la posición número 16 en términos de disponibilidad en peso por persona por año, lo cual equivale 7 kg disponibles pp/año (ver anexo 2) (INE, 2007).

Este análisis indica que, por la popularidad y la versatilidad en ingredientes además de por la frecuencia de su consumo, la champurrada es una buena opción para usar como vehículo

de ácidos grasos poliinsaturados Omega-3. Sin embargo, desde un punto de vista de tecnología en alimentos es importante que, para la nueva formulación, se mantengan las características organolépticas que definen la champurrada según las descripciones de arriba: redonda, crujiente, y levemente dulce para que pueda acompañar el “café mañanero”.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Formular un alimento funcional en forma de champurrada aceptable para mujeres embarazadas y lactantes como vehículo de ácidos grasos Omega-3.

B. Objetivos específicos

1. Diseñar un alimento funcional en forma de champurrada a base de semillas y grasas que aporta por lo menos 40mg de DHA (20% ANR) y 1g ALA (91% de IA) por porción.
2. Determinar la aceptabilidad del alimento funcional.
3. Determinar la factibilidad de introducción del producto en el mercado en función del costo real versus la “disponibilidad a pagar”.

V. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Este estudio es de carácter mixto, con predominancia cualitativa. Los objetivos específicos son de carácter cualitativo en su recolección de datos para su análisis cuantitativo tanto para su análisis cualitativo, por lo que la hipótesis se proyectó en forma de una predicción informada acerca de la factibilidad de desarrollar el alimento funcional para la población meta, además en función de un análisis estadístico, para el objetivo 2, y en función de análisis comparativo, para el objetivo 3.

Con respecto al objetivo específico 1, se proyectó desarrollar un alimento funcional en forma de champurrada con fuentes de los ácidos grasos ALA y DHA que se encuentran en el mercado para proveer por lo menos 20% del requerimiento nutritivo promedio (ANR por sus siglas en inglés) de las necesidades diarias de DHA, y 91% de las necesidades diarias de la ingesta adecuada de ALA para mujeres. Se proyectó obtener ALA de linaza y de chía y DHA de aceite de alga Life's DHA® obtenido de la empresa DSM Guatemala. Debido a la información limitada con respecto a cómo el proceso específico de cocción y procesamiento afectan los valores finales, además de la variación entre valores nutricionales de estos ingredientes provenientes de diferentes áreas geográficas, se mantuvo la posibilidad de encontrar una diferencia significativa entre los valores teóricos y los valores verdaderos del perfil de ácidos grasos del alimento funcional. Sin embargo, se proyectó que con seleccionar una fórmula base aceptable de la champurrada, se iba a poder desarrollar una fórmula para proveer 91% de ALA y 20% de DHA según los valores teóricos y confirmado por los valores reales, determinado por la prueba de laboratorio. Se analiza la hipótesis al determinar si se pudo desarrollar en base a estas metas o no.

Con respecto al objetivo específico 2, la forma de determinar la aceptabilidad fue a través de comparar la aceptabilidad entre una champurrada control y las una variación. Para esto se realizaron cinco pruebas t pareadas, una para cada aspecto evaluado (color, olor, sabor, textura) más la aceptabilidad total, debido a que la misma persona evaluó las dos galletas. Las hipótesis fueron las siguientes:

1	<p>H_0 1= Si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de color entre el control y la prueba que favorece el control con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>	<p>H_a 1= No hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de color entre el control y la prueba ó hay una diferencia significativa entre el control y la prueba que favorece la prueba con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>
2	<p>H_0 1= Si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de olor entre el control y la prueba que favorece el control con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>	<p>H_a 1= No hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de olor entre el control y la prueba ó hay una diferencia significativa entre el control y la prueba que favorece la prueba con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>
3	<p>H_0 1= Si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de sabor entre el control y la prueba que favorece el control con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>	<p>H_a 1= No hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de sabor entre el control y la prueba ó hay una diferencia significativa entre el control y la prueba que favorece la prueba con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>
4	<p>H_0 1= Si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de textura entre el control y la prueba que favorece el control con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).</p>	<p>H_a 1= No hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de textura entre el control y la prueba ó hay una diferencia significativa entre el control y la prueba que favorece la prueba con un nivel de</p>

		confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).
5	H_0 1= Si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad total entre el control y la prueba que favorece el control con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).	H_a 1= No hay una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad total entre el control y la prueba ó hay una diferencia significativa entre el control y la prueba que favorece la prueba con un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.10$).

Para este estudio, se proyectó no tener una diferencia estadísticamente significativa entre el control y la prueba, o que la diferencia en aceptabilidad favoreciera la prueba.

Para la hipótesis cualitativa de la aceptabilidad, se proyectó que, debido a que en la mayoría de la población, las semillas son poco consumidas más allá de utilizarlas como condimento o ingrediente parte de otros alimentos (por ejemplo, el ajonjolí en el mole, o la pepitoria como condimento para frutas y verduras), mucho menos el aceite de alga, si los sabores de estos ingredientes no están lo suficiente enmascarados con los ingredientes base que determinan las cualidades organolépticas, habrían problemas de aceptabilidad. Sin embargo, se proyectó formular la galleta para que siempre mantuviera las cualidades organolépticas más importantes de la champurrada, no habría diferencia significativa. Se propuso un concepto nuevo de un alimento compuesto con un alto contenido de semillas y una forma de DHA sin olor o sabor. Sin embargo, fue necesario aprovechar de los patrones culturales del consumo, como es el caso de champurradas con ajonjolí como adorno como un medio en la plataforma cultural para la presentación y así la aceptabilidad cultural y gustativa del alimento funcional.

El tercer elemento que influyó en la hipótesis fue la factibilidad de posicionar el alimento funcional en el mercado de manufacturas o en el mercado de intervenciones nutricionales. El boletín de inteligencia de alimentos de AGEXPORT informó en septiembre del 2013 acerca del aumento de la demanda en el mercado de “snacks saludables” en especial

galletas y barras nutritivas con ingredientes naturales en formas nuevas, ya que le proporciona un valor agregado a los alimentos manufacturados (AGEXPORT, 2013). La pregunta por descubrir era que si las tendencias son generalizadas o si favorece cierto nivel socioeconómico, y no necesariamente las personas que más se encuentran con carencia de fuentes adecuadas de Omega-3. Esto se pudo explorar a través de este estudio. Con relación al precio, a pesar que la demanda de semillas como la chía ha aumentado, la producción en Guatemala es limitada y de esta forma los precios se mantienen altos. Esto podría ser una barrera para la introducción del alimento a gran escala (Nolasco, 2013). Además, fuentes de DHA con el sabor removido o enmascarado tienden a ser elevadas en precio, como lo es Life's DHA®, lo cual se proyectó que podría ser un determinante importante a la hora de calcular su accesibilidad en precio para la población en general.

Para determinar la factibilidad de introducir la galleta dentro del mercado se trazaron los puntos en una gráfica de las respuestas de cada participante y su disponibilidad para pagar para poder identificar cuántos puntos estaban por arriba y por debajo del costo real. Para que sea viable en el mercado, la mayoría de la población tuvo que tener una disponibilidad para pagar que esté por arriba del costo actual de producción de la galleta. La hipótesis fue la siguiente:

1	H_0 = Menos de 60% de la población tiene una disponibilidad para pagar que está por arriba del costo real por unidad.	H_a = El 60% o más de la población tiene una disponibilidad para pagar que está por arriba del costo real por unidad.
---	---	---

VI. METODOLOGÍA

A. Diseño del Estudio

El estudio era de tipo mixto con predominancia cualitativa, con enfoque experimental, para determinar la factibilidad en formulación y en aceptabilidad de un alimento funcional para proveer ácidos grasos Omega-3 a mujeres embarazadas y lactantes.

B. Población y muestra

La población meta para el estudio de aceptabilidad del alimento funcional eran madres embarazadas, puérperas y lactantes que asistían clínicas públicas o subsidiadas en el área metropolitana y perimetropolitana de la Ciudad de Guatemala. Se eligió esta población ya que representan una de las más vulnerables a carecer de fuentes de ácidos grasos Omega-3, en particular DHA por su nivel socioeconómico y consumo alto de Omega-6 a través de alimentos procesados de bajo costo.

Se realizó el estudio de aceptabilidad con 59 mujeres que asistieron a tres clínicas. Ya que para pruebas t no hay una muestra mínima de significancia, el número de participantes se seleccionó con base en los resultados de la prueba t del piloto descrito en los anexos, en donde los resultados de las 11 participantes no eran estadísticamente significativos. Con 59 participantes, se maximizó el número de participantes en las tres clínicas mientras se tomó en cuenta límites de tiempo y de recursos para realizar el estudio.

Los criterios de selección de las clínicas fueron:

- Se encuentra en el área metropolitana o peri-urbana.
- Tiene una alta asistencia de mujeres embarazadas, puérperas y lactantes.
- Es subsidiada o pública¹.

¹ Hay dos presuposiciones para este criterio: las mujeres que asisten estas clínicas públicas o privadas son de relativamente escasos recursos y que por lo mismo, podrían beneficiar de un vehículo accesible de Omega-3 en su dieta.

- Hay una conexión personal entre la investigadora y nutricionistas o médicos que trabajan en las clínicas, para asegurar la confianza y comprensión de por qué se estaba realizando estudio.
- Hay aprobación de parte de los encargados de las clínicas para realizar el estudio en el lugar.

Las clínicas que llenan estos criterios y en dónde se realizaron las pruebas fueron:

- Centro de Salud de San José del Golfo
- Centro de Salud de Tierra Nueva
- APROFAM Zona 1, Ciudad de Guatemala

Los criterios de inclusión de las participantes fueron:

- Mujeres embarazadas, puérperas o lactantes.
- Asisten a una de las tres clínicas mencionadas arriba.
- No padecen de ninguna alergia alimentaria.
- Consienten participar en el estudio.

C. Variables

Las variables independientes fueron:

- La formulación de la champurrada para proveer Omega-3 a mujeres embarazadas y lactantes y el control.
- El perfil de ácidos grasos de la champurrada elaborada y del control.

Las variables dependientes fueron:

- La aceptabilidad de la champurrada, con respecto al color, olor, sabor y textura, además de su aceptabilidad total.
- La factibilidad de integrar el producto en el mercado, al comparar “disponibilidad a pagar” con costo actual por unidad.

D. Instrumentos, materiales y equipo

1. Diseño de instrumentos

Para el desarrollo y análisis del alimento, se diseñaron dos instrumentos:

- Tabla de perfiles de ácidos grasos de alimentos a considerar incluir dentro de la formulación.
- Formato de diseño de fórmulas. Es un instrumento diseñado por la investigadora principal específicamente para este estudio y consiste de una tabla en Excel para llevar control de ingredientes para cada receta para ser utilizada durante la prueba de las recetas base tanto como el diseño del alimento funcional. Contiene un listado de ingredientes en la primera columna, y las columnas que siguen corresponden a la cantidad de cada ingrediente incluida en esa fórmula. Se incluyen las fórmulas bases tanto como la fórmula del alimento funcional. Ver anexo 5.

Para la evaluación de aceptabilidad del alimento, se necesitaron de cuatro instrumentos:

- Consentimiento Informado. Se desarrolló en base a estándares del comité de ética del Organismo Mundial de la Salud. Se presentó por la investigadora o sus colaboradores antes de empezar la prueba de aceptabilidad con las participantes en las clínicas. (OMS) (ver anexo 6)
- Formulario de recolección de datos de aceptabilidad. Se desarrolló con base en un método de análisis sensorial de las cualidades organolépticas validada en Alta Verapaz por el proyecto NutriPlus, y modificado para uso en la población meta (Cuj, 2013). Incluye el número del correlativo de la boleta, el nombre del centro de salud en dónde se realiza, el código de la participante, datos generales acerca de la participante, inclusive estado fisiológico, si tiene alguna alergia, etnia, y área general de residencia. Incluye espacio para analizar cuatro dimensiones organolépticas del alimento: color, olor, sabor, y textura. Debajo de cada dimensión hay cinco dibujos de caras para representar su reacción ante ese aspecto particular (les disgusta mucho, le disgusta poco, ni le gusta ni le disgusta, le gusta un poco, le gusta mucho). Se imprimirán en hojas tamaño carta (ver anexo 7).

- Tabla de análisis de aceptabilidad. El formato se desarrolló específicamente para este estudio por la investigadora en Excel, y hay una tabla para el control y otra para el alimento funcional. Las primeras columnas contienen los datos básicos de los participantes, e incluye código de localidad, código de la participante y estado fisiológico. Las siguientes columnas contienen espacios que corresponden a cada aspecto organoléptico, junto con una columna para determinar el promedio de aceptabilidad de los cuatro aspectos para la participante. En las últimas columnas se ingresa información acerca de su “disponibilidad para pagar”. Los datos se presentaron en forma numérica (ordinal para aceptabilidad, o binominal para respuestas sí o no, en números generales para su estimación de costos). (Ver anexo 8).
- El plug-in para Excel de Apple Macbook, “Stat Plus” para realizar las pruebas T pareadas.

Para el análisis de factibilidad de la galleta en el mercado, se necesitaron de dos instrumentos

- Tabla de análisis de costos. Una tabla en Excel desarrollada para el análisis de costos de la galleta elaborada. En la tabla de determinación de costos de la materia prima, la primera columna se utilizó para llenar el ingrediente, después el peso y el precio de unidad de venta del ingrediente, el porcentaje de cada ingrediente para la composición del alimentos, los gramos y el costo del ingrediente por 100g del alimento, y el costo del ingrediente por unidad (ver anexo 9). Otra tabla de utilizó para determinar costos totales a nivel artesana, tomando en cuenta costos directos e indirectos. Esto se utilizó como base para calcular los costos no sólo de la galleta en sí, pero de la operación estimada para hacer que la galleta llegue al mercado. El dato resultante se comparó con el dato de “disponibilidad a pagar” que resulta de la prueba de aceptabilidad.
- El plug-in para Excel de Apple Macbook, “Stat Plus” para realizar las pruebas t pareadas.

2. Validación de instrumentos

Los instrumentos de recolección y procesamiento de datos se validaron de forma conjunta, en una prueba piloto en dónde se siguió un proceso parecido al que se diseñó para utilizar en campo a una escala más pequeña, mientras se obtuvo realimentación de parte de profesionales en los áreas relevantes y de compañeros de la Maestría en Alimentación y Nutrición quienes consintieron apoyar en el mes de junio 2013.

El instrumento para tabular los resultados de las pruebas cromatográficas fueron validados con una ingeniera en alimentos, Ingeniera Andrea Moscoso.

Los instrumentos validados más importantes fueron los instrumentos de aceptabilidad, ya que fueron desarrollados específicamente para este estudio y de mayor importancia para el estudio. Para este proceso se realizó una prueba de varias posibles recetas bases; la más aceptable se utilizó como control. Se detalla el proceso de validación del instrumento de aceptabilidad en el anexo 10.

3. Equipo y materiales

Para la elaboración del alimento funcional, se requirieron los siguientes materiales y equipo:

- Balanza digital marca Nordika, modelo EK 6550, con precisión de 0.1 gramos.
- Horno de gas marca Whirlpool de 30 pulgadas y seis quemadores
- 1 molidor de semillas marca Bodum, color negro
- Dos tazones de vidrio con capacidad de 5 litros o más cada uno
- 1 rodillo de madera
- 2 paletas de madera
- Moldes circulares de plástico de 5 diámetros distintos: 10cm, 12cm, 15cm, 18cm, y 20cm
- 1 mezclador eléctrico de mano marca Procter Silex 5 con cinco velocidades
- 3 bandejas de galletas de metal de 30x50cm

El instrumento de cocina más relevante a calibrar fue la escala digital. Se validó con dos escalas adicionales, una digital con exactitud de 0.1 marca Taylor con capacidad de 11 libras y una análogo marca American Weigh con capacidad de 10 libras. En los dos casos, con una triple lectura de con tres pesos distintos, no había diferencia mayor a 0.1 entre la lectura de pesos. Para los volúmenes en que se produjo la galleta, esto indica que había pocas posibilidades de que se presentara un problema en base al peso de los ingredientes.

E. Proceso metodológico

1. Formulación del alimento funcional y del alimento control

El objetivo de formular el alimento funcional tanto como el alimento control era para tener una base sobre la cual comparar la aceptabilidad del alimento funcional, el cual era una variación del alimento control. El alimento control era la receta base o receta “convencional” de la champurrada, elegida a través de un proyecto piloto que se describe en la sección de validación de instrumentos. Se elaboraron en una cocina de alimentos, en dónde se preparó el espacio para aplicar estándares de higiene básica. Este proceso incluyó:

- Lavado de manos con jabón antes y después de la elaboración de galletas.
- Desinfección de área de trabajo con desinfectante convencional marca 409.
- Lavado y secado de equipo de cocina con jabón anti-bacterial para cocina marca Axió.
- Almacenamiento de los ingredientes en la temperatura adecuada antes y después de utilizarlos.
- Usar cofia.
- Utilizar guantes de plástico durante la elaboración del alimento.

Se eligieron los ingredientes caracterizados por su contenido de ALA y DHA con los valores más altos y que no le dieran características organolépticas extremas o no deseables, según deducción y fidelidad a las características que definen la champurrada. Se determinó el tamaño de la porción estimada que se deseaba, y en base al objetivo de aportar como mínimo un 20% de DHA y 91% de ALA, se calculó la cantidad mínima de los ingredientes

adicionales que se debían agregar según la receta base. Se debe de tomar en cuenta que la cantidad de ALA se basó en valores teóricos determinados por estudios que se realizaron sobre una especie o producto agrícola general, no sobre los productos específicos que se utilizaron, por lo tanto se tenía en mente que los valores actuales determinados en el análisis cromatográfico podían variar.

También se incluyeron los valores aportados de los diferentes ácidos grasos por el resto de los ingredientes para obtener un dato más exacto del aporte nutricional de estos a la fórmula total. Los datos de los valores nutricionales se obtuvieron de la base de datos de USDA, en el caso de la mantequilla sin sal, la harina blanca, el huevo (crudo), la harina de trigo, el polvo para hornear, el azúcar, la sal, el almidón de maíz, y de la linaza. Los valores nutricionales de la chía se obtuvieron de la caracterización de la *Salvia hispánica* realizado por Vanesa Ixtaína en el 2010. El aporte de ácidos grasos del “Life’s DHA Algae Oil” se obtuvo de la ficha técnica entregada con el producto. Se recibió también una muestra de aceite de pescado, sin embargo, las cualidades organolépticas marinas aún eran muy fuertes para considerar incluirlas dentro de la formulación.

Los ingredientes utilizados en la formulación de la champurrada funcional fueron los siguientes: harina de maíz, huevo, harina de trigo, polvo para hornear, azúcar, sal, almidón de maíz, mantequilla sin sal, linaza, chía, y Life’s DHA Algae Oil. Para resumir, estos se eligieron con base en:

- Los ingredientes en formulación base elegida durante la prueba piloto.
- Elección de alternativas con menos cantidad de grasas trans posibles (mantequilla sobre margarina).
- El aporte de ALA de la linaza y de la chía, y su bajo aporte de AL.
- El aporte de DHA del Aceite de Alga y sus características organolépticas neutras.

2. Preparación del alimento funcional

Una vez se calculó la cantidad de ingredientes adicionales a agregar, se elaboró el alimento funcional según indicaciones de la receta base con algunas modificaciones para adicionar

los ingredientes particulares de la versión funcional, además de algunas modificaciones en el tiempo de horneado para mejorar su textura.

La linaza se compró en forma molida, y la chía se molió usando un molador casero. Como se mencionó en los antecedentes, aunque estudios demuestran que sea en forma entera o en forma molida, el consumo de estas semillas aumentan la cantidad de ALA en el plasma, en forma molida se puede integrar de mejor forma con la harina y así no cambiar drásticamente la textura de la champurrada (Ayerza & Coates, 2007). La receta base indicó un tiempo de horneado de 20 minutos a 350°F, pero al finalizar este tiempo de horneado se observó que aún no alcanzó el aspecto tostado en la orilla deseada. Por eso se aumentó el tiempo de horneado a 25 minutos. El proceso de elaboración se resume en seguida.

Primero, se mezclaron los ingredientes secos: la harina de maíz, la harina de trigo, el polvo para hornear, el almidón de maíz, y en el caso de la champurrada funcional, la chía y la linaza molida. Segundo, en un recipiente separado se mezclaron los ingredientes húmedos y el azúcar: el huevo, la margarina, el azúcar, la sal, y, en el caso de la champurrada funcional, el Life's DHA. Tercero, se mezclaron los ingredientes húmedos con los ingredientes secos hasta formar una masa homogénea. Cuarto, con un rodillo, se aplanó la masa a un grosor de 0.5-0.75 cm, y utilizando el molde de 10cm (de este tamaño para facilitar el proceso de prueba), se cortaron las galletas. Quinto, en bandejas para hornear forradas con láminas de silicón, se colocaron las galletas a dos centímetros de distancia. Sexto, con una brocha de cocina, se rozaron claras de huevo sobre la galleta y se colocaron unas 15-20 semillas de ajonjolí en cada galleta. Séptimo, se hornearon por 25 minutos a 350°F. De último, se retiraron del horno, se dejaron enfriar hasta llegar a temperatura ambiente y se guardaron en contenedores de plástico con tapadera.

Estas galletas fueron las que se utilizaron para las pruebas de aceptabilidad tanto como para el análisis cromatográfico.

El procedimiento de análisis cromatográfico se realizó en INLASA, un laboratorio certificado de análisis de alimentos que se encuentra en la ciudad capital, en donde se entregó 1 kg de la galleta control y 1 kg de la galleta funcional. Se solicitó un análisis de perfil completo de ácidos grasos. Este proceso tomó aproximadamente 30 días, pero por

una anomalía en el resultado de la primera prueba, se tuvo que repetir. El objetivo era determinar los valores reales de DHA y ALA en el alimento funcional, además de otros ácidos grasos. Este proceso se realizó simultáneamente con y posteriormente a las pruebas de aceptabilidad en campo.

3. Pruebas de aceptabilidad con mujeres embarazadas, puérperas y lactantes

Los criterios de selección de las clínicas y de las participantes se encuentran en la sección de metodología. Se obtuvo permiso de parte los/las encargados/as para utilizar los datos que se obtuvieron en las clínicas para el estudio.

El objetivo de realizar la prueba de aceptabilidad del alimento era para probar, en la población meta, el nivel de aceptabilidad del alimento funcional con respecto a su color, olor, sabor y textura, y preferencia total. Para este paso, se llevaron las champurradas “control” y el alimento funcional en dos recipientes separados, marcados con las letras “A” y “B” en un lugar discreto sólo para que las identifique el/la investigador/a. La letra “B” era para el control y la letra “A” era para el alimento funcional. También se llevaron los consentimientos informados y los formularios de análisis de aceptabilidad numerados e impresos en tamaño carta.

Al llegar a la clínica el/la investigador/a encontró un lugar cómodo y privado cerca del área de consulta con dos sillas y una mesa o escritorio. Habló con el/la médico o el/la nutricionista previamente para que apoyara con darles la oportunidad para participar. El/la médico o el/la nutricionista debió determinar si era mejor realizar la prueba antes o después de la consulta. El/la investigador/a se presentó y procedió a leer el consentimiento informado (anexo 7). Se firmó por la participante tanto como por la investigadora o si la participante no sabía leer ni escribir, lo podía marcar con su huella digital. Si la participante consintió, se comenzó con el análisis de aceptabilidad.

- a) Primero se le pidió a la participante que viera la galleta y que dijera qué tanto le gustaba o le disgustaba el color. El/la investigador/a le enseñó las caritas del formulario. Después le pide que le describa el color.

- b) Se le pidió que hiciera lo mismo con el olor, sabor y textura. Se le explicó que la textura era cómo se sentía la galleta en su boca.
- c) Al final de la primera prueba, se le preguntó si le gustó o no, si lo compraría y por cuánto. La participante también tuvo la oportunidad dar alguna sugerencia de mejora.
- d) Se le pidió a la participante que tomara un poquito de agua pura antes de empezar el proceso con la segunda champurrada. Una vez había probado las dos champurradas, el/la investigador/a le pidió que dijera cual de las dos le gustó más.
- e) Al terminar la prueba, el/la investigador/a le ofreció más champurradas por si la participante deseaba llevarse algunas.

Cuando concluyó la prueba con esa participante, se guardó el formulario en una carpeta con cierre, y se preparó el espacio para la siguiente participante.

Al finalizar las pruebas por el día, se ingresaron los datos en la tabla presentada en el anexo 9.

4. Determinación del costo por unidad

El objetivo de este paso era de determinar cuánto cuesta producir una porción del alimento funcional. Incluyó costos de ingredientes, y utilidades para una producción según las categorías indicadas por la FAO para calcular costos de una industria de alimentos, adaptado a una producción artesanal (Zugarramurdi, Parín, & Lupin, 1998). Esto se comparó con la disponibilidad para pagar que se captó durante la fase de recolección de datos de aceptabilidad por medio de una gráfica con los puntos trazados de disponibilidad para pagar, y una línea horizontal que representaba el costo real para poder observar cuántos puntos caían por arriba de y por debajo del costo real.

F. Análisis estadístico y procesamiento de datos

Para analizar las diferencias en aceptabilidad entre el control y el alimento funcional formulado, además de la factibilidad de introducir el alimento en el mercado, se utilizó una

prueba t pareada de dos colas. La variable de medición fue la aceptabilidad y las variables nominales fueron la valoración de aceptabilidad sobre cada aspecto de cada galleta.

Los resultados de aceptabilidad total se analizaron con una prueba t pareada de dos colas con un nivel alfa del 0.10 para determinar si había una diferencia significativa entre la aceptabilidad de las dos muestras, como fue hipotetizada. Se decidió utilizar esta herramienta estadística debido a que los datos de aceptabilidad forman una pareja natural ya que se realizó en el mismo momento con las mismas personas con dos pruebas distintas. Facilitó la interpretación y dio validez estadística a los resultados de aceptabilidad, en comparación a sólo datos brutos de medias de aceptabilidad y porcentaje total.

Además se analizaron los datos cualitativos de aceptabilidad, basados en los comentarios sobre cada aspecto organoléptico y la impresión general de cada participante. Estos datos dieron profundidad al porqué de los resultados, y además permitió hacer conclusiones y recomendaciones más ricas y detalladas. El análisis cualitativo se realizó al examinar cada comentario; se tomó en cuenta la frecuencia de ciertos comentarios, y se puso atención a comentarios particulares que ayudaron a deducir las razones que llevaron a las mujeres a aceptar una galleta sobre otra.

Con relación a la disponibilidad para pagar, se trazaron los puntos de disponibilidad para pagar de cada participante en una gráfica con una línea que representaba el costo actual, y se observó cuántos puntos estaban por arriba y por debajo del costo real.

VII. RESULTADOS

A. Formulación de Champurrada

Para la champurrada control, se utilizó la receta preferida identificada durante la validación de instrumentos. Esta receta contenía harina de trigo, harina de maíz, almidón de maíz (Maicena), polvo para hornear, mantequilla, azúcar, sal y huevo. Aunque se ha popularizado el uso de margarina en repostería por su bajo costo en comparación a la mantequilla, se eligió utilizar mantequilla que la FAO recomienda que mujeres embarazadas eviten el consumo de ácidos grasos trans (FAO, 2010). Se utilizó mantequilla de marca Dos Pinos sin sal ya que es la marca que menos ácidos grasos trans tiene en el mercado.

Para la formulación del alimento funcional, se utilizaron estos mismos ingredientes y se agregaron chía y linaza molida, para proveer el ALA, y Life's DHA®, para proveer el DHA. En seguida se encuentra la tabla 2 con el porcentaje de cada ingrediente en cada formulación. La cantidad de chía, linaza y Life's DHA® que se agregó se basó en la cantidad de ALA y DHA que se propuso proveer en una porción (ver tabla 3).

Tabla 2

Formulación de champurradas

Ingredientes	Control	Alimento Funcional
Harina trigo	32.6%	29.9%
Harina maíz	10.0%	9.1%
Almidón de maíz	6.3%	5.8%
Polvo para hornear	0.2%	0.2%

Ingredientes	Control	Alimento Funcional
Sal	0.2%	0.2%
Azúcar	21.7%	19.9%
Huevos	9.1%	8.3%
Mantequilla	19.9%	18.3%
Chía	0.0%	2.4%
Linaza	0.0%	5.7%
Life's DHA®	0.0%	0.2%
TOTAL	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Una champurrada grande que se encuentra en tiendas pesa entre 45 y 65 gramos, el peso del cual depende de la densidad, el grosor y el diámetro, por lo que se calculó que una porción normal sería una galleta grande de 55 gramos. En base a este peso se calcularon las cantidades de chía, linaza y Life's DHA® que había que agregar. La chía y la linaza que se agregaron era para proveer ALA, y en base a algunas pruebas preliminares, se notó que la chía, aunque molida, si daba un color más variable. Entonces, sobre la cantidad total de ALA que se quería agregar, se calculó que 75% debía de provenir de la linaza, y 25% de la chía. Además, la linaza contribuye más ALA por gramo que la chía, como se observa en el anexo 4. Otros ingredientes que contenían ácidos ALA fueron la harina de trigo, la mantequilla, la harina de maíz, y el huevo, de mayor a menor proporción después de la chía y de la linaza. En seguida se presenta la tabla 3 con la formulación y la cantidad de ácidos grasos de interés del estudio que provee cada elemento del ingrediente según los valores teóricos, y de la hoja técnica en el caso de Life's DHA®.

Tabla 3

Contribución de ácidos grasos de la formulación control y el alimento funcional

Ingrediente	Control				Alimento Funcional				
	LA 18:2 (g)	ALA 18:3 (g)	EPA 20:5 (g)	DHA 22:6 (g)	LA 18:2 (g)	ALA 18:3 (g)	EPA 20:5 (g)	DHA 22:6 (g)	
Linaza (%)	0	0	0	0	0.359	1.376	0	0	
Chía (%)	0	0	0	0	0.137	0.459	0	0	
Mantequilla, sin sal Life's™ DHA Algae Oil	0.543	0.063	0	0	0.499	0.058	0	0	
Harina de maíz, blanca	0.167	0.005	0	0	0.153	0.005	0	0	
Huevo, crudo	0.139	0.003	0	0.005	0.127	0.003	0	0.005	
Harina de trigo	0.128	0.007	0	0	0.117	0.007	0	0	
Polvo para hornear	0	0	0	0	0	0	0	0	
Azúcar	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	
Maizena (almidón de maíz)	0.002	0	0	0	0.001	0	0	0	
TOTAL g/100g	0.977	0.078	0	0.005	TOTAL g/100g	1.395	1.907	0.002	0.078
Total g/ 55g	0.538	0.043	0	0.003	Total g/ 55g	0.767	1.048	0.001	0.043

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de anterior merece la pena resaltar la cantidad de DHA y ALA que contribuyó cada alimento según los valores teóricos. Se calculó que la champurrada control contiene 0.043g de ALA por porción de 55g, y 0.003g de DHA por porción de 55 g, en comparación a la champurrada funcional que contiene 1.048g de ALA y 0.043g de DHA por porción de 55g. Esto respondió al objetivo de desarrollar un alimento funcional que contribuye por lo menos 1.0 g de ALA y 40 mg de DHA. Para el ALA, se tomó en cuenta la contribución de ALA de cada alimento hacia la meta, en el cual contribuyó particularmente la linaza y la chía agregadas a la fórmula. Con respecto al DHA, sólo dos ingredientes contribuyeron a los valores teóricos de DHA, el Life's DHA®, y en una muy pequeña proporción, el huevo.

Los valores reales de ALA y DHA que contenía cada porción de galleta, determinada por las pruebas cromatográficas, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4

Ácidos grasos identificados por porción de 55g de la Champurrada Funcional

	AL (g)	ALA (g)	DHA (g)	EPA (g)
Esperado	0.77	1.05	0.04	0.00
Actual	0.98	0.98	0.10	ND

Fuente: Elaboración propia con resultados del informe análisis 20015003668 de INLASA.

B. Aceptabilidad del alimento funcional

1. Características de la población

Se realizaron las pruebas de aceptabilidad con mujeres embarazadas, puérperas y lactantes en las tres clínicas mencionadas anteriormente. Las características de la población se detallan de la siguiente manera: Se realizó la prueba de aceptabilidad con un total de 59 mujeres, 57 de las cuales se identificaron como ladinas (mestizas) y 2 de las cuales se identificaron como indígenas. La edad media de las participantes era de 26.3 y todas se encontraban en el área urbana. 42 (71%) estaban embarazadas en el momento de la prueba, 5 eran puérperas (8%) y 12 eran lactantes (20%). Para tablas detalladas de las características de la población, ver anexo 12.

2. Resultados cuantitativos de aceptabilidad

En APROFAM Zona 1, la aceptabilidad media de color del alimento funcional fue de 3.70, en comparación a una aceptabilidad media de 4.50 en la champurrada control. Para el olor, la aceptabilidad media fue de 4.45 en el alimento funcional, y de 4.33 en la champurrada control. Con respecto al sabor, hubo una aceptabilidad de 4.50 en el alimento funcional, y 4.67 en el la champurrada control. Con respecto a la textura, hubo una aceptabilidad de 4.45 en el alimento funcional y 4.67 en el alimento control. Esto llevó a una aceptabilidad total media de 4.23 y 4.54 en el alimento funcional y en la alimento control,

respectivamente. Se presentó una diferencia en aceptabilidad de 0.31, la cual favoreció al control. Sin embargo, cuando se les preguntó cuál de las dos galletas era su preferida, el 55% de las participantes prefirieron el alimento funcional sobre la champurrada control.

En el Centro de Salud Tierra Nueva, la aceptabilidad media de color del alimento funcional fue de 3.35, en comparación a una aceptabilidad media de color de 4.29 en la champurrada control. Para el olor, la aceptabilidad media fue de 4.53 en el alimento funcional, y de 4.41 en la champurrada control. Con respecto al sabor, hubo una aceptabilidad de 4.18 en el alimento funcional, y 4.50 en el la champurrada control. Con respecto a la textura, se presentó una aceptabilidad de 4.18 en el alimento funcional y 4.41 en el alimento control. Esto nos lleva a una aceptabilidad total media de 4.06 y 4.40 en el alimento funcional y en la champurrada control, respectivamente. Se presentó una diferencia en aceptabilidad de 0.34, la cual favoreció al control. El 42% prefirió el alimento funcional sobre la champurrada control.

En el Centro de Salud San José del Golfo, hubo una aceptabilidad del color del alimento funcional de 2.67, y para la champurrada control la aceptabilidad del color fue de 3.90. Con respecto al olor, la aceptabilidad para el alimento funcional fue de 3.56, y para la champurrada control fue de 3.45. La aceptabilidad media del sabor del alimento funcional fue de 3.44 y para el alimento control fue de 4.15. La aceptabilidad de la textura del alimento funcional fue de 3.44 y la aceptabilidad de la textura de la champurrada control fue de 3.75. Finalmente la aceptabilidad total fue de 3.25 para el alimento funcional y de 3.81 para la champurrada control, una diferencia de 0.56. En este caso, solo el 32% de la población prefirió el alimento funcional sobre el control.

Al juntar los datos, se logró ver una media de preferencias de toda la muestra. Al examinar la media de las 59 participantes, se pudo observar que para el color, la media de aceptabilidad fue de 3.27, y para la champurrada funcional fue de 4.25. Con respecto al olor, hubo una aceptabilidad de 4.07 en la población para el alimento funcional y un 4.05 en el alimento control. Para el sabor, hubo una aceptabilidad del sabor del alimento funcional de 4.05, y 4.42 para la champurrada control. Para la textura del alimento funcional, fue de 4.03, y de la champurrada control fue de 4.31. En total, la aceptabilidad

media del alimento funcional fue de 3.86 y del alimento control fue de 4.26, lo cual se traduce a una diferencia de 0.40. El 43% prefirió el alimento funcional y el 57% prefirió la champurrada control. Con estos datos de los totales fue que procedimos con la prueba t pareada para determinar la significancia de las diferencias de aceptabilidad.

Para determinar si se aceptó o si se rechazó la hipótesis nula, fue necesario realizar la prueba t pareada para cada elemento que se evaluó más la aceptabilidad total. En la tabla en seguida se resumen los resultados.

Tabla 5

Resultados de la prueba de aceptabilidad con la prueba t pareada

	Diferencia de Medios	Favorece a	Resultado Prueba t Pareada	Interpretación
Color	0.98305	Control	t(58)=1.67155, p=0.00002	Sí es estadísticamente significativa. Acepta Ho con una probabilidad de 90%
Olor	0.01695	Alimento funcional	t(58)=1.67155, p=0.92534	No es estadísticamente significativa. Se rechaza Ho con una probabilidad de 90%
Sabor	0.37288	Control	t(58)=1.67155, p=0.09367	Sí es estadísticamente significativa. Acepta Ho con una probabilidad de 90%
Textura	0.27118	Control	t(58)=1.67155, p=0.06965	Sí es estadísticamente significativa. Acepta Ho con una probabilidad de 90%

	Diferencia de Medios	Favorece a	Resultado Prueba t Pareada	Interpretación
Total	0.40252	Control	t(58)=1.67155, p=0.00932	Sí es estadísticamente significativa. Acepta Ho con una probabilidad de 90%

Fuente: elaboración propia

En cualidades organolépticas evaluadas, el color, sabor y texturas fueron preferidas en la galleta control, con significancia estadística. Solamente en el olor se favoreció al alimento fortificado, sin embargo no fue estadísticamente significativa. La cualidad con más diferencia estadísticamente significativa fue el color con un p de 0.00002. La aceptabilidad total también favoreció a la galleta control con un 90% de seguridad con un p de 0.00932, aceptando así el hipótesis nula.

3. Resultados cualitativos de aceptabilidad

El análisis cualitativo de los resultados revela información muy importante que podría explicar los resultados cuantitativos de aceptabilidad.

a) Datos cualitativos de la champurrada control

La mayoría de las mujeres si la identificaron como una champurrada en pequeño, haciendo referencia a los moldes de 10cm que se utilizaron para las pruebas de campo. Con relación a su sabor, comentaron que sabía a cereales, tortilla, champurrada, leche con vainilla, pan con leche, sabor “crudo”, canela, y a galletas de María, amapola de maíz, y trigo, sin que ninguna respuesta resaltara más que otra. En su olor tanto como en textura, había más consistencia en las respuestas. Se detectó un olor a pan o pan dulce, leche, vainilla, y una textura crujiente y porosa. Describieron el color como color crema, blanca, amarillo, pardo, y un color llamativo.

Algunas sugerencias fueron agregarle esencia de naranja, tostarla más, agregarle o quitarle ajonjolí, quitarle el olor dulce, o hacerlas menos crujientes. Una mujer dijo que, si el paquete llevara un etiquetado diciendo que era una champurrada nutritiva, la compraría.

b) Datos cualitativos de la champurrada funcional

En ninguno de los comentarios de las participantes se mencionó la detección un sabor característico que hubiera podido salir del Life's DHA. Con relación al sabor, algunos de los sabores detectados fueron mantequilla, a chispas de chocolate, a leche, pan con leche, sabor "integral", a harina, a avena, a anís, cubiletes, o a vainilla. Varias comentaron que les hubiera gustado que fuera más o menos dulce y, algunas que estaba muy rico el sabor, y otras que no tenía mucho sabor.

Con relación a las que comentaron acerca de la textura, la mayoría la describieron como crujiente, y la minoría como suave, dura, seca o polvorosa y una comentó que la hubiera querido más crujiente. En algunos casos deseaban que fuera menos grasosa. La mayoría que hicieron comentarios acerca del olor detectaron vainilla, mantequilla, leche, tostado, y otros comentarios fueron "tiene un olor rico" y "no huele a nada".

El aspecto más interesante y rico de información para análisis fueron los comentarios que se realizaron acerca de su "color" o aspecto, ya que los comentarios fueron más consistentes. Muchas de las participantes describieron el color como "integral", "de fibra" "de avena" o incluso, en un caso, "color a torta de carne." Es importante notar que la mayoría de los casos, no lo dijeron como un aspecto positivo; sino como un aspecto que no les gustaba. La deseaban más blanca, o "sin lo puntos negros." La excepción fue en las respuestas de las participantes que asistieron a APROFAM, en donde a varias les gustó el aspecto integral que tenía (incluso comentaron que estarían dispuestas a pagar más por ellas por ser integrales).

Algunas de las mujeres sugirieron cambios, incluyendo agregarle chocolate, hacerla más o menos dulce, o dejarla igual. La mayoría de los comentarios giraron alrededor de aspecto. Sugirieron quitarle las "especies", cambiarle el aspecto integral, quitarle las chispitas, quitarle el ajonjolí, o que sean más "horneaditas", entre otros comentarios.

C. Análisis de costos

En análisis de costos se realizó con algunas presuposiciones. La primera es que los costos asumen un funcionamiento regular (no de comienzo o "start-up"). Segundo, se asume que

las galletas se producen a nivel artesanal con una persona en la línea de producción en una cocina de casa. Además, se asume una producción máxima.

Para calcular costos de materia prima y también costo por unidad al final, se estimó el volumen de producción mensual, y se estimó una venta de 4,800 champurradas mensuales a nivel artesanal, al asumir que la producción máxima de galletas al día es de 240, y 20 días hábiles al mes. Los costos de materia prima se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5

Costos de materia prima por unidad de galleta

Ingrediente	Peso de Unidad de Venta de Ingrediente (g)	Precio de Unidad de Venta de Ingrediente	Precio por gramo (Q)	Gramos de ingrediente por 100 gramos	Costo de ingrediente por 100g de alimento (Q)	Costo de ingrediente por unidad (55g) (Q)
mantequilla	115	11.25	0.10	18.25	1.79	0.98
harina trigo	2268	19.95	0.01	29.86	0.26	0.14
harina maíz	1800	14.95	0.01	9.12	0.08	0.04
polvo para hornear	100	7.30	0.07	0.17	0.01	0.01
sal	920	1.80	0.00	0.17	0.00	0.00
huevos	50	1.33	0.03	8.29	0.22	0.12
azúcar	2500	16.50	0.01	19.91	0.13	0.07
maizena	380	16.75	0.04	5.81	0.26	0.14
chía	453.59	60.00	0.13	2.39	0.32	0.17
linaza	453.59	13.50	0.03	5.67	0.17	0.09
Life's DHA©	1000	1522.21	1.52	0.37	0.56	0.31
Peso de unidad	55					
Precio de MP por unidad (Q)			2.09			

Fuente: Elaboración propia

Los costos variables (directos) incluyeron materia prima, mano de obra directa, mantenimiento, servicios, suministros, y envases. Los costos fijos (indirectos) incluyeron: Costos de inversión (depreciación, impuestos, y seguros), y gastos generales (contaduría, y asesoría legal).

Tabla 6

Estimación de costos reales con costos directos e indirectos

COSTOS VARIABLES (DIRECTOS)		
	Q	%
Materia prima	10,032.00	48.9%
Mano de obra	8,000.00	39.0%
Mantenimiento	100.00	0.5%
Servicios	500.00	2.4%
Suministros	200.00	1.0%
Envases	480.00	2.3%
COSTOS FIJOS (INDIRECTOS)		
Costos de inversión		
Depreciación	83.33	0.4%
Seguros	100.00	0.5%
Gastos Generales		
Contaduría	500.00	2.4%
Asesoría legal	500.00	2.4%
TOTAL (EBIT)	20,495.33	100.0%
Costo por unidad antes de impuestos	4.27	
Impuestos (12% IVA)	0.51	
COSTO POR UNIDAD	4.78	

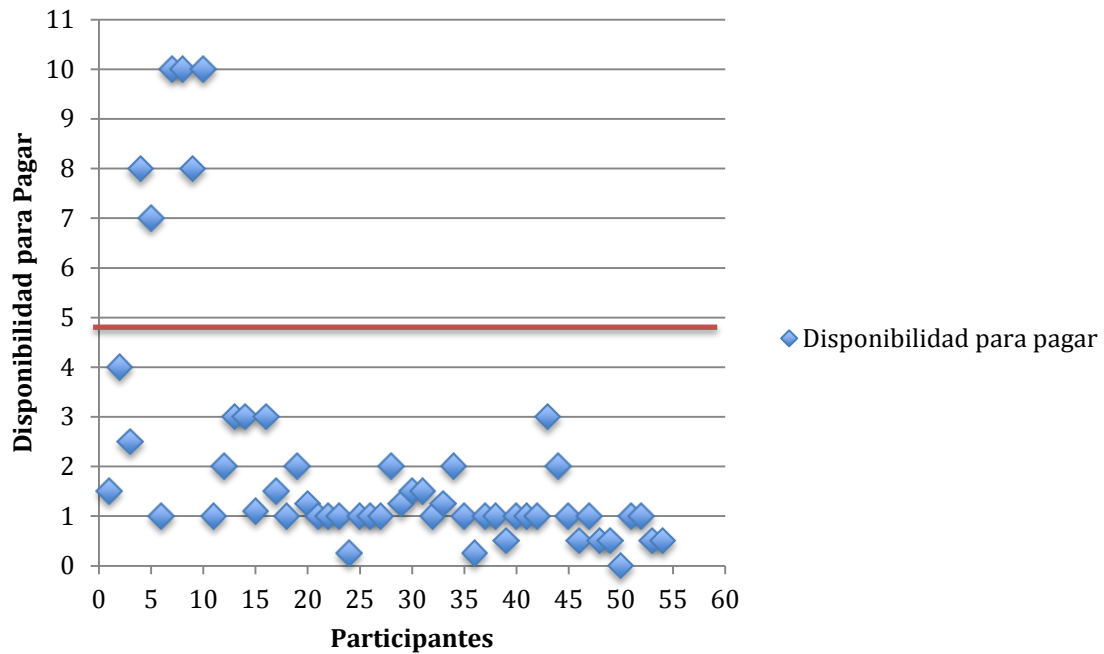
Fuente: Elaboración propia

D. Resultados de análisis de factibilidad de introducción de la champurrada funcional en el mercado

Para el análisis de factibilidad de introducir la champurrada funcional dentro del mercado, se trazaron los puntos de disponibilidad para pagar para la galleta funcional con relación al costo actual de la galleta por unidad o porción.

Gráfica 1

Comparación de la disponibilidad para pagar y el costo real de la champurrada funcional.



Fuente: Elaboración propia

De 54 participantes que contestaron la pregunta, sólo 6 estaban dispuestas a pagar más del costo real del producto (Q4.74). Esto representa un 11% de las participantes que contestaron. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que menos del 60% de la población tiene una disponibilidad para pagar por arriba del costo real de la champurrada. La media era de Q2.14, la moda de Q1.00, y la varianza era de Q6.47.

VIII. DISCUSIÓN

A. Formulación de champurrada

La formulación del alimento funcional, en especial de una champurrada que tiene una carga cultural fuerte sin tener una receta definida, es tanto un arte como una ciencia. Después de elegir de una receta base como resultado de la validación de instrumentos, se decidió utilizar linaza y chía para proveer el ALA, y Life's DHA© para proveer el DHA. Se modificó la receta base proporcionalmente para poder agregar estos ingredientes según lo requerido para proveer lo requerido de DHA y ALA sin cambios drásticos en textura. Cambios notables en el color (aspecto) y cambios leves en el sabor fueron inevitables debido a las características organolépticas de los mismos ingredientes agregados. Aún así, en las pruebas de aceptabilidad, sobre las cuales se discutirán a detalle más adelante, no se detectó ningún sabor que podría relacionarse a la adición de Life's DHA©. Esto permite concluir que la adición de Life's DHA© como fuente de DHA para la champurrada fue una elección adecuada para este aspecto del estudio.

El aspecto de la champurrada cambió levemente en color, de un color crema amarillento a un color crema café con un toque gris, debido a la adición de la linaza y chía. Además, la chía molida le dio un aspecto moteado o con salpicada de manchas negras pequeñas. Debido a esta característica, a algunas mujeres les pareció que tenía chispas de chocolate.

La prueba cromatográfica en el laboratorio de la galleta funcional reflejó que el valor teórico de ALA de chía y de linaza son muy parecidos a la actualidad. Mientras se esperaba tener 1.05g ALA por porción, se obtuvo 0.98 g, 0.07g (7%) por debajo de lo propuesto en los objetivos. En AL, la diferencia es aún más grande entre lo real y lo esperado; se esperaba encontrar 0.77g y se obtuvo 0.98, el mismo valor que el AL, 27% por arriba de lo esperado.

Es probable que esta variabilidad se deba a las diferencias en valores como resultado de diferentes procesos de cultivo, o de sub-especies de linaza. Más de cincuenta años de estudios demuestran los efectos de factores ambientales en la maduración y síntesis de ácidos grasos, particularmente su efecto en la linaza. Demuestran que la síntesis de ácidos

grasos en temperaturas bajas estimula una mayor síntesis de ALA y ácido AL en linaza. Incluso, Lajara et. al. demostraron en su estudio sobre semillas de girasol que la temperatura y las condiciones climáticas son los factores más influyentes sobre la síntesis de ácidos grasos insaturados como AL, ALA, ácido oleico, y ácido esteárico, aunque la cantidad total de grasa se mantiene igual (Lajara, Diaz, & Diaz Quidiello, 1990) (Canvin, 1965). Las temperaturas altas, y particularmente de temperaturas altas durante la noche, causan una reducción marcada en el porcentaje de AL debido al efecto de la temperatura en la actividad de las enzimas desaturadas responsables de la conversión de ácido oleico a AL (Harris, McWilliam, & Mason, 1978). Además, un estudio seminal de los años sesenta demostró que otras condiciones, como la concentración de oxígeno, tienen un efecto sobre el contenido de ácidos grasos saturados en otras semillas, pero no en linaza debido a la presencia de cloroplastos en el tejido de la semilla (Harris & James, 1969). En el caso de la chía, no se encontraron estudios que demuestran los cambios en contenidos de ácidos grasos insaturados como resultado de las condiciones climáticas en las que maduran, sin embargo, ya que los estudios tienen resultados similares en una gran variedad de semillas, se puede asumir que los efectos en los ácidos grasos insaturados de la chía son parecidos. Sin embargo, será necesario realizar más estudios sobre este punto. Por el alza en contenido de AL, se llega a concluir que probablemente las semillas obtenidas fueron cultivadas a una temperatura levemente más baja que las semillas analizadas para la base de datos de USDA y, posiblemente también en el caso de la chía (USDA) (Ixtaina, 2010).

Había solo un 2% (.02g) de diferencia entre la cantidad de ALA que se deseaba proveer en los objetivos en una porción de 55g y lo que proveyó en la actualidad. Con obtener una linaza cultivada a una temperatura más baja, los estudios comunican que se podría obtener un valor levemente más alto sin modificar la cantidad de chía y linaza adicionada. El contenido de AL que se encontró era significativamente más alto que el contenido esperado (27%). Con base a las investigaciones mencionadas anteriormente, se sabe que el AL podría interferir en la conversión de ALA a DHA, ya que utilizan la misma vía metabólica. Habría que analizar diferentes variedades de chía y de linaza para determinar cuales tienen menos contenido de AL.

Será necesario realizar un estudio para verificar el origen de la linaza utilizada y las condiciones climáticas en las que se produce, y una caracterización de la linaza que se encuentra específicamente en el mercado guatemalteco, para predecir mejor la cantidad de ALA y AL que proveen las semillas.

Con respecto al DHA se obtuvo un 150% más DHA de lo esperado, a pesar de agregar la cantidad requerida según la ficha técnica. En este caso, se sobrepasó el objetivo. En vez de proveer 20% de del ANR de 200mg/día, y se provee 50% de ANR de DHA. Como fue mencionado en los antecedentes, el proceso de horneado no modifica el contenido de ácidos grasos insaturados; los ácidos grasos adicionados no se oxidan a las temperaturas a las que se hornearon las champurradas, y no se observó oxidación cuando fueron integradas en un producto horneado (Chen, Ratnayake, & Cunnane, 1994). En dado caso, el horneado debía de tener el efecto opuesto del que se tuvo. Otra posibilidad es que el huevo agregado contribuyó más DHA de lo esperado basándose en la base de datos del USDA; huevos enriquecidos con DHA por la alimentación de gallinas con linaza puede llevar hasta 87mg de DHA por unidad (Ferrier, Caston, Leeson, Squires, Weaver, & Holub, 1995). También es posible diferencia significativa entre la cantidad calculada y la cantidad actual se podría haber debido a factores humanas de inexactitud en la medida, debido a la precisión de la balanza a sólo un decimal, o la falta de precisión general de la balanza para medir pesos tan bajos. Aún así, con estos resultados se puede observar que sí es posible proveer DHA en champurradas por aceite de algas en cantidades más modestas de las que se habían calculado.

B. Aceptabilidad del alimento funcional

Se obtuvieron resultados levemente contrastantes de aceptabilidad entre los diferentes centros de salud. La champurrada funcional fue más aceptada en APROFAM, con una aceptabilidad numérica que favorecía la champurrada control por 0.31, pero un 55% de preferencia total de la champurrada funcional cuando fueron preguntadas cuál preferían. En el Centro de Salud Tierra Nueva, tanto como en el Centro de Salud San José del Golfo, sólo el 42% y el 32%, respectivamente, prefirió la champurrada funcional sobre la champurrada

control. Aunque se realizó un estudio socioeconómico, con base en observaciones antropológicas, parecía haber más diversidad económica y social entre las personas que visitan APROFAM. En algunos casos, habían participantes que llegaban con sus parejas, ambos de trabajar, profesionales sin seguro médico, y estudiantes universitarios. En los centros de salud, llegaban mujeres mayoritariamente de escasos recursos. En APROFAM se indagaba más acerca del contenido nutricional o beneficios nutricionales de las champurradas que en los Centros de Salud.

El análisis de las respuestas cuantitativas de aceptabilidad revelaron que en todas las características excepto el de olor, había una preferencia por la champurrada control. Sólo en el caso del olor había una preferencia por la champurrada funcional pero esta no era estadísticamente significativa. Este descubrimiento lleva a concluir que la champurrada funcional no es aceptable para la población en cuestión.

Al hacer un análisis mixto de los resultados cualitativos y cuantitativos, se puede concluir el efecto negativo que tuvo el color o aspecto “integral” de la galleta, tuvo un impacto negativo significativo en la percepción del resto de las características organolépticas (color, $p=0.00002$). La mayoría de los comentarios acerca del sabor, olor y textura no fueron negativos. Sin embargo, los comentarios acerca del color de la galleta si estuvieron negativamente cargados. Algunas participantes dijeron claramente que no les gustaba por el aspecto “integral” de la galleta, y no les gustan las cosas integrales. A pesar que las agencias y organizaciones de salud nacionales internacionales exhortan elegir el consumo de granos enteros sobre granos refinados, aún existe una preferencia por panes y galletas hechas de granos refinados (MSPAS, 2011). Estudios de epidemiología nutricional confirman que, en ciudades occidentales (y así también occidentalizadas), la elección de granos enteros, en conjunto con carnes magras, lácteos bajos en grasa, verduras frescas y verduras, tienen más probabilidades de ser consumidas por personas de un estatus social socioeconómico alto (Darmon & Drewnowski, 2008).

Los alimentos integrales les podrían parecer inapetecibles por falta de costumbre; esto es un resultado indirecto de los costos altos además de la falta de acceso de información con respecto a mejores elecciones de alimentos. Estos hallazgos llegan a concluir que un

alimento funcional con apariencia integral diseñado para madres embarazadas y lactantes de escasos recursos de Guatemala no es aceptable dentro del mercado meta.

Para resolver este problema se podría modificar la fórmula para que provea sólo DHA, ya que no es detectable el sabor y no modifica el aspecto, así omitiendo linaza y chía con tal de proveer el ácido graso con más influencia positiva en el desarrollo cerebral del feto y de los niños. Otra solución a largo plazo es hacer mayores esfuerzos para educar a la población acerca de mejores elecciones en su alimentación, no sólo para asegurar el desarrollo adecuado de sus bebés, sino también prevenir una serie de enfermedades no transmisibles por medio del consumo de alimentos menos procesados y de más alta calidad.

C. Análisis de costos

El costo de producción de las galletas funcionales para mujeres embarazadas y lactantes está muy por arriba de su disponibilidad para pagar. El costo estimado por unidad (porción) era de Q4.78, y el costo por unidad sólo de ingredientes era de Q2.05, sólo Q0.09 centavos por debajo de la media de la disponibilidad para pagar (Q2.14), y más del doble del dato de la moda para la disponibilidad para pagar (Q1.00). Esto indica que el costo sólo de la materia prima es muy alta para ser viable dentro del para la población meta, menos a la par de champurradas tradicionales y más apetecibles visualmente a una fracción del precio, presumiblemente aún con un etiquetado promocionando sus beneficios para la salud.

Este precio indica que los ingredientes que hacen que la champurrada se convierta en un alimento funcional son muy altos. Los ingredientes de costos más altos en base a la cantidad por porción fueron la mantequilla (Q0.98), después Life's DHA© (Q0.31) y después la chía (Q0.17). La elección de margarina sobre mantequilla bajaría los costos considerablemente, pero se estaría agregando ácidos grasos trans, un cambio indeseable. El Life's DHA© es uno de los únicos aceites de alga que se comercializan para la fortificación de alimentos, entonces para fortificar los alimentos con DHA sin cambiar las características organolépticas, hay pocas alternativas. Se podría omitir la chía y reemplazarla con más linaza, así mejorando también su aspecto y bajando el costo al mismo tiempo. Sin embargo, el costo por unidad varía poco haciendo este cambio y aún no llega a un precio realista para ofrecerlo como un producto de consumo popular. Otra alternativa de mercado sería

empezar ofreciendo el producto en el mercado de un estatus socioeconómico más alto hasta llegar a una producción industrial. La producción industrial, por la mejora de precios a mayoristas de materia prima, tanto como la división de costos de operación entre más unidades, podría mejorar considerablemente los precios. Sin embargo, a nivel artesanal, no es viable la champurrada funcional con esta formulación.

IX. CONCLUSIONES

1. Sí fue posible diseñar un alimento funcional en forma de champurrada para mujeres embarazadas y lactantes en base a semillas y grasas que aporte por lo menos 20% ANR de DHA y 91% del IA de ALA. Incluso, con base en los resultados de este estudio, se puede proveer por lo menos 50% del ANR de DHA en un alimento de panadería sin que sea detectado.
2. La aceptabilidad del alimento funcional en forma de champurrada es menos aceptable que la champurrada tradicional, en términos de textura y sabor, con la característica más influyente siendo el color. La baja aceptabilidad se debió primordialmente al cambio en el color causado por la adición de las semillas linaza y chía, dándole así un aspecto “integral”. Este aspecto no está bien aceptado en el grupo de estatus socioeconómico estudiado debido en parte a falta de costumbre, falta de disponibilidad por factores de segmentación de mercado, y a factores de acceso económico.
3. Las caracterizaciones bioquímicas de semillas existentes no necesariamente son una buena predicción de valores de ácidos grasos reales.
4. Existen muchas barreras económicas para el ingreso de alimentos de alta calidad nutritiva dentro del mercado, incluyendo, en el caso de este estudio, el costo alto de ingredientes que proveen ácidos grasos que hacen falta en la dieta normal de mujeres embarazadas y lactantes de Guatemala. Por esto es que los alimentos más altos en calidad son los que se ofrecen dentro de los mercados para personas de poder adquisitivo alto.
5. La chía, a pesar de ser una semilla procedente de Guatemala de alto valor nutritivo, la cual se ha utilizado en varias preparaciones guatemaltecas, no es ingrediente aceptable para ser introducido en todos los alimentos, como se demostró en las champurradas.
6. La champurrada no se define por una receta específica, sino que por un conjunto de características generales reconocidas por la población en general. Es un alimento que tiene mucha importancia en la cultura alimentaria Guatemalteca, y por lo mismo, no se aprecian cambios drásticos en las características por las cuales identifican a los alimentos.

7. Las participantes que conocían los beneficios de los alimentos integrales tuvieron una mayor aceptación de las champurradas funcionales, e incluso estaban dispuestas a pagar una cantidad significativa más que en las participantes en las que no tuvo una buena aceptación.
8. En términos de la factibilidad de introducir esta formulación de una champurrada funcional dentro del mercado, el costo es muy alto en comparación a la disponibilidad para pagar de las mujeres embarazadas y lactantes, por lo que no se considera viable dentro del mercado con los actuales costos asociados a la materia prima y a los costos de operación.
9. La mantequilla es uno de los ingredientes más caros para la elaboración de galletas, por lo que muchas industrias prefieren utilizar margarina para bajar costos, pero así adicionando ácidos grasos trans a los productos alimentarios, los cuales son dañinos para la salud circulatoria.
10. La incorporación de semillas de alto contenido de ácidos grasos Omega-3 tienen un alto costo por gramo, por lo que aumentan significativamente el costo por unidad de la champurrada, y de otros productos que lo incorporan. Esto hace que estrategias para promover el consumo de este tipo de productos, sea desde de un punto de vista de salud preventiva o de un punto de vista de mercado, sea irreal. Por ende, es irreal, en el contexto actual, esperar que personas de bajos recursos elijan productos de valor agregado.
11. El precio alto de alimentos fortificados con ácidos grasos Omega-3 también presenta dificultades para que se incorporen en programas sociales.
12. A pesar de estas dificultades sociales tanto como económicas para aumentar el consumo de ácidos grasos Omega-3 en la población, no quita la necesidad de la misma, en especial para madres embarazadas y lactantes, quienes son de las poblaciones que más podrían beneficiar de un aumento en consumo para asegurar el desarrollo adecuado del sistema nervioso de sus hijos e hijas.

X. RECOMENDACIONES

1. Al formular un alimento funcional proveedor de ácidos grasos, se recomienda realizar una caracterización específica de la materia prima, debido a la variabilidad de contenido de ácidos grasos debido a condiciones climáticas (en el caso de las semillas) o a fortificación deliberada o no deliberada (en el caso del huevo).
2. Se recomienda que se realicen más estudios con respecto al efecto de diferentes condiciones climáticas de cultivo en el contenido de ácidos grasos de la chía.
3. Se recomienda hacer una caracterización de las diferentes fuentes de chía y linaza procedentes de Guatemala para determinar cuáles tienen las mejores características para ser utilizadas.
4. Se recomienda desarrollar champurradas con las siguientes variaciones sobre las cuales hacer una prueba de aceptabilidad: fortificadas con sólo aceite de alga y en más alta cantidad, para determinar si este aceite en cantidades más altas no afecta las características del alimento si se provee el 100% de RNA; fortificadas sólo con linaza, para determinar la influencia de la chía en las dificultades de aceptabilidad del alimento; etiquetadas con los beneficios de los Omega-3 para las mujeres embarazadas y lactantes.
5. Se recomienda repetir el estudio o hacer un estudio parecido en clínicas privadas para determinar la influencia real de nivel socioeconómico en la aceptabilidad real de la formulación del alimento funcional.
6. Es necesaria una estrategia estatal a nivel nacional para mejorar prácticas de consumo con relación a la calidad y procesamiento de alimentos. Esta estrategia va de la mano con estrategias a nivel de mercado para poder reducir los costos de alimentos saludables y así ofrecerlas en mercados de personas más nutricionalmente vulnerables

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT. (2013). *Snacks saludables: mercado de oportunidad en Estados Unidos*. Guatemala.
2. Allen, K. G., & Harris, M. A. (junio de 2001). The Role of n-3 Fatty Acids in Gestation and Partuition. *Experimental Biology and Medicine* , 498-506.
3. Alvarado, D. I. (2011). Caracterización de la semilla del chan (*Salvia hispanica*) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente. *Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala* , 43-49.
4. Ayerza, R. J., & Coates, W. (2007). Effect of dietary alpha-linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. *Annals of Nutrition and Metabolism* , 51 (1), 27-34.
5. Barceló-Coblijn, G., Murphy, E. J., Othman, R., Kashour, T., & Friel, J. K. (2008). Flaxseed oil and fish-oil capsule consumption alters human red blood cell n-3 fatty acid consumption: a multiple-dosing trial comparing 2 sources of n-3 fatty acid. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 88, 801-809.
6. Berganza, G. (2005 йил 11-noviembre). Doña Champurrada. *el Periódico* .
7. Burdge, G. C., & Calder, P. C. (2005). Conversion of alpha-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction Nutrition Development* , 45 (5), 581-597.
8. Burdge, G. C., & Wootton, S. A. (2002). Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docohexaenoic acids in young women. *British Journal of Nutrition* , 88, 411-420.
9. Canvin, D. T. (1965). The Effect of Temperature on the Oil Content and Fatty Acid Composition of the Oils from Several Oil Seed Crops. *Canadian Journal of Botany* , 43 (1), 63-69.
10. Chen, Z., Ratnayake, W. M., & Cunnane, S. (1994). Oxidative Stability of Flaxseed Lipids During Baking. *Journal of the American Oil Chemists' Society* , 71 (6), 629-632.

11. Colombo, J., Kannass, K. N., Shaddy, J., & Kundurthi, S. (2004). MAternal DHA and the Development of Attention in Infancy and Toddlerhood. *Child Development* , 75 (4), 1254-1267.
12. Crawford, A., Williams, G., Hassam, A., & Whitehouse, W. (1976). Essential Fatty Acids and Fetal Brain Growth. *The Lancet* , 1 (7957), 452-453.
13. Cuj, M. A. (2013). *Aceptabilidad y uso en el hogar de un Alimento Complementario Listo para Consumir (ACLC) en el área rural de Guatemala*. Guatemala: INCAP.
14. Darmon, N., & Drewnowski, A. (2008). Does social class predict diet quality? *American Society for Clinical Nutrition* , 87 (5), 1107-1117.
15. de Beausset, S. (2012). *El Papel del Maíz en Formar y Mantener una Comunidad en Arroyo, Sacasiguán, Totonicapán*. . Medford.
16. *deGuate*. (2004 йил 26-septiembre). Recuperado 20 de marzo de 2014 de Recetas y Cocina Chapinas:
http://www.deguate.com/artman/publish/recetas_chapinas/Champurradas_1680.shtml#.U5C1DSiGd75
17. *Dining for Women*. (n.d.). Recuperado 10 de mayo de 2014 de Champurradas (Guatemalan Cookies): <http://diningforwomen.org/recipes/champurradas-guatemalan-cookies/>
18. EUFIC. (junio 2006). *European Food and Information Council*. Retrieved 2014 йил 6-junio from Alimentos Funcionales:
<http://www.eufic.org/article/es/page/BARCHIVE/expid/basics-alimentos-funcionales/>
19. FAO. (2010). *Fats and Fatty Acids in Human Nutrition: Report of an Expert Consultation*. United Nations. Viale delle Terme di Carcalla: Food and Agriculture Organization.
20. Ferrier, L. K., Caston, L. J., Leeson, S., Squires, J., Weaver, B. J., & Holub, B. J. (1995). *American Journal of Clinical Nutrition* , 62 (1), 81-86.
21. Francois, C. A., Connor, S. L., Bolewicz, L. C., & Connor, W. E. (2003). Supplementing lactating women with flaxseed oil does not increas

- docosahexaenoic acid in their milk. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 77, 226-233.
22. Freeman, M. P., Hibbeln, J. R., & Wisner, K. L. (Diciembre de 2006). Omega-3 Fatty Acids: Evidence Basis for Treatment and Future Research in Psychiatry. *Journal of Clinical Psychiatry* , 1954-1967.
23. Gebauer, S. K., Psota, T. L., Harris, W. S., & Kris-Etherton, P. M. (2006). n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 1526S-1535S.
24. Gerster, H. (1998). Can adults adequately convert alpha-linolenic acid (18:3n-3) to eicosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3)? *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* , 68 (3), 159-173.
25. Goyens, P. L., Spilker, M. E., Zock, P. L., Katan, M. B., & Mensink, R. P. (2006). Conversion of a-linoleic acid in humans is influenced by the absolute amounts of a-linolenic acid and linoleic acid in the diet and now by their ratio. *American Journal of Clinical Nutrition* , 84 (44), 44-53.
26. Greenberg, J. A., Bell, S. J., & Van Ausdal, W. (2008). Omega-3 Fatty Acid Supplementation During Pregnancy. *Reviews in Obstetrics and Gynecology* , 162-169.
27. Grose, R. (n.d.). *About Comida Mexicana*. Recuperado 5 de junio de 2014 de Champurrado (atole de chocolate): <http://comidamexicana.about.com/od/Bebidas/r/Champurrado.htm>
28. Harris, H., McWilliam, J., & Mason, W. (1978). Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Australian Journal of Agricultural Research* , 29 (6), 1203-1212.
29. Harris, P., & James, A. (1969). Effect of low temperature on fatty acid biosynthesis in seeds. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism* , 187 (1), 13-18.
30. Howlett, J. (2008). *Functional Foods: from science to health and claims*. International Life Sciences Institute. Brussels: ILSI Europe.

31. INE. (2007). *Hoja de Balance de Alimentos*. Guatemala: INE.
32. Innis, S. M. (2005). Essential fatty acid transfer and fetal development. *Placenta* , S70-S75.
33. Institute of Food Technologists. (n.d.). *Introduction to Functional Foods*. Retrieved 17 de noviembre de 2015 from Institute of Food Technologists: <http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-summaries/functional-foods/introduction-to-functional-food.aspx>
34. Ixtaina, V. Y. (2010). *Caracterización de la Semilla y el Aceite de Chía (Salvia hispanica L.) Obtenido Mediante Distintos Procesos, Aplicación en Tecnología de Alimentos*. Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Exactas Departamento de Química, La Plata.
35. Jensen, C. L., Maude, M., Anderson, R. E., & Heird, a. W. (2000). Effect of docahexaenoic acid supplementation of lactating women on the fatty acid composition of breast milk lipids and maternal and infant plasma phospholipids. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 292S-299S.
36. Jensen, G. L. (2006). Effects of n-3 fatty acids during pregnancy and lactation. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 1452S-1457S.
37. Judge, M. P., Harel, O., & Lammi-Keefe, C. J. (2007). Maternal consumption of a docosaheaxenoic acid-containing functional food during pregnancy: benefit for infant performance on problem-solving but not on recognition memory tasks at age 9 mo. *The American Journal of Clinical Nutrition* , 1572-1577.
38. Justo, M. B., Castro Alfaro, A. D., Camarena Aguilar, E., Wrobel, K., Wrobel, K., Guzmán, G. A., et al. (2007). Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* , 57 (1), 78-84.
39. Kris-Etherton, P., Taylor, D. S., & Yu-Poth, S. (2000). Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *American Journal of Clinical Nutriiton* , 179S-188S.

40. Lajara, J. R., Diaz, U., & Diaz Quidiello, R. (1990). Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* , 67 (10), 618-623.
41. Marschner, S. S., & Fine, J. B. (1989). *Patent No. US4804555 A*. United States.
42. Marschner, S. S., & Fine, J. B. (1991). *Patent No. US4996072 A*.
43. Meoño Artiga, L. P. (2008). *Mixtas, Hot Dogs y Shucos: Aproximación y Las Transformaciones de la Comida Popular de la Ciudad de Guatemala*. Guatemala.
44. MSPAS. (2010). *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2008-2009*. Guatemala: MSPAS.
45. MSPAS. (2011). *Guías para la Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de las Enfermedades Crónicas No Transmisibles*. Programa Nacional de Enfermedades Crónicas No Transmisibles, Guatemala.
46. Nettleton, J. (1991). Omega-3 fatty acids: comparison of plant and seafood sources in human nutrition. *Journal of the American Dietetic Association* , 3 (91), 331-7.
47. NIH. (2011 de agosto de 2011). *Ácidos grasos Omega-3*. Recuperado 29 de abril de 2014 de Medline Plus: http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/19302.htm
48. Nolasco, M. A. (2013 йил 19-marzo). *El Economista*. Recuperado 14 de marzo de 2014 de <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/03/19/chia-cultivo-muy-rentable>
49. OMS. *Organización Mundial de la Salud (OMS). Comité de Evaluación Ética de la Evaluación*. OMS. .
50. Pawlosky, R. J., Hibbeln, J. R., Novotny, J. A., & Salem, N. (2001). Physiological compartmental analysis of alpha-linolenic acid metabolism in adult humans. *Journal of Lipid Research* , 42, 1257-1265.
51. Pitts, M. (2013). *Flaming Tortillas*. Retrieved 2014 йил 10-05 from Champurradas - Guatemalan Cookies: http://www.flamingtortillas.com/recipes/cookies/champurradas_guatemalan_cookies

52. Rosales, S. (3 de julio de 2009). *VivoEnGuate.com*. Retrieved 2014 йил 5-junio from Puras Champurradas de Guate: <http://saidweb.wordpress.com/2009/07/03/puras-champurradas-de-guate/>
53. *San Martin Bakery*. (n.d.). Retrieved 2014 йил 5-junio from San Martin: Panadería, Pastelería, Café.
54. Sanders, T., & Reddy, S. (1992). The influence of a vegetarian diet on the fatty acid composition of human milk and the essential fatty acid status of the infant. *Journal of Pediatrics* , 120, S71-S77.
55. Sears, B. (octubre de 2007). *Understanding Eicosanoids*. Retrieved 1 de mayo de 2014 from Dr. Sears: <http://www.drsears.com/ArticlePreview/tabid/399/itemid/66/Default.aspx>
56. Silveira, M. B., Monereo, S., & Molina, B. (2003). Alimentos Funcionales y Nutrición Óptima, ¿Cerca o lejos? *Revista Española de Salud Pública* , 317-331.
57. Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy* , 56 (6), 365-79.
58. Simopoulos, A. P. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. *American Journal of Clinical Nutrition* , 56S-59S.
59. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2003). *Guía de alimentos funcionales*.
60. Swanson, D., Block, R., & Mousa, S. A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health and Benefits Throughout Life. *Advances in Nutrition* , 1-7.
61. Technologies, I. o. (30 de noviembre de 2012). *IFT*. Recuperado 8 de junio de 2014 de Study: Fortifying milk with omega-3 fatty acids: <http://www.ift.org/food-technology/daily-news/2012/november/30/study-fortifying-milk-with-omega-3-fatty-acids.aspx>
62. UNICEF. (n.d.). *Chronic Malnutrition: Stunting*. Retrieved 1 de mayo de 2014 from UNICEF: <http://www.unicef.org/nutrition/training/2.3/20.html>
63. UNICEF. (2011). *The State of the World's Children*. UNICEF.
64. Universidad Francisco Marroquín. (n.d.). *Escuela de Nutrición UFM*. Recuperado 6 de junio de 2014 de Alimento Funcional : <http://nutricion.ufm.edu/alimento-funcional/>

65. USDA. (n.d.). *Nutrient Database for Standard Reference v 1.4*. Recuperado 20 de mayo de 2014 de Agricultural Research Service: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>
66. VaSteinberg, M. K., & Taylor, M. (2002). The Impact of Political Turmoil on Maize Culture and Diversity in Highland Guatemala. *Mountain Research and Development* 22 , 344-351.
67. Warman, A. (1988). *La Historia de Un Bastardo: Maíz y Capitalismo*. . México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
68. Welch, A. A., Shakya-Shrestha, S. L., Wareham, N. J., & Khaw, K.-T. (2010). Dietary intake and status of n-3 polyunsaturated fatty acids in a population of fish-eating and non-fish-eating meat-eaters, vegetarians, and vegans and the precursor-product ratio of α -linolenic acid to long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids: results from the EPIC-Norfolk cohort. *American Journal of Clinical Nutrition* , 92, 1040-1051.
69. Whitney, E., & Rolfes, S. (2008). *Understanding Nutrition* (11 ed.). Belmont, CA, USA: Thompson Wadsworth.
70. Williams, C. M., & Burdge, G. (n.d.). Long-chain n-3 PUFA: plant v. marine sources.
71. Zugarramurdi, A., Parín, M. A., & Lupin, H. M. (1998). *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera*. Recuperado 18 de marzo de 2015 de FAO: <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>

XII. ANEXOS

Anexo 1: Árbol de Problemas

Anexo 2: Tabla de Análisis de Disponibilidad de Alimentos por Peso por Persona por Año para Guatemala para el 2007

Anexo : Diagrama de Eficiencia de Conversión de Ácido Alfa-Linolénico a Ácido Docohexaenoico en Humanos

Anexo 4: Valores Teóricos de Ácidos Grasos por Alimento

Anexo 5: Formato de Diseño de Fórmulas

Anexo 6: Formato de Análisis Cromatográficos

Anexo 7: Consentimiento Informado

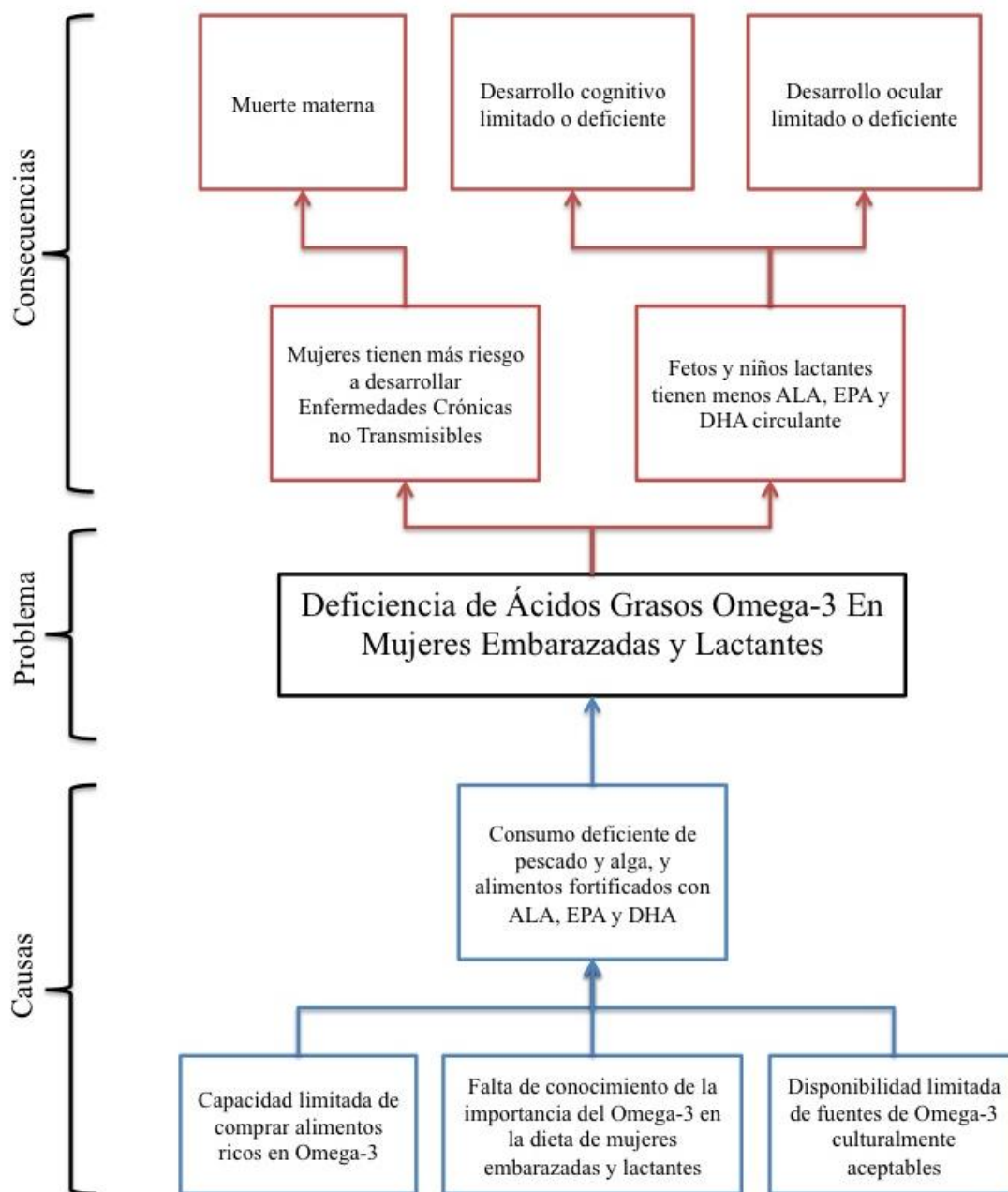
Anexo 8: Formulario de Análisis de Aceptabilidad

Anexo 9: Tabla de Análisis de Aceptabilidad

Anexo 10: Tabla de Análisis de Costos

Anexo 11: Características de la población que participó en la prueba de aceptabilidad

ANEXO 1: Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración propia, 2014

ANEXO 2: Tabla de Análisis de Disponibilidad de Alimentos por Peso por Persona por Año para Guatemala para el 2007

Alimento	Kg/pp/año
1 Maíz/Tortilla	176.8
2 Gaseosas	57.2
Caña/Azúcar blanca y refinada y Mate.	
3 Azúcar.	39.6
4 Cítricos	28.8
5 Tomate	24.4
6 Otras Frutas	18.2
7 Leche pasteurizada	17.5
8 Aves de corral destazadas/carne de aves	17.4
9 Maíz/Harina de Maíz	13.2
10 Piña	10.3
11 Frijoles	9.8
12 Trigo/Harina de Trigo	9.5
13 Cerveza	9.1
14 Gallinas en postura (cabezas)/HUEVOS	7.8

Alimento	Kg/pp/año
15 Plátano	7.5
16 Harina de trigo/Pan y Galleta	7.0
17 Aguacate	6.6
18 Carne vaca en canal/Carne con y sin hueso	6.6
19 Melón	5.8
20 Otras Hortalizas	5.5
21 Papas	5.2
22 Arroz granza/Arroz oro	5.1
23 Cebolla	3.9
24 Banano	3.9
25 Pescado	2.6
26 Carnes/embutidos de toda clase	2.5
27 Carne cerdo en canal/Carne con y sin hueso	2.2
28 Lece fluida cruda de vaca	2.2
29 Chile Pimiento	2.0
30 Güicoy	2.0
31 Quesos	1.8

Alimento	Kg/pp/año
32 Sémola/Pastas Alimenticias	1.6
33 Zanahoria	1.6
34 Aceite de palma refinado	1.5
35 Leche en polvo entera	1.3
36 Maicillo/Tortilla	1.1
37 Leche semidescremada	1.0
38 Aceite de soya refinado	1.0
39 Vacunos faenados/vísceras y menudos	0.9
40 Aceite de semilla de girasol	0.9
41 Camarón	0.8
42 Grasa de res	0.6
43 Leche descremada	0.4
44 Crema de leche	0.4
45 Licores	0.4
46 Yuca	0.3
47 Yogurt	0.3
48 Cerdos faenados/visceras y menudos	0.2

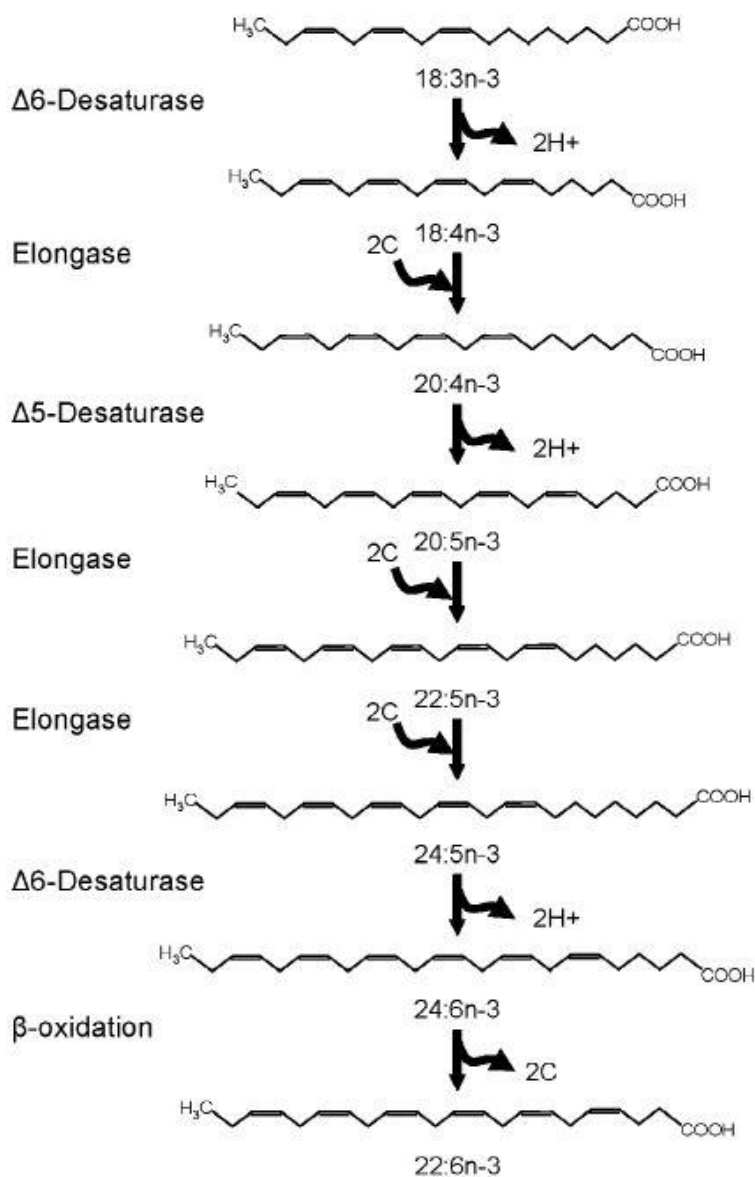
Alimento	Kg/pp/año
49 Manteca de cerdo	0.2
50 Leche en polvo semidescremada	0.1
51 Leche en polvo descremada	0.1
52 Mantequilla	0.1
53 Avena	0.0
54 Aceite de semilla de algodón refinado	0.0
55 Aceite de oliva	0.0

Fuente: (INE, 2007)

Análisis realizado por la autora.

ANEXO 3: Diagrama de Eficiencia de Conversión de Ácido Alfa-Linolénico a Ácido Docoheptaenoico en Humanos

El ácido ALA puede ser convertido a EPA y después a DHA en el hígado a través de una serie de reacciones de desaturación y alargamiento, resumido abajo.



Fuente: Burdge & Calder, 2005

ANEXO 4: Valores Teóricos de Ácidos Grasos por Alimento

	Energía (kcal/100g)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	AL 18:2 (%)	ALA 18:3 (%)	g por 100 g	EPA 20:5 (%)	g por 100 g	DHA 22:6 (%)	g por 100 g	Grasas Trans
ALGA														
Alga, spirulina (%)	290	57%	8%	24%	4%	6%	16%	11%	0.82	0%	0.00	0%	0.00	0.00
SEMILLAS Y GRANOS														
Linaza (%)	534	18%	42%	29%	27%	4%	15%	58%	6.32	0%	0.00	0%	0.00	0.00
Chia (%)	550	19%	30%	39%	18%	40%	19%	64%	5.70	0%	0.00	0%	0.00	0.00
Semilla de Girasol (%)	584	21%	51%	20%	9%	3%	45%	1%	23.05	0%	0.01	0%	0	0.00
Ajonjolí (%)	565	17%	48%	26%	14%	6%	43%	3%	20.65	0%	0.00	0%	0%	0.00
Manía, cruda (%)	567	26%	49%	16%	9%	2%	32%	0%	15.55	0%	0.00	0%	0%	0.00
ACEITES														
Acete de pescado (menhaden) (%)	902	0%	100%	0%	0%	0%	22%	14%	21.50	13%	13.20	86%	85.60	0.00
Life's™ DHA Algae Oil	NA	0%	100%	0%	0%	0%	1.4%	0%	1.40	1.3%	1.30	39.8%	39.8	0
Acete de girasol (%)	884	0%	100%	0%	0%	0%	40%	0%	39.80	0%	0.00	0%	0%	0.00

	Energía (kcal/100g)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	AL 18:2 (%)	ALA 18:3 (%)	g por 100 g	EPA 20:5 (%)	g por 100 g	DHA 22:6 (%)	g por 100 g	Grasas Trans
Aceite de oliva (%)	884	0%	100%	0%	0%	0%	10%	1%	9.70	0%	0.00	0%	0%	0.00
Aceite de maíz (%)	900	0%	100%	0%	0%	0%	54%	1%	53.52	0%	0.00	0%	0%	0.00
Aceite de canola y maíz (%)	884	0%	100%	0%	0%	0%	23%	6%	23.32	0%	0.00	0%	0%	0.33
Margarina, 80% grasa. Maíz y soya	2999	0%	81%	1%	0%	2%	28%	3%	22.25	0%	0.00	0%	0%	14.89
Mantequilla, sin sal	717	1%	81%	1%	0%	0%	3%	0%	2.73	0%	0.00	0%	0%	3.278

Ixtaina, 2010

USDA

Calculado por autora

Ficha Técnica

ANEXO 5: Formato de Diseño de Fórmulas

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5	Fórmula ...
Ingredientes	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
margarina						
manteca vegetal						
harina trigo						
harina maíz						
harina integral						
polvo para hornear						
sal						
huevos						
azúcar						
maicena						
vainilla						
canela						
chía						
linaza						
suplemento DHA1						
suplemento DHA2						
TOTAL PORCIONES						

Peso media
triplicado por
porción

Fuente

OBSERVACIONES

Color

Olor

Sabor

Textura

ANEXO 6: Consentimiento Informado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
MAESTRIA EN ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN
SEMINARIO TESIS II

Documento de Consentimiento Informado para Probar La Aceptabilidad de una Nueva Formulación de Champurrada en Mujeres Embarazadas, Puérperas o Lactantes

Este formulario de consentimiento informado se dirige a mujeres embarazadas y lactantes que son atendidas en centros de salud en el metrópolis de la Ciudad de Guatemala y su perímetro para participar en la investigación para la tesis de maestría en alimentación y nutrición “Elaboración y Aceptabilidad de un Alimento Funcional como Vehículo para Omega-3 para Mujeres Embarazadas y Lactantes”

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado.

PARTE I: Información

Yo soy Sasha de Beausset, y soy estudiante de maestría en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Estoy investigando acerca de una nueva formulación de champurrada. Le voy a dar información e invitarle a participar en esta investigación.

Puede que haya algunas palabras que no entienda. Por favor, páreme según le informo para explicarle. Si tiene preguntas más tarde, puede preguntarme a mí o a la doctora/licenciada que está apoyando.

Propósito:

El propósito de esta investigación es ver si le gustan algunas nuevas formulaciones de galletas tipo champurrada.

Tipo de Investigación:

Para esta investigación le daré dos champurradas pequeñas para probar y un vasito de agua que tome entre las pruebas.

Selección de Participantes

Estoy invitando a mujeres embarazadas, lactantes, y puérperas que son atendidas en clínicas en o cerca de la Ciudad de Guatemala a participar en esta investigación.

Participación Voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Tanto si elige participar o no, continuará todos los servicios que reciba en esta clínica y nada cambiará. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aún cuando haya aceptado antes.

Información Sobre el Alimento

Estas champurradas contienen harina, mantequilla, huevo, azúcar, polvo para hornear, vainilla, y semillas, en diferentes formulaciones.

Procedimientos y Protocolo

Le estaré dando dos pequeñas champurradas para que las pruebe, y le pediré que las evalúe de la siguiente manera:

1. Primero le pediré que vea la galleta y me diga qué tanto le gusta o le disgusta el color. Le enseñaré las caritas del formulario para ayudarle a decidir. Después le pediré que me describa el color.
2. Le pediré que haga lo mismo con el olor, sabor y textura. La textura es cómo se siente la galleta en su boca.
3. Al final, le haré algunas preguntas generales en dónde usted podrá decir si le gustó o no, y si tiene dar alguna sugerencia.
4. Le voy a pedir que tome un poquito de agua pura antes de empezar con la segunda champurrada. Una vez haya probado las dos champurradas, le voy a pedir que me diga cual de las dos le gustó más.
5. Al terminar la prueba, puede tomar más champurradas para llevárselas si gusta.

Procedimientos desconocidos

Para cada participante, se cambia el orden en que se le dan las galletas. Una de las champurradas es el control, o la receta original de champurrada, y las otras dos tienen formulaciones nuevas.

Duración

La prueba con usted durará aproximadamente 15 minutos.

Efectos Secundarios

El comer esta galleta no causará ningún efecto secundario. Sin embargo, es importante informarme si tiene alguna alergia, por ejemplo al trigo.

Riesgo

No hay ningún riesgo al participar en esta investigación.

Molestias

Debido a que mujeres embarazadas, puérperas y lactantes tienden a ser más sensibles a ciertos tipos de comida, es posible que alguna galleta le cause una sensación de náusea. Si es así, no dude en informarme para que la pueda referir a una doctora. Sin embargo, esto es muy raro.

Beneficios e Incentivos

Si usted participa en esta investigación, podrá gozar de pruebas de galletas sin costo, Las nuevas formulaciones de champurradas le puedan dar algunos beneficios para usted como mujer embarazada/puérpera/lactante como disminuir la náusea o puede que tenga más energía.

Al finalizar la investigación, puede llevarse algunas galletas a casa si gusta.

Confidencialidad

Sus datos permanecerán confidenciales, y sólo yo tendré acceso a la información. En vez de su nombre se utilizará un número para proteger su identidad. La información estará bajo llave en todo momento.

Derecho a Negarse o a Retirarse

Usted no tiene porque participar en esta investigación si no desea hacerlo. Puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que quiera. Es su elección y todos sus derechos serán respetados.

A Quien Contactar

Si tiene cualquier pregunta puede hacerlas ahora o más tarde, incluso después de iniciar las pruebas. Si desea hacer preguntas más tarde, puede contactar a:

Sasha de Beausset

Universidad de San Carlos de Guatemala

Celular: 5725-5937

Correo Electrónico: sasha.debeausset@gmail.com

PARTE II: Formulario de Consentimiento

He sido invitada a participar en la prueba de unas nuevas formulaciones de champurradas. Entiendo que recibiré dos galletas distintas. He sido informada que los riesgos son mínimos y pueden incluir náuseas. Sé que también puede ayudar a disminuir mi náusea o malestar y que después de la prueba puedo elegir llevar algunas galletas. Se me ha proporcionado el nombre de la investigadora que puede ser fácilmente contactada usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona.

He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

Nombre del Participante _____

Firma o huella del Participante _____

Fecha _____

(Día/mes/año)

Si es analfabeta

He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre de la Investigadora _____

Firma del Investigador _____



Fecha _____

Día/mes/año

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de Consentimiento

Informado _____(iniciales del investigador/asistente)

ANEXO 7: Formulario de Análisis de Aceptabilidad

Formulario 1 Aceptabilidad de Galleta Formulario individual					
Num. correlativo de boleta		Fecha		Hora	
Código de Participante					
Estado fisiológico	Embarazada		Puérpera		Lactante
Edad		Etnia			
¿Alergias?	¿Cuáles?				
Nombre del Encuestador:					
Departamento:					
Municipio:					
Comunidad:					
Nombre del Centro de Salud					
COLOR: Prueba A Pregunte el color					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Escala de caras para el grado de aceptabilidad</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div>Le disgusta mucho <input type="checkbox"/></div> <div>Le disgusta un poco <input type="checkbox"/></div> <div>Ni le gusta ni le disgusta <input type="checkbox"/></div> <div>Le gusta un poco <input type="checkbox"/></div> <div>Le gusta mucho <input type="checkbox"/></div> </div> </div>					
Describir el color:					
OLOR: Prueba A Pregunte el olor					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Escala de caras para el grado de aceptabilidad</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div>Le disgusta mucho <input type="checkbox"/></div> <div>Le disgusta un poco <input type="checkbox"/></div> <div>Ni le gusta ni le disgusta <input type="checkbox"/></div> <div>Le gusta un poco <input type="checkbox"/></div> <div>Le gusta mucho <input type="checkbox"/></div> </div> </div>					
Describir el olor:					

SABOR: Prueba A
Pregunte por el sabor

Escala de caras para el grado de aceptabilidad



Le disgusta
mucho

Le disgusta
un poco

Ni le gusta
ni le disgusta

Le gusta
un poco

Le gusta
mucho

Describir el sabor:

TEXTURA: Prueba A
Pregunte por la textura

Escala de caras para el grado de aceptabilidad



Le disgusta
mucho

Le disgusta
un poco

Ni le gusta
ni le disgusta

Le gusta
un poco

Le gusta
mucho

Describir la textura:

CALIFICACIÓN CUALITATIVA

¿Le gustaría que se cambiara de alguna manera?			
¿Compraría esta galleta en un supermercado o tienda?			
¿Cuánto cree que vale una porción de esta galleta?		¿Cuánto pagaría por una porción de esta galleta?	

ANEXO 8: Tabla de Análisis de Aceptabilidad

Muestra #	Código localidad	Código Participante	Etnia	U	R	Acceptabilidad	Promedio	Cambio? **	Valor	DP	Sugerencias
Corr.			I L			C O S T	Accept.	Si No			
Boleta								Pr-§			Comparía∞
Totales y Promedios											

§Muestra preferida (1-si, 2-no)

∞Si lo compraría (1-si, 2-no)

ANEXO 9: Tablas de Análisis de Costos

Tabla 1: Análisis de costo por unidad

Ingrediente	Peso de Unidad de Venta de Ingrediente (g)	Precio de Unidad de Venta de Ingrediente	Precio por gramo	g de ingrediente por 100 gramos	Costo de ingrediente por 100g de alimento	Costo de ingrediente por unidad (55g)
-------------	--	---	---------------------	--	--	--

Peso de
unidad
Precio de
unidad

Tabla 2: Tabla de Costos de Operación

COSTOS VARIABLES (DIRECTOS)

Q %

Materia prima
Mano de obra
Mantenimiento
Servicios
Suministros
Envases

COSTOS FIJOS (INDIRECTOS)

Costos de inversión
 Depreciación
 Seguros
Gastos Generales
 Contaduría
 Asesoramiento legal

 TOTAL (EBIT)

Costo por unidad antes de impuestos
Impuestos (12% IVA)

COSTO POR UNIDAD

ANEXO 10: Validación de instrumento de aceptabilidad de alimentos y de la receta base

Primero, con el instrumento de aceptabilidad, se presentó la versión preliminar a compañeros de la maestría, quienes dieron sugerencias acerca de los datos a incluir en el encabezado y también se debatió acerca de las ventajas y desventajas del uso de las caras como instrumento para guiar aceptabilidad, ya que no todas las madres van a ser analfabetas. Se llegó al consenso, sin embargo, que para consistencia en los resultados, se debe de dejar las caras, y así da una guía de apoyo hacia como uno se siente con respecto a las diferentes dimensiones organolépticas.

Para validar los instrumentos completos de aceptabilidad tanto como procesamiento de datos, fue necesario pasar por varios pasos, lo cual se aprovechó para establecer una receta base o “control” de la champurrada. Se tomaron dos recetas encontradas en línea con diferencias claves en las harinas (una con harina de trigo y harina de maíz y la otra con harina de trigo y un poco de harina integral), las cuales definen los sabores más fuertes (Dining for Women) (Pitts, 2013). Se utilizó la tabla de formato de diseño de fórmulas para ingresar los ingredientes en las cantidades indicadas (anexo 5) lo cual funcionó muy bien y así ese instrumento fue validado. Se utilizaron todos los instrumentos cocina para el desarrollo del alimento, así se logró validar también la funcionalidad de los instrumentos básicos. Se cortaron las galletas con el molde más pequeño, el de 5cm, y se agregaron entre 10-15 semillas de ajonjolí a cada una para que la apariencia básica de las dos galletas fuera parecida.

El primer lote de la primera receta se horneó en una lámina de silicón, la cual evita que se pegue la galleta. Sin embargo, esto causó que las champurradas no se broncearan de los bordes y que mantuvieran la forma del lote muy definida. El segundo lote ya se probó sin la lámina de silicón y el color y la forma resultante fue mucho más característica de la champurrada, por lo tanto se descartó el silicón como instrumento.

La definición de la receta para el “control” y la prueba del instrumento de aceptabilidad para su validación se realizó en dos fases.

Primero, se desarrolló un instrumento de aceptabilidad resumido, en dónde se incluyeron solamente las caras debajo de cada aspecto organoléptico. Se distribuyó este formulario a 19 estudiantes de maestría que asistieron la clase ese día. A una mitad del grupo se les dio la prueba 1 y a la otra mitad la prueba 2. Se les explicó el proceso a todos, pidiéndoles que no empezaran hasta que todos tuvieran una champurrada. Primero debían ver la galleta y calificar ese aspecto en su hoja, después olerla y calificarle ese aspecto, después saborizarla y sentir la textura. En la parte inferior de la hoja había un espacio para anotar sus comentarios. Después debían hacer lo mismo con la otra galleta, anotar sus comentarios y marcar el lado de la galleta que más les gustó. Después se discutió en grupo algunas ideas y aclaraciones de cómo manejar el instrumento y la prueba. Salieron varias conclusiones de esta prueba piloto:

- En vez de marcar las galletas “1” y “2” se debe de marcar con letras, ya que puede que el número pueda causar una preferencia hacia una u otra. De todos modos se debe de mantener secreto el código de la galleta para evitar cualquier efecto subconsciente que pudieran tener las letras en las personas también
- Se determinó que iba a ser importante que no todas las personas deben de recibir la misma galleta primero, ya que puede que el sabor de la primera afecte el sabor del segundo
- Se determinó que se debe de tener un vaso de agua para que la participante tome entre las dos pruebas para tratar de eliminar cualquier sabor que queda en la boca de la prueba anterior
- Se determinó que se debe de explicar bien que se quiere decir con “textura”, explicándoles a las participantes que es como se siente la champurrada cuando la mastica, en su lengua y en su boca.
- Los resultados de la aceptabilidad a este nivel con la prueba 1 fueron: 4.58 (color) 4.58 (olor) 4.00 (sabor) y 4.58 (textura), con una aceptabilidad total media de 4.43. 37% de los estudiantes indicaron que la prueba 1 les gustó más.

- Los resultados de la aceptabilidad a este nivel con la prueba 2 fueron: 4.74 (color) 4.74 (olor) 4.68 (sabor) y 4.74 (textura), con una aceptabilidad total media de 4.43. 63% de los estudiantes indicaron que la prueba 2 les gustó más.
- Los resultados se resumen en las siguientes gráficas:

Gráfica 1

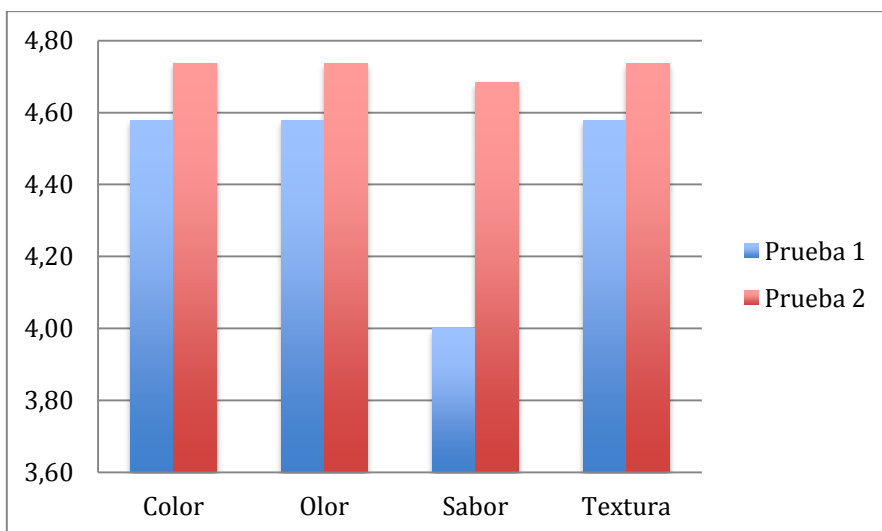
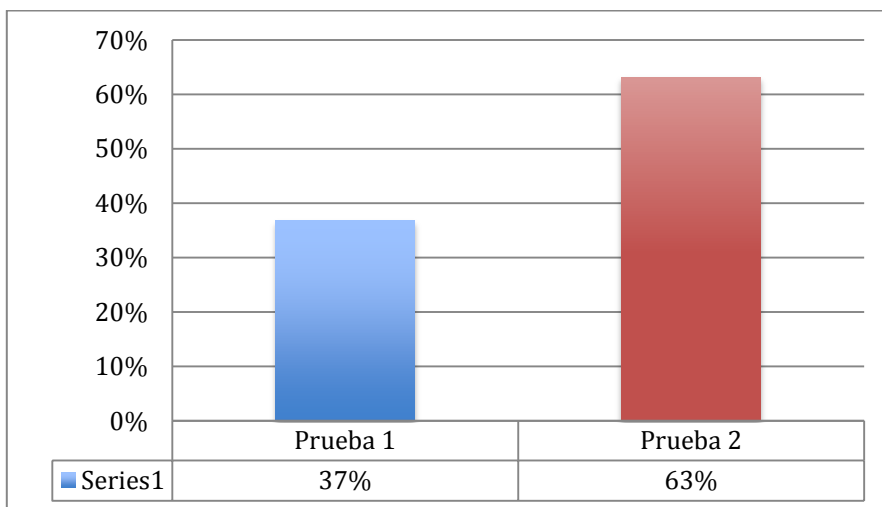
Validación cualidades organoléptico

Gráfico 2

Aceptabilidad total

Fuente: elaboración de la autora.

La segunda etapa de la prueba piloto fue probar las galletas base con el formulario completo con mujeres embarazadas, puérperas y lactantes. Para esto, se solicitó el apoyo de dos nutricionistas, una quien trabaja en el Centro de Salud del Municipio de San Juan del Golfo y la otra quien trabaja en el Centro de Salud del Municipio de Tierra Nueva, ambos en el área peri-metropolitano de la Ciudad de Guatemala. También se pasó una prueba con una estudiante de la Maestría en Alimentación y Nutrición quien se encontraba embarazada al momento de realizar la prueba piloto. Esta última encuesta fue realizada directamente por la investigadora principal, y las anteriores se realizaron directamente por las nutricionistas estudiantes de la Maestría en Alimentación y Nutrición. Se realizó un entrenamiento intensivo acerca de los procedimientos con las dos nutricionistas y se les dio 10 muestras a cada una, cinco de cada prueba. Se les solicitó que reportaran sus experiencias y cualquier sugerencia con respecto al instrumento para mejorar su implementación en campo. Las sugerencias con respecto al instrumento de aceptabilidad que surgieron del piloto en campo fueron los siguientes:

- Incluir un espacio para especificar el estado de la mujer, embarazada, puérpera o lactante
- Excluir si la participante se encontraba en el área urbana o rural, ya que la gran mayoría de las mujeres se iban a considerar del área urbana por la población que asiste a los centros de salud.
- Incluir un espacio para notar si la participante padecía de alguna alergia, como criterio de exclusión si tenía alergia a algunos de los ingredientes en la galleta.
- Excluir datos como teléfono y dirección de residencia, ya que podía causar que la participante se sintiera incómoda.
- Incluir el nombre del encuestador, para darle seguimiento en caso de inconsistencia en respuestas o ilegibilidad
- Excluir la pregunta “¿Qué nombre le daría a esta galleta?” ya que causaba risa e incomodidad en algunas de las participantes.

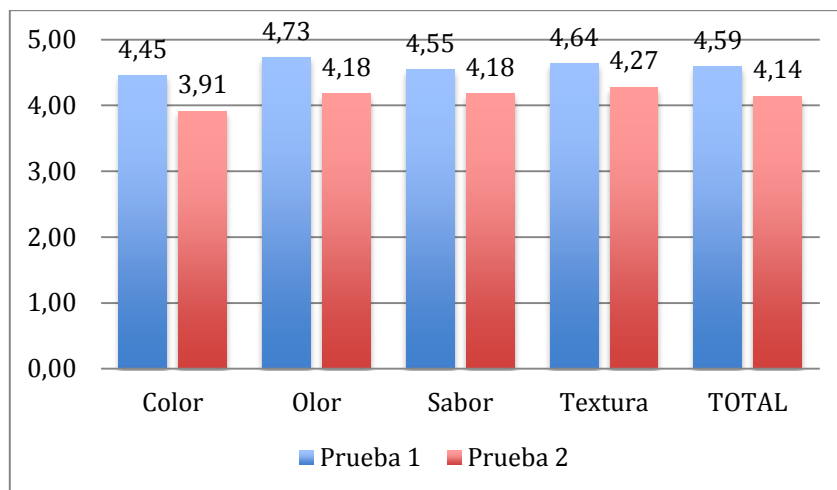
Se tabularon los resultados para probar el instrumento de tabulación, el cual fue validado con una Licenciada en Economía Cuantitativa de la Universidad de Tufts de Los Estados Unidos. En esta validación se decidió remover la columna de análisis numérico de comentarios o descripciones negativas, neutras o positivas de la galleta, ya que representaba un proceso adicional sin mayor aporte a la investigación, ya que los comentarios dejados en su forma original son los más valiosos para comprender las reacciones y sugerencias de los participantes. Las demás columnas se dejaron como se había propuesto.

Los resultados de la prueba piloto se encuentran a continuación:

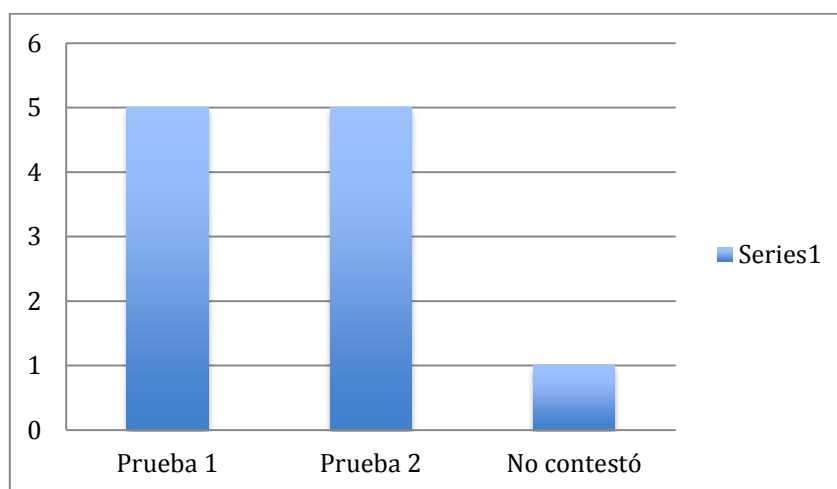
- Participaron nueve mujeres embarazadas, dos mujeres lactantes y ninguna mujer lactante en la prueba piloto.
- Los resultados difirieron en todo aspecto a la prueba piloto hecha con estudiantes de la Maestría en Alimentación y Nutrición.
- Los resultados de la aceptabilidad a este nivel con la prueba 1 fueron 4.45 (color) 4.73 (olor) 4.55 (sabor) y 4.64 (textura), con una aceptabilidad total media de 4.59. 50% de los estudiantes indicaron que la prueba 1 les gustó más.
- Los resultados de la aceptabilidad a este nivel con la prueba 2 fueron: 3.91 (color) 4.18 (olor) 4.18 (sabor) y 4.27 (textura), con una aceptabilidad total media de 4.14. 50% de los estudiantes indicaron que la prueba 2 les gustó más.
- 1 persona no contestó

Los resultados se presentan en la siguiente gráfica:

Gráfica 3

Análisis de aceptabilidad en madres

Gráfica 4

Galleta Preferida en Madres

Fuente: Elaboración de la autora

Además, se logró establecer con hacer las dos pruebas que si hay una diferencia en gusto y preferencia de galleta entre la población de madres embarazadas y lactantes que asisten los centros de salud de San Juan del Golfo y Tierra Nueva y la mujer embarazada que asiste a la maestría, y la población de adultos, hombres y mujeres no embarazadas o lactantes. La población general prefirió la prueba 2, hecha de harina de trigo integral y blanca, y la

población de mujeres embarazadas y lactantes calificó más favorablemente (según cualidades organolépticas) a la prueba 1, hecha de una mezcla de harina de maíz y harina de trigo.

Ya que las mujeres embarazadas y lactantes son la población por la cual se elaboró esta champurrada, se decide utilizar la prueba 1 como el control, sobre el cual se le hará cambios a la fórmula para elaborar una galleta que provea ácidos grasos Omega-3.

ANEXO 11: Características de la población que participó en la prueba de aceptabilidad

Tabla 1

Participantes en el estudio de aceptabilidad

Centro de Salud	Numeración	Número
APROFAM Zona 1	1	20
Centro de Salud Tierra Nueva	2	19
Centro de Salud San José del Golfo	3	20
Total		59

Tabla 2

Características Demográficas de la Población

Edad		
media	26.3	
Indígenas	2	3.4%
Mestizas	57	96.6%
Urbano	59	100%
Rural	0	0%

Tabla 3

Características Fisiológicas de la Población

Estado	Número	%
Embarzadas	42	71.2%
Puérperas	5	8.5%
Lactantes	12	20.3%
TOTAL	59	100.0%

Sasha Mae de Beausset Fairman

AUTOR

Ing. Hilda Piedad Palma de Martini

ASESOR

Dra. Carolina Arévalo Valdez

DIRECTORA

Dr. Rubén Daríel Velásquez Miranda

DECANO