



Secretaría de Extensión Universitaria
Dirección General de Bibliotecas



TESIS ENTREGADA A BIBLIOTECA CENTRAL
F-62-13

Favor de completar este formato y entregarlo junto con los archivos de tesis (word y pdf) mediante una de estas opciones

- a) en persona en la Dirección General de Bibliotecas (Biblioteca Central, Área de Adquisiciones, segunda planta),
- o
- b) por e-mail a ri.bib@uaq.edu.mx (escaneado).

Tesista	Gloria Andrea Pérez Alvarez	
Expediente	264123	Correo electrónico: perez.gloria@uabc.edu.mx
Grado	Maestría en ciencia y tecnología de alimentos	
Facultad	Química	Programa Educativo: Maestría en ciencia y tecnología de alimentos
Título de Tesis:	Elaboración de suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales.	
Palabras clave de la tesis (mínimo 3)	suplemento alimenticio, vejez, deficiencias nutrimentales, propiedades funcionales, sensoriales	

Autorizo para que a partir del 14 de Julio de 2018, sea publicado mi trabajo en el Repositorio Institucional de la UAQ (ri.uaq.mx), con licencia Creative Commons (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/mx/deed.es_ES):



Reconocimiento — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).



No comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Gloria Andrea Pérez Alvarez
AUTORIZO

Nombre y firma del tesista

Nota: Válido solo con sello de Dirección General de Bibliotecas y número de citación RI

Nivel de Revisión: 01



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química
Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos
Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos

"Elaboración de suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias
nutrimientales"

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Ciencia y
Tecnología de Alimentos

Presenta:

LG. Gloria Andrea Pérez Alvarez

Dirigida por:

Dra. Rosalía Reynoso Camacho

Dra. Rosalía Reynoso Camacho

Presidente

Dr. Eduardo Castaño Tostado

Secretario

Dra. Minerva Ramos Gómez

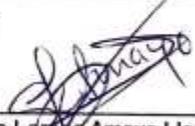
Vocal

Dra. Silvia Lorena Amaya Llano

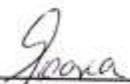
Suplente

Dra. Iza Fernanda Pérez Ramírez

Suplente



Dra. Silvia Lorena Amaya Llano
Directora de la Facultad de Química



Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre, 2018

Resumen

Los adultos mayores presentan en muchos casos deficiencias de proteína, fibra dietaria y micronutrientes; también existen en esta población altas prevalencias de diabetes, sobrepeso y obesidad, mismas que aumentan estas idem. Los suplementos alimenticios son una alternativa para complementar estas deficiencias alimentarias. Sin embargo, los productos nacionales no cumplen con calidad respecto a sus características nutrimentales, ni sensoriales para ser aceptados por el consumidor. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar suplementos alimenticios con calidad nutrimental y sensorial para adultos mayores con diferentes estados de salud que complemente sus necesidades diarias de proteínas, fibra y micronutrientes. Se diseñaron con base a las necesidades nutrimentales para adultos mayores con sarcopenia, diabetes, sobrepeso y obesidad, respectivamente. Se empleó un diseño de mezclas con vértices extremos, variando el contenido de proteína, fibra y micronutrientes en cada formulación. A éstas se les realizaron pruebas funcionales como índice de solubilidad (con valores de 51 a 61%), índice de dispersabilidad (27 a 28%) y viscosidad (con valores óptimos de 14 hasta 28 cP) y se comparó con dos suplementos comerciales. La solubilidad fue mayor un 461%, y la dispersabilidad y viscosidad fueron similares a marcas comerciales. La viscosidad y solubilidad fueron importantes para seleccionar 4 formulaciones con mejor palatabilidad (una por cada estado de salud), mismas que se caracterizaron con pruebas proximales obteniendo valores altos en proteínas (27-61% vs 15 % de la marca comercial) y fibra (10-23% vs 6%). El análisis sensorial sugiere que las nuevas formulaciones fueron superiores a la muestra comercial, en cuanto a palatabilidad y sabor. Se realizó un estudio de estabilidad a 25, 35 y 45 °C. A 45 °C y 90 días de almacenamiento se observó un ligero color amarillo (b^*) en los suplementos, sin oxidación de proteínas, y solamente se presentó una disminución en la digestibilidad de proteínas a 45 °C en suplementos altos en proteínas, así como un incremento en la solubilidad a todas las temperaturas de almacenamiento. El uso de ingredientes alternativos, junto con potenciadores de sabor (edulcorantes y saborizantes) permitió elaborar nuevos suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales con buenos parámetros funcionales y aceptabilidad sensorial.

(Palabras clave: suplemento alimenticio, vejez, deficiencias nutrimentales, propiedades funcionales, sensoriales)

Abstract

Elderly have deficiencies of protein, dietary fiber and micronutrients. In addition, they present a high prevalence of diabetes, overweight and obesity, which increase these deficiencies. Food supplements are an alternative to reduce the adverse effects of these illnesses. However, national supplements do not satisfy nutritional and sensory quality by consumers. Therefore, the aim of this study was to develop food supplements with high nutritional and sensory quality for elderly with different health issues that complement their daily needs for protein, fiber and micronutrients. The supplements were designed based on the nutritional needs for older adults with sarcopenia, diabetes, overweight and obesity. An extreme vertices design of mixtures was used, varying the protein, fiber and micronutrients content in each formulation. Solubility index (with values of 51 to 61%), dispersibility index (27 to 28%) and viscosity (with optimum values of 14 to 28 cP) were evaluated. In comparison to the commercial supplement, the solubility of our formulations was higher up to 461%, whereas the dispersibility and viscosity were similar. Four formulations were selected according to their viscosity and solubility values (one for each state of health). Proximal analysis was determined and the supplements showed high values of protein (27-61% vs 15%) and fiber (10-23%) as compared to the commercial supplement (15 and 6%, respectively). The sensory evaluation suggested that the new formulations were superior to the commercial brand regarding texture and flavor. Finally, a stability study was carried out at 25, 35 and 45 °C. At 45 °C and 90 days of storage, a slight yellow color (b *) was observed in all supplements, no protein oxidation was observed, and only a decrease in protein digestibility was observed at 45 °C in high protein supplements. Also, the solubility of high protein supplements was increased at all temperatures. The use of alternative ingredients and flavor enhancers (sweeteners and flavorings) allowed us to elaborate new nutritional food supplements for elderly people with nutritional deficiencies with good functional parameters and sensory acceptability.

(Key words: food supplement, elderly, nutritional deficiencies, functional properties, sensory)

Dedicatoria

Dedico mi primera tesis a los 4 grandes pilares de mi vida: mi mamá Esperanza, mi papá Eugenio, mi hermanito Andrés y a mi novio Oscar, gracias por cada mensaje, cada llamada (a veces de madrugada) y video llamada, gracias porque a pesar de la distancia y las dos horas de diferencia nunca me hicieron sentir sola y me daban ánimos para seguir, por su fuerza y cariño, los amo hoy y siempre, este trabajo también es de ustedes y para ustedes.

A mi familia de Querétaro, gracias por convertir esta ciudad en un hogar para mí (y sepan que siempre tendrán una casa en Ensenada): **Dani**, gracias por ser mi primera amiga y también la primera persona que supo exactamente como me sentía en primer semestre, gracias a eso no me sentí tan sola. Siempre recordaré nuestras sesiones de estudio de viernes de biología molecular, el camino desde la UAQ hasta Ezequiel Montes y el caldo de gallina jaja. Gracias por tantos recuerdos. Eres la persona con el corazón más “shiny” que he conocido, que aunque a veces digas que no tienes, yo sé que sí jaja. **Delia**, tu pasión para enseñar, fue de verdad una bendición para mí, me ayudó a comprender tantas cosas que en mi vida esperé aprender (¡Oh por Dios!) con todas tus frases motivacionales me hiciste ver con claridad los días nublados, siempre sabes que decir y es una de las cosas que admiro de tí, además de tu visión y determinación. Tú también tienes un corazón muy bello (y amarillo), gracias por dejarme derretir ese cubito de hielo (junto con el de Dani jaja). A ambas, gracias por enseñarme otras cosas afuera de la escuela, de verdad, hasta me cambiaron poquito jaja, I “heart” you, both. A **Rebe y Eli**, gracias por su alegría, su amistad, su energía y hasta su sabiduría, siempre era muy bonito verlas, aunque sea desde el pasillo, también las recordaré con mucho cariño siempre.

A mis hermanitos de laboratorio: **Ale**, gracias por ser la hermana mayor no reconocida, esa que aunque a veces tenía que regañar, siempre estaba ahí para darme un abrazo y un consejo cuando más lo necesitaba, ya sea académico como personal. Espero haber dejado una huella en tu “coração” y recuerdes siempre mis trucos de cocina, gracias también por incluirme en tu familia.

Eli, gracias por ser una mamá en el lab y ser el sentido común del grupo cuando más lo necesitábamos, siempre tan atenta y con disposición de ayudar, siempre con tus sabios consejos. **Luchi**, gracias por ser la primera persona del laboratorio en recibirme y dejarme ayudarte con tus naranjas jaja, sí hiciste mucha falta cuando te regresaste a Celaya, gracias por ser tan tierna y feliz y tener un abrazo siempre para todos. **Jules**, gracias por tu sentido del humor y todas las veces que nos hiciste reír a todos en el laboratorio con tus ocurrencias, y no eres una basura, tienes un buen corazón jaja. **Dianiis**, gracias por ser mi sensei de los suplementos y gracias por también abrirme los ojos para muchas cosas, ¡lvana tendrá la mejor mamá! A mi compa **Alex**, por seguirme los juegos y sobretodo entender mis chistes, gracias, eres todo un caballero. **Yuri**, aunque no convivimos mucho tiempo, sé que eres una persona muy fuerte, gracias por tu cariño, tú puedes con todo, ¡lo sé!

Y a todas las demás personas que con una sonrisa, un abrazo, una palabra, me hicieron sentir que podía y alegraron mi estancia aquí: Eira, Adri Chico, Gpe, Beto Betote, Vane, Magdis, Chío, Gera, Maguie, Maguie 2.0, Nacho, Pollo, Compita, Judith, Karen y la lista sigue... gracias por todo.

Agradecimientos

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo económico otorgado para el soporte de este proyecto.

A la Universidad Autónoma de Querétaro y Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la Republica por abrirme las puertas de sus instalaciones.

De igual manera agradezco al H. Consejo Universitario por su tiempo y por sus comentarios para mejorar este documento.

A la Dra. Rosalía Reynoso Camacho por confiar en mí y embarcarme en este proyecto el cual me hizo crecer tanto académica como personalmente.

A mi comité por su paciencia y por las aportaciones a este proyecto, gracias por siempre enseñarme un poco más.

A Carmelita por hacerme sentir como en casa desde el primer día, gracias por ser la mejor secretaria del mundo.

Índice	Pág
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
2.1. Cambios fisiológicos en la tercera edad	3
2.1.1. Requerimientos nutrimentales en el adulto mayor	4
2.1.1.1. Proteínas.....	5
2.1.1.2. Carbohidratos.....	6
2.1.1.3. Lípidos.....	7
2.1.1.4. Vitaminas y minerales	8
2.1.2. Principales enfermedades crónicas-degenerativas en el adulto mayor mexicano	10
2.1.2.1. Sobrepeso y obesidad.....	10
2.1.2.2. Diabetes mellitus tipo 2	10
2.1.3. Relación entre enfermedades crónicas y deficiencias nutrimentales	11
2.1.4. Estrés oxidativo en adultos mayores	12
2.1.5. Suplementos alimenticios.....	13
2.1.6. Ingredientes para suplementos alimenticios	19
2.1.6.1. Concentrado de proteína de suero de leche y proteína de soya	19
2.1.6.2. Almidones modificados	20
2.1.6.3. Polidextrosa	21
2.1.6.4. Antioxidantes.....	22
III. Justificación	23
IV. Objetivo general.....	24
4.2 Objetivos específicos	24
V. Material y métodos	25
5.1. Ingredientes	25
5.2. Elaboración de suplementos alimenticios	25

5.3. Propiedades funcionales	30
5.3.1. Índice de solubilidad en agua (ISA).....	30
5.3.2 Viscosidad.....	30
5.3.3. Índice de dispersabilidad.....	30
5.4. Análisis nutrimental	31
5.5. Análisis microbiológicos	31
5.6. Análisis sensoriales	31
5.7. Estudio de estabilidad en almacenamiento	32
5.7.1. Determinación de color	33
5.7.2. Cuantificación de grupos carbonilo para la determinación de oxidación de proteína	33
5.7.3. Digestibilidad de proteína <i>in vitro</i>	33
5.8. Análisis y diseño estadístico	34
VI. Resultados y discusión	34
6.1 Formulación de suplementos alimenticios con base en las necesidades nutrimentales recomendadas para adultos mayores según su condición y determinar sus propiedades funcionales.	34
6.1.1. Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y sarcopenia.....	34
6.1.2. Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos.....	39
6.1.3 Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso u obesidad	41
6.2 Contenido nutrimental e inocuidad de los suplementos elaborados. ..	43
6.3 Características sensoriales de los suplementos alimenticios	45
6.4 Estabilidad durante el almacenamiento de los suplementos alimenticios.	47
6.4.1 Evaluación del color	47

6.4.2. Cuantificación de grupos carbonilo para la determinación de oxidación de proteína <i>in vitro</i>	54
6.4.3 Digestibilidad <i>in vitro</i> de las proteínas	54
6.4.4. Cambios en el índice de solubilidad durante el almacenamiento	56
VII. Conclusiones	57
VIII. Referencias	58

Índice de figuras	Pág
Figura 1. Distribución porcentual de la población por grandes grupos de edad en México 1910- 2050	3
Figura 2. Prevalencia de masa muscular en adultos mayores por edad	6
Figura 3. Prevalencia de diagnóstico médico previo de diabetes por sexo y edad	11
Figura 4. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia..	35
Figura 5. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia.....	36
Figura 6. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia.....	38
Figura 7. Nuevas formulaciones reconstituidas a los 15 segundos (a) y 30 segundos (b) de reposo.	38
Figura 8. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales.	39
Figura 9. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales	40
Figura 10. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales	40
Figura 11. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales.	41
Figura 12. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales.....	42
Figura 13. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales.....	43
Figura 14. Pruebas sensoriales de las formulaciones para diabetes, sobrepeso y obesidad todas comparadas con Plenlife®	47

Figura 15. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales durante 90 días.	48
Figura 16. Suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales, almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas.....	49
Figura 17. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con sarcopenia almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas.....	50
Figura 18. Suplemento alimenticio para adultos mayores con sarcopenia almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas, de izquierda a derecha: Día Cero, 25°, 35° y 45°C.	50
Figura 19. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores diabéticos almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas.....	51
Figura 20. Suplemento alimenticio para adultos mayores con diabetes almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas.	52
Figura 21. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con sobrepeso y/u obesidad almacenado durante 90 días.....	53
Figura 22. Suplemento alimenticio para adultos mayores con sobrepeso y obesidad almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas.....	53
Figura 23. Cambios en el índice de solubilidad del suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales (a), sarcopenia (b), diabetes (c) y sobrepeso y/u obesidad (d) en el día 90.	56

Cuadro 1. Ingesta Diaria Recomendada de micronutrientes en las personas mayores.....	8
Cuadro 2. Enfermedades comunes en geriatría	10
Cuadro 3. Asociaciones de las principales enfermedades en México y sus deficiencias nutrimentales en adultos mayores	12
Cuadro 4. Cantidad y fuente de proteína de los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores.....	14
Cuadro 5. Cantidad y fuente de fibra alimentaria de los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores.....	15
Cuadro 6. Cantidad de micronutrientes en los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores.....	16
Cuadro 7. Porcentaje de IDR de micronutrientes para adultos mayores aportado por los diferentes suplementos alimenticios comerciales	17
Cuadro 8. Precios de los diferentes los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores en el mercado mexicano	18
Cuadro 9. Comparación de calidad de proteínas utilizadas como aditivos en los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores	20
Cuadro 10. Modificaciones del almidón que mejoran sus propiedades físicas.....	21
Cuadro 11. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores sanos con deficiencia nutrimentales o sarcopenia	26
Cuadro 12. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores con diabetes	26
Cuadro 13. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad.....	27
Cuadro 14. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies	27
Cuadro 15. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con diabetes con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies.....	28
Cuadro 16. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies.....	29

Cuadro 17. Condiciones de almacenamiento de los suplementos alimenticios.....	32
Cuadro 18. Análisis proximales de todas las formulaciones, realizados de acuerdo a la metodología de la AOAC, resultados comparados con marcas comerciales nacional e internacional.....	44
Cuadro 19. Análisis microbiológicos realizados a las formulaciones de acuerdo a la NOM-218-SSA1-2011	45
Cuadro 20. Digestibilidad <i>in vitro</i> de las proteínas en los suplementos alimenticios almacenadas durante 90 días a diferentes temperaturas.	55

I. Introducción

El envejecimiento de la población es una tendencia mundial, significativa y duradera que presenta desafíos de la sociedad en términos de salud, calidad de vida y consideraciones económicas (Baugreet *et al.*, 2017). Una característica del envejecimiento es la pérdida de mecanismos de defensa, lo que aumenta la vulnerabilidad, incrementando el riesgo de enfermarse y con una menor posibilidad de superar las enfermedades (Rodríguez *et al.*, 2001).

Los adultos mayores se definen como aquellas personas que tienen más de 60 años (OMS, 2016), muchos de ellos están en riesgo de desarrollar trastornos mentales, neurológicos, así como otras condiciones de salud como la diabetes, problemas cardiovasculares y la osteoartritis. Además, es más probable que experimenten varias condiciones al mismo tiempo (OMS, 2016). Adicionalmente, con el envejecimiento se incrementa el estrés oxidativo en adultos mayores lo que puede conducir a un envejecimiento acelerado y a una mayor incidencia de enfermedades oxidativas. Las proteínas oxidadas, productos glicosilados, y la peroxidación de lípidos, consecuencias del estrés oxidativo, pueden conducir a la degeneración de las neuronas, lo que a su vez puede llevar a trastornos cerebrales (Baierle, 2015).

Asimismo, la desnutrición es un problema frecuente y grave en los adultos mayores, esto es el resultado de la insuficiencia de macro y micronutrientes para satisfacer las necesidades fisiológicas óptimas, ya sea por una dieta inadecuada o desbalanceada, y/o cambios en su tracto digestivo. La prevalencia de desnutrición es del 5-10% en las personas mayores que viven independientemente, el 30-60% de los pacientes de residencias y asilos y 35-65% de los pacientes hospitalizados, siendo las principales causas: enfermedad o factores sociales (Brownie, 2006).

Para estos problemas de salud y anomalías típicas de esta edad, el mercado de productos alimenticios de adultos mayores hoy en día ofrece distintas opciones de suplementos alimenticios con el fin de agregar valor nutricional adicional a la dieta (FDA, 2017). Algunos suplementos alimenticios fabricados en México (PLENLIFE[®], 2016) no cuentan con las cantidades adecuadas de macro y

micronutrientes para la población de la tercera edad (National Academies, 2004), además de no tener características sensoriales apropiadas para promover su consumo.

México es un país con una inseguridad alimentaria de nivel moderado a severo, lo que supone que casi uno de cada tres hogares en donde habitan adultos mayores, han tenido que disminuir la cantidad de alimentos consumidos o no han podido tener acceso físico o económico a alimentos seguros y nutritivos (Arroyo *et al.*, 2013). Por ello, es necesario desarrollar nuevos suplementos alimenticios con calidad nutrimental que se adapte a las necesidades de la población sin afectar su economía. Esto con el fin de incrementar la esperanza de vida y reducir los costos que generan los problemas de salud en la vida de los adultos mayores y de quienes los rodean.

Esta propuesta tuvo como objetivo elaborar suplementos alimenticios relativamente económicos con buena aceptabilidad sensorial para adultos mayores con un alto contenido de proteína y fibra, adicionados con micronutrientes, para complementar la dieta de personas con deficiencias nutrimentales, sarcopenia, diabetes, sobrepeso y obesidad.

II. Antecedentes

Según la OMS, las personas de 60 a 74 años se consideran de edad avanzada, de 75 a 90 años ancianas y los que sobrepasan los 90 años se les denomina longevos (OMS, 2015). Se estima que para el 2050, la población mundial de adultos mayores incrementará hasta 2000 millones, lo que representa un aumento del 10% con respecto al 2015 (OMS, 2015).

La Encuesta Intercensal de INEGI en 2015, indicó que el porcentaje de adultos mayores en México es de 5.6% en mujeres y 5.2% en hombres. En 2010, la población de 60 años y más representaba 9.9 por ciento de la población total, proporción que alcanzará hasta un 21.5 en el año 2050, cifra que será casi idéntica a la de la población menor de 15 años (Figura 1) (CONAPO, 2015).

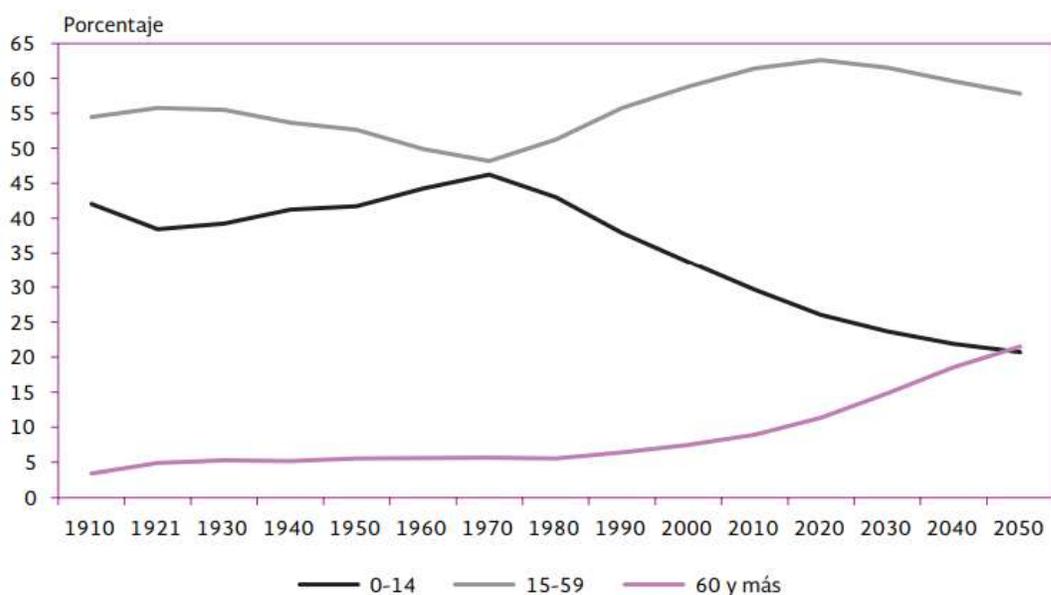


Figura 1. Distribución porcentual de la población por grandes grupos de edad en México 1910- 2050 (Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI (2000) y el CONAPO (2012)).

2.1. Cambios fisiológicos en la tercera edad

Los cambios fisiológicos normales asociados con el proceso de envejecimiento afectan las necesidades de nutrientes, y las personas experimentan estos cambios a diferentes velocidades (Montgomery *et al.*, 2014).

Los factores que afectan el estado nutricional de las personas mayores incluyen la disfagia, la salud dental, la depresión, el nivel de actividad, el estado cognitivo, la medicación, el estado económico, la dieta terapéutica, la baja energía y los acontecimientos vitales importantes (Lou *et al.*, 2007). Las disminuciones en el peso corporal son comunes en personas mayores de 70 años que no comen lo suficiente para satisfacer las demandas de energía (Donini *et al.*, 2003). Los cambios en el tracto gastrointestinal a causa de la gastritis atrófica e hipoclorhidria, peristaltismo disminuido y alteración de la motilidad esofágica pueden afectar el consumo, absorción, metabolismo y eliminación de nutrientes. De igual manera, las alteraciones sensoriales acompañantes en la percepción gustativa pueden disminuir la palatabilidad de los alimentos, provocando cambios en la cantidad y tipos de alimentos consumidos (Brownie, 2006).

Las principales consecuencias de la desnutrición pueden ser físicas, las cuales incluyen el crecimiento y desarrollo deteriorado, la reducción de grasa y la masa magra corporal, la fuerza reducida y el letargo. Esto puede resultar en una mayor disminución de la movilidad y un aumento del riesgo de caídas e infecciones respiratorias (Dunne, 2008). Por lo tanto, se ha identificado el estado nutricional como un factor importante que influye en la inmunidad en esta población. Varios estudios han mostrado un notable impacto de los micronutrientes sobre los beneficios para la salud y la prevención de enfermedades en las personas mayores (Fabian *et al.*, 2012).

2.1.1. Requerimientos nutrimentales en el adulto mayor

A medida que las personas envejecen necesitan menos calorías pero más micronutrientes para mantener una salud adecuada. En general, las personas oxidan menos calorías durante la actividad física cuando envejecen (Gupta *et al.*, 2015).

La ingesta diaria recomendada (IDR) de energía es el nivel de consumo medio diario de un nutriente que se considera suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de casi todos (97-98%) los individuos sanos (Cuervo *et al.*, 2009). La IDR en hombres mayores se reduce al 70% de la diaria

recomendada (es decir, 1600 kcal) y en mujeres mayores es sólo del 63% de la cantidad diaria recomendada (lo que equivale a 1200 kcal). Esto se debe a una menor tasa energética basal de esta población (SSA, 2014), que disminuye entre el 10 y 20% entre los 30 y 75 años y debido a la menor masa muscular (Pallás, 2002). Sin embargo, se ha reportado que más del 15% de los adultos mayores consumen menos de 1000 kcal por día (Dudrick, 2011).

2.1.1.1. Proteínas

La sarcopenia es la principal enfermedad relacionada con las proteínas en adultos mayores, es un síndrome complejo que se asocia con la pérdida de masa muscular sola o en conjunción con el aumento de la masa grasa, asociada con la edad. Las causas de la sarcopenia son multifactoriales y pueden incluir: alteración de la función endócrina, enfermedades crónicas, inflamación, resistencia a la insulina y deficiencias nutricionales. El diagnóstico de sarcopenia debe considerarse en todos los pacientes mayores que presentan disminuciones observadas en la función física, la fuerza o la salud general (Fielding *et al.*, 2011).

En México, la masa muscular en adultos mayores disminuye por desnutrición, sedentarismo y por enfermedades agregadas. En 2012, se reportó que en personas de 60 a 65 años, el promedio de baja masa muscular fue de 16.8% y tuvo un aumento hasta casi del 40% de la población después de los 75 años (ENSANUT 2012). En ausencia de un estado patológico o lesión, la sarcopenia produce una reducción del 3-8% de la masa muscular por década. Una pérdida de fuerza muscular y función puede ser independiente de los cambios en la masa muscular, pero es un factor determinante de la discapacidad y la mortalidad (Paddon-Jones *et al.*, 2015). Se ha demostrado que la actividad física regular protege contra la sarcopenia, el deterioro funcional y la depresión (Guyonnet *et al.*, 2015).

En los adultos mayores, una mayor ingesta de proteínas que la recomendada puede mejorar la masa muscular, la fuerza y mantener el

funcionamiento del cuerpo, así como el estado inmune y la salud ósea. Debido a que esta población se encuentra en mayor riesgo de enfermedad y malnutrición, se ha propuesto un consumo de proteínas de 1 a 1.5 g de proteína/kg/día, o alrededor del 12-20% de la ingesta calórica total para optimizar la ingesta de proteínas en términos de salud y función (Boirie *et al.*, 2014). Esta cantidad debe satisfacer los requerimientos para los aminoácidos esenciales individuales (Munro, 1981). No obstante, debe tenerse en cuenta la calidad de las proteínas de la dieta, de modo que el 60% de los aportes proteicos deben ser de origen animal y el 40% de origen vegetal (Serrano *et al.*, 2010).

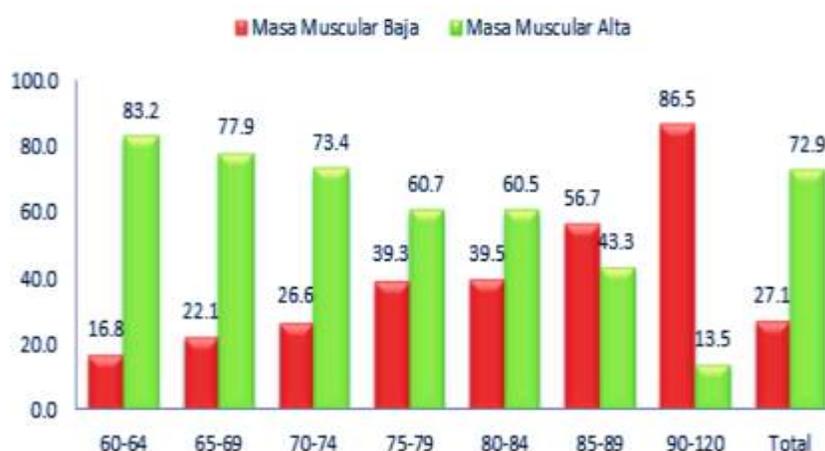


Figura 2. Prevalencia de masa muscular en adultos mayores por edad (ENSANUT, 2012)

2.1.1.2. Carbohidratos

La reducción del metabolismo de los carbohidratos de todo el cuerpo es una de las características del proceso de envejecimiento. Se han reportado que el aumento de la edad se asocia con una menor tolerancia a la glucosa (Elahi *et al.*, 2000). El consumo de carbohidratos simples debe ser racional y en cantidades moderadas, las altas ingestas de azúcares añadidos incrementan el riesgo de obesidad y de diabetes (Deierlein *et al.*, 2014). Por lo que se recomienda consumir carbohidratos complejos como aquellos contenidos en verduras, cereales y hortalizas (SSA, 2014). Las necesidades de carbohidratos del adulto mayor son aproximadamente 4 g/kg/día, representando entre un 55 y un 60% del contenido

energético total (SERNAC, 2004). Es importante que la mayor parte de estos carbohidratos tengan bajo índice glucémico debido a que la secreción de insulina parece disminuir con la edad, debido a que la actividad de la células β se ve disminuida y respuesta de insulina aguda a la glucosa, lo que aumenta el riesgo de padecer diabetes (Sinclair *et al*, 2015). Cabe mencionar que los adultos mayores pueden presentar algunas intolerancias como a la lactosa (carbohidrato principal de la leche), con molestias digestivas e incluso diarrea. Se debe tener en cuenta la mayoría de personas toleran hasta 7 g de lactosa por ración, antes de presentar molestias (Pallás, 2002). Se recomienda también el consumo de fibra dietética, 20 a 30 g/día dependiendo del consumo de calorías para adultos sanos (Serrano *et al.*, 2010), ya que ayuda en la regulación digestiva y en la mejoría de la constipación intestinal, con un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión, obesidad y trastornos gastrointestinales (Raninen *et al.*, 2011). Existe un informe del Instituto de Nutrición y Salud de Kellogg's[®], donde se afirma que el promedio nacional de consumo de fibra oscila en los 17.3 g diarios (Trejo & Mendoza, 2009).

Existen dos tipos de fibras que tienen diferentes efectos metabólicos debido a sus diferentes propiedades químicas. Las fibras dietéticas solubles son solubles en agua y tienen un efecto gelificante en el intestino y pueden disminuir la digestión de los carbohidratos y, por lo tanto, la curva de glucosa postprandial. Este efecto metabólico de la fibra soluble puede ser benéfico para controlar los niveles de glucosa en sangre en la diabetes. La fibra dietética insoluble no es soluble en agua y es relativamente indigerible, lo que tiende a aumentar el contenido de materia seca de las heces, ayudando en la prevención del estreñimiento que es también un malestar común en las personas mayores (Yang, 2012).

2.1.1.3. Lípidos

Los lípidos son fuente de energía, regulan la temperatura corporal, protegen órganos vitales como el corazón y los riñones, transportan las vitaminas

liposolubles (A, D, E, K) facilitando así su absorción y resultan imprescindibles para la formación de determinadas hormonas (SERNAC, 2004). La ingesta dietética de lípidos en personas mayores debe aportar de un 20 a un 35% de energía total del cual se recomienda que un 10% provenga de ácidos grasos de cadena larga (National Academies, 2004) como componentes estructurales para el desarrollo del cerebro y el sistema nervioso central (Raninen *et al.*, 2011).

2.1.1.4. Vitaminas y minerales

Las vitaminas y minerales (micronutrientes) se necesitan en pequeñas cantidades, no aportan energía, pero sin ellos el organismo es incapaz de aprovechar los elementos anabólicos y energéticos suministrados por la alimentación (SERNAC, 2004). El Cuadro 1 presenta la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de vitaminas y minerales. El calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, hierro y azufre son minerales esenciales y se necesitan en mayor proporción que los demás (SERNAC, 2004).

Cuadro 1. Ingesta Diaria Recomendada de micronutrientes en las personas mayores (National Academies, 2004)

Vitaminas	IDR	Minerales	IDR
Vitamina A	0.9 mg	Calcio	1200 mg
Vitamina B1	1.2 mg	Fósforo	700 mg
Vitamina B2	1.3 mg	Yodo	0.15 mg
Vitamina B3	16 mg	Hierro	15 mg
Vitamina B5	5 mg	Magnesio	340 mg
Vitamina B6	1.7 mg	Zinc	11 mg
Biotina	0.03 mg	Cloruro	1800 mg
Vitamina D3	0.015 mg	Sodio	1500 mg
Vitamina E	15 mg	Potasio	4700 mg
Ácido fólico	0.21 mg	Cromo	30 (H) – 20 (M) µg
Vitamina B12	2.4 µg	Selenio	55 µg
Vitamina C	80 mg	Manganeso	2.3 (H)– 1.8 (M) mg
Colina	550 (H) – 425 (M) mg	(H): Hombre. (M): Mujer	
Vitamina K	120 (H) – 90 (M) µg		

Varios estudios indican que muchos adultos mayores desarrollan problemas relacionados con la nutrición porque no consumen la cantidad adecuada de micronutrientes que necesitan diariamente (Fabian *et al.*, 2012).

Las vitaminas A, B12, C y D, y los minerales como el hierro y el zinc son especialmente necesarios para las mujeres de edad avanzada (Montgomery *et al.*, 2014). Los trastornos relacionados con el envejecimiento contribuyen a las deficiencias de nutrientes, especialmente la vitamina B12 y el folato. Los bajos niveles de vitamina B12 y folato se han asociado con un aumento de los síntomas depresivos en adultos mayores (Brito Noronha *et al.*, 2015). Se ha reportado que mujeres atendidas en servicios médicos privados, presentan una prevalencia baja de deficiencia de folato (0.2%) con un prevalencia alta de vitamina B12 (22.5%). Estos resultados sugieren que podrían estar ocurriendo efectos adversos inesperados sobre el metabolismo de la vitamina B12 debido a la ingesta excesiva de ácido fólico (Flores-Meraz, 2016).

Se ha mostrado que los adultos mayores pueden presentar un alto riesgo de padecer déficit de calcio, hierro y zinc (Serrano *et al.*, 2010). En un estudio realizado por Deierlein y colaboradores (2014), en personas de ambos sexos, con edades entre 60 y 99 años, se observó un alta ingesta de sodio superior a la recomendada, y se observó una ingesta inadecuada de calcio, magnesio, potasio, zinc y las vitaminas A, B6, C, D y E. Adicionalmente, las mujeres también presentaron ingestas de tiamina menor a las recomendadas.

Existen diversas enfermedades relacionadas con la falta o exceso de minerales: anemia (falta de hierro), bocio (falta de yodo), osteoporosis (falta de calcio), mayor susceptibilidad al estrés (déficit de magnesio), entre otros (SERNAC, 2004). En el 2012, la prevalencia nacional de anemia en adultos fue de 16.5%, del cual la mayoría fueron hombres (ENSANUT, 2012). En los hombres mayores de ochenta años se observó que por lo menos uno de cada tres padece anemia, y en las mujeres de esta misma edad una de cada dos tiene este padecimiento (Flores & Meraz, 2016).

2.1.2. Principales enfermedades crónicas-degenerativas en el adulto mayor mexicano

El promedio de vida de las personas ha aumentado; pero lamentablemente, la longevidad a menudo se acompaña de una discapacidad significativa, a pesar de los nuevos medicamentos y técnicas quirúrgicas. De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, el 80% de los adultos mayores tienen al menos una de las afecciones mostradas en el Cuadro 2, mientras que el 50% tienen por lo menos dos (Gupta *et al.*, 2015). Estas enfermedades que generalmente se pueden prevenir o tratar con una buena alimentación (Bolzetta *et al.*, 2015).

Cuadro 2. Enfermedades comunes en geriatría

Hipertensión	Osteoporosis
Enfermedad vascular	Diabetes
Insuficiencia cardíaca congestiva	Problemas respiratorios
Enfermedades coronarias	Frecuentes caídas / fracturas óseas
Demencia (Alzheimer)	Enfermedad de Parkinson
Cáncer	Depresión
Incontinencia	Cataratas
Artritis	Glaucoma
Degeneración macular	Inmunidad deteriorada

Fuente: Gupta *et al.*, 2015

2.1.2.1. Sobrepeso y obesidad

En 2012, la ENSANUT reportó que los hombres muestran una tendencia alta en obesidad abdominal (78.3%) en el grupo de 60 a 69 años. En el grupo de mayores de 70 años la tendencia fue más baja (17.5%). Mientras que para las mujeres, la prevalencia de obesidad abdominal más alta se registró en el grupo de 50 a 59 años, siendo 30.6% mayor que en el grupo de 80 o más años de edad (ENSANUT, 2012).

2.1.2.2. Diabetes mellitus tipo 2

ENSANUT MC 2016 reportó que en hombres y mujeres de 60 años aumentó un 9.2% la prevalencia de diabetes respecto al 2012 (Figura 3).

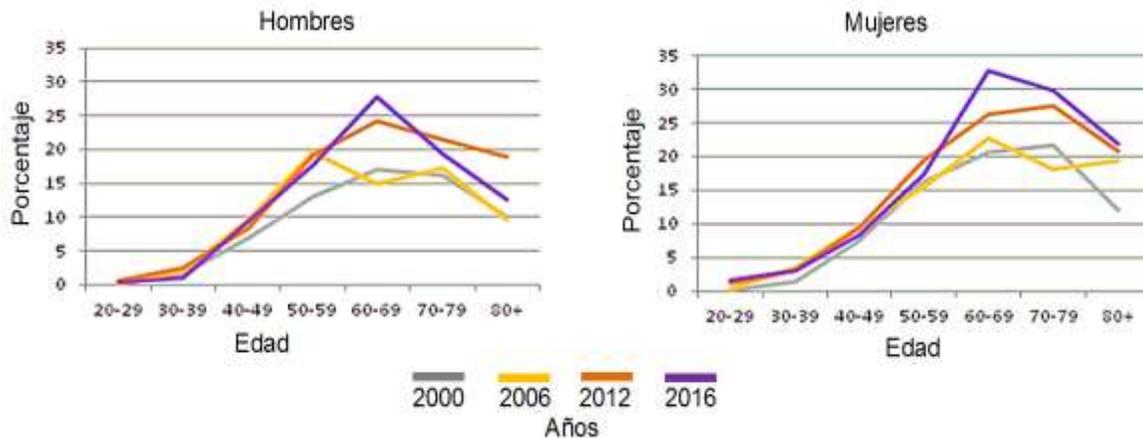


Figura 3. Prevalencia de diagnóstico médico previo de diabetes por sexo y edad. ENSA 2000, ENSANUT 2006, ENSANUT 2012 y ENSANUT MC 2016 (Modificado de ENSANUT MC 2016).

2.1.3. Relación entre enfermedades crónicas y deficiencias nutrimentales

Como se mencionó anteriormente, existen diversas condiciones fisiológicas típicas del envejecimiento que propician la mala absorción de nutrientes lo que aumenta el riesgo de enfermedades. Asimismo, el desarrollo de diabetes, sobrepeso u obesidad en la tercera edad aumenta la deficiencia de micronutrientes. Se ha demostrado que los adultos obesos tienen una menor ingesta de vitamina A, C, D, E, calcio, magnesio, potasio y fibra en comparación con los adultos de peso normal (Agarwal *et al.*, 2008). En cuanto a diabetes, la deficiencia de vitamina D en los ancianos, parece ser un factor adicional, lo cual posiblemente está asociada con la resistencia a la insulina, la obesidad y el deterioro cognitivo. Por su parte, el déficit de magnesio puede inducir resistencia a la insulina (Chentli *et al.*, 2015). En el Cuadro 3 se muestran las enfermedades que más afectan a la población mexicana, junto con las principales deficiencias y condiciones de nutrientes que causan.

Cuadro 3. Asociaciones de las principales enfermedades en México y sus deficiencias nutrimentales en adultos mayores

Enfermedad	Macronutrientes	Vitaminas	Minerales
Sobrepeso y obesidad	↑Lípidos ↑Carbohidratos	↓ Vitaminas B9, B12, C, D, E, A	↓Zn, Mg, Ca, K
Anemia	-	↓Vitamina B9 y B12	↓Fe, Zn
Diabetes mellitus	↑Glucosa ↑Lípidos	↓ Vitamina D	↓Mg y K
Adultos mayores aparentemente sanos	↓ Proteínas	↓ Complejo B, D, C	↓ Fe, Zn, Mg, Ca, K

Fuente: ENSANUT, 2012. Secretaría de Salud, 2014. CDC, 2015. OMS, MedScape, 2016. ↑ Alta ingesta. ↓ Baja ingesta.

2.1.4 Estrés oxidativo en adultos mayores

El estrés oxidativo se define como un desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno (EROs) y/o de nitrógeno (ERNs) y las defensas antioxidantes disminuidas. Las EROS se producen constantemente ocasionando daños oxidativos (da Cruz *et al.*, 2014), y esto genera proteínas oxidadas, productos glicosilados, y la peroxidación de lípidos (Baierle *et al.*, 2015). Estos daños acumulados a la largo de los años podrían ser un factor importante asociado con el proceso de envejecimiento (da Cruz *et al.*, 2014), ya que dichos productos de oxidación se han encontrado en pacientes con enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson y pacientes con aterosclerosis (Lucelia *et al.*, 2014). Cabe mencionar que, en el tejido cerebral, las EROS también pueden conducir a neuroinflamación y muerte celular (Baierle *et al.*, 2015).

El estrés oxidativo se ha propuesto también como la causa subyacente en la resistencia a la insulina, la disfunción de las células β pancreáticas, la intolerancia a la glucosa y la diabetes mellitus tipo 2. El exceso de alimentación y un estilo de vida sedentario conducen a la sobrecarga de glucosa y de ácidos grasos, lo que resulta en la producción de EROS, que activan NF- κ B, incrementando a su vez la expresión de una variedad de citocinas, incluyendo factores de necrosis tumoral (TNF- α y TNF- β), interleucinas (IL) 1, 6, 8 y 18 e interferón- γ . Un reciente estudio clínico sugiere que la hiperglucemia aguda puede resultar en niveles elevados de citocinas inflamatorias circulantes, en particular TNF α , IL-6 e IL-18 (Wright *et al.*,

2006). Por otro lado, el daño oxidativo a las proteínas puede perjudicar el funcionamiento de los receptores, la transducción de señales, entre otros. En el citoplasma se elevan los niveles de calcio, activando calpains capaces de promover la degradación de los complejos de actomiosina del músculo esquelético, conduciendo así a la atrofia muscular en la fragilidad, por lo cual se asocia el estrés oxidativo con el desarrollo de sarcopenia (Preedy, 2014).

2.1.5. Suplementos alimenticios

Las enfermedades antes mencionadas y la poca ingesta de alimentos ponen en riesgo a los adultos mayores que presentan deficiencias nutrimentales, por eso se recomienda el consumo de los suplementos alimenticios. En México, la Ley General de Salud define a los suplementos como productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes. Adicionalmente, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios asegura que “los suplementos alimenticios podrán estar constituidos por carbohidratos, proteínas, aminoácidos, ácidos grasos, metabolitos, plantas, hierbas, algas, alimentos tradicionales deshidratados u otros que establezca la Secretaría, los mismos pueden presentarse ya sea en forma aislada o en combinación, adicionado o no de vitaminas o minerales y su consumo no deberá representar un riesgo para la salud” (Pinto, 2009).

Se ha reportado que casi el 50% de los adultos mayores toma alguna forma de suplemento vitamínico/mineral. En los adultos mayores que presentan desnutrición, los suplementos han demostrado reducir 34% la mortalidad en pacientes hospitalizados (García & Silva, 2012). También los suplementos alimenticios aumentan la ingesta de micronutrientes y sus concentraciones sanguíneas (Park *et al.*, 2008).

En el Cuadro 4 se presentan los principales suplementos alimenticios para adultos mayores que se encuentran en el mercado en México. A partir de estos datos se observa que la principal proteína animal utilizada es de leche y como proteína vegetal, la soya, y éstos aportan hasta 20 g por porción; sin embargo, SimiComplex® aporta hasta 42 g, lo cual es superior a lo recomendado para un suplemento alimenticio, ya que esta cantidad de proteína aporta lo que podría ser una comida completa (Loenneke *et al.*, 2016), lo cual difiere de la definición de suplemento alimenticio, ya que no debe reemplazar alguna comida.

Cuadro 4. Cantidad y fuente de proteína de los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores.

Producto/País de origen	Contenido de proteína (por 100 g)	Porción de producto sugerida	Consumo de proteína por porción	Tipo de proteína
Meritene® , batido (España)	31 g	30 g	9.3 g	Proteína de Leche
Meritene® , batido fibra (España)	28 g	30 g	8.4 g	Proteína de Leche
Resource Senior Activ® (España)	10 g	200 mL	20 g (3 g en 30 g)	Proteína de Leche
Plenlife® (México)	16.6 g	30 g	4.9 g	Proteína de soya
SimiComplex® (México)	53.8 g	78 g	42 g*	Concentrado de suero de leche y clara de huevo
Ensure® ADVANCE (USA)	3.7 g	230 mL	8.5 g (1.1 g en 30 g)	Caseinato de sodio y calcio (Proteína de Leche)

*Aporta casi la totalidad de la recomendación dietética de proteína en adultos mayores de 60 años, lo que no es recomendable para un suplemento alimenticio.

Por otro lado, en el Cuadro 5 se muestran las características de algunos suplementos para adultos mayores que son comercializados por su aporte de fibra; dichos productos proporcionan por porción desde 1 hasta 8 g, y éstos utilizan principalmente inulina.

Cuadro 4. Cantidad y fuente de fibra alimentaria de los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores

Producto / País de origen	Contenido de fibra (por 100 g)	Porción del producto sugerida	Consumo de fibra por porción	Tipo de fibra	IDR
Meritene [®] , batido (España)	0 g	30 g	-	-	Mujeres (>51 años): 21 g Hombres (>51 años): 30 g
Meritene [®] , batido fibra (España)	12 g	30 g	3.6 g	Inulina	
Resource Senior Activ [®] (España)	1.5 g	200 mL	3 g (0.45 g en 30 g)	Inulina y FOS	
Plenlife [®] (México)	6.3 g	30 g	1.9 g	Inulina	
SimiComplex [®] (México)	1.3 g	78 g	1 g	Salvado de trigo	
Ensure [®] ADVANCE (USA)	3.8 g	230 mL	8.7 g (1.14 g en 30 g)	Inulina	

FOS: Fructooligosacáridos, (-): Dato no encontrado

Respecto al contenido de micronutrientes, los productos para adultos mayores de la marca Meritene[®] de Nestlé[®] S.A de C. V son los que presentan mayor contenido de vitaminas y minerales, mientras que los producidos en México son deficientes en estos micronutrientes (Plenlife[®] y SimiComplex[®]) (Cuadro 6).

De acuerdo a la Guía para suplementos alimenticios de vitaminas y minerales de la FAO, un suplemento debe tener como mínimo el 15% de la ingesta diaria recomendada de vitaminas y minerales por porción. Las cantidades máximas se determinan de acuerdo a los niveles máximos seguros de vitaminas y minerales establecidos con bases científicas. En el Cuadro 7 se muestra el % de IDR de micronutrientes aportados por los suplementos alimenticios comerciales en México, en donde se observa que los productos de Meritene son los que aportan la mayor cantidad de micronutrientes y los producidos en México, como Plenlife[®] y SimiComplex[®] que, aún con varios nutrientes dentro del rango permitido, presentan deficiencias en los más importantes para los adultos mayores como calcio, magnesio, potasio, hierro, selenio y vitamina D.

Cuadro 5. Cantidad de micronutrientes en los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores

Nutrimento	IDR	Merite- ne[®] (30 g)	Merite- ne[®] fibra (30 g)	Resource Senior Activ[®] (30 g)	Plen- life[®] (30 g)	Simi- Complex[®] (30g)	Ensure[®] (30 g)
Vitamina A (mg)	0.9	0.37	0.32	0.1	0.1	0.3	0.2
Vitamina B1 (mg)	1.2	0.44	0.43	0.1	0.3	0.0007	0.4
Vitamina B2 (mg)	1.3	1	1.2	0.1	0.2	0.7	0.4
Vitamina B3 (mg)	16	6.2	6.9	0.3	2.8	5.5	4.4
Vitamina B5 (mg)	5	2.5	3.5	0.3	-	3.4	2.3
Vitamina B6 (mg)	1.7	2	2.1	0.2	0.4	0.0023	0.54
Biotina (mg)	0.03	-	-	0.0021	-	0.1	0.0096
Vitamina D3 (mg)	0.015	0.01	0.0038	0.0019	0.002	0.002	0.0032
Vitamina E (mg)	15	3.7	3.6	1.1	1.8	4	4.3
Ácido fólico (mg)	0.21	0.13	0.13	0.030	0.067	0.13	0.07
Vitamina B12 (µg)	2.4	2.2	2.1	0.030	0.4	2.4	0.81
Vitamina C (mg)	80	28	23	5.1	-	48.6	29
Calcio (mg)	1200	578	581	72.0	110.0	590	319
Fósforo (mg)	700	492	489	34.5	-	300	128
Yodo (mg)	0.15	-	-	0.0069	-	0.041	0.035
Hierro (mg)	15	4.5	4.6	0.5	3.4	5	1.3
Magnesio (mg)	340	89	86	9.0	-	120	31
Zinc (mg)	11	5.6	6.1	0.7	1.9	7.5	2.6
Cloruro (mg)	1800	-	-	60.0	270.0	-	298
Sodio (mg)	1500	520	520	24.0	34.6	145	233
Potasio (mg)	4700	833	-	90.0	68.1	99	463
Selenio (µg)	55	-	0.02	0.0060	6.750	15	0.012

Cuadro 6. Porcentaje de IDR de micronutrientes para adultos mayores aportado por los diferentes suplementos alimenticios comerciales

Nutrimiento	%IDR Meritene® (30 g)	% IDR Meritene® fibra (30 g)	%IDR Resource® (30 g)	% IDR Plenlife® (30 g)	%IDR SimiComplex® (30 g)	%IDR Ensure® (30 g)
Vitamina A	41.1	35.56	6.50	15.00	12.82	3.55
Vitamina B1	36.6	35.83	7.50	25.00	0.02	4.67
Vitamina B2	76.9	92.31	8.77	22.00	19.23	4.31
Vitamina B3	38.7	43.13	2.16	23.00	13.22	3.59
Vitamina B5	50.0	70.00	6.60	-	25.77	6.00
Vitamina B6	117.6	123.53	9.71	25.00	0.05	4.14
Biotina	-	-	7.00	-	173.08	4.17
Vitamina D3	66.6	25.33	12.60	15.00	6.36	2.78
Vitamina E	24.6	24.00	7.20	15.00	10.33	3.74
Ácido fólico	61.9	61.90	14.29	21.00	23.81	4.35
Vitamina B12	91.6	87.50	1.25	20.00	37.66	4.40
Vitamina C	35.0	28.75	6.38	-	23.37	4.73
Calcio	48.1	48.42	6.00	9.17	18.91	3.47
Fósforo	70.2	69.86	4.93	-	16.48	2.39
Yodo	-	-	4.60	-	10.56	3.04
Hierro	30.0	30.67	3.40	22.67	12.82	1.13
Magnesio	26.1	25.29	2.65	-	13.57	1.19
Zinc	50.9	55.45	6.27	17.27	26.22	3.08
Cloruro	-	-	3.33	15.00	-	2.16
Sodio	34.6	34.67	1.60	2.31	3.72	2.03
Potasio	17.7	-	1.91	1.45	0.81	1.28
Selenio	-	0.04	0.01	15.00	10.56	-

Uno de los principales problemas asociados con el consumo de suplementos alimenticios de alta calidad es el alto costo y, por lo tanto, la baja accesibilidad por parte de la población mexicana. En el Cuadro 8 se muestran los precios de los diferentes suplementos para adultos mayores que se encuentran en el mercado, en donde se puede observar que los productos de Meritene® presentan costos muy elevados comparados con el resto de los productos, seguido de la marca estadounidense Ensure®, misma que ya es reconocida en México.

Cuadro 7. Precios de los diferentes los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores en el mercado mexicano

Marca	Presentación	Precio	Precio por gramo
Meritene®	Caja 15 sobres de 30 g (Polvo)	\$ 421.41.00 MN	\$ 0.93 MN
Resource Senior Active®	4 botellas de 200 mL (Líquido)	\$ 220.00 MN	\$ 0.27 MN
Plenlife®	Bote de 454 g (Polvo)	\$ 280.00 MN	\$ 0.61 MN
SimiComplex®	Caja 10 sobres 78 g (Polvo)	\$299.00 MN	\$ 0.38 MN
Ensure®	Bote de 400 g (Polvo)	\$ 370.50 MN	\$ 0.92 MN

En el desarrollo de suplementos alimenticios para la geriatría, los fabricantes deben tener en cuenta que en el envejecimiento, otro cambio fisiológico notable, es la pérdida de percepción del sabor. Por lo tanto, la incorporación de potenciadores de sabor y las consideraciones de textura se deben abordar cuidadosamente en el desarrollo de premezclas para estos productos. Como el sabor del producto es de suma importancia para que este pueda tener éxito en el mercado, es importante prestar mucha atención a la intensidad del sabor y la adición de colorantes (Gupta *et al.*, 2015).

Debido a la información anterior se puede concluir que los suplementos alimenticios existentes en el mercado, si bien pueden ser accesibles para alguna sección de la población, su contenido nutrimental puede ser en algunos casos deficiente; además, si se tiene en cuenta las especificaciones que debe tener un suplemento, estos productos bien pueden no ser óptimos para la población de adultos mayores, respecto al sabor y textura. Por lo anterior, es importante optar por nuevos ingredientes que en conjunto compongan una nueva fórmula con textura y solubilidad deseada, sin olvidar un alto contenido nutrimental y lo sensorial.

2.1.6. Ingredientes para suplementos alimenticios

2.1.6.1. Concentrado de proteína de suero de leche y proteína de soya

Recientes estudios han mostrado que el concentrado de proteína de suero, también es una importante fuente biodisponible de vitamina B12 y folato; por lo tanto, tiene el potencial para aumentar la masa muscular y puede prevenir la hiperhomocisteinemia en adultos (Dhillon *et al.*, 2017), que se define como el exceso del aminoácido azufrado homocisteína, relacionado con enfermedades arteriales coronarias, trombosis vascular, entre otras (Cuevas, 2008).

Un estudio reciente en hombres mayores encontró que el consumo de una comida de prueba que contenía mayores cantidades de proteína de suero de leche (35 g frente a 10 g) se asoció con una mayor absorción de aminoácidos y un aumento en la síntesis de proteínas musculares (Gupta *et al.*, 2015). Además, la proteína de suero lácteo presenta mayores cantidades de riboflavina (vitamina B2), vitamina B6, tiamina (vitamina B1), calcio y fósforo, que el aislado de proteína de soya (Dhillon *et al.*, 2017). La proteína de soya es muy digerible y fácil de incorporar en alimentos como bebidas deportivas y bebidas para la salud, así como fórmulas infantiles (Hoffman & Falvo, 2004). También se ha observado que la proteína de soya estimula la síntesis de proteínas miofibrilares tanto en reposo como después de ejercicio de resistencia en comparación con el aislado de proteína de suero en hombres mayores de 71 años (Paddon-Jones *et al.*, 2015).

En el Cuadro 9 se comparan los tipos de proteína más utilizados en el mercado de suplementos alimenticios, donde se muestra que la proteína de suero es más eficiente que la proteína de leche entera, por lo que se recomienda esta proteína para los adultos mayores por tener un porcentaje mayor de utilización neta.

Cuadro 8. Comparación de calidad de proteínas utilizadas como aditivos en los suplementos alimenticios comerciales para adultos mayores

	Relación de eficiencia de proteína*	Valor biológico**	Utilización neta de proteína***
Proteína de leche	2.5	77	76 %
Proteína de soya	2.2	74	61 %
Proteína de suero	3.2	104	92 %

* Ganancia de peso corporal por cada unidad de proteína obtenida en un alimento. Cualquier valor >2.5 se considera una excelente fuente de proteínas. ** Proporciona una medida de la eficiencia con la que el cuerpo utiliza la proteína de la dieta. Se correlaciona con un alto suministro de aminoácidos esenciales. *** Medida directa de la retención de nitrógeno absorbido.

2.1.6.2. Almidones modificados

El almidón nativo puede ser modificado por medios químicos, físicos o enzimáticos para cambiar sus propiedades funcionales (Zhu, 2014). Algunas de esas modificaciones son acetilación, oxidación, malteado, recocado y enfriado. La esterificación del almidón altera típicamente las propiedades de retrogradación del almidón y se traduce en interacciones limitadas de la cadena de la amilasa, así como en las interacciones con las cadenas externas de la amilopectina, lo que modifica sus propiedades funcionales (Cuadro 10). Existen varios métodos que entran dentro de esta categoría, siendo la acetilación más ampliamente utilizada en la industria alimentaria, biotecnológica y textil (Masina *et al.*, 2017).

Hay tres tipos de almidones acetilados; cada uno basado en el grado de sustitución (DS, por sus siglas en inglés), es decir, almidón de DS bajo, medio y alto. El almidón de DS bajo es el tipo más común de almidón acetilado, con valores de DS entre 0.01 y 0.2 y es soluble en agua fría (Elomaa *et al.*, 2004). Los acetatos de almidón de DS bajos se producen comúnmente usando anhídrido acético como reactivo y un hidróxido alcalino, típicamente de sodio, como catalizador (Paulos *et al.*, 2016). En la mayoría de los casos, se observa un alto DS en almidones bajos en amilosa porque se ha demostrado que la acetilación se produce en las regiones amorfas y porque hay menos obstáculos con ramas bajas de amilopectina para la incorporación de C=O (Masina *et al.*, 2017)

Por los cambios anteriormente mencionados, los almidones modificados son altamente resistentes a las condiciones de proceso severas y exhiben el desarrollo rápido de la viscosidad en sistemas calientes y fríos, muestran una dispersión libre de grumos y espesamiento rápido que crean texturas suaves y de primera calidad (INGREDION®, 2016) (Cuadro 10).

Cuadro 9. Modificaciones del almidón que mejoran sus propiedades físicas

Modificación	Resultados	Referencia
Recocido y enfriamiento	Enfriado disminuyó la temperatura de gelatinización; Recocido aumentó la entalpía de fusión	Premavalli <i>et al.</i> (2005)
Acetilación y oxidación	Mayor poder de hinchamiento, solubilidad, viscosidad y descomposición; mayor temperatura de gelatinización.	Afolabi <i>et al.</i> (2012)
Malteado	Gránulos más pequeños; mayor temperatura de gelatinización; menor poder de hinchamiento; mayor solubilidad.	Malleshhi <i>et al.</i> (1986)

2.1.6.3. Polidextrosa

Es un polisacárido sintetizado por polimerización aleatoria de glucosa, sorbitol y un catalizador ácido adecuado a alta temperatura y vacío parcial. No se digiere ni se absorbe en el intestino delgado, y una gran porción se excreta en las heces. Se fermenta parcialmente en el intestino grueso, lo que lleva a un aumento de volumen fecal, menor tiempo de tránsito, heces más blandas y menor pH fecal. Su fermentación conduce a una producción aumentada de ácidos grasos de cadena corta (SCFA, por su siglas en inglés) y a una producción suprimida de metabolitos cancerígenos (por ejemplo, indol y p-cresol) (Jie *et al.*, 2000).

Además, se ha demostrado que en personas con diabetes la polidextrosa puede mejorar los parámetros glicémicos y lipídicos del control metabólico, así como la hipertensión en pacientes con diabetes tipo 2, sin efectos secundarios (Cicek, *et al.*, 2001).

2.1.6.4. Antioxidantes

Como se mencionó anteriormente, el estrés oxidativo en la vejez puede propiciar diferentes enfermedades degenerativas, por lo que las personas de edad avanzada con enfermedades crónicas o de otro tipo se les recomienda consumir una dieta variada que contenga alimentos con sustancias antioxidantes. Con el envejecimiento, los niveles tisulares de antioxidantes que se producen de forma natural como las vitaminas E y C, el cofactor glutatión y la enzima catalasa se reducen y, por lo tanto, el estado antioxidante total está disminuido, por causa de los daños acumulados por los radicales libres con los años. Es por eso que se necesita de una mayor ingesta de compuestos antioxidantes durante esta etapa de la vida (Zorrilla, 2002).

La vitamina C es un antioxidante soluble en agua y actúa como primera defensa contra los radicales libres en sangre y plasma. Asimismo, regenera la vitamina E en lipoproteínas y membranas (Fusco *et al.*, 2007). La suplementación con selenio, zinc y vitaminas A, C y E ha demostrado tener un efecto protector contra el deterioro cognitivo en un estudio realizado con ancianos (Montgomery *et al.*, 2014). También se observó una reducción del daño en el ADN en las mujeres mayores después de la administración de carotenoides (luteína, licopeno y β -caroteno), especialmente cuando se administró una mezcla de los tres carotenoides (Bremer *et al.*, 2014). Asimismo, se ha reportado que la suplementación con vitamina E disminuyó el estrés oxidativo en ancianos chinos (Moreira *et al.*, 2014). Por otro lado, el selenio es un componente importante de la defensa antioxidante, ya que es un componente de las selenoproteínas como la enzima glutatión peroxidasa (GPx), y se ha reportado que bajas concentraciones de selenio se asocian con un mayor riesgo de muerte en mujeres mayores (Bremer *et al.*, 2014).

Con base en lo anterior se identifica la necesidad de poder presentar alternativas de suplementos alimenticios especiales para personas de la tercera edad, los cuales deberán cubrir sus requerimientos nutrimentales; así mismo, estos productos deberán presentar propiedades funcionales de calidad y ser aceptadas por el consumidor

III. Justificación

Los adultos mayores son una población muy susceptible a enfermedades debido a los cambios fisiológicos típicos de la edad, así como problemas que se asocian con problemas gastrointestinales, como la mala absorción de nutrientes, lo que causa un déficit de proteínas, fibra y micronutrientes que afecta su salud. Entre las principales deficiencias de micronutrientes se encuentran las de hierro, calcio, magnesio y las vitaminas D, K, A y E y del complejo B.

Adicionalmente, los adultos mayores presentan niveles tisulares de antioxidantes reducidos, lo que tiene como consecuencia que los radicales libres reaccionen con algunas moléculas de valor biológico para el organismo y con esto se incrementa el riesgo de enfermedades como el Parkinson, Alzheimer, cataratas, artritis, enfermedades cardiovasculares, diabetes y reumatismo, entre otros.

Para todas estas deficiencias se han desarrollado diferentes suplementos alimenticios para complementar las necesidades nutrimentales; sin embargo, en México las principales marcas tanto nacionales como importadas de estos productos no son de buena calidad nutrimental o bien no están a su alcance económico.

Es por esto que en este proyecto se propuso el desarrollo de suplementos alimenticios que complementen la ingesta diaria recomendada de nutrientes y las diferentes necesidades del adulto mayor (proteínas, fibra, vitaminas, minerales y antioxidantes) y además de que cuente con una mejor textura y sabor que las marcas nacionales, utilizando ingredientes mejorados como: la povidex, el aislado de suero de leche y de soya y almidones modificados para lograr características organolépticas aceptables, además de complementar las necesidades nutrimentales de adultos mayores diabéticos, con sobrepeso u obesidad, sarcopenia y aparentemente sanos.

IV. Objetivo general

Desarrollar suplementos alimenticios con calidad nutrimental y sensorial para adultos mayores con diferentes estados de salud que complemente sus necesidades diarias de proteínas, fibra y micronutrientes.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Formular suplementos alimenticios con base en las necesidades nutrimentales recomendadas para adultos mayores según su condición y determinar sus propiedades funcionales.
- ✓ Determinar el contenido nutrimental y la inocuidad de los suplementos elaborados.
- ✓ Evaluar las características sensoriales de los suplementos alimenticios en una población específica.
- ✓ Definir la calidad de los suplementos alimenticios durante el almacenamiento mediante un estudio de estabilidad acelerado.

V. Material y Métodos

5.1. Ingredientes

Almidón de maíz modificado, maltodextrina, concentrado de suero de leche (WPC 80), concentrado de proteína de soya y povidona, fosfato monocálcico, cloruro de potasio, fosfato tricálcico, cloruro de sodio, óxido de magnesio, ortofosfato férrico, ácido ascórbico, sulfato de zinc, acetato de vitamina E, niacinamida, palmitato de vitamina A, pantotenato de calcio, hidrocloreto de piridoxina, vitamina B12, mononitrato de tiamina, riboflavina, D biotina, yoduro de potasio, ácido fólico, selenio y vitamina D3, edulcorantes y saborizantes.

5.2. Elaboración de suplementos alimenticios

Se tomó en cuenta la ingesta diaria recomendada de micronutrientes y macronutrientes de la FAO y del Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Medicina de Estados Unidos (IOM) para adultos mayores sanos, diabéticos, con sarcopenia, sobrepeso y obesidad, sin sobrepasar la ingesta diaria total ni el nivel seguro de micro y macronutrientes. En cuanto a las características organolépticas, se tomaron en cuenta las especificaciones de los suplementos alimenticios donde se afirma que un suplemento debe ser agradable al consumidor; para lo cual se elaboró un diseño de mezclas con restricciones de vértices extremos donde se seleccionaron aquellas que cumplieron con la palatabilidad y el dulzor óptimo.

Las concentraciones mínimas y máximas de cada ingrediente de las formulaciones se muestran en el Cuadro 11 para individuos con deficiencias nutrimentales o sarcopenia, Cuadro 12 para adultos mayores con diabetes y Cuadro 13 para adultos con sobrepeso u obesidad.

Cuadro 10. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores sanos con deficiencia nutrimentales o sarcopenia

Suplemento para adultos mayores sanas y con sarcopenia		
Ingrediente	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteína de suero de leche (80%)	23.33	46
Proteína de soya	10	20
Maltodextrina	16.67	19
Almidón de maíz	22.67	25
Edulcorantes (Cantidad final .5%)		
Sorbitol	0.3	0.35
Estevia	0.1	0.15
Acesulfame K	0.1	0.15
Porcentaje fijo		
Polidextrosa	13.3	
Premix vitaminas y minerales	10	
Saborizantes	3.5	

Cuadro 11. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores con diabetes

Suplemento para adultos mayores con diabetes		
Ingrediente	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteína de suero de leche (80%)	23	35
Proteína de soya	10	15
Maltodextrina	12.2	14
Almidón de maíz	16.8	18
Premix vitaminas y minerales	10	12
Polidextrosa	12	23
Edulcorantes (Cantidad final .5%)		
Sorbitol	0.3	0.35
Estevia	0.1	0.15
Acesulfame K	0.1	0.15
Porcentaje fijo		
Saborizantes		3.5

Cuadro 12. Formulaciones base de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad

Suplemento para adultos mayores con sobrepeso y obesidad		
Ingrediente	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteína de suero de leche (80%)	24	28
Proteína de soya	8	12
Maltodextrina	10	12
Almidón de maíz	13	17
Premix vitaminas y minerales	11	12
Polidextrosa	20	33
Edulcorantes (Cantidad final .5%)		
Sorbitol	0.3	0.35
Estevia	0.1	0.15
Acesulfame K	0.1	0.15
Porcentaje fijo		
Saborizantes	3.5	

A continuación, en los Cuadros 14, 15 y 16 se muestran los 3 diseños de mezclas con restricciones y de vértices extremos para cada una de las formulaciones que se elaboraron.

Cuadro 13. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies

Tratamiento	Proteína SI	Proteína Soya	Malto dextrina	Almidón	Sorbitol	Estevia	Acesulfame K
1	0.46	0.1245	0.19	0.22	0.0035	0.001	0.001
2	0.4545	0.1	0.19	0.25	0.003	0.001	0.0015
3	0.3845	0.2	0.16	0.25	0.0035	0.001	0.001
4	0.46	0.1245	0.16	0.25	0.003	0.0015	0.001
5	0.3545	0.2	0.19	0.25	0.003	0.0015	0.001
6	0.46	0.1	0.185	0.25	0.003	0.001	0.001
7	0.4145	0.2	0.16	0.22	0.003	0.001	0.0015
8	0.46	0.1245	0.16	0.25	0.003	0.0015	0.001
9	0.4145	0.2	0.16	0.22	0.003	0.001	0.0015
10	0.46	0.1	0.185	0.25	0.003	0.001	0.001
11	0.4545	0.1	0.19	0.25	0.003	0.001	0.0015
12	0.3545	0.2	0.19	0.25	0.003	0.0015	0.001
13	0.3845	0.2	0.16	0.25	0.0035	0.001	0.001
14	0.46	0.1245	0.19	0.22	0.0035	0.001	0.001

SI= suero de leche

Cuadro 14. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con diabetes con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies

Tratamiento	Proteína SI	Proteína Soya	Malto dextrina	Almidón	Premix Vym	Polidextrosa	Sorbitol	Estevia	Acesulfame K
1	0.23	0.1145	0.14	0.18	0.1	0.23	0.0035	0.001	0.001
2	0.35	0.1245	0.12	0.16	0.12	0.12	0.0035	0.001	0.001
3	0.23	0.1145	0.14	0.16	0.12	0.23	0.003	0.0015	0.001
4	0.285	0.15	0.14	0.18	0.12	0.12	0.003	0.001	0.001
5	0.35	0.1	0.12	0.18	0.1	0.1445	0.003	0.0015	0.001
6	0.35	0.1	0.12	0.18	0.1	0.1445	0.003	0.0015	0.001
7	0.3245	0.15	0.12	0.18	0.1	0.12	0.003	0.0015	0.001
8	0.35	0.1245	0.12	0.16	0.12	0.12	0.0035	0.001	0.001
9	0.23	0.15	0.12	0.18	0.12	0.1945	0.003	0.001	0.0015
10	0.3245	0.15	0.14	0.16	0.1	0.12	0.003	0.001	0.0015
11	0.3245	0.15	0.12	0.18	0.1	0.12	0.003	0.0015	0.001
12	0.3345	0.1	0.14	0.18	0.12	0.12	0.003	0.001	0.0015
13	0.285	0.15	0.14	0.18	0.12	0.12	0.003	0.001	0.001
14	0.285	0.1	0.12	0.16	0.1	0.23	0.003	0.001	0.001
15	0.3345	0.1	0.14	0.18	0.12	0.12	0.003	0.001	0.0015
16	0.23	0.1145	0.14	0.16	0.12	0.23	0.003	0.0015	0.001
17	0.3245	0.15	0.14	0.16	0.1	0.12	0.003	0.001	0.0015
18	0.23	0.1145	0.14	0.18	0.1	0.23	0.0035	0.001	0.001
19	0.285	0.1	0.12	0.16	0.1	0.23	0.003	0.001	0.001
20	0.23	0.15	0.12	0.18	0.12	0.1945	0.003	0.001	0.0015

SI= suero de leche, VyM= vitaminas y minerales

Cuadro 15. Diseño de mezclas de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con base en los rangos avalados por la FAO y National Academies

Tratamiento	Proteína SI	Proteína Soya	Malto dextrina	Almidón	Premix VyM	Polidex-trosa	Sorbitol	Estevia	Acesulfame
1	0.24	0.12	0.1	0.13	0.12	0.2845	0.003	0.0015	0.001
2	0.24	0.08	0.12	0.17	0.12	0.2645	0.003	0.001	0.0015
3	0.24	0.08	0.1035	0.13	0.11	0.33	0.0035	0.0015	0.0015
4	0.24	0.12	0.1	0.13	0.12	0.284	0.0035	0.001	0.0015
5	0.24	0.08	0.1035	0.13	0.11	0.33	0.0035	0.0015	0.0015
6	0.24	0.12	0.12	0.17	0.11	0.234	0.0035	0.0015	0.001
7	0.24	0.12	0.1	0.13	0.12	0.284	0.0035	0.001	0.0015
8	0.24	0.12	0.1	0.13	0.12	0.2845	0.003	0.0015	0.001
9	0.28	0.12	0.12	0.13	0.11	0.2345	0.003	0.001	0.0015
10	0.24	0.08	0.12	0.17	0.12	0.2645	0.003	0.001	0.0015
11	0.28	0.08	0.12	0.13	0.12	0.264	0.0035	0.0015	0.001
12	0.28	0.12	0.1	0.17	0.12	0.2035	0.0035	0.0015	0.0015
13	0.28	0.12	0.1	0.17	0.12	0.2035	0.0035	0.0015	0.0015
14	0.28	0.08	0.12	0.13	0.12	0.264	0.0035	0.0015	0.001
15	0.28	0.08	0.1	0.17	0.11	0.254	0.003	0.0015	0.0015
16	0.24	0.12	0.12	0.17	0.11	0.234	0.0035	0.0015	0.001
17	0.28	0.08	0.1	0.17	0.11	0.2545	0.0035	0.001	0.001
18	0.28	0.12	0.12	0.13	0.11	0.2345	0.003	0.001	0.0015
19	0.28	0.08	0.1	0.17	0.11	0.254	0.003	0.0015	0.0015
20	0.28	0.08	0.1	0.17	0.11	0.2545	0.0035	0.001	0.001

SI= suero de leche, Prot. Mtdx= Maltodextrina, Premix VyM= Premix de vitaminas y minerales

Es importante señalar que en las formulaciones de suplementos alimenticios para adultos mayores con diabetes y con sobrepeso y obesidad, se variaron más ingredientes que en las formulaciones para deficiencias nutrimentales y sarcopenia, por lo cual, el diseño de mezclas resulto en más combinaciones.

Los ingredientes se mezclaron hasta obtener un polvo homogéneo. Se midió su viscosidad, así como el índice de solubilidad y dispersabilidad.

5.3. Propiedades funcionales

5.3.1. Índice de solubilidad en agua (ISA)

Se pesaron 2.5 g de muestra y se adicionaron 50 mL de agua destilada, se agitaron durante 30 min. Posteriormente, la suspensión se centrifugó a 3000 xg por 15 min. El sobrenadante se decantó y secó a 100 °C durante 24 h (Anderson *et al.*, 1970). El ISA se calculó de la siguiente manera:

$$\text{ISA (\%)} = \text{Peso del residuo de evaporación} / \text{Peso de la muestra} \times 100$$

5.3.2 Viscosidad

Para la medición de viscosidad se utilizó un reómetro RheocalcT Brookfield Ametek. Se disolvieron 15 g de la muestra en 120 mL de agua destilada, de dicha solución se tomaron 16 mL para la medición. La viscosidad se reporta en cP. Se buscaron valores similares a los de una marca comercial con renombre en el mercado (Ensure[®]).

5.3.3. Índice de dispersabilidad

Se empleó la técnica descrita por Ji y colaboradores (2016). Se añadieron 10 g de polvo en un vaso de precipitado de 250 mL con 100 mL de agua desionizada a 25 °C, luego se mezcló vigorosamente con una espátula durante 15 s con el fin de hacer 25 movimientos completos a lo largo del diámetro del vaso de precipitado. Después de eso, las muestras reconstituidas se vertieron sobre un tamiz de 250 μm para separar las partículas dispersadas en la suspensión en base a la medida de la dispersión, y las muestras que pasaron por el tamiz se recolectaron para su posterior secado a 105 °C durante 12 h. La materia seca se pesó y se calculó el índice de dispersabilidad de la siguiente manera:

$$\text{Índice de dispersabilidad} = \text{Pms} + (100 + \text{Pm}) / (\text{Pm} + 100 - \text{H} / 100)$$

Dónde:

Pms: peso de la muestra seca después de tamizar

Pm: peso de la muestra

H: es el contenido de humedad de la muestra

Debido a la naturaleza del producto, las pruebas de dispersabilidad y solubilidad se realizaron solamente a la marca comercial nacional (Plenlife®).

5.4. Análisis nutrimental

El análisis nutrimental se llevó a cabo de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (2000); humedad (934.06), digestibilidad proteína (960.52), grasa (920.85) y cenizas (940.26). Los carbohidratos se obtuvieron por diferencia. No se cuantificó fibra total, debido a que a los suplementos se les añadió una cantidad conocida de povidex, misma que se considera 100% fibra soluble.

5.5. Análisis microbiológicos

Se llevaron a cabo de acuerdo a la norma NOM-218-SSA1-2011 (Secretaría de Salud, 2011), para la identificación/conteo de *Salmonella* spp., coliformes totales y mesófilos aerobios.

5.6. Análisis sensorial

Se llevó a cabo en el Centro Gerontológico "Plan Vida" de la ciudad de Santiago de Querétaro, se presentaron las cartas de consentimiento informado, la lista de posibles ingredientes alergénicos incluidos en el suplemento alimenticio y una carta de solicitud de permiso, todo previamente aceptado por el comité de bioética de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se realizaron pruebas sensoriales a 55 individuos mayores de 60 años, de sexo indistinto, sanos (para este proyecto se definió como adulto mayor sano a aquel que no padezca de sus facultades mentales, que se adapte al proceso de envejecimiento manteniendo su cuerpo y subsista independientemente), diabéticos, desnutridos (o con sarcopenia) y/o con sobrepeso/obesidad, que no presentasen reacciones alérgicas a los ingredientes, que consuman o necesiten consumir algún tipo de suplemento alimenticio y que tengan una capacidad de describir sensaciones percibidas en el paladar.

Se excluyó a aquellas personas con alguna dieta pre-escrita y/o algunas restricciones de alimentos, que no le permitiera modificar su alimentación, que presentasen alguna alergia a uno de los ingredientes, o bien que al momento del análisis sensorial tuvieran alguna enfermedad que modifique su percepción del sabor (por ejemplo, resfriado común). Los criterios de eliminación se hubieran efectuado si en algún momento del análisis, el evaluador se hubiese percatado de alguna alergia o malestar como náuseas, mareos o dolores de cabeza, sin embargo, en este estudio ningún evaluador reportó malestar físico.

El análisis sensorial consistió en dar 5 muestras del suplemento (cuatro nuevas formulaciones y una comercial) preparado (el producto en polvo se disolvió en agua potable a temperatura ambiente) y servido en vasitos de 24 mL aproximadamente, junto con un vaso de agua a temperatura ambiente. Se les informó detalladamente el procedimiento para evaluar el producto y se les pidió a los evaluadores probar y calificar en una escala hedónica de 5 puntos, donde 5 = me gusta mucho, 4 = me gusta moderadamente, 3 = no me gusta ni me disgusta, 2 = me disgusta moderadamente, 1 = me disgusta mucho. El investigador o una persona de confianza del evaluador auxilió en todo momento, por cualquier duda o apoyo en la realización del análisis.

5.7. Estudio de estabilidad acelerada en almacenamiento

Las muestras se empacaron en bolsas trilaminadas selladas a diferentes condiciones de temperatura y se muestrearon a diferentes tiempos (Cuadro 17). Periódicamente se midió color y oxidación de proteína, y al término de los 90 días se determinó también, digestibilidad *in vitro* e índice de solubilidad.

Cuadro 16. Condiciones de almacenamiento de los suplementos alimenticios

Condiciones de almacenamiento	
Temperatura (°C)	25, 35, 45
Tiempo	90 días
Muestreo	0, 15, 30, 60, 90

5.7.1. Determinación de color

Se utilizó un espectrofotómetro CM-2002 de la marca MINOLTA® y con el programa Spectre Magic®, se midieron los parámetros L* (luminosidad), b*(colores de amarillos a azules) y C* (croma o intensidad de color).

5.7.2. Cuantificación de grupos carbonilo para la determinación de oxidación de proteína

Se utilizó la metodología de Fenaille y colaboradores (2006), con algunas modificaciones. Se incubaron 2 mg de proteína con dinitrofenilhidrazina 10 mM (DNPH) en HCl 2 N durante 30 min a temperatura ambiente.

Posteriormente se precipitaron las proteínas con 10% de TCA (ácido tricloroacético) (concentración final), se dejaron reposar 10 min a 5° C, se centrifugaron 5 min a 1,677 xg. Los pastillas se lavaron 3 veces con 1 mL de etanol/acetato de etilo (50:50) para remover el DNPH y se redisolvió con 0.6 mL de cloruro de guanidina 8 M, pH 2.3. Se incubaron las muestras 15 min a 37° C y se centrifugaron a 12,000 xg durante 10 min a 4° C, se extrajo el sobrenadante y se midió la absorbancia a 370 nm con 200 µL del reactivo de Bradford y 0.01 mL de la muestra con guanidina.

Para la cuantificación de grupos carbonilo se utilizó la fórmula descrita por Augustyniak *et al.* (2015), donde se aplicó la Ley de Lambert-Beer:

Concentración de grupos carbonilo= (Longitud del pozo) (Absorbancia) /
Coeficiente de extinción

En este caso el coeficiente de extinción para DNPH es 22,000 x M⁻¹x cm⁻¹

5.7.3. Digestibilidad de proteína *in vitro*

Para el ensayo de la digestibilidad *in vitro* se utilizó un sistema multienzimático que consta de 1.6 mg de tripsina (14,600 U/mg), 3.1 mg de alfa-quimiotripsina (48 U/mg) y 1.3 mg de peptidasa (102 U/g) (por mL). Se agregó 1 mL de esta solución multienzimática a 10 mL de una suspensión del suplemento

(1.25 g/10 mL) (Alonso *et al.*, 2000), se ajustó a pH 8.0 con NaOH al .01 N (Nieto López *et al.*, 2005). La mezcla se agitó a 37° C y se registró el cambio de pH después de un período de 10 min. El porcentaje de digestibilidad de proteína *in vitro* (IVPD) se calculó usando la siguiente ecuación:

$$\text{Digestibilidad de proteínas } in vitro (\%) = 210.46 - (18.10) (X_1)$$

Donde X_1 = pH a los 10 minutos

5.8. Análisis y diseño estadístico

Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE). Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% y una comparación entre los tratamientos usando una prueba de Tukey. A los análisis sensoriales se le aplicó la prueba Chi-cuadrado de Pearson para determinar la diferencia significativa entre las muestras evaluadas.

VI. Resultados y discusión

6.1 Formulación de suplementos alimenticios con base en las necesidades nutrimentales recomendadas para adultos mayores según su condición y determinar sus propiedades funcionales.

6.1.1. Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y sarcopenia.

De acuerdo a los diseños establecidos en los Cuadros 11 y 14, para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y sarcopenia; Cuadros 12 y 15, para adultos mayores con diabetes y Cuadros 13 y 16 para adultos mayores con sobrepeso y obesidad, resultaron 27 formulaciones con sus réplicas, divididas en 7, 10 y 10, respectivamente. A estas formulaciones se les evaluó las propiedades funcionales. En la Figura 4 se observa que las formulaciones con mayor viscosidad son las propuestas para personas mayores con deficiencias nutrimentales, donde no hay diferencia significativa con la marca Plenlife® y las formulaciones F4 y F6, cuya composición se basa en una menor proporción de concentrado de proteínas de suero de leche con respecto a las formulaciones para personas con sarcopenia.

En el caso de las formulaciones para personas con sarcopenia no se muestra diferencia entre ellas y la marca Ensure®; además, según Casas-Augustench & Salas-Salvadó (2009) la viscosidad esperada en este tipo de productos es máxima de 26 cP y la viscosidad mínima está a la consideración del fabricante y a las necesidades específicas del público deseado en este caso se buscaba una viscosidad mínima parecida a un producto internacional reconocido y aceptado sensorialmente por la población específica, además de que fuera un producto con una viscosidad fina con valores entre 1-50 cP (es decir, con valores comparables con agua hasta néctares) (Steele *et al.*, 2003) lo cual es importante para los adultos mayores debido a que las disfunciones fisiológicas desarrolladas durante el envejecimiento requieren una fuente de alimentos especiales que deben ser suaves y fáciles de tragar (Aguilera & Park, 2016). Con base en estos criterios para viscosidad, se seleccionaron las demás formulaciones para las diferentes necesidades de los adultos mayores.

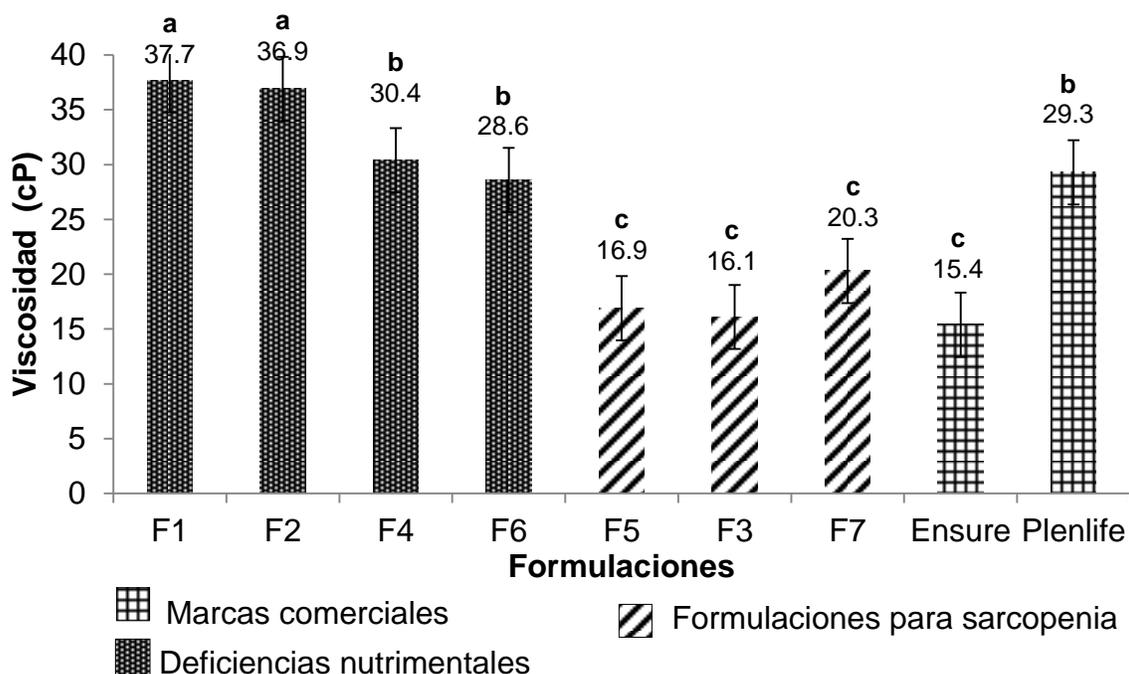


Figura 4. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

En la Figura 5 se puede observar que las formulaciones tienen altos valores de solubilidad, los cuales fueron significativamente diferentes respecto a la marca nacional de un suplemento alimenticio en polvo (Plenlife®), lo que quiere decir que no se precipita, problema que es habitual en el suplemento comercial. El aumento en la solubilidad puede deberse a la naturaleza de sus ingredientes, específicamente la proteína de suero de leche, debido a que presenta una mayor cantidad de proteínas hidrosolubles (~50% β -lactoglobulina, ~15% α -lactoalbúmina, ~20% glicomacropéptido), además, se ha demostrado que en un rango estrecho de pH cerca de los puntos isoelectricos de proteína, las proteínas de suero y los polisacáridos (en este caso el almidón modificado) se ensamblan en complejos solubles (Wagoner & Foegeding, 2017) y la povidexrosa (fibra soluble), debido a su naturaleza, es altamente soluble en agua y resulta en una solución no viscosa (do Carmo *et al.*, 2016).

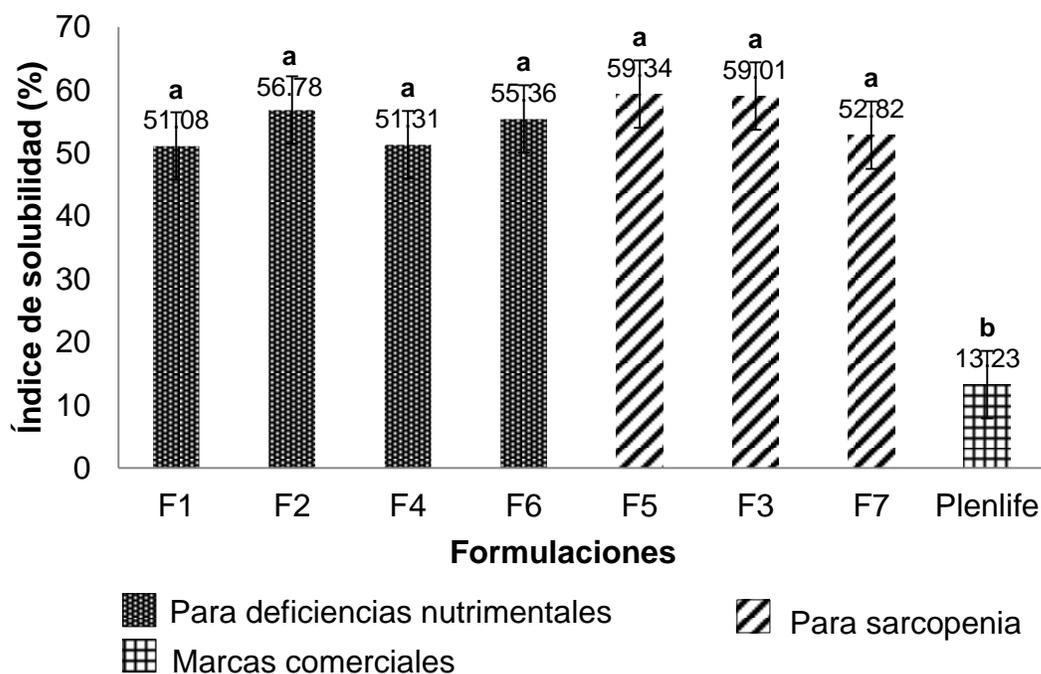


Figura 5. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

El índice de dispersabilidad mide la solubilidad de la proteína en agua con una mezcla de alta velocidad (Batal *et al.*, 2000). Además, las condiciones de dispersión inadecuadas hacen que las partículas se adhieran entre sí formando grumos que también pueden adherirse al agitador, pudiendo ralentizar la velocidad de disolución global (Smith *et al.*, 2014). Una dispersibilidad alta es recomendable para determinar la calidad de los productos en polvo. En todos los suplementos se observó una dispersabilidad mayor y con diferencia estadística significativa comparadas con la marca comercial, lo que significa que los nuevos suplementos no forman tantos grumos como la competencia (Figura 6).

Después del tiempo de reconstitución (según la metodología indicada) en los suplementos se pueden observar ligeros grumos como se muestran en la Figura 7a. Sin embargo, después de un tiempo de reconstitución más largo y después de 45 segundos de reposo, el suplemento se había reconstituido completamente como lo muestra la Figura 7b, comportamiento que no muestran las marcas comerciales. Sin embargo, las diferencias de valores de dispersabilidad entre las nuevas formulaciones y la comercial son muy bajas. Lo que puede sugerir que la metodología seleccionada no muestra un resultado confiable. Es por ello que se eligieron como criterios para selección de las mejores formulaciones al índice de solubilidad y la viscosidad.

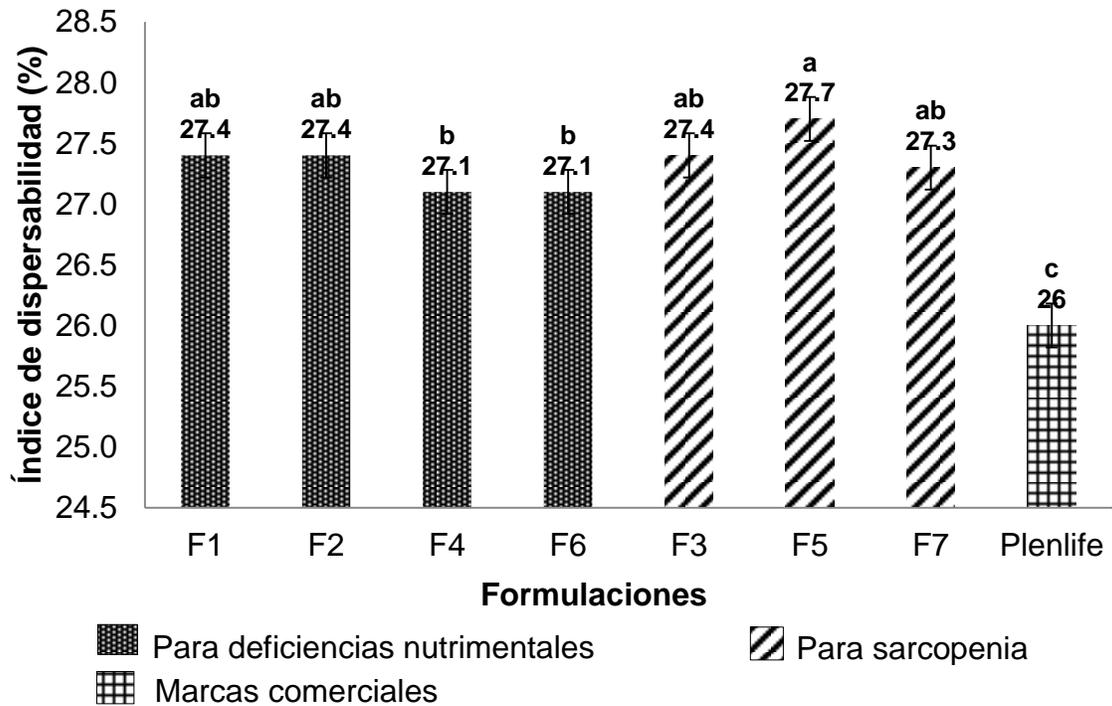


Figura 6. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y con sarcopenia. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

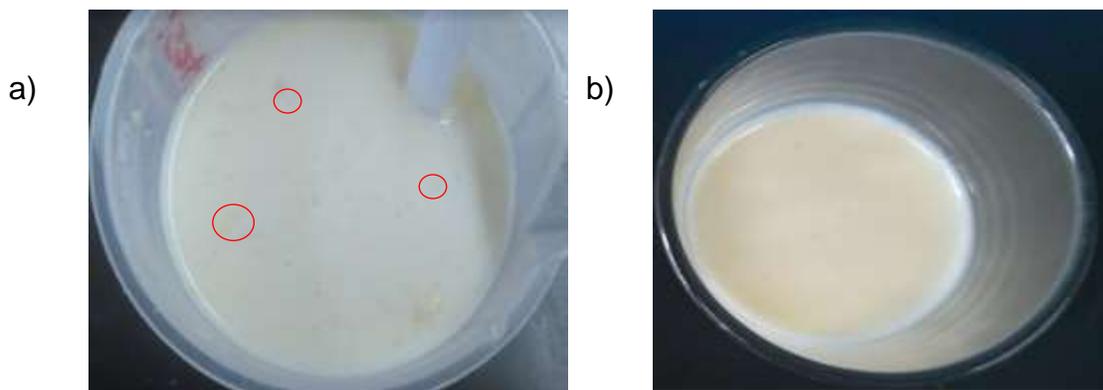


Figura 7. Nuevas formulaciones reconstituidas a los 15 segundos (a) y 30 segundos (b).

Se seleccionaron 4 formulaciones con las mejores características en viscosidad, debido a que en el índice de solubilidad tanto como dispersabilidad no se encontraron diferencias significativas. Entre las formulaciones elegidas se encuentran la F4, F6, F7 y F5, siendo las primeras dos dirigidas para adultos mayores con deficiencias nutrimentales, esto con base en su contenido proteico, y

F7 y F5 para adultos mayores con sarcopenia, de igual manera seleccionadas por tener un mayor contenido proteico que F4 y F6, siendo adecuadas para población sarcopénica.

6.1.2. Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos

En la Figura 8 se presentan los resultados de viscosidad. Para las formulaciones de diabéticos se observa que las formulaciones F1, F4 y F7 son estadísticamente iguales a la marca comercial mexicana (Plenlife®), mientras que, todas las demás son estadísticamente iguales a la marca comercial internacional (Ensure®). Estas formulaciones, comparadas con las anteriores, muestran un comportamiento más uniforme, a excepción de F1 y F4, que muestran una viscosidad más alta debido a que tiene un mayor contenido de almidón y menor contenido de proteína de suero de leche.

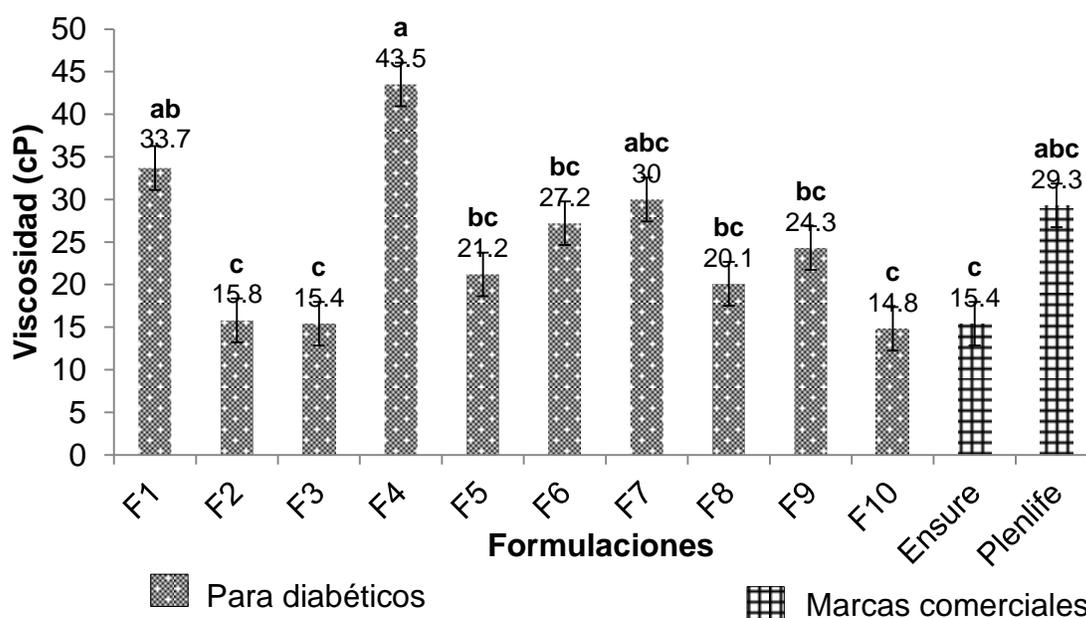


Figura 8. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

Para estas formulaciones, tanto en índice de solubilidad (Figura 9) y dispersabilidad (Figura 10), muestran la misma tendencia que las formulaciones

para deficiencias nutrimentales y sarcopenia, se aumentó la solubilidad y la dispersabilidad solo aumentó ligeramente en comparación con la marca comercial nacional.

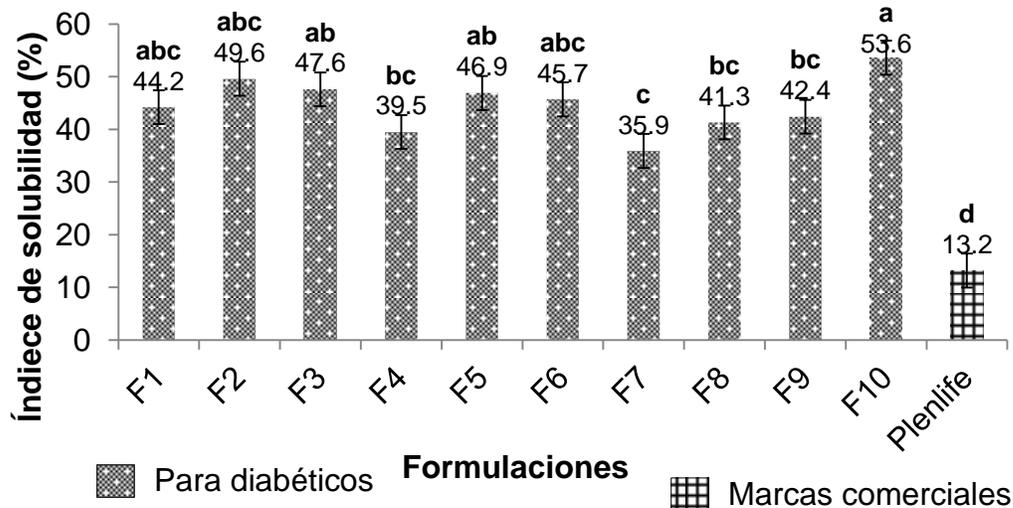


Figura 9. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

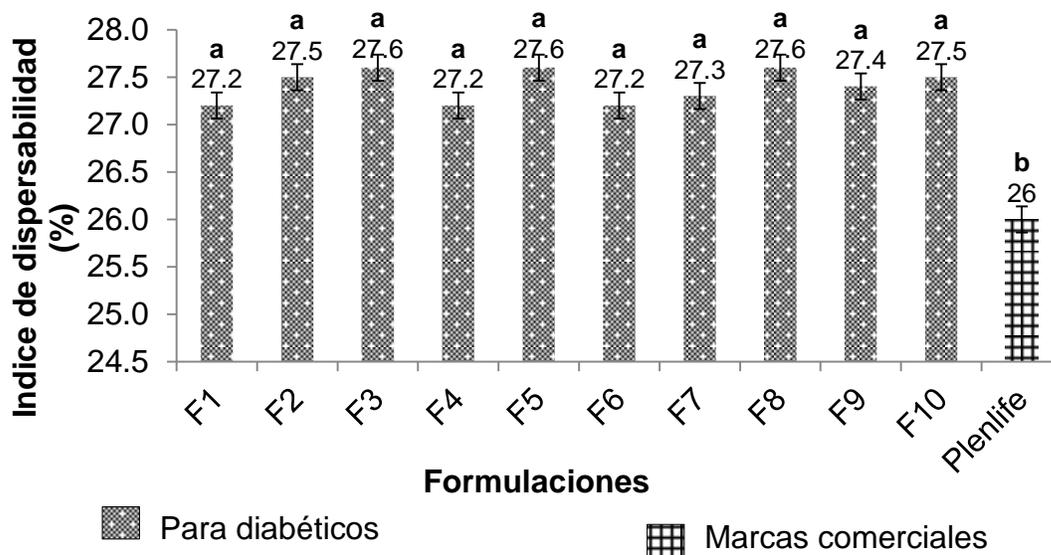


Figura 10. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores diabéticos con deficiencias nutrimentales. Los

resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

6.1.3 Propiedades funcionales de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso u obesidad

En la Figura 11 se muestra la viscosidad de las formulaciones para adultos mayores con sobrepeso u obesidad; la mayoría de las formulaciones presentaron valores menores a Ensure[®], a excepción de F5 y F9, las cuales fueron consideradas como resultados deseables por ser parecidos o ligeramente superiores a la marca comercial (Ensure[®]), y todas fueron menores a Plenlife[®]. Esto podría deberse a que estas formulaciones contienen una mayor proporción de povidexrosa, que, como se mencionó anteriormente, proporciona solubilidad, pero no forma geles, y además estas formulaciones contienen una porción menor de almidón, resultando una baja viscosidad. Aquellas formulaciones que tienen una mayor viscosidad (F5 y F9) son aquellas que poseen una menor cantidad de povidexrosa.

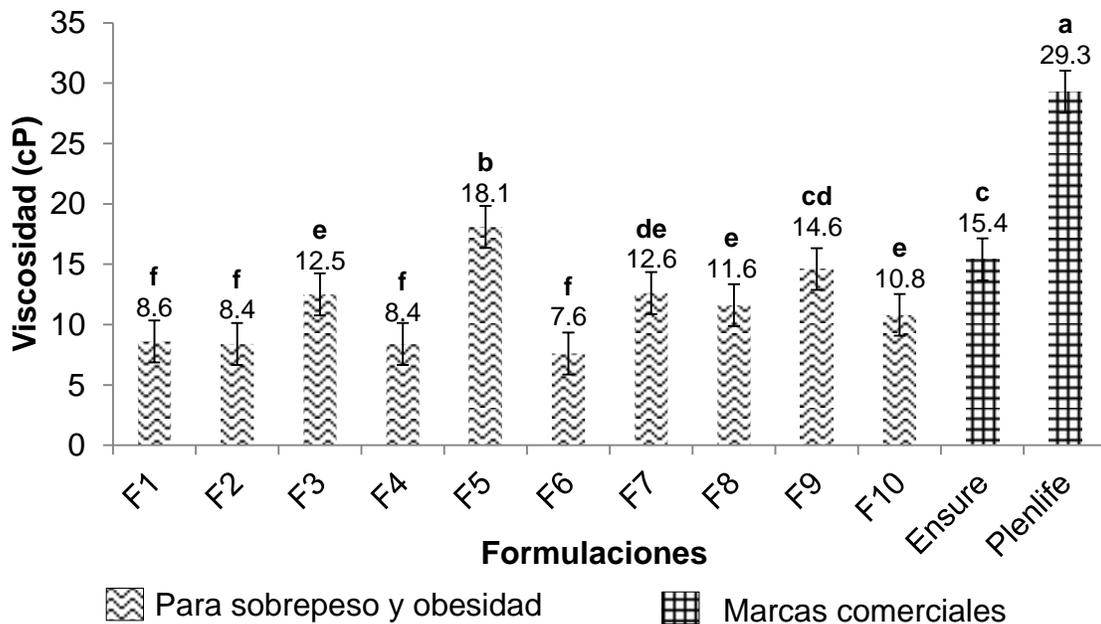


Figura 11. Viscosidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

De igual manera, el comportamiento del índice de solubilidad (Figura 12) y dispersabilidad (Figura 13) es similar en las formulaciones anteriores (Figuras 5, 6, 9 y 10), hay un aumento significativo en general, lo que es positivo para las formulaciones, ya que demuestran una mejor funcionalidad que la marca comercial.

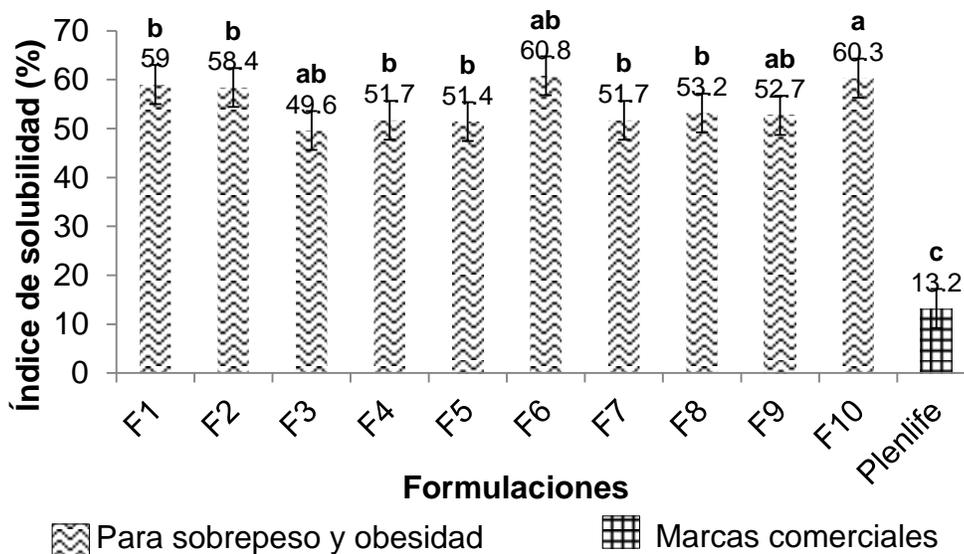


Figura 12. Índice de solubilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

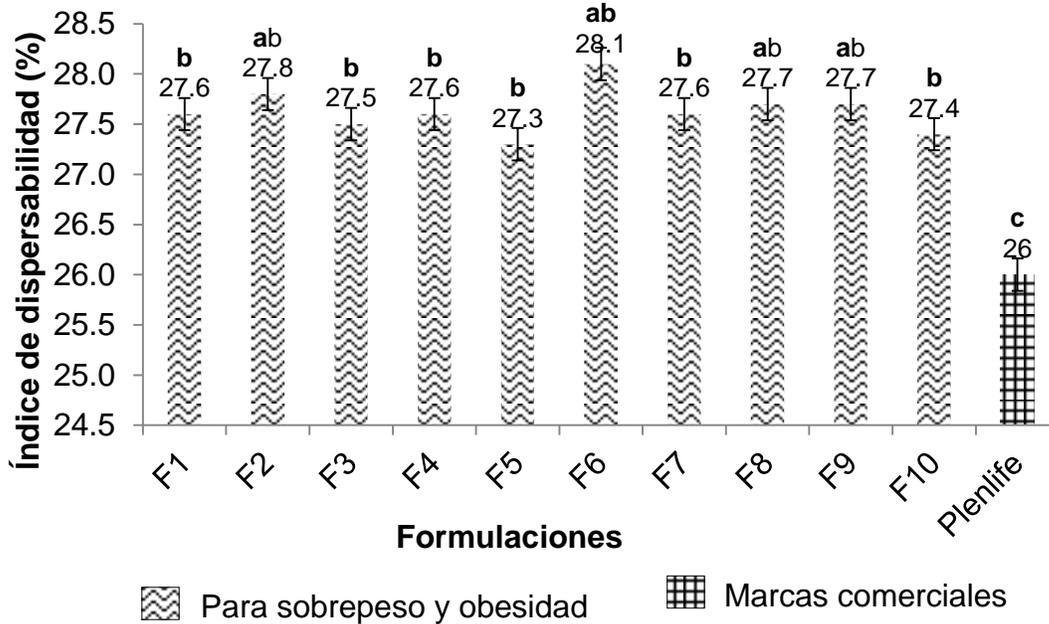


Figura 13. Índice de dispersabilidad de las formulaciones de los suplementos alimenticios para adultos mayores con sobrepeso y obesidad con deficiencias nutrimentales. Los resultados se expresan como la media \pm error estándar (EE) (n=2). Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

6.2 Contenido nutrimental e inocuidad de los suplementos elaborados.

Respecto al contenido nutrimental, se observa que comparado con las marcas comerciales se aumentó notablemente el porcentaje de proteína hasta un 735% y fibra hasta un 515%, el porcentaje de grasa disminuyó (95%), lo que es benéfico para esta población. El porcentaje de cenizas es una manera de cuantificar el contenido de materia inorgánica y minerales. El aumento de cenizas en las formulaciones de sobrepeso, obesidad y diabetes (excepto F10), indica que el contenido de minerales en esas formulaciones es mayor, adaptándose a las necesidades nutrimentales de esa población (Cuadro 1).

Cuadro 17. Análisis proximales de todas las formulaciones, realizados de acuerdo a la metodología de la AOAC, resultados comparados con marcas comerciales nacional e internacional.

	Sarco penia (F5)	Sarcop enia (F7)	Def. Nutri ment ales (F6)	Def. Nutri menta les (F4)	Diabe tes (F3)	Diabe tes (F10)	Obesi dad (F5)	Obesi dad (F9)	Ensu re®	Plenlif e®
Kilo- calorías (kcal)	309.7	309.6	301.5	303.3	247.6	260.1	225.9	230.6	195	350
Proteína (%)	60.9	375	27	29	36.1	37.3	37.1	28.9	7.3	17
Grasa (%)	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.6	6.4	3.3
Carbo- hidrato (%)	15.4	39	47.7	45.9	24.9	26.6	18.7	27.4	28.1	70
Fibra (%)	10	11	13	12.6	23	23	23	23.3	3.8	6.3
Ceniza (%)	8.1	8.1	7.6	7.6	10.2	6.9	15.5	14.5	-	-
Hume- dad (%)	5.1	4.1	4.4	4.5	5.4	5.7	5.4	5.3	-	-

De acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994, los suplementos desarrollados son bajos en sodio con valores menores o iguales a 35 mg/50 g de producto. Además, son suplementos reducidos en calorías porque el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del Plenlife® y está en el rango recomendado para un suplemento alimenticio.

Las pruebas microbiológicas realizadas fueron las recomendadas para productos alimenticios en polvo, y como se puede ver en el Cuadro 17, todos los suplementos alimenticios están por debajo de los límites máximos. Por lo tanto, cumplen con la normatividad señalada.

Cuadro 18. Análisis microbiológicos realizados a las formulaciones de acuerdo a la NOM-218-SSA1-2011

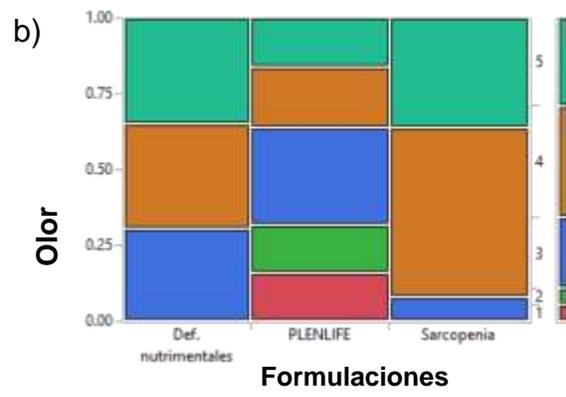
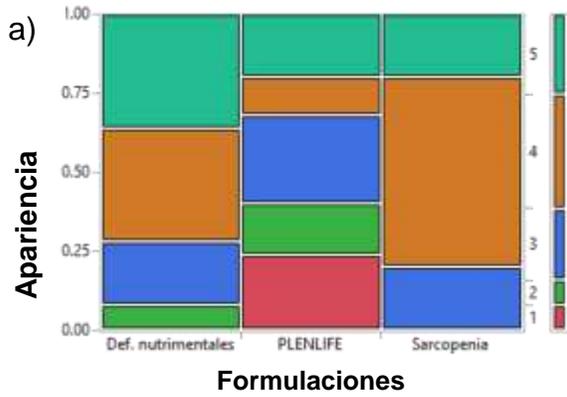
Microorganismo	Límite máximo	Sarcompenia (F5)	Sarcompenia (F7)	Def. Nutri mental (F6)	Def. Nutri mental (F4)	Diabetes (F3)	Diabetes (F10)	Obesidad (F5)	Obesidad (F9)
Coliformes totales NMP/mL o g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Escherichia coli</i> NMP/g	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. en 25 mL o g	Ausente**	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mesófilos aerobios UFC/g o mL	5000*	1,200	80	<10	170	100	10	20	10

*Para aquellos que contengan cacao o leche el límite máximo es de 7000 UFC/g.

**En aquellos productos que contengan cacao, huevo o leche (incluyendo sus derivados)

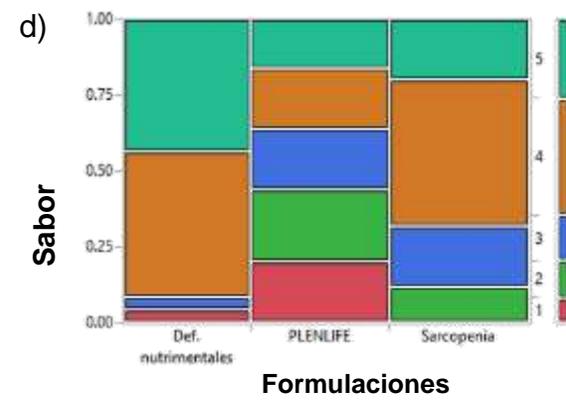
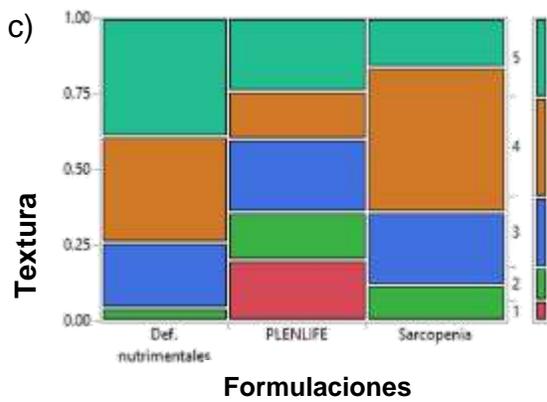
6.3 Características sensoriales de los suplementos alimenticios

Las siguientes figuras muestran los resultados de las evaluaciones sensoriales de las nuevas formulaciones comparado con Plenlife[®], de acuerdo a su contenido nutrimental, se escogieron 4 formulaciones finales (una por cada estado de salud), para que de esta manera, el análisis no resultara cansino para el evaluador. Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, siendo 5 “me gusta muchísimo”, 4 “me gusta”, 3 “no me gusta ni me disgusta”, 2 “me disgusta” y 1 “me disgusta muchísimo”. Se evaluó apariencia general del producto servido, su olor, su textura en el paladar y su sabor. Se puede observar que las nuevas formulaciones tienen calificaciones más altas que Plenlife[®] en todos los atributos, especialmente en textura y sabor que era el principal objetivo (Figuras 13c, 13d, 14c, y 14d). Sin embargo, en las formulaciones de sobrepeso/obesidad y diabetes (Figuras 14 b, c y d) los atributos de olor, sabor y textura no son estadísticamente diferentes; sin embargo, Plenlife[®] tiene un mayor porcentaje de calificación negativa.



Prueba de Pearson: <math><.0001^*</math>

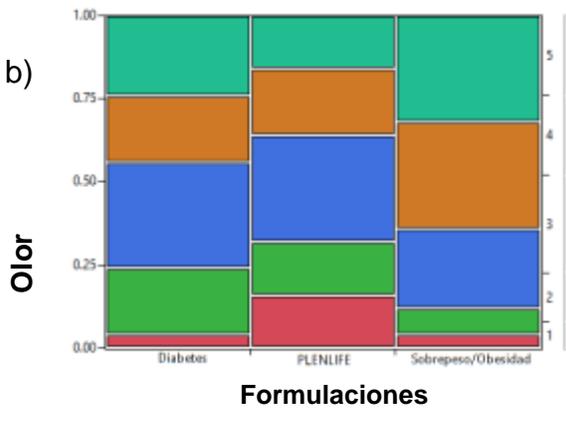
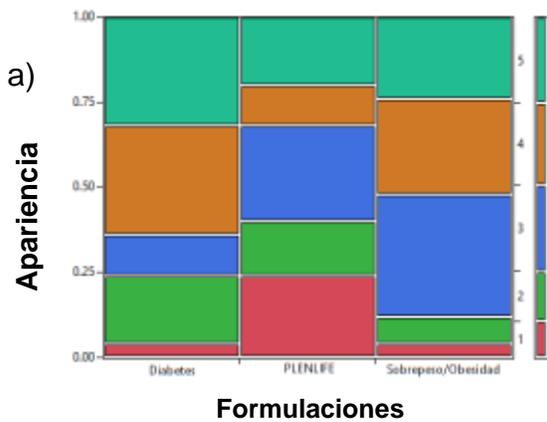
Prueba de Pearson: <math><.0001^*</math>



Prueba de Pearson: 0.0002*

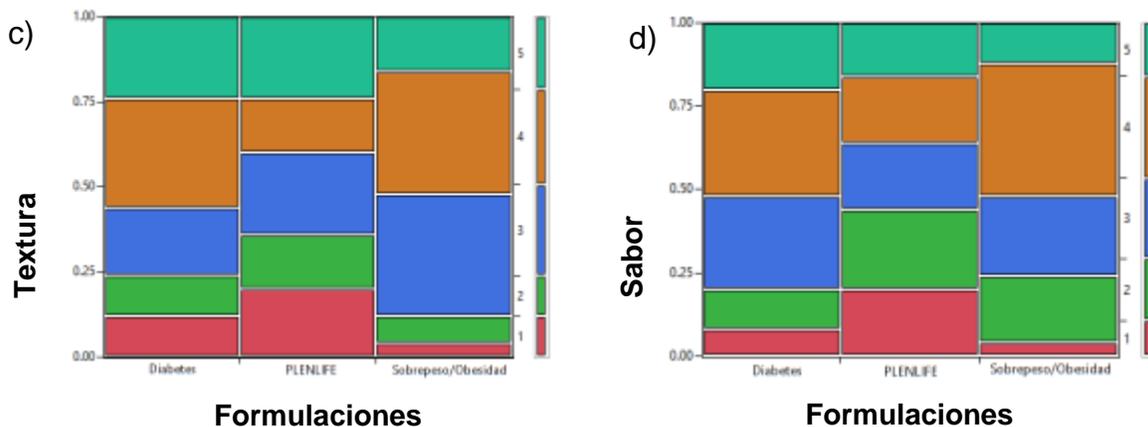
Prueba de Pearson: <math><.0001^*</math>

Figura 13. Pruebas sensoriales de las formulaciones para deficiencias nutrimentales y sarcopenia (todas comparadas con Plenlife®). Valores de Pearson marcados con (*) indican diferencia significativa entre formulaciones.



Prueba de Pearson: 0.0007

Prueba de Pearson: 0.0834



Prueba de Pearson: 0.0751

Prueba de Pearson: 0.0966

Figura 14. Pruebas sensoriales de las formulaciones para diabetes, sobrepeso y obesidad todas comparadas con Plenlife®. Valores de Pearson marcados con (*) indican diferencia significativa entre formulaciones.

Las calificaciones bajas en la evaluación de los atributos de sabor y olor en las formulaciones de sobrepeso/obesidad y diabetes pueden deberse a un mayor contenido de vitaminas y minerales, cuyo resabio fue percibido por los evaluadores. Dentro de los comentarios generales se expresó que dichos productos tenían un “olor a galleta”, “dulce olor a vainilla”, “sabor similar a un atole”. Este último comentario es una prueba de que pasados unos minutos de su preparación, el suplemento se vuelve un poco más viscoso. Según Cichero y colaboradores (2000), la sensación de viscosidad de un producto puede aumentar hasta un tercio en el paladar, lo que podría explicar también el gusto por la textura.

6.4 Estabilidad durante el almacenamiento de los suplementos alimenticios.

6.4.1 Evaluación del color

Se evaluó el comportamiento de los parámetros L, b* y C* de los suplementos, para determinar si existía un posible pardeamiento o pérdida de luminosidad de las formulaciones durante los 90 días de almacenamiento.

En la Figura 15 (a) se presentan los datos de color para los suplementos de adultos mayores con deficiencias nutrimentales y no se observa diferencia estadística en la luminosidad, comportamiento esperado por el tiempo de

almacenamiento; mientras, los valores b^* y C^* (Figuras 15b y 15c) tuvieron un aumento significativo desde el día 15, a 45°C, manteniendo dichos valores hasta el día 90. En comparación al día 0 se observó un incremento de b^* y C^* de un 32 y 26%, respectivamente. En la escala de CIE $L^*a^*b^*$, los valores positivos de b^* expresan las tonalidades amarillas; por tanto, su aumento junto con el valor de saturación (C^*) representan un ligero oscurecimiento en los suplementos, sobre todo a temperaturas de 45 °C (Figura 16).

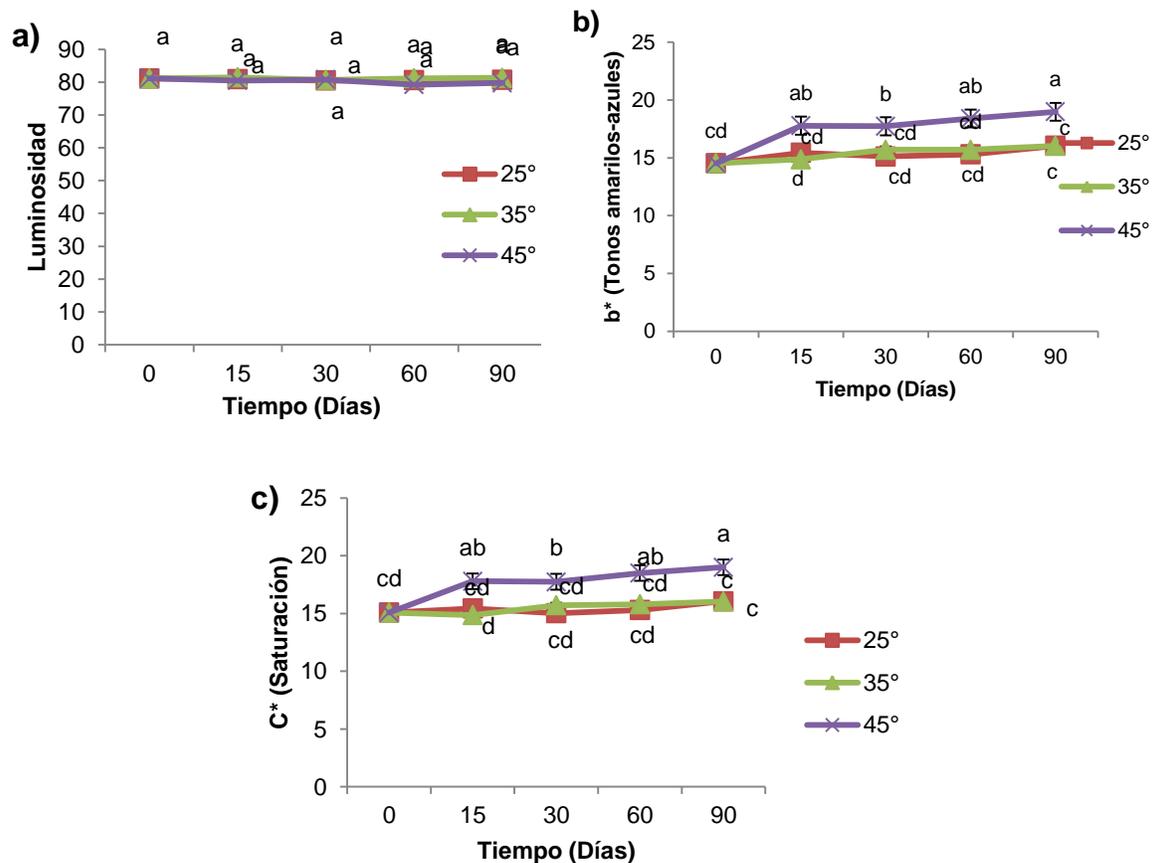


Figura 15. Cambios en la luminosidad (a), valor b^* (b) y saturación (C^*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales durante 90 días de almacenamiento. Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)



Figura 16. Suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales, almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas, de izquierda a derecha: Día cero, 25, 35 y 45 °C.

Para los suplementos alimenticios para adultos mayores con sarcopenia se muestra la misma tendencia en los valores, no se observaron cambios importantes en la luminosidad (Figura 17a y 18) mientras que, para los valores de b^* y C^* (Figuras 17b y 17c) se observó un aumento del 29% en ambos parámetros desde el día cero al 90 a 45 °C.

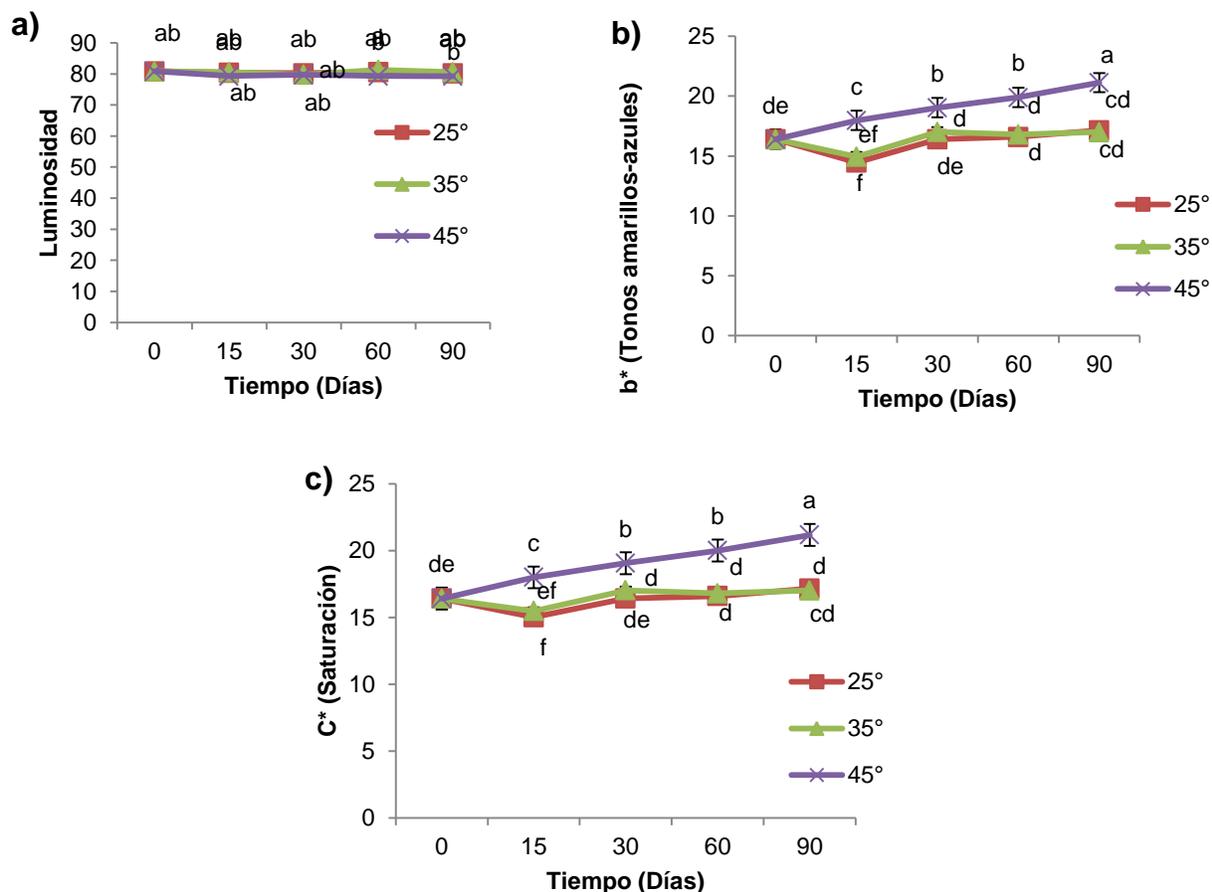


Figura 17. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con sarcopenia almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas. Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)



Figura 18. Suplemento alimenticio para adultos mayores con sarcopenia almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas. De izquierda a derecha: Día cero, 25, 35 y 45 °C.

En la Figura 19a, la luminosidad se mantuvo constante para la tres temperaturas (como se puede observar también en la Figura 20); sin embargo, en

el día 15, el valor de b^* (Figura 19 b) tuvo un aumento de un 36%; mientras que, la saturación (Figura 19 c) incrementó un 19% a 45 °C el mismo día.

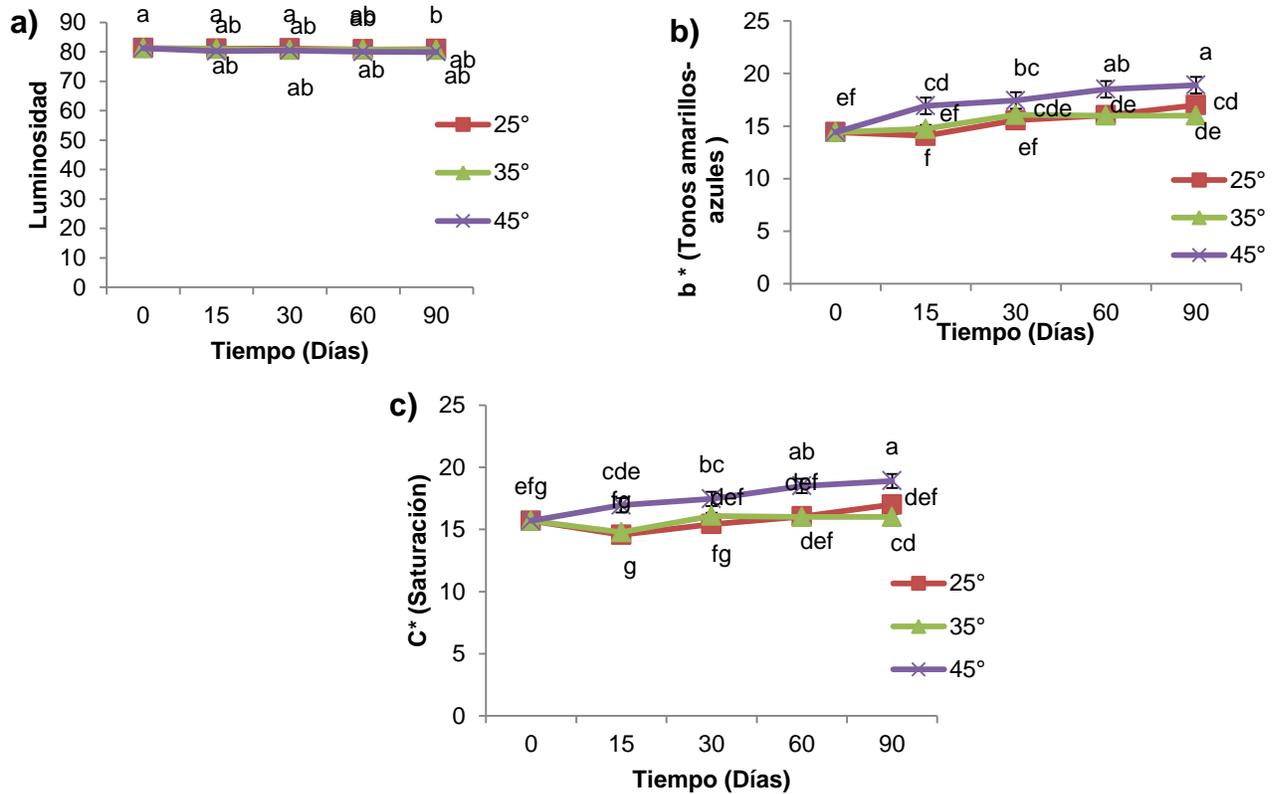


Figura 19. Cambios en la luminosidad (a), valor b^* (b) y saturación (C^*) del suplemento alimenticio para adultos mayores diabéticos almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas. Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)



Figura 20. Suplemento alimenticio para adultos mayores con diabetes almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas. De izquierda a derecha: Día cero, 25, 35 y 45 °C.

Finalmente, en la Figura 21a y 22 se observa la misma tendencia en luminosidad; mientras que, los valores b^* y C^* (Figuras 21b y 21c) mostraron un aumento significativo en comparación al día 0 a partir del día 15 a 45 °C y se mantuvieron constantes hasta el término del almacenamiento (22% en ambos parámetros). Nuevamente existe también diferencia a 25 °C, comparada también con el día 0.

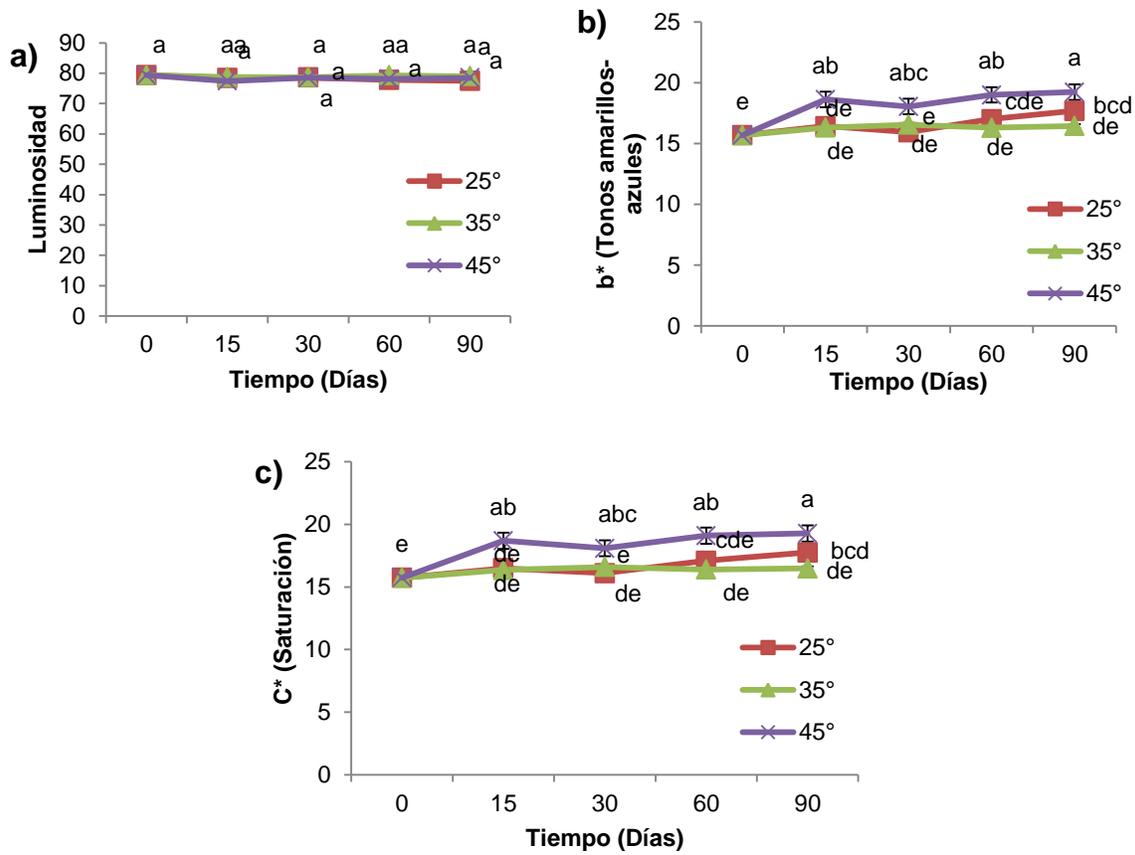


Figura 21. Cambios en la luminosidad (a), valor b* (b) y saturación (C*) del suplemento alimenticio para adultos mayores con sobrepeso y/u obesidad almacenado durante 90 días. Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)



Figura 22. Suplemento alimenticio para adultos mayores con sobrepeso y obesidad almacenado durante 90 días a diferentes temperaturas. De izquierda a derecha: Día cero, 25, 35 y 45 °C.

La intensificación del valor b* en todas las formulaciones coincide con lo reportado por Moufle y colaboradores (2018), quienes evaluaron los cambios de un producto lácteo con una base similar (almidón, leche, sacarosa, espesantes,

agentes gelificantes, sabores y colorantes) con una textura, sabor y color específicos, que se almacenó durante 4 meses en condiciones isotérmicas a -18, 4, 20 y 30 °C, se encontraron aumentos significativos del valor b* a 20 °C durante el almacenamiento. Dichos resultados fueron atribuidos a la reacción de Maillard, reacción frecuente que tiene lugar en los procesos tecnológicos involucrados con tratamientos térmicos, también se conoce como oscurecimiento no enzimático y puede ocurrir durante el almacenamiento y comienza con la condensación de un azúcar reductor con aminoácidos (Leiva *et al.*, 2017). En este caso, la reacción de Maillard no fue tan notoria a simple vista (a pesar de ser diferente significativamente) debido a la poca cantidad de lactosa (principal azúcar responsable de esta reacción) en el suplemento presente, por el tiempo relativamente corto de almacenamiento (90 días) o por la poca humedad en el ambiente durante el almacenamiento.

6.4.2. Cuantificación de grupos carbonilo para la determinación de oxidación de proteína *in vitro*

La medición de grupos carbonilo se utiliza para proporcionar un índice de oxidación de proteína global (Augustyniak *et al.*, 2015). Después de almacenar las muestras durante 90 días a diferentes temperaturas los grupos carbonilo no fueron detectados en los diferentes muestreos (día 0, 15, 30, 60 y 90); por lo tanto, no se presentó oxidación de proteínas.

6.4.3 Digestibilidad *in vitro* de las proteínas

En el Cuadro 20 se muestran los porcentajes de digestibilidad *in vitro* de las proteínas de los suplementos alimenticios desarrollados. Se observa un porcentaje mayor en la formulación para adultos mayores con sarcopenia (cuya proporción de proteína es mayor que en los otros tres suplementos) por lo que se puede atribuir una calidad nutricional mayor, ya que es sabido que una dieta con un nivel bajo de proteína provocan una menor actividad de las enzimas: tripsina, amilasa pancreática, quimiotripsina, enterocinasa y dipeptidasa II, lo que pudiera repercutir en una menor digestibilidad de la proteína (Mariscal-Landín & Rodríguez, 2017),

así como una disminución en la ingesta de aminoácidos y nitrógeno (He *et al.*, 2016).

Los valores de digestibilidad fueron similares a los reportados a otros suplementos comerciales con base de proteína de suero (Almeida *et al.*, 2015). Se puede observar que la digestibilidad disminuye en algunas formulaciones con la temperatura, como es el caso de las formulaciones para sarcopenia, sobrepeso y obesidad. Esto puede deberse a que el valor nutritivo del alimento se reduce por las reacciones de Maillard, ya que los aminoácidos (principalmente la lisina esencial) se destruyen y se forman enlaces cruzados entre las cadenas de proteínas, lo que lleva a una reducción general en la digestibilidad (Hedegaard & Skibsted, 2013).

Cuadro 19. Digestibilidad in vitro de las proteínas en los suplementos alimenticios almacenadas durante 90 días a diferentes temperaturas.

Formulación	Día 0 25 °C	25 °C	35 °C	45 °C
Suplemento para deficiencias nutrimentales	92% ± 0.9 ^a	90% ± 5.3 ^a	93% ± 5.5 ^a	82% ± 5.1 ^a
Suplemento para sarcopenia	96% ± 2.9 ^a	91% ± 3.6 ^a	78% ± 3.6 ^b	68% ± 3.7 ^c
Suplemento para diabéticos	92% ± 6.3 ^a	83% ± 3.6 ^a	85% ± 4.7 ^a	82% ± 4.7 ^a
Suplemento para sobrepeso y/u obesidad	89% ± 1.7 ^a	93% ± 1.7 ^a	90% ± 2.1 ^a	80% ± 1.7 ^b

Los resultados se expresan como la media ± error estándar (EE) (n=3). Letras distintas en cada fila indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

6.4.4. Cambios en el índice de solubilidad durante el almacenamiento

Para comprobar que las propiedades funcionales de los suplementos alimenticios no hayan sufrido cambios durante los 90 días, se midió el índice de solubilidad (Figura 23).

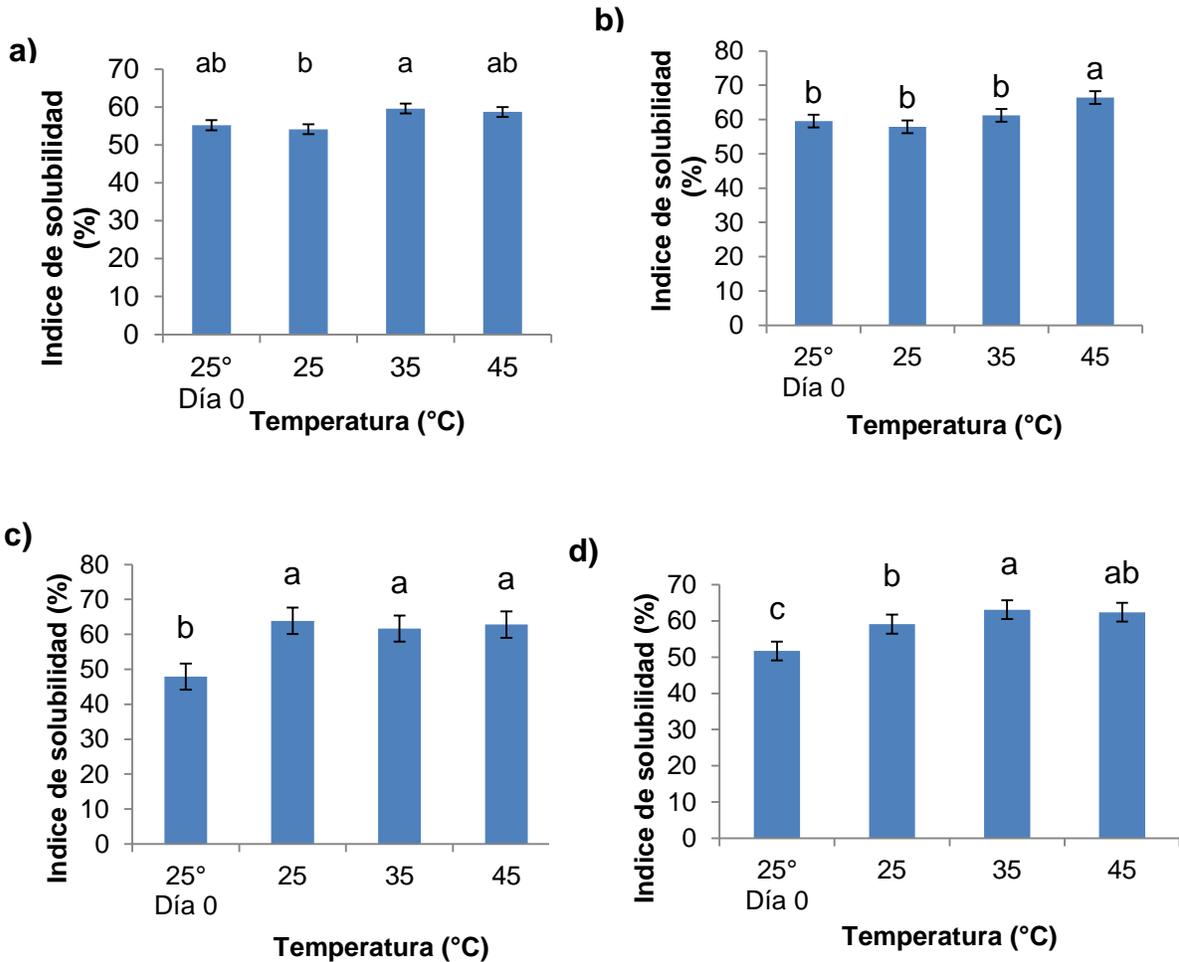


Figura 19. Cambios en el índice de solubilidad del suplemento alimenticio para adultos mayores con deficiencias nutrimentales (a), sarcopenia (b), diabetes (c) y sobrepeso y/u obesidad (d) en el día 90. Letras distintas indican diferencia estadística comparados mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

Para el caso de los suplementos alimenticios para deficiencias nutrimentales no se observaron cambios significativos comparado con el día cero. Mientras que para sarcopenia, el índice de solubilidad incrementó solamente en los suplementos almacenados a 45 °C (Figura 22b) y para diabetes (Figura 22c) y

sobrepeso/obesidad (Figura 22d) se observa un aumento en todas las temperaturas a los 90 días.

Estos resultados sugieren que las formulaciones que incrementaron la solubilidad durante almacenamiento fueron aquellas que tenían una mayor proporción de proteína con respecto al almidón, así como un mayor contenido de povidexrosa.

Este comportamiento ya ha sido reportado en proteínas de suero salado (subproducto obtenido a partir de una etapa de salazón en el procesamiento del queso), en 2018, Nishanthi y colaboradores, evaluaron las propiedades físicas durante el almacenamiento de proteínas de suero de diferentes fuentes, y reportaron un aumento en la solubilidad del suero salado en un periodo de 90 días, posiblemente ocasionado por la cantidad de lactosa y minerales en la superficie y la disminución de la grasa superficial del suero. Naturalmente, la superficie de los sueros salados se cubre principalmente con grasa haciendo que la superficie de la partícula sea más hidrófoba, promoviendo así la aglomeración de partículas y reduciendo la solubilidad; sin embargo, se puede esperar un efecto opuesto en presencia de una gran cantidad de minerales, lo que mejoraría las interacciones hidrofílicas con el agua y, por lo tanto, aumentaría la solubilidad. Como es sabido, el contenido de minerales en estos suplementos es alto de acuerdo al porcentaje de cenizas que se presentó, por lo cual, es probable que ese factor fuese determinante para el aumento de la solubilidad, además de que el porcentaje de grasa también es muy bajo (Cuadro 18).

VII. Conclusiones

El uso de ingredientes alternativos en conjunto (almidón modificado de maíz, fibra soluble y el concentrado de proteína de suero) permitió formular suplementos con mayor solubilidad y dispersabilidad que una marca comercial.

Aunado a lo anterior y a la combinación de intensificadores de sabor y nuevos edulcorantes sin resabio, se logró una aceptabilidad mayor por los adultos de la tercera edad comparado con una marca comercial.

En las pruebas de estabilidad, los suplementos almacenados de 25 a 45 °C no muestran oxidación de proteínas y solamente se observó una disminución de la digestibilidad proteica a 35 y 45°C, siendo la formulación de sarcopenia a 45 °C la que presentó la menor digestibilidad. La solubilidad de los suplementos no disminuye por efectos de almacenamiento e incluso para el caso de las formulaciones con mayor contenido de proteína y povidexrosa se mejoró estos valores.

Se elaboraron suplementos alimenticios para adultos mayores con deficiencias nutrimentales y diferentes condiciones de salud que presentan mejores propiedades funcionales y aceptabilidad sensoriales que marcas comerciales.

VIII. Referencias

- Agarwal, S., Reider, C., Brooks, J. R., & Fulgoni, V. L. (2008). Comparison of prevalence of inadequate nutrient intake based on body weight status of adults in the United States: An Analysis of NHANES 2001-2008. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(2), 126–34. <http://doi.org/10.1080/07315724.2014.901196>
- Aguilera, J. M., & Park, D. J. (2016). Texture-modified foods for the elderly: Status, technology and opportunities. *Trends in Food Science and Technology*, 57, 156–164. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.001>
- Almeida, C. C., Monteiro, M. L. G., Costa-Lima, B. R. C. da, Alvares, T. S., & Conte-Junior, C. A. (2015). *In vitro* digestibility of commercial whey protein supplements. *LWT - Food Science and Technology*, 61(1), 7–11. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.038>
- Alonso, R., Aguirre, A., & Marzo, F. (2000). Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, 68(2), 159–165. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00169-7](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00169-7)

- Anderson, R. A., Conway, H. F., & Peplinski, A. J. (1970). Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming. *Starch - Stärke*, 22(4), 130–135. <http://doi.org/10.1002/star.19700220408>
- Arroyo Acevedo, Pedro. Shamah Levy, Teresa. Cuevas Nasu, Lucía. Cervantes Turrubiates, Leticia Arcelia. Ríos Cázares, G. (2013). Estado de nutrición del adulto mayor en México. México. Retrieved from http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/foro/FS_ESTADO_NUTRICION.pdf
- Augustyniak, E., Adam, A., Wojdyla, K., Rogowska-Wrzesinska, A., Willetts, R., Korkmaz, A., Griffiths, H. R. (2015). Validation of protein carbonyl measurement: A multi-centre study. *Redox Biology*, 4, 149–157. <http://doi.org/10.1016/j.redox.2014.12.014>
- Baierle, M., Nascimento, S. N., Moro, A. M., Brucker, N., Freitas, F., Gauer, B., García, S. C. (2015). Relationship between inflammation and oxidative stress and cognitive decline in the institutionalized elderly. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Vol. 2015, 1–12. <http://doi.org/10.1155/2015/804198>
- Batal, A. B., Douglas, M. W., Engram, A. E., & Parsons, C. M. (2000). Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. *Poultry Science*, 79(11), 1592–1596. <http://doi.org/10.1093/ps/79.11.1592>
- Baugreet, S., Hamill, R. M., Kerry, J. P., & McCarthy, S. N. (2017). Mitigating nutrition and health deficiencies in older adults: A role for food innovation? *Journal of Food Science*, 82(4), 848–855. <http://doi.org/10.1111/1750-3841.13674>
- Boirie, Y., Morio, B., Caumon, E., & Cano, N. J. (2014). Nutrition and protein energy homeostasis in elderly. *Mechanisms of Ageing and Development*, 136–137, 76–84. <http://doi.org/10.1016/j.mad.2014.01.008>
- Bolzetta, F., Veronese, N., De Rui, M., Berton, L., Toffanello, E. D., Carraro, S., Sergi, G. (2015). Are the recommended dietary allowances for vitamins

- appropriate for elderly people? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(11), 1789–1797. <http://doi.org/10.1016/j.jand.2015.04.013>
- Bremer Boaventura, B. C., & Di Pietro, P. F. (2014). *Oxidative stress and antioxidants in elderly women*. *Aging: oxidative stress and dietary antioxidants* (pp. 73–79). Elsevier Ed. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-405933-7.00007-X>
- Brito Noronha, M., Almeida Cunha, N., Agra Araújo, D., Flamínio Abrunhosa, S., Nunes Rocha, A., & Freitas Amaral, T. (2015). Undernutrition, serum vitamin b12, folic acid and depressive symptoms in older adults. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 354–61. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8880>
- Brownie, S. (2006). Why are elderly individuals at risk of nutritional deficiency? *International Journal of Nursing Practice*, 12(2), 110–118. <http://doi.org/10.1111/j.1440-172X.2006.00557.x>
- Casas-Augustench, P., & Salas-Salvadó, J. (2009). Viscosity and flow-rate of three high-energy, high-fibre enteral nutrition formulas. *Nutrición Hospitalaria*, 24(4), 492–497.
- Chentli, F., Azzoug, S., & Mahgoun, S. (2015). Diabetes mellitus in elderly. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 19(6), 744–52. <http://doi.org/10.4103/2230-8210.167553>
- Cicek, Betul; Arslan, Perihan; Kelestimur, F. (2001). *The effects of oligofructose and polydextrose on metabolic control parameters in Type-2 diabetes*. Professional Medical Publications. Retrieved from <http://www.pjms.com.pk/issues/julsep09/article/article9.html>
- Cichero, J. A. Y., Jackson, O., Halley, P. J., & Murdoch, B. E. (2000). How thick is thick? Multicenter study of the rheological and material property characteristics of mealtime fluids and videofluoroscopy fluids. *Dysphagia*, 15(4), 188–200. <http://doi.org/10.1007/s004550000027>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2015). *La situación demográfica 2 0 1*

5 México de La situación demográfica de México 2015. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/153182/La_Situacion_Demografica_de_Mexico.pdf

Copyright © 2016 PLENLIFE. (2016). Plenlife®. Productos. Retrieved August 23, 2017, from <http://www.plenlife.com/productos/>

Cuevas, M. S., Patricio, S., Reséndiz, J., Morgado, J. S., & Resumen, V. (n.d.). La homocisteína: un aminoácido neurotóxico*. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb091b.pdf>

da Cruz, A. C., Petronilho, F., Heluany, C. C. V., Vuolo, F., Miguel, S. P., Quevedo, J., Dal-Pizzol, F. (2014). Oxidative stress and aging: correlation with clinical parameters. *Aging Clinical and Experimental Research*, 26(1), 7–12. <http://doi.org/10.1007/s40520-013-0176-9>

Deierlein, A. L., Morland, K. B., Scanlin, K., Wong, S., & Spark, A. (2014). Diet quality of urban older adults age 60 to 99 years: The cardiovascular health of seniors and built environment study. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 279–187. <http://doi.org/10.1016/j.jand.2013.09.002>

Dhillon, V. S., Zabaras, D., Almond, T., Cavuoto, P., James-Martin, G., & Fenech, M. (2017). Whey protein isolate improves vitamin B 12 and folate status in elderly Australians with subclinical deficiency of vitamin B₁₂. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(5), 1600915. <http://doi.org/10.1002/mnfr.201600915>

do Carmo, M. M. R., Walker, J. C. L., Novello, D., Caselato, V. M., Sgarbieri, V. C., Ouwehand, A. C., dos Santos, E. F. (2016). Polydextrose: Physiological function, and effects on health. *Nutrients*, 8(9), 1–13. <http://doi.org/10.3390/nu8090553>

Donini, L. M., Savina, C., & Cannella, C. (2003). Eating habits and appetite control in the elderly: The anorexia of aging. *International Psychogeriatrics*, 15(1), 73–87. <http://doi.org/10.1017/S1041610203008779>

- Dudrick, S. J. (2011). Nutrition management of geriatric surgical patients. *Surgical Clinics of North America*, 91(4), 877–896. <http://doi.org/10.1016/j.suc.2011.05.003>
- Dunne, A. (2008). Malnutrition and the older adult: care planning and management. *British Journal of Nursing*, 17(20), 1269–1273 5p. <https://doi.org/10.12968/bjon.2008.17.20.31639>
- Elahi, D., & Muller, D. (2000). Carbohydrate metabolism in the elderly. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(3), 112–120. Retrieved from <https://www.nature.com/ejcn/journal/v54/n3s/pdf/1601032a.pdf>
- Elomaa, M., Asplund, T., Soininen, P., Laatikainen, R., Peltonen, S., Hyvärinen, S., & Urtti, A. (2004). Determination of the degree of substitution of acetylated starch by hydrolysis, ¹H NMR and TGA/IR. *Carbohydrate Polymers*, 57(3), 261–267. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.05.003>
- Ensanut. (2012). Encuesta nacional de salud y nutrición 2012. *Instituto Nacional de Salud Pública*. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fabian, E., Bogner, M., Kicking, a, Wagner, K. H., & Elmadfa, I. (2012). Vitamin status in elderly people in relation to the use of nutritional supplements. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 16(3), 206–12. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22456774>
- Fenaille, F., Parisod, V., Visani, P., Populaire, S., Tabet, J. C., & Guy, P. A. (2006). Modifications of milk constituents during processing: A preliminary benchmarking study. *International Dairy Journal*, 16(7), 728–739. <http://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.003>
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249–256.

<http://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>

Flores, L., & Meraz, M. A. T. (2016). *Salud y alimentación en el adulto mayor* (No. 12). *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, Vol. 12. Morelos: Inventio. Retrieved from <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/101/427>

Food and Agricultural Organization. (2005). Guidelines for vitamin and mineral food supplements. *Population (English Edition)*, 3–5.

Fusco, D., Colloca, G., Lo Monaco, M. R., & Cesari, M. (2007). Effects of antioxidant supplementation on the aging process. *Clinical Interventions in Aging*, 2(3), 377–87. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18044188>

García, T., & Silva, A. V. (2012). Malnutrición en el anciano. Parte I: desnutrición, el viejo enemigo. *Med Int Mex*, 28(1), 57-64.

Gupta, C., & Prakash, D. (2015). Nutraceuticals for geriatrics. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(1), 5–14. <http://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.10.004>

Guyonnet, S., Secher, M., & Vellas, B. (2015). Nutrition, frailty, cognitive frailty and prevention of disabilities with aging. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 82, 143–152. <http://doi.org/10.1159/000382011>

He, L., Wu, L., Xu, Z., Li, T., Yao, K., Cui, Z., Wu, G. (2016). Low-protein diets affect ileal amino acid digestibility and gene expression of digestive enzymes in growing and finishing pigs. *Amino Acids*, 48(1), 21–30. <http://doi.org/10.1007/s00726-015-2059-1>

Hedegaard, R. V., & Skibsted, L. H. (2013). *Shelf-life of food powders. Handbook of Food Powders: Processes and Properties*. Woodhead Publishing Limited Ed.. <http://doi.org/10.1533/9780857098672.2.409>

Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein - Which is best? *Journal of Sports*

- Science & Medicine*, 3(3), 118–30. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24482589>
- INGREDION®. (n.d.). Technical specification. Retrieved from [http://www.ingredion.us/content/dam/ingredion/technical-documents/na/PRECISA Sperse 100 32566123 Technical Specification.pdf](http://www.ingredion.us/content/dam/ingredion/technical-documents/na/PRECISA%20Sperse%20100%2032566123%20Technical%20Specification.pdf)
- Ji, J., Fitzpatrick, J., Cronin, K., Crean, A., & Miao, S. (2016). Assessment of measurement characteristics for rehydration of milk protein based powders. *Food Hydrocolloids*, 54, 151–161. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.027>
- Jie, Z., Bang-Yao, L., Ming-Jie, X., Hai-Wei, L., Zu-Kang, Z., Ting-Song, W., & Craig, S. A. (2000). Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(6), 1503–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11101478>
- Leiva, G. E., Naranjo, G. B., & Malec, L. S. (2017). A study of different indicators of Maillard reaction with whey proteins and different carbohydrates under adverse storage conditions. *Food Chemistry*, 215, 410–416. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.003>
- Loenneke, J. P., Loprinzi, P. D., Murphy, C. H., & Phillips, S. M. (2016). Per meal dose and frequency of protein consumption is associated with lean mass and muscle performance. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1506–1511. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.04.002>
- Lou, M.-F., Dai, Y.-T., Huang, G.-S., & Yu, P.-J. (2007). Nutritional status and health outcomes for older people with dementia living in institutions. *Journal of Advanced Nursing*, 60(5), 470–477. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04442.x>
- Lucelia Moreira, P., Fortes, P. J., Boas, V., & Ferreira, A. (2014). Association between oxidative stress and nutritional status in the elderly. *Assoc Med Bras*,

(1), 75–83. <http://doi.org/10.1590/1806-9282.60.01.016>

M. Cuervo, M. Corbalán, E. Baladía, L. Cabrerizo, X. Formiguera, C. Iglesias, H. Lorenzo, I. Polanco, J. Quiles, M. D. Romero de Ávila, G. Russolillo, A. V. (2009). *Nutrición hospitalaria: órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*. *Nutrición Hospitalaria*, 24(4), 384-414. Jarpyo Editores. Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000400003

Mariscal-Landín, G., & Rodríguez, E. R. (2017). Determination of the digestibility of the protein, amino acids and energy of full fat canola in growing pigs . *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 8(3), 297–304. <http://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4505>

Masina, N., Choonara, Y. E., Kumar, P., du Toit, L. C., Govender, M., Indermun, S., & Pillay, V. (2017). A review of the chemical modification techniques of starch. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1226–1236. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.094>

Montgomery, S. C., Streit, S. M., Beebe, M. L., & Maxwell, P. J. (2014). Micronutrient needs of the elderly. *Nutrition in Clinical Practice*, 29(4), 435–444. <http://doi.org/10.1177/0884533614537684>

Moufle, A. L., Jamet, J., & Karoui, R. (2018). Impact of temperature cycling and isothermal storage on the quality of acidic and neutral shelf-stable dairy desserts packaged in flexible pouches. *Food and Bioprocess Technology*, 11(2), 380–398. <http://doi.org/10.1007/s11947-017-2018-9>

Munro, H. N. (1981). *Protein requirements for the elderly. Expert consultation on energy and protein requirements*. Cambridge. Retrieved from <http://www.fao.org/3/contents/4def2730-f811-5049-92fb-22a7e09d2fe7/M3011E00.HTM>

National Academies. (2004). Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended

intakes for individuals , vitamins Food and Nutrition Board , Institute of Medicine , National Academies Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals , Elements Food and Nutrition. *Fluoride*, 62(10), 1–7. <http://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2004.tb00011.x>

Nieto López, M.G.; Cruz Suárez, L. E.; Ricque Marie, D. Expquerra Brauer, M. (2005). Técnica de digestibilidad *in vitro* en ingredientes y alimentos para camarón. *Ciencia UANL*, VIII, 65–73.

Nishanthi, M., Chandrapala, J., & Vasiljevic, T. (2018). Impact of storage conditions on solubility, heat stability and emulsifying properties of selected spray dried whey protein concentrates. *LWT - Food Science and Technology*, 92, 16–21. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.068>

Nutrition, C. for F. S. and A. (n.d.). FDA Basics - What is a dietary supplement? Retrieved from <https://www.fda.gov/AboutFDA/Transparency/Basics/ucm195635.htm>

OMS. (2016). WHO | Mental health and older adults. *WHO*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/en/>

OMS | Datos interesantes acerca del envejecimiento. (2015). *WHO*. Retrieved from <http://www.who.int/ageing/about/facts/es/>

Paddon-jones, D., Campbell, W. W., Jacques, P. F., Kritchevsky, S. B., Moore, L. L., & Rodriguez, N. R. (2015). Protein and healthy aging 1 – 5. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101(Suppl), 1339S–1345S. <http://doi.org/10.3945/ajcn.114.084061.1>

Pallàs, M. C. (2002). Importancia de la Nutrición en la Persona de Edad Avanzada. *Novartis Consumer Health S.A.*, 35. Retrieved from http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/importancia_de_la_nutricion_en_la_tercera_edad.pdf

Park, S., Johnson, M. A., & Fischer, J. G. (2008). Vitamin and mineral

- supplements: barriers and challenges for older adults. *Journal of Nutrition For the Elderly*, 27(3–4), 297–317. <http://doi.org/10.1080/01639360802265855>
- Paulos, G., Mrestani, Y., Heyroth, F., Gebre-Mariam, T., & Neubert, R. H. H. (2016). Fabrication of acetylated dioscorea starch nanoparticles: Optimization of formulation and process variables. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 31, 83–92. <http://doi.org/10.1016/j.jddst.2015.11.009>
- Pinto, Y. C. (n.d.). Legislación de los Complementos Alimenticios En, 34(91).
- Preedy, V. R. (2014). *Aging: oxidative stress and dietary antioxidants*, London, UK, King's College London.
- Raninen, K., Lappi, J., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2011a). Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. *Nutrition Reviews*, 69(1), 9–21. <http://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00358.x>
- Recomendaciones, E. Y., & Cenetec, P. P. (n.d.). Guía de práctica clínica gpc evaluación y seguimiento nutricional del adulto mayor en el primer nivel de atención. Retrieved from www.cenetec.salud.gob.mx
- Rodríguez, M., Santamaría, A., & Rivero, M. (2001). Alimentos funcionales, complementos alimenticios y productos dietéticos para la edad avanzada. *Ámbito Farmacéutico*, 20(8), 102–110.
- Secretaría de Salud (2014). Evaluación y seguimiento nutricional del adulto mayor en el primer nivel de atención, 70. Retrieved from <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>
- Secretaría de Salud. (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba. Retrieved May 26, 2017, from

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5233379&fecha=10/02/2012

SERNAC. (2004). *Nutrición y cuidados del adulto mayor. Recomendaciones para una alimentación saludable*, 1–25, Chile, Departamento de estudios.

Serrano, M., Cervera, P., López, C., Ribera, J., & Gallego, A. (2010). Envejecimiento: cambios y consecuencias. *Nutrición. Guía de alimentación para personas mayores*. Retrieved from <http://www.institutodanone.es/cas/GuiaAlimentacion.pdf#page=20>

Sinclair, A., Dunning, T., & Rodriguez-Mañas, L. (2015). Diabetes in older people: new insights and remaining challenges. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 3(4), 275–285. [http://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70176-7](http://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70176-7)

Smith, I. H., Lawson, C. J., Harding, S. E., Gahler, R. J., Lyon, M. R., & Wood, S. (2014). Viscosity development during aqueous dispersion and dissolution: A comparison of PGX® with other dietary supplements and individual polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 38, 152–162. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.12.004>

Steele, C. M., Van Lieshout, P. H. H. M., & Goff, H. D. (2003). The rheology of liquids: A comparison of clinicians' subjective impressions and objective measurement. *Dysphagia*, 18(3), 182–195. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0104-1>

Trejo, P. A. P., & Mendoza, S. V. (2009). Fibra. *Dieta y Salud . Órgano Informativo Del Instituto de Nutrición y Salud Kellogg's Sobre La Relación Entre La Nutrición y La Salud*, 36. Retrieved from <https://www.insk.com/media/pdf-revista/Fibra.pdf>

Wagoner, T. B., & Foegeding, E. A. (2017). Whey protein–pectin soluble complexes for beverage applications. *Food Hydrocolloids*, 63, 130–138. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.027>

Wright, E., Scism-Bacon, J. L., Glass, L. C., & Glass, L. (2006). Oxidative stress in

type 2 diabetes: the role of fasting and postprandial glycaemia. *International Journal of Clinical Practice*, 60(3), 308–14. <http://doi.org/10.1111/j.1368-5031.2006.00825.x>

Yang, J., Wang, H. P., Zhou L., Xu, C. F., (2012). Effect of dietary fiber on constipation: A meta analysis. *World Journal of Gastroenterology*, 18(48), 7378-7383. <http://doi.org/10.3748/wjg.v18.i48.7378>

Zhu, F. (2014). Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch. *Food Research International*, 64, 200–211. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.026>

Zorrilla García, A. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21(3), 178-185. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002002000300006