

**Título del Proyecto  
de Investigación a que corresponde el Reporte Técnico:**

Funcionalidad de alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum*  
Sw. para el adulto mayor con pre- y sarcopenia

**Tipo de financiamiento**

Con financiamiento interno PIVA 335-18-13 Informe Final

Autores del reporte técnico:

**CA: Química y Alimentos (ICB)**

Dra. Nina del Rocío Martínez Ruiz (SNI-I) Responsable Técnico

Dr. Joaquín Rodrigo García (SNI-I)

Dra. Laura de la Rosa Carrillo (SNI-II)

Dr. Emilio Álvarez Parrilla (SNI-III)

**CA: Salud Comunitaria (ICB)**

Dra. Alejandra Tadeo Rodríguez

Dr. René Urquidez Romero (SNI-I)

**CA: Salud Pública (ICB)**

Dr. Luis Ignacio Ángel Chávez (SNI-I)

**CA: Psicología Clínica y de la Salud (ICSA)**

Dra. María Elena Vidaña Gaytán

Dra. María Nieves González Valles

**CA: Banco de germoplasma. Unidad de Recursos Naturales (CICY)**

(CICY-Centro de Investigación Científica de Yucatán)

Dr. Alfonso Larqué Saavedra (SNI-Emérito)

**Academia de Bioquímica (ICB)**

M. en C. Julio César del Hierro Ochoa

# Funcionalidad de alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw. para el adulto mayor con pre- y sarcopenia

## Resumen

Los adultos mayores (AM) constituyen un sector vulnerable que crece rápidamente. Los cambios fisiológicos que ocurren en el envejecimiento y las comorbilidades ocasionan un deterioro en su calidad de vida. Factores como la dieta pueden modular algunos de estos cambios y comorbilidades. El objetivo de estudio fue evaluar la funcionalidad de alimentos adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) en el AM con pre- y sarcopenia. Se evaluaron cien AM en condición de asilo, obteniendo 58 candidatos, de los cuales 23 aceptaron y terminaron todo el estudio. Se realizó una etapa control de seguimiento (30 días) y posteriormente una intervención (30 días) en la cual se adicionaron a la dieta habitual de los participantes, un pan (muffin) y un atole, diseñados para el AM y adicionados de harina de semilla de Ramón. En ambas etapas se realizaron evaluaciones antropométricas, de composición corporal, estado nutricional (MNA), ingesta dietaria (pesado de alimentos), estado sarcopénico, estado cognitivo (Pfeiffer), indicadores biométricos (QS, BH, EGO) y cuantificación de fenoles totales (Folín) y capacidad antioxidante (FRAP) en alimentos y plasma de los AM. Los resultados mostraron que el consumo de los alimentos diseñados benefició el estado nutricional y preservó las reservas energéticas y musculares de los AM, incrementando el consumo de proteína, fibra dietética, hierro, zinc ( $p < 0.01$ ), ácido fólico ( $p = 0.03$ ) y reduciendo el consumo de colesterol ( $p < 0.01$ ) y sodio ( $p = 0.03$ ). Además, se impactó favorablemente el estado de salud de los adultos mayores al reducir las lipoproteínas C-LDL ( $p = 0.02$ ) e incrementar la concentración plasmática de urea y el balance ureico de nitrógeno ( $p < 0.01$ ) debido al aumento en el consumo de proteína (1.5 g/kg de peso corporal/día). Se incrementó el contenido de compuestos fenólicos ( $p = 0.03$ ), particularmente en mujeres (10.7%), y se identificaron metabolitos de interés y aminoácidos esenciales en el plasma de los participantes. Con estos resultados se prueba la funcionalidad de los alimentos especialmente diseñados para el adulto mayor, ya que además de beneficiar su estado nutricional tienen un efecto protector cardiovascular y por daño oxidativo que beneficia la salud de este sector de la sociedad.

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, adulto mayor, sarcopenia, *Brosimum alicastrum*, Ramón, nutrición.

## Abstract

The elderly people (EP) constitute a vulnerable sector that is growing rapidly. The physiological changes that occur in aging and comorbidities cause a deterioration in their quality of life. Factors such as diet can modulate some of these changes and comorbidities. The aim of study was to evaluate the functionality of foods added with *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) seed flour in EP with pre- and sarcopenia. One hundred EP, living in nursing homes, were evaluated and 58 candidates were obtained. Finally, 23 EP accepted, and they completed all stages of study. A control stage was carried out for 30 days. After, an intervention stage was carried out for 30 days too. In the intervention stage, a bread (muffin) and beverage (“atole”) were added to their usual diet. These foods (designed for the EP) were added with Ramón's seed flour. Anthropometric measurements, body composition, nutritional status (MNA), dietary intake (food weighed), sarcopenic status, cognitive status (Pfeiffer-test) and biometric screenings (blood and urine analyses) were performed in both stages. Total phenols (Folin assay) and antioxidant activity (FRAP assay) were evaluated in foods and plasma from EP. The results showed that the consumption of these foods benefited the nutritional status and preserved the energy and muscle reserves of the EP. The EP increased the consumption of protein, dietary fiber, iron, zinc ( $p < 0.01$ ), folic acid ( $p = 0.03$ ), and they reduced the intake of cholesterol ( $p < 0.01$ ) and sodium ( $p = 0.03$ ). Also, the health status of the EP was favorably impacted by reducing LDL-C lipoproteins ( $p = 0.02$ ) and increasing the plasmatic concentration of urea and BUN ( $p < 0.01$ ) due to the increase in protein consumption (1.5 g / kg of body weight/day). Phenolic compounds were increased ( $p = 0.03$ ), particularly in women (10.7 %) and metabolites of interest and essential amino acids were identified in plasma of the participants. With these results, the functionality of foods specially designed for the EP is tested, since in addition to benefiting their nutritional status, they provide a cardiovascular and oxidative stress protective effect that benefits the health of this sector of society.

**Key words:** Functional foods, elderly people, older adults, sarcopenic status, *Brosimum alicastrum*, Ramón, nutrition.

## **Usuarios vinculados**

Asilo San Antonio A.C.

Asilo Desamparados A.C.

Asilo Santa María A.C.

## **Reconocimientos**

Los autores agradecen especialmente a todos los adultos mayores participantes y sus familias, así como a los responsables de los tres asilos por todas las facilidades proporcionadas para llevar a cabo el estudio. Asimismo, un agradecimiento a las autoridades y personal de la Dirección General de Investigación de la UACJ por la administración de recursos y suministro de materiales y reactivos necesarios la ejecución del proyecto. Un agradecimiento especial al M. en C. Julio César del Hierro Ochoa y personal del Laboratorio de Servicios Médicos de la UACJ por su asesoría y capacitación para llevar a cabo los análisis clínicos de los adultos mayores. Un agradecimiento a Patricia Hart Vázquez, estudiante de la Maestría en Salud Pública y a Jovanny Lara Obregón, estudiante de la licenciatura en Gerontología, de la UACJ, por su apoyo durante la intervención. Finalmente, nuestro agradecimiento a estudiantes de servicio social que participaron durante el desarrollo de este proyecto.

# 1. INTRODUCCIÓN

La población de adultos mayores se incrementa de forma acelerada y las proyecciones indican que para 2050 este grupo constituirá el 30% de la población mundial, por lo que es urgente promover medidas de prevención de desnutrición que atiendan a este segmento de la población. Los cambios fisiológicos se producen de manera inexorable conforme avanza la edad y con ello un deterioro marcado a partir de los 70 años. Estos cambios que acompañan el envejecimiento se presentan con frecuencia con comorbilidades que modulan y complican cualquier tipo de intervención. El proceso de envejecimiento produce una serie de cambios, algunos reversibles, especialmente en lo relativo a la composición corporal, actividad física e ingesta dietética. Los estudios epidemiológicos muestran a la pérdida ponderal y a la disminución de la ingesta calórica como prioritarios en esta etapa de la vida. El envejecimiento ocasiona una resistencia anabólica que limita el empleo de las proteínas en la síntesis muscular. Por ello se recomiendan requerimientos proteicos por encima de las recomendaciones clásicas de 0.8 g/kg/día y que llegan a alcanzar de 1.2 a 1.5 g/kg/día (Triana & Martín, 2013). La sarcopenia es ahora ampliamente reconocida como la pérdida de músculo esquelético y función física que ocurre en el envejecimiento, y está asociada con disfuncionalidad física, pobre calidad de vida e incrementa la mortalidad en el adulto mayor. Factores modificables como la dieta pueden influir en el desarrollo de la sarcopenia, donde principalmente el consumo de proteína ha sido reconocido como uno de los principales estímulos para revertir o frenar este estado (Bloom, Shand, Cooper, Robinson, & Baird, 2018). La evidencia sugiere que la suplementación de proteína podría impactar en una pérdida más lenta de la masa muscular en adultos mayores con bajo consumo habitual (Robinson et al., 2018). El desarrollo de alimentos especialmente diseñados para el adulto mayor, considerando los cambios que acompañan al envejecimiento, son una alternativa para el cuidado y beneficio de este sector de la población. La incorporación de alimentos funcionales en combinación con hábitos saludables y estilo de vida puede ayudar a promover una buena salud digestiva, inmunológica, locomotora, cardiovascular, entre otras, en el adulto mayor (Motohashi, Gallagher, Anuradha, & Gollapud, 2017). Bajo estas características y considerando los cambios del envejecimiento, previamente se diseñaron dos alimentos para el adulto mayor, un pan (muffin) (Martínez-Ruiz et al., 2018) y una bebida (atole), los cuales se adicionaron con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón). *Brosimum alicastrum* Sw. es un árbol endémico del trópico mexicano, cuya semilla, subutilizada, tiene un alto valor nutrimental. Los alimentos se diseñaron considerando particularmente un alto aporte de proteína, fibra dietética y micronutrientes; son libres de gluten, lactosa y con un reducido aporte de cafeína y azúcares. Estos alimentos se adicionaron a la dieta habitual del adulto con la intención de beneficiar su estado nutricional y composición corporal en un estado de pre- y sarcopenia. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar la funcionalidad de alimentos adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. en adulto mayor con pre- y sarcopenia.

## 2. PLANTEAMIENTO

### Antecedentes y Marco Teórico

Debido al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países. El envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y el desarrollo socioeconómico, pero también constituye un reto para la sociedad, que debe adaptarse a ello para mejorar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y su seguridad (OMS, 2018). Las personas mayores son uno de los grupos más afectados en la actualidad y las necesidades específicas de este grupo poblacional continúan sin atención. Algunos de los factores que requieren atención específica para el adulto mayor es la salud física, la nutrición, la capacidad funcional y discapacidades, la situación económica, entre otras. La consideración de estos factores puede ayudar a reconocer, prevenir y tratar condiciones propias de este sector importante de la población (OPS, 2018). La sarcopenia es la pérdida involuntaria de masa muscular esquelética que se produce con la edad avanzada. La masa muscular declina aproximadamente un 3-8% por década a partir de los 30 años, y esta tasa se acelera pasados los 60 años. La prevalencia de sarcopenia se ha incrementado del 13 al 24% entre los 65 y los 70 años, y a más del 50% en personas mayores de 80 años. La prevalencia es mayor en varones mayores de 75 años que en mujeres (el 58 y 45%, respectivamente) (Burgos, 2006). En septiembre de 2016, la sarcopenia fue clasificada como enfermedad bajo el código M62.84, de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10), motivo por el cual su estudio adquiere una alta relevancia, especialmente entre la población mexicana. La sarcopenia desempeña un papel clave en el desarrollo del síndrome clínico de fragilidad, que es predictivo para la aparición de eventos adversos en el adulto mayor y se asocia a mayor morbimortalidad. La sarcopenia predispone a las caídas, deterioro funcional, discapacidad, uso de recursos hospitalarios y sociales y finalmente una baja calidad de vida y muerte (Albanese, Cavaliere, Liotta, Morelli, & Ortin, 2016). A la fecha no se cuenta con reportes relativos al comportamiento de la sarcopenia con base en la población mexicana que permita estimar un perfil epidemiológico de la presencia de presarcopenia y sarcopenia, así como las variables asociadas a su presencia entre la población (Espinel-Bermúdez *et al.*, 2018). A partir de los 70 años la pérdida de masa muscular es mayor al 15%, por tanto, disminuye la tasa metabólica en reposo, el apetito y la ingesta de alimentos, provocando deficiencias energético-proteicas. Entre los factores que pueden influir en el proceso de envejecimiento y en la aparición de diversas enfermedades, uno de los más importantes es la dieta. Los hábitos alimentarios de los adultos mayores son más heterogéneos que los del resto de la población. La cantidad y el tipo de alimentos que consumen son determinados por factores fisiológicos, psicosociales y económicos, repercutiendo en el estado nutricional. La desnutrición es difícil revertirla en personas de edad avanzada y se asocia con una elevada tasa de morbilidad, prolongadas estancias hospitalarias y mayor mortalidad (Peña-Ordóñez, Bustamante-Montes, Ramírez-Duran, Halley-Castillo, & García-Cáceres, 2015). La falta de apetito y la consiguiente disminución en la ingesta de

alimentos, conlleva no sólo un menor aporte calórico y proteico sino también de micronutrientes esenciales, dificultando que se cubran los requerimientos mínimos (Rodríguez, Santamaría, & Rivero, 2001). La alimentación del adulto mayor enfrenta retos únicos para proporcionar alimentos ricos en nutrientes de acuerdo con las condiciones y limitaciones que tiene éste y de esta forma contribuir desde la atención en nutrición en la prevención o retraso de enfermedades degenerativas gerontológicas como la sarcopenia.

Estudios recientes se han centrado en el consumo de proteínas como uno de los mecanismos fundamentales vinculados a la sarcopenia. Un estudio por Solerte y colaboradores (2008) analizó los efectos de la suplementación de aminoácidos esenciales (AE) durante 16 semanas en la masa muscular de adultos mayores con sarcopenia. A hombres y mujeres de edades comprendidas entre 64 y 84 años con y sin sarcopenia se les suplementó la dieta con 8 g diarios de AE. Los resultados mostraron un aumento en masa libre de grasa en los individuos con sarcopenia idéntico al de los sujetos que no padecían este síndrome. Los datos sugirieron que suplementos nutricionales proporcionados como snacks entre comidas pueden mejorar la masa libre de grasa en ancianos con sarcopenia (Stout, 2011). Se estima que la ingesta proteica de alto valor biológico es un factor protector contra la sarcopenia, ya que por cada gramo se reduce el riesgo un 3% (Peña-Ordóñez *et al.*, 2015). En la actualidad el desarrollo de alimentos para regímenes especiales de alimentación para el adulto mayor es una necesidad (Stout, 2011), se han desarrollado productos dietéticos en presentaciones de cereales, purés, cremas y sopas instantáneas, compotas de frutas, néctares y bebidas, además de algunos postres y gelatinas. Sin embargo, en muchas ocasiones para la alimentación del adulto mayor se utilizan productos infantiles por su consistencia adecuada y fácil preparación, no obstante estos productos no cuentan con la composición nutricional adecuada a los requerimientos del adulto mayor (Rodríguez *et al.*, 2001).

## **Justificación**

Los alimentos funcionales contienen componentes benéficos para la salud que se encuentran naturalmente en los alimentos o se agregan a la dieta regular, contienen metabolitos secundarios prebióticos, probióticos, simbióticos, además de vitaminas y minerales y aminoácidos. Estos alimentos contienen carotenoides, ácidos grasos, flavonoides, compuestos fenólicos, fibra dietética, entre otros. Algunos de estos componentes mejoran la salud de los adultos mayores con actividades antioxidantes, cardioprotectoras, antidiabéticos, neuroprotectoras y mejoran el estreñimiento. Actualmente la atención geriátrica se dirige a una ingesta funcional de alimentos diseñados para el adulto mayor. Alimentos funcionales basados en plantas como la avena, soya, plántago oavata ricos en fibra han reducido el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El consumo de alimentos funcionales entre el adulto mayor puede promover estados saludables debido a estos metabolitos secundarios con actividad biológica (Motohashi *et al.*, 2017).

*Brosimum alicastrum* Sw. se ha considerado que fue una de las principales fuentes de alimento de los mayas junto con el maíz en los años 300 a 900 d.C. (Carter, 2015). El árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*

Sw.), es nativo de México y América Central. Posee frutos y una semilla muy nutritiva y se encuentra distribuido en México desde Sonora hasta Chiapas y de Tamaulipas hasta Quintana Roo (Meiners, Sanchez, & De Blois, 2009). Este árbol fue clave para la seguridad alimentaria de las culturas precolombinas (Andino, 2010), particularmente los mayas se alimentaban de su fruto y semilla durante las épocas de sequía y hambruna (Puleston, 1982). Desde el punto de vista nutrimental, la semilla del árbol del ramón es un producto natural, ecológico, orgánico y no modificado genéticamente. La harina obtenida a partir de su semilla es alta en calcio, potasio, hierro, ácido fólico, fibra, proteína y vitaminas A, E, C y B (Andino, 2010). Un análisis de su composición ha indicado un contenido calórico de 3.5 a 4.1 kcal/g, los valores de proteína para la semilla van desde 11.4 a 13.4% (Puleston, 1982), mayores a las del trigo, maíz y arroz (9.3, 9.8 y 7.2% respectivamente), que son usados tradicionalmente como base de la alimentación en diferentes culturas, y los análisis de aminoácidos indican que proporciona proteínas de alta calidad biológica (Carter, 2015). La harina contiene lisina y triptófano, aminoácidos que se encuentran limitados en las dietas de México y Centro América (Peters & Pardo-Tejeda, 1982); también tiene un aporte importante de fibra dietética (13 a 16%), ácido fólico (970 µg), riboflavina (2.5 mg), vitamina B6 (0.7 mg), vitamina C (50.8 mg), vitamina A (330 UI), cobre (2.7 mg), hierro (2.8 mg), magnesio (173 mg), fósforo (137 mg), potasio (1381 mg) y zinc (2.1 mg) por cada 100 g de materia seca (USDA, 2017, Carter, 2015, Larqué-Saavedra, 2014), los cuales son mayores a los que aporta una harina integral de maíz amarillo (USDA, 2017). La harina de ramón tiene bajo contenido en grasa (0.6 a 1.3 g), y sus principales ácidos grasos son ácido linoleico (55.1%), palmítico (27.2%), linolénico (9.9%), esteárico (6.3%) y eicosanoico (3.4%). En sus propiedades antioxidantes, la harina de la semilla de *B. alicastrum* Sw. contiene más compuestos polifenólicos (24.7 mg EAG/g) que la nuez (8.1 mg EAG/g), cacahuete (4.3 mg EAG/g) o almendra (0.9 mg EAG/g,) y una capacidad antioxidante (92.5% Inh-ABTS y 78.1% DPPH) similar a la nuez (92.2% Inh-ABTS y 84.8% DPPH), pero mayor que la del cacahuete (91.1% Inh-ABTS y 45.5% DPPH) y la almendra (58.9% Inh-ABTS y 45.5% DPPH) (Tokpunar, 2010). Recientemente se ha reportado que la semilla de ramón tiene un contenido en ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido cafeico y ácido p-cumárico) que va de 6.5 a 326 µg/g (Ozer, 2016). No obstante, estas características nutrimentales y en compuestos bioactivos, *Brosimum alicastrum* Sw., ha sido considerado desde 1975 por la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, como un “recurso ancestral del trópico subexplotado, con promisorio valor económico” (Larqué-Saavedra, 2014b). FAO clasifica a esta especie como “GRAS”, es decir inocua, donde el fruto, la semilla, madera, hojas y látex son fuentes de materia prima para alimentación y forrajes (CONAFOR-FAO, 2012). En este sentido, la semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. representa una propuesta de innovación forestal de la biodiversidad mexicana que puede ser aprovechada en el diseño de alimentos nutritivos para grupos vulnerables, como en este caso el adulto mayor. Un estudio previo se enfocó en el diseño de un producto de panificación con alto contenido de proteína, fibra y bajo aporte de azúcares. En esta segunda etapa, se evaluaron las propiedades funcionales del alimento diseñado en conjunto con una bebida que se desarrolló, ambos productos adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. y se realizó una intervención nutricional en una población de adultos mayores. Los resultados del presente

muestran beneficios para atender una necesidad nutricional del adulto mayor, además establecen las potenciales propiedades funcionales de estos alimentos en el adulto mayor.

## **Objetivo general**

Evaluar la funcionalidad de alimentos adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. en adulto mayor con pre- y sarcopenia.

## **Objetivos específicos**

- Realizar una intervención nutricional en adulto mayor en estado de pre- y sarcopenia, asilado, a través de suplementar su dieta convencional con un producto de panificación y una bebida conteniendo harina de *B. alicastrum* Sw., dos veces al día durante 30 días.
- Determinar el estado nutricional y desarrollo de sarcopenia de los adultos mayores, previo y posterior a la intervención nutricional.
- Determinar en parámetros biométricos en plasma (glucosa, creatinina, proteínas totales, albúmina, colesterol total y triglicéridos) el efecto de la intervención nutricional.
- Valorar el efecto de la suplementación dietaria a través de un uroanálisis (examen general de orina) previo y posterior a la intervención nutricional.
- Determinar el efecto de la intervención nutricional a través del monitoreo de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante presentes en el plasma de los adultos mayores y relacionarlos con aquellos presentes en los alimentos que contienen harina de *B. alicastrum* Sw.
- Relacionar el efecto de la intervención nutricional con la capacidad cognitiva y estado afectivo (depresión y ansiedad) en el adulto mayor.
- Analizar la relación entre los nutrientes de los alimentos proporcionados en la dieta, con la respuesta biológica, cognitiva, afectiva y nutricional de la población de estudio.

## **Metas**

A partir de un estado de pre- y sarcopenia identificado en la primera etapa de estudio se alcanzaron las siguientes metas en esta segunda etapa:

- ✓ Conocer el impacto del consumo de dos alimentos adicionados con harina de semilla de *B. alicastrum* Sw. (Ramón), después de una intervención nutricional de adultos mayores en estado de pre- y sarcopenia a través de indicadores nutricionales y bioquímicos.
- ✓ Identificar el efecto de los alimentos particularmente sobre indicadores plasmáticos de estrés oxidativo asociado a la sarcopenia.
- ✓ Establecer el impacto de los alimentos sobre el contenido fenólico y capacidad antioxidante en el plasma del adulto mayor y relacionarlo con efectos a la salud.
- ✓ Identificar posibles propiedades funcionales en la cognición y estado afectivo (depresión y ansiedad) del adulto mayor.
- ✓ Establecer las posibles propiedades funcionales de los alimentos adicionados con harina de semilla de *B. alicastrum* Sw. en el adulto mayor en estado pre- y sarcopénico.
- ✓ Reporte técnico con los resultados de estado nutricional, desarrollo de sarcopenia, capacidad cognitiva, estado afectivo y pruebas bioquímicas previo y posterior a la intervención nutricional, identificando la funcionalidad de dos alimentos adicionados con harina de semilla de *B. alicastrum* Sw. y diseñados para el adulto mayor.
- ✓ Formación de Recursos Humanos. Formación de un estudiante de posgrado (MCQB) y dos estudiantes de pregrado (Licenciatura en Química, QFB y/o Nutrición). Colaboración de uno o dos estudiantes en Servicio Social y/o Prácticas Profesionales.
- ✓ Productos de Carácter Académico: Un artículo científico enviado a una revista indizada y la presentación de los resultados en un evento académico o congreso científico y en reuniones relacionadas con la apropiación social del conocimiento e innovación.

### 3. METODOLOGÍA

La población de estudio correspondió de inicio a 100 adultos mayores del Asilo San Antonio Senecú A.C., asilo Desamparados A.C. y asilo Santa María A.C.; todos ellos fueron evaluados (etapa basal) para determinar un estado de pre- y sarcopenia y estado cognitivo. De esta etapa se obtuvieron 58 candidatos para ser elegibles al estudio. Finalmente, quienes participaron en el estudio, cumplieron los criterios de inclusión, aceptaron y firmaron una carta de consentimiento informado. Se trabajó por asilo donde el grupo participante tuvo una etapa control (seguimiento) durante 30 días, seguido de una etapa de intervención donde, adicional a su dieta habitual, se suministraron los alimentos elaborados con *Brosimum alicastrum*

Sw. durante 30 días. Como criterios de exclusión para ser participante en el presente estudio se consideraron los siguientes: a) que el adulto mayor se encontrara en un grado severo de deterioro cognitivo (prueba de capacidad cognitiva), b) que manifestara haber sido diagnosticado con alguna disfunción hepática o renal, o c) cuyo análisis bioquímico inicial (creatinina, proteínas totales, urea, balance ureico de nitrógeno plasmáticos y/o en orina) presente valores fuera del intervalo normal como indicio de alteración renal o hepática).

### **A. Intervención nutricional**

Durante la etapa de intervención se les proporcionó un producto de panificación de aproximadamente 51 g y 100 mL de una bebida tipo atole, ambos conteniendo en su formulación harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw., tanto en el desayuno como en la merienda o cena, diariamente durante 30 días. Se controló las cantidades servidas y consumidas de alimentos. Antes de iniciar la comida, una dietista entrenada pesó cada uno de los alimentos servidos, utilizando una balanza digital de precisión (TOPCOM® 200). El tiempo estimado en el pesado de alimentos fue mínimo procurando no afectar el horario normal de la comida para los usuarios. Durante la comida se realizó la observación directa, a fin de identificar los alimentos que no fueron consumidos y se registró cuando los usuarios repetían algún alimento, para sumarlo a la cantidad servida inicialmente. Posterior a la comida, se pesaron los residuos de cada alimento para estimar la cantidad neta consumida. En el caso de la etapa control se realizó este mismo procedimiento, pero sin proporcionar los alimentos diseñados. El análisis de consumo de alimentos se realizó utilizando un diccionario de alimentos para expresar el consumo de macro y micronutrientes (Porca, Tejera, Bellido, García, & Bellido, 2016).

### **B. Valoración del estado nutricional**

A todos participantes se les realizó una evaluación del estado nutricional previo (etapa control) y posterior a la intervención nutricional. Para lo cual se llevó a cabo una mini evaluación nutricional (MNA), instrumento que está compuesto de mediciones simples y preguntas breves que pueden ser contestadas en aproximadamente 10 min. La técnica está diseñada y validada para proporcionar una evaluación única y rápida del estado nutricional en pacientes adulto mayor en clínicas ambulatorias, hospitales y residencias de ancianos. La suma de la puntuación de MNA distingue entre pacientes adulto mayor con: 1) estado nutricional adecuado, MNA mayor o igual a 24; 2) desnutrición proteico-calórica, MNA <17; 3) en riesgo de desnutrición, MNA entre 17 y 23,5. Con esta puntuación, la sensibilidad se encontró en el 96%, la especificidad 98%, y el valor predictivo 97%. También se encontró que la escala de MNA es predictiva de la mortalidad y el costo hospitalario (Vellas *et al.*, 1999).

Además, se realizaron mediciones antropométricas de peso corporal, altura, IMC, circunferencia de brazo y pierna. El peso corporal se estimó mediante una balanza digital (SECA®, 874) y la medición de la estatura se realizó mediante estadímetro (SECA®, 217). La medición del peso se realizó con la menor ropa posible y sin zapatos, registrándose el dato en kilogramos en la hoja de antropometría. En caso de no poder subir a la báscula por limitaciones físicas se utilizaron las fórmulas desarrolladas por Chumlea (1984) de acuerdo

con su sexo. La talla se midió mediante estadímetro y se estimó mediante la altura de rodilla utilizando las ecuaciones desarrolladas para personas mayores por género en caso de presentar cifosis visible (Chumlea, 1984).

### **C. Identificación de Sarcopenia**

Se realizó la identificación de sarcopenia utilizando el algoritmo del grupo europeo de trabajo en sarcopenia de adultos mayores (EWGSOP) (Cruz-Jentoft et al., 2010). La sarcopenia se identificó cuando los adultos mayores presentaron <16 kg y 27 kg fuerza en mujeres y varones, respectivamente, en el brazo dominante (Cruz-Jentoft et al., 2019).

### **D. Parámetros biométricos**

#### **D.1 Química Sanguínea**

Para la obtención de plasma sanguíneo se realizó una toma de muestra de sangre de cada participante al inicio y final de la etapa control, y al final de la intervención nutricional. Las muestras se centrifugaron a 3000 rpm, 15 min y posteriormente se separó el plasma o suero en tubos Eppendorf®, una muestra de suero se utilizó para la química sanguínea y otros se almacenaron a -80°C para pruebas posteriores. Las pruebas realizadas y el método de determinación fueron: glucosa-método enzimático GOD-POD, triglicéridos-método enzimático GK-GOP, colesterol total-método enzimático CE-Cox, C-HDL, C-LDL, C-VLDL-método directo CE-CO, proteínas totales-método colorimétrico (ion cúprico), albúmina-método colorimétrico (BCF), proteína C reactiva-método por aglutinación, creatinina-método cinético de Jaffé, urea y balance ureico de nitrógeno (*BUN*, por sus siglas en inglés)-método colorimétrico por indofenol, y ácido úrico-método espectrofotométrico por uricasa-peroxidasa. Todas las pruebas se realizaron en el equipo Cobas, modelo Integra Plus (Roche®). Para más información, los fundamentos de las técnicas desarrolladas en cada prueba se muestran en el anexo A.

#### **D.2 Biometría hemática**

En este examen se determinó la serie roja que se compone de los índices eritrocitarios primarios y secundarios para lo cual se cuantificaron: eritrocitos-método de enfoque hidrodinámico y corriente directa, hemoglobina-método colorimétrico SLS, hematocrito, volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH), amplitud de distribución eritrocitaria (RDW, por sus siglas en inglés), leucocitos-citometría de flujo fluorescente con láser semiconductor, neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, plaquetas-método de enfoque hidrodinámico y corriente directa y volumen plaquetario. Las pruebas se realizaron utilizando un analizador Sysmex®, modelo XS-1000i. Información específica de cada prueba se detalla en el anexo B.

#### **D.3 Uroanálisis**

El examen general de orina comprendió el análisis en: aspecto físico (color, aspecto)-método directo (Henry et al., 2007), densidad, pH, apariencia química (glucosa, cuerpos cetónicos urobilinógeno, bilirrubinas, estearasa leucocitaria, nitritos, proteínas, hemoglobina)-método indirecto por tiras reactivas (Roche, 2010) en un equipo Cobas, modelo U411(Roche®) y apariencia microscópica (células, cristales urinarios, mucosidad, presencia de microorganismos)-método de microscopia. Para lo cual se solicitó a los participantes la recolección de una muestra de orina (primera de la mañana) en un recipiente estéril. Para más información ver el anexo C.

### **E. Perfil antioxidante en alimentos y plasma**

La cuantificación de fenoles totales en alimentos y plasma se llevó a cabo con el método de Folin-Ciocalteu. Se mezclaron 0.5 mL de plasma (o g en alimentos) sin diluir con 2.5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (al 10 % en agua destilada), se incubó por 2 minutos a temperatura ambiente, se agregaron 2 mL de NaCO<sub>3</sub> 7.5 % y se incubó durante otros 15 minutos a 50 °C, en la oscuridad, por último, se dejó enfriar hasta temperatura ambiente y se leyó su absorbancia a 760 nm en un lector de microplacas. Se utilizó ácido gálico como estándar (De la Rosa, Alvarez-Parrilla, & Shahidi, 2011). La capacidad antioxidante se cuantificó mediante el método FRAP (*ferric-reducing antioxidant power*) y el ensayo ABTS<sup>•+</sup>. Para FRAP, se mezclaron 24 µL de muestra de plasma (o alimento) (en una dilución 3:1 agua destilada:plasma) con 180 microL de una solución de trabajo (buffer de acetato 0.3 M a pH 3.5, TPTZ 10 mM y FeCl<sub>3</sub> hexahidrato 20 mM) y se midió la absorbancia a 595 nm cada 30 segundos durante 60 minutos, en un lector de microplacas, con temperatura controlada a 37 °C (Alvarez-Parrilla *et al.*, 2010). Se utilizaron como estándares vitamina C y trolox (análogo hidrosoluble de vitamina E) disueltos en agua destilada. Para el ensayo ABTS<sup>•+</sup> se preparó el radical ABTS<sup>•+</sup> en una solución buffer de fosfatos (PBS) con pH 7.4 en la cual se diluyó el ABTS<sup>•+</sup> y K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> y se dejó oxidar por 16 h a temperatura ambiente y sin luz. Posteriormente se ajustó la solución hasta obtener un valor de 0.7 de absorbancia, para lo cual se realizó una dilución 1:50 del concentrado. Para el ensayo se adicionaron 12 µL de muestra a cada pocillo de una microplaca y 285 µL del reactivo ABTS<sup>•+</sup> ajustado, en ausencia de luz. Se midió la absorbancia a 734 nm durante 30 min (De la Rosa et al., 2011).

### **F. Capacidad cognitiva y estado afectivo**

**F.1 Valoración del estado mental cognitivo.** El estado mental se evaluó mediante el cuestionario de Pfeiffer, el cual es fácil de administrar en la consulta o a la cabecera del enfermo y puede resultar útil para diagnosticar una patología incipiente o para valorar la evolución de la enfermedad establecida; en éste se valora la orientación, la memoria, el conocimiento general y la capacidad de substracción. Los puntos de corte utilizados son: 0-2 Normal; 3-4 Deterioro intelectual leve; 5-7 Deterioro intelectual moderado y 8-10 Deterioro intelectual severo (Pfeiffer, 1975).

**F.2 Valoración del estado afectivo.**

Depresión Para la valoración del estado afectivo se utilizó la escala de depresión geriátrica (*geriatric depression scale*) de Yesavage, la cual es una buena herramienta ya que sus 15 preguntas aportan una buena información acerca del estado afectivo en las últimas dos semanas. Este instrumento fue traducido al castellano y validado en diversas poblaciones de adultos mayores, incluyendo mexicanos sanos y hospitalizados. Tiene una sensibilidad del 84-86% y especificidad del 95-100%. La escala contiene respuestas dicotómicas (Si/No) y los puntos de corte utilizados son: 0-5 Normal; 6-9 Depresión leve y  $\geq 10$  Depresión establecida o grave (Yesavage *et al.*, 1983).

Ansiedad. A través de la escala de Golberg, la cual es sencilla y de alta especificidad, sensibilidad y capacidad discriminante entre ansiedad y depresión. Al paciente se le pregunta sobre si ha presentado en las últimas dos semanas alguno de los síntomas, incluye 9 preguntas, 4 de despistaje y 5 de cribaje o screening con respuesta dicotómica (Si/No) y la presencia de ansiedad se interpreta cuando 5 aspectos son positivos. El instrumento está diseñado para detectar casos probables, pero no para diagnosticarlos por lo que no sustituye al juicio clínico (Golberg, Bridges, Duncan-Jones, & Grayson, 1988).

**G. Análisis de datos.** Los datos de valoración nutricional, mediciones antropométricas, identificación de sarcopenia y pruebas bioquímicas se analizaron mediante pruebas t-Student para varianzas iguales y ANOVA de una vía con comparaciones múltiples de Fisher. Cuando la prueba de Levene fue significativa, los datos se analizaron utilizando la prueba t-Student para varianzas desiguales. Datos no paramétricos provenientes de las pruebas biométricas (análisis de orina), cognitivas y estado emocional se analizaron mediante comparación de proporciones (prueba z) y/o Kruskal Wallis con comparaciones por Nemenyi. El perfil de fitoquímicos se comparó con las bases de datos existentes. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el programa XLSTAT versión 2015.1 (Addinsoft®, Francia). Los resultados se presentan en valores medios  $\pm$  desviación estándar (DE). El criterio para establecer significancia estadística fue de  $p < 0.05$ .



## **Grupo de Investigación**

### **CA: Química y Alimentos (ICB)**

Dra. Nina del Rocío Martínez Ruiz (SNI-I)- *Responsable técnico*

Dr. Joaquín Rodrigo García (SNI-I)

Dra. Laura del Rosa Carrillo (SNI-II)

Dr. Emilio Álvarez Parrilla (SNI-III)

### **CA: Salud Comunitaria (ICB)**

Dra. Alejandra Tadeo Rodríguez

Dr. René Urquidez Romero (SNI-I)

### **CA: Salud Pública (ICB)**

Dr. Luis Ignacio Ángel Chávez (SNI-I)

### **CA: Psicología Clínica y de la Salud (ICSA)**

Dra. María Elena Vidaña Gaytán

Dra. María Nieves González Valles

### **CA: Banco de germoplasma. Unidad de Recursos Naturales (CICY)**

#### **(CICY-Centro de Investigación Científica de Yucatán)**

Dr. Alfonso Larqué Saavedra (SNI-Emérito)

### **Apoyo Técnico:**

M. en C. Julio César del Hierro Ochoa (Miembro de la Academia de Bioquímica)

### **Asociaciones participantes:**

Asilo San Antonio A.C.

Asilo Desamparados A.C.

Asilo Santa María A.C.

## **Infraestructura de trabajo:**

### **A. Clínica de Nutrición**

Se trabajó en el laboratorio de composición corporal donde se tuvo todo el equipo para mediciones antropométricas (básculas digitales, estadímetros, tallímetros para medir altura de rodilla, cintas métricas metálicas flexibles, entre otros). Además, en este laboratorio se cuenta con un densitómetro DXA lunar para la estimación de la composición corporal.

### **B. Laboratorio de Ciencias de los Alimentos**

Toda la producción y control de los alimentos se realizó en este laboratorio. El laboratorio cuenta con el equipo necesario para el desarrollo y determinación de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos

(digestor y destilador Kjeldahl, extractor Soxtec, Aw (AquaLab), centrífuga Gerber, rotavapor, estufas, muflas, balanzas analíticas, incubadora microbiológica y equipo general para la preparación de alimentos). Se implementó con el equipo las líneas de producción para la elaboración diaria de los alimentos que se suministraron a los participantes de los asilos.

### **C. Laboratorio de Bioquímica**

En este laboratorio se realizaron todas las pruebas de química sanguínea, biometría hemática y uroanálisis de los participantes en el estudio. El laboratorio cuenta con equipo especializado Cobas, modelo Integra Plus (Roche®), analizador Sysmex®, modelo XS-1000i y Cobas, modelo U411(Roche®), además de equipo general de laboratorio.

### **E. Laboratorio de Fitoquímicos**

En este laboratorio se trabajó todo lo relacionado con la cuantificación de fenoles totales y capacidad antioxidante en las muestras de alimentos y plasma de los adultos mayores. El laboratorio cuenta con equipo general como centrifugas, baños de temperatura controlada, potenciómetros, balanzas, fuentes de poder para electroforesis, estufas y refrigeradores, ultracongelador, etc. Además se cuenta con equipos analíticos tales como: lector de microplaca espectroscopia visible Xmark BioRad®, calorímetro diferencial de barrido Netzsch® DSC 200 PC Phoxx, HPLC Perkin Elmer® serie 200, con detector de fluorescencia, índice de difracción y arreglo de diodos, espectrofotómetro Agilent® 8453, con baño de temperatura controlada, espectrofluorímetro Shimadzu® RF-5301, con baño de temperatura controlada, Lector de microplaca de fluorescencia FLx800tbi BioTek® y HPLC-QTOF de Agilent® Technologies. HPLC serie 1290 con detector DAD, QTOF G6530B y estación de trabajo Z420.

### **F. Laboratorio de Germoplasma, Unidad de Recursos Naturales (CICY)**

En este laboratorio se preparó la harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. empleada en este estudio. Se cuenta con equipo básico de morfofisiología, sanidad biológica y genómica. El banco de germoplasma tiene área de conservación que cuenta con 5 cuartos fríos de 5x3 metros<sup>2</sup>, que mantienen en su interior una humedad relativa de 12 – 14 % y una temperatura media de 5 °C o menos. Se tienen además laboratorios especializados con equipamiento para la micropropagación, biofábrica, Foss, proteómica, entre otros.

## **Contribución e impacto del proyecto**

En este estudio, se probó la funcionalidad de dos alimentos especialmente diseñados para el adulto mayor y adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) lo cual permitió generar una solicitud de patente para uno de los alimentos: el pan (muffin) (MX/a/2019/005290) y estar en proceso de elaboración de la solicitud de patente para la bebida (atole). Estos productos están disponibles para el sector social y/o la industria alimentaria para su producción y distribución y de esta manera beneficiar a

una mayor población, particularmente de adultos mayores. Estos alimentos demostraron beneficiar los requerimientos nutricionales, sensoriales y funcionales de la población de adultos mayores en este estudio. Con este estudio, se probó que la UACJ puede contribuir con el desarrollo de nuevos y novedosos alimentos funcionales utilizando recursos endémicos de México y que contribuyen a mejorar la calidad de vida del adulto mayor. Además, la UACJ a través del presente estudio puede incentivar a la producción de estos alimentos en la entidad, y por consiguiente a reducir los gastos que en materia de salud se tienen en atención a las comorbilidades que se presentan por una dieta inadecuada en el adulto mayor.

Por otra parte, en este estudio colaboraron estudiantes de posgrado y pregrado teniendo una interacción y contacto con la problemática del sector de adultos mayores en asilo. Así, se tuvo la colaboración de una estudiante de la Maestría en Salud Pública, un estudiante de la licenciatura de Gerontología, dos estudiantes y un egresado de la licenciatura de QFB y siete estudiantes de servicio social de los programas de Química y Nutrición. Este tipo de colaboración apoyó su formación profesional y contribuyó a promover la conciencia social para atender a una población vulnerable como lo son los adultos mayores.

Finalmente, la intervención con tres asociaciones civiles (asilos) para el adulto mayor permitió a los investigadores y estudiantes establecer lazos de cooperación con este entorno social de la localidad, conocer sus necesidades y focalizar la continuidad de proyectos que repercutan en beneficio de este sector. El interés y trabajo de la parte académica de la UACJ para atender una problemática presente en los adultos mayores, contribuyó a que este sector se sienta atendido por nuestra institución y sea participante de la vida activa de la entidad, lo que fue muy bien recibido por los adultos mayores y sus familias.

### **Impactos en la región:**

**Salud.** El desarrollo de los alimentos y probar su funcionalidad en este estudio mejoró significativamente aspectos nutricionales y tuvo beneficios en marcadores biométricos de los adultos mayores participantes, contribuyendo a mantener y en otros a mejorar su estado de salud y calidad de vida. La UACJ, a través de este tipo de estudios, puede ser líder en la promoción de estrategias de dietoterapia para preservar y mejorar el estado de salud entre los adultos mayores de entidad.

**Social.** Se tuvo presencia de la UACJ en tres asilos de la localidad. Responsables de asilos, adultos mayores participantes y familiares de estos mostraron interés y agradecimiento al sentirse atendidos por la Universidad, solicitando no se les deje de considerar pues son múltiples los problemas y necesidades que requieren ser atendidas por profesionales de distintas disciplinas como: medicina, nutrición, química, odontología, entrenamiento deportivo, psicología, entre muchas más. En este estudio se colaboró desde la parte de nutrición y química de los alimentos principalmente.

**Económica.** Los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón probaron su funcionalidad beneficiando no solo la nutrición del adulto mayor en asilo, sino mostrando indicadores que benefician su salud. El árbol de *Brosimum alicastrum* Sw. no es endémico de esta región del país, su abundancia en el sureste del país es suficiente para iniciar la incorporación del modelo de árboles perennes al de plantas anuales en la producción de alimentos en su más amplio contexto. Su aprovechamiento en la región norte de México puede contribuir a incrementar el cultivo de este árbol lo que reduciría la dependencia de México hacia otros granos como soya (95%), maíz (30%), arroz (78%) y trigo (50%). El uso de esta semilla en nuestra región, para el desarrollo de nuevos alimentos funcionales, puede contribuir, indirectamente, a la economía de las familias más pobres del sureste mexicano al incrementarse la recolección de la semilla por las familias de comunidades campesinas y favorecer el establecimiento de nuevas plantaciones.

## 4. RESULTADOS

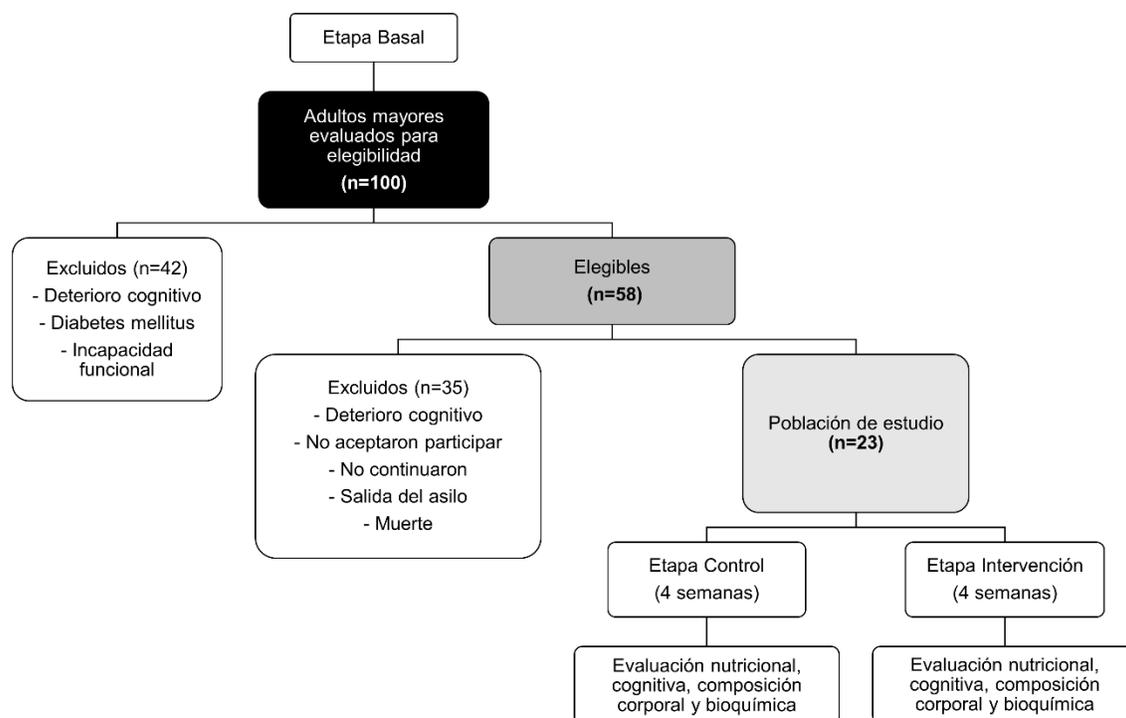
Las etapas que se consideraron para evaluar la funcionalidad de los alimentos elaborados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) sobre el estado nutricional y de salud del adulto mayor se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Etapas de evaluación del estudio.}

### A. Etapa Basal

En el estudio participaron tres asilos de la entidad: San Antonio Senecú A.C., Desamparados A.C. y Santa María A.C., donde se evaluaron 100 adultos mayores de 60 años. En la primera parte de la evaluación fueron descartados 42 debido principalmente a: deterioro cognitivo grave, diabetes mellitus, así como incapacidad funcional. Se consideraron a 58 de ellos posibles candidatos, en base a los criterios de inclusión. Al final de esta etapa, solo quedaron los adultos mayores que cumplieron los criterios de inclusión, aceptaron participar y permanecieron durante todo el estudio (Figura 2).



**Figura 2.** Evolución de la muestra de adultos mayores en las diferentes etapas del estudio.

### A.1 Valoración sociodemográfica y de salud

Los resultados de la evaluación basal de 58 adultos mayores viviendo en condiciones de asilo indicaron una distribución como sigue: 8 (4.8 %) de asilo San Antonio Senecú, 17 (29.3 %) asilo Desamparados y 33 (56.9 %) de asilo Santa María. La distribución por sexo fue equitativa entre los participantes, ya que el 50% fueron hombres y 50 % mujeres. Asimismo, el 24 % de los participantes presentaron presarcopenia y 43 % sarcopenia. En el estado cognitivo completo lo presentaron el 34.5 %, deterioro leve 34.5 %, moderado 6.9 % y grave 24.1 %.

### A.2 Valoración de la composición corporal

El análisis de la composición corporal indicó diferencias significativas entre sexo, ya que los hombres tuvieron mayor talla, agua corporal total y masa libre de grasa, a diferencia de las mujeres que presentan mayor masa corporal y masa grasa (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Evaluación de la composición corporal de los adultos mayores en la etapa basal

N=58	Hombres		Mujeres		p
	Media	DE	Media	DE	

<b>Edad (años)</b>	80.0	8.0	76.9	9.2	0.201
<b>Talla (cm)</b>	160.9	6.4	148.3	11.1	<b>0.000</b>
<b>Peso (kg)</b>	59.7	10.8	55.4	10.9	0.171
<b>ACT (L)</b>	31.2	4.7	26.8	3.7	<b>0.001</b>
<b>MLG (kg)</b>	42.6	6.4	36.6	5.1	<b>0.001</b>
<b>MG (kg)</b>	17.1	7.2	19.0	7.2	0.377
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23.1	4.4	25.5	6.2	0.132

ACT: agua corporal total; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; IMC: índice de masa corporal; DE: desviación estándar. Significancia a  $p < 0.05$ .

## B. Etapa Control

Posterior a la etapa basal, de los 58 adultos mayores elegibles, 35 fueron eliminados debido a causas como: progreso en el deterioro cognitivo, no aceptaron participar, no continuaron con el protocolo completo, abandono del asilo o bien por muerte (Figura 2). El número total de participantes que cumplieron con todo el protocolo fue de 23, siendo 3 adultos mayores del asilo San Antonio Senecú, 7 de Desamparados y 13 de Santa María. La edad de los participantes estuvo comprendida entre los 65 y 91 años ( $78.3 \pm 7.7$  años). La muestra estuvo compuesta de 9 mujeres (39%) y 14 hombres (61%). Asimismo, 6 (26%) presentaron presarcopenia y 17 (74%) sarcopenia. Los datos presentados a continuación (Cuadro 2) corresponden a sus indicadores antropométricos y de composición corporal de los participantes en relación con su sexo al inicio de la etapa control. De inicio, el análisis de composición corporal indicó diferencias significativas por sexo, ya que los hombres tuvieron mayor talla, agua corporal total y masa libre de grasa en comparación con las mujeres.

**Cuadro 2.** Indicadores antropométricos y de composición corporal de hombres y mujeres participantes al inicio de la etapa control.

<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>		<b>p</b>
<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	

<b>Edad (años)</b>	78.3	8.9	78.3	5.9	0.989
<b>Talla (cm)</b>	<b>162.7</b>	<b>5.9</b>	<b>149.7</b>	<b>2.6</b>	<b>0.000</b>
<b>Peso (kg)</b>	59.7	10.8	55.4	10.9	0.171
<b>ACT (L)</b>	<b>29.5</b>	<b>3.9</b>	<b>25.4</b>	<b>2.7</b>	<b>0.013</b>
<b>MLG (kg)</b>	<b>40.3</b>	<b>5.4</b>	<b>34.7</b>	<b>3.7</b>	<b>0.013</b>
<b>MG (kg)</b>	18.5	6.4	17.6	5.3	0.728
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21.4	3.7	23.4	1.8	0.244

ACT: agua corporal total; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; IMC: índice de masa corporal; MNA: mini valoración nutricional; DE: desviación estándar. Significancia a  $p < 0.05$ .

Los datos presentados en el Cuadro 3 corresponden a los indicadores antropométricos, de composición corporal y dietéticos en el inicio y final de la etapa control (30 días) de los 23 participantes.

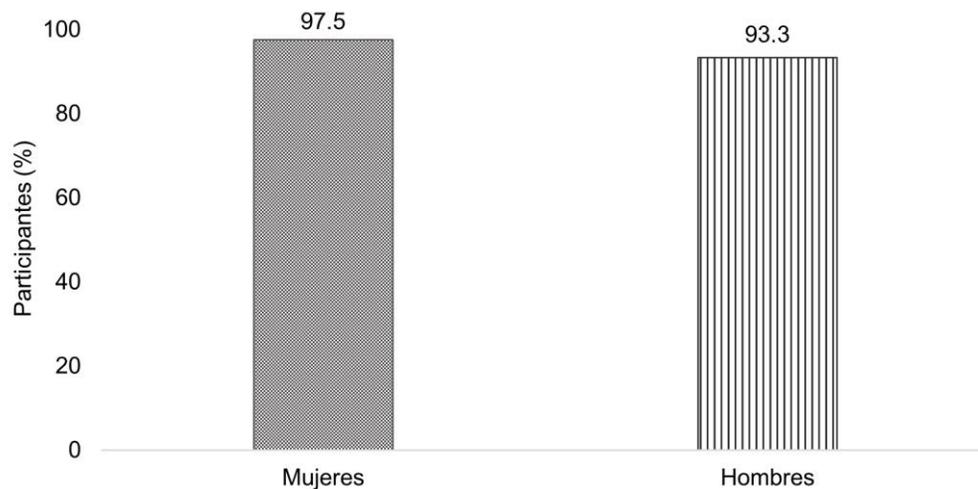
**Cuadro 3.** Composición corporal y evaluación del estado nutricional de los adultos mayores en la etapa control.

<b>Indicadores</b>	<b>Control inicial</b>		<b>Control final</b>		<b>p</b>
	Media	DE	Media	DE	
<b>Peso (kg)</b>	56.3	9.6	55.9	9.5	0.590
<b>Circunferencia brazo (cm)</b>	29.0	12.2	26.2	3.1	0.331
<b>Circunferencia pantorrilla (cm)</b>	30.7	2.9	30.6	2.9	0.459
<b>ACT (L)</b>	27.9	4.0	27.0	4.9	0.057
<b>MLG (kg)</b>	<b>38.1</b>	<b>5.5</b>	<b>36.3</b>	<b>7.2</b>	<b>0.008</b>
<b>MG (kg)</b>	18.1	5.9	18.6	5.7	0.656
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22.1	3.3	22.6	3.6	0.231
<b>Fuerza de agarre (kg)</b>	15.8	6.7	16.3	7.3	0.297
<b>Valoración cognitiva</b>	2.5	1.9	2.7	2.3	0.633
<b>MNA</b>	24.2	4.0	24.8	3.8	0.194

ACT: agua corporal total; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; IMC: índice de masa corporal; MNA: mini valoración nutricional; DE: desviación estándar. Significancia a  $p < 0.05$ .

Los resultados indican que durante el mes de seguimiento se apreció una diferencia significativa en la masa libre de grasa con una reducción de casi 2 kilogramos. En el resto de los indicadores evaluados, a pesar de no indicar significancia, se observó una tendencia al deterioro generalizado, ya que se perdió masa corporal, principalmente agua corporal total con la consecuencia elevación de masa grasa, característica

de esta etapa de la vida. Así mismo, los valores de circunferencia de brazo es menor posterior a un mes de seguimiento debido a que este indicador representa las reservas de energía. Al final de esta etapa, se encontraron diferencias significativas en la masa libre de grasa entre sexo, ya que los hombres ( $39.1 \pm 6.3$  kg) presentaron mayor cantidad que las mujeres ( $32.1 \pm 6.6$  kg) ( $p=0.020$ ). De forma similar, la fuerza de agarre fue mayor en hombres ( $19.5 \pm 6.2$  kg) que en mujeres ( $10.7 \pm 5.4$  kg) ( $p=0.003$ ). Se identificó la presencia de dinapenia de forma generalizada en mujeres y hombres (Figura 3). La dinapenia se refiere a la pérdida de fuerza y rendimiento físico asociada con la edad, ya sea por motivos morfológicos (sarcopenia) o neuronales que afecta su rendimiento funcional en las actividades cotidianas (Clark & Manini, 2008).



**Figura 3.** Adultos mayores participantes en el estudio con dinapenia.

La valoración cognitiva mediante la prueba de Pfeiffer (0-2 normal; 3-4 deterioro intelectual leve; 5-7 deterioro intelectual moderado y 8-10 deterioro intelectual severo) en la etapa control, indicó que el estado cognitivo de los participantes se observó de normal a deterioro leve, no indicando cambios significativos.

Para la parte nutricional, la mini evaluación nutricional (MNA) indicó un adecuado estado nutricional, no obstante, de forma individual se identificó en este grupo riesgo de malnutrición en el 30% de las mujeres y el 24% de los hombres. Un análisis de la ingesta de alimentos de los participantes durante la etapa control (Cuadro 4) indicó un déficit en el consumo de energía (1547 kcal), lo cual corresponde al 94% del aporte energético recomendado (1645 kcal) de acuerdo con su peso corporal.

**Cuadro 4.** Energía y nutrimentos de la ingesta de alimentos de los participantes durante la etapa control.

<b>Energía (kcal)</b>	<b>1547 ± 224</b>
<b>Macronutrientes</b>	
<b>Proteínas (g)</b>	63.8 ± 12.6
<b>Grasa total (g)</b>	48.0 ± 10.0

<b>Ácidos grasos saturados (g)</b>	11.0 ± 1.0
<b>Ácidos grasos moinsaturados (g)</b>	15.4 ± 3.0
<b>Ácidos grasos poliinsaturados (g)</b>	8.9 ± 2.1
<b>Ácidos grasos Omega-6 (g)</b>	5.3 ± 1.6
<b>Ácidos grasos Omega-3g</b>	0.4 ± 0.2
<b>Hidratos de carbono g</b>	222.4 ± 28.8
<b>Fibra total (g)</b>	17.6 ± 9.1
<b>Fibra soluble (g)</b>	3.5 ± 2.3
<b>Fibra insoluble (g)</b>	0.5 ± 0.3
<b>Colesterol total (mg)</b>	320.7 ± 58.5
<b>Minerales</b>	
<b>Calcio (mg)</b>	726.5 ± 178.0
<b>Hierro (mg)</b>	9.9 ± 2.5
<b>Potasio (mg)</b>	1351.9 ± 467.5
<b>Sodio (mg)</b>	2001.3 ± 545.8
<b>Zinc (mg)</b>	4.6 ± 1.2
<b>Vitaminas</b>	
<b>Vitamina C (mg)</b>	60.7 ± 15.1
<b>Folatos (µg)</b>	425.3 ± 204.0
<b>Vitamina A (µg RAE)</b>	273.8 ± 154.8
<b>Vitamina E (mg)</b>	4.4 ± 3.1

Valores medios ± DE.

Se encontró una distribución adecuada de nutrientes en carbohidratos (57%), grasa total (27%) y proteínas (16%), aproximadamente cubriendo 1.1 gramo de proteína por kilogramo de peso corporal. Sin embargo, se observó una inadecuada distribución del tipo de grasa consumida privilegiando el consumo de ácidos grasos saturados y, por lo contrario, los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados se mantuvieron por debajo de la recomendación dietética. El consumo de colesterol dietético fue elevado de acuerdo con la recomendación ajustada al consumo de energía (300 mg/día). La ingesta de fibra total fue muy baja, cubriendo solo el 58% de la recomendación (30 g/día). En micronutrientes, se observaron bajos consumos de calcio (72% de IDR), vitamina C (72% de IDR) y muy bajos en zinc (42% de IDR), vitamina A (37% de IDR) y vitamina E (33% de IDR). El ácido fólico (o folatos) se encontró dentro de la recomendación para los participantes de acuerdo con su sexo.

Los parámetros biométricos de esta etapa control se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Parámetros biométricos de los adultos mayores en la etapa control.

Parámetro Biométrico	Etapa Control		Valores de referencia*
	Inicio	Final	
<b>Química sanguínea</b>			
Glucosa (mg/dL)	92.0 ± 14.4 <sup>a</sup>	79.9 ± 7.6 <sup>b</sup>	60.0-100.0

Triglicéridos (mg/dL)	119.8 ± 47.4	122.3 ± 43.2	45.0-191.0
Colesterol total (mg/dL)	187.0 ± 21.1	191.0 ± 33.6	120.0-200.0
C-HDL (mg/dL)	49.9 ± 11.3	51.8 ± 11.3	36.0-76.0
C-LDL (mg/dL)	105.5 ± 17.8	112.5 ± 26.0	80.0-150.0
C-VLDL (mg/dL)	28.5 ± 21.4	26.7 ± 13.6	0.0-45.0
Proteínas totales (g/dL)	7.2 ± 0.5	7.4 ± 0.6	6.0-8.5
Albumina (g/dL)	<b>4.4 ± 0.4<sup>a</sup></b>	<b>4.1 ± 0.3<sup>b</sup></b>	3.5-5.2
Proteína C reactiva (mg/dL)	0.31 ± 0.3	0.35 ± 0.3	0.0-5.0
Creatinina (mg/dL)	0.80 ± 0.1	0.74 ± 0.1	0.5-1.5
Urea (mg/dL)	33.4 ± 8.0	34.1 ± 7.6	13.0-60.0
BUN (mg/dL)	15.6 ± 3.7	15.9 ± 3.4	6.0-28.0
Ácido úrico (mg/dL)	4.8 ± 1.0	4.4 ± 0.9	2.7-7.2

#### Biometría hemática

Eritrocitos (x10 <sup>6</sup> /μL)	4.5 ± 0.4	4.7 ± 1.0	4.1-5.1
Hemoglobina (g/dL)	14.1 ± 1.3	13.9 ± 1.5	12.3-15.3
Hematocrito (%)	43.1 ± 3.7	42.7 ± 4.8	36.0-45.0
VCM (fL)	95.3 ± 4.3	95.4 ± 3.8	80.0-100.0
HCM (pg)	31.2 ± 1.8	31.0 ± 1.5	27.5-32.2
CCMH (g/dL)	<b>32.7 ± 0.9<sup>†</sup></b>	<b>32.5 ± 0.8<sup>†</sup></b>	33.4-35.5
RDW (%)	14.1 ± 0.7	13.9 ± 0.8	11.5-16.0
Distrib. hemoglobina (fL)	48.3 ± 3.3	47.4 ± 2.9	0.0-99.9
Leucocitos (x10 <sup>3</sup> /μL)	6.4 ± 1.3	6.9 ± 2.3	4.5-11.0
Neutrófilos (%)	60.1 ± 9.9	61.6 ± 8.2	37.0-72.0
Linfocitos (%)	27.3 ± 8.6	25.9 ± 7.5	20.0-50.0
Monocitos (%)	8.6 ± 3.1	8.9 ± 2.7	0.0-14.0
Eosinófilos (%)	3.6 ± 3.9	3.0 ± 2.2	0.0-6.0
Basófilos (%)	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.0-1.0
Plaquetas (x10 <sup>3</sup> /μL)	224.6 ± 68.5	236.3 ± 80.0	140.0-450.0
Volumen plaquetario (fL)	<b>10.5 ± 1.0<sup>†</sup></b>	<b>11.2 ± 1.3<sup>†</sup></b>	7.4-10.4

#### Uroanálisis

Color**	100% Amarillo	100% Amarillo	
Aspecto**	40% claro	50% claro	
Densidad	1.015 ± 0.007	1.015 ± 0.006	1.002-1.030
pH	6.0 ± 1.2	6.3 ± 0.8	4.5-8.0
Glucosa**	100% negativo	100% negativo	Negativo
Cuerpos cetónicos**	100% negativo	100% negativo	Negativo
Urobilinógeno**	95% normal	100% normal	0.2 U.E./dL
Bilirrubina**	95% negativo	95% negativo	Negativo
Estearasa leucocitaria**	65.2% negativo	69.6% negativo	Negativo
Nitritos**	87.0% negativo	91.3% negativo	Negativo
Proteínas**	87.0% negativo	82.6% negativo	Negativo
Hemoglobina**	73.9% negativo	69.6% negativo	Negativo

Valores medios ± DE. \*Valores del Laboratorio de Servicios Médicos de la UACJ. \*\*Proporción de participantes. †Valores fuera de los límites de referencia. Letras diferentes indican diferencia significativa a p < 0.05.

En la química sanguínea, todos los valores biométricos se encontraron dentro de los valores de referencia, no obstante, en el transcurso de esta etapa se identificó una reducción significativa en la glicemia (p=0.001) y albúmina (p=0.002) plasmática de los participantes. Durante esta etapa, ambos sexos mostraron decremento en estos parámetros, pero fueron los hombres quienes redujeron significativamente su

glicemia (inicio:  $93.3 \pm 13.6$  mg/dL, final:  $78.4 \pm 4.3$  mg/dL) ( $p=0.045$ ) y también la albúmina (inicio:  $4.5 \pm 0.3$  g/dL, final:  $4.1 \pm 0.3$  g/dL) ( $p=0.041$ ). Por su parte en la biometría hemática, no se observó cambio entre el inicio y final de esta etapa, los parámetros se ubicaron dentro de los valores de referencia, excepto la concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH) que se mantuvo por debajo de límite inferior de referencia desde el inicio hasta el final de esta etapa y por el contrario, el volumen plaquetario fue ligeramente mayor al inicio con respecto al límite superior de referencia y este incremento se agudizó al final de la etapa.

En el uroanálisis (examen general de orina) no se observó un cambio significativo en el aspecto, sin embargo, en promedio el 40% de la orina de los participantes tuvo un aspecto turbio y un 15% muy turbio. En urobilinógeno solo un participante (5%) estuvo fuera del valor de referencia en el inicio de la etapa control y este mismo participante dio positivo para bilirrubina al inicio y final de la etapa. Para estearasa leucocitaria se tuvo una reducción significativa (17.4 a 0.0%) hacia el final de la etapa en 25 unidades ( $p=0.028$ ), mientras que para 100 unidades (6.5% promedio) y 500 unidades (17.4% promedio) no se observó cambio. En nitritos no se observó cambio y solo el 10.9% promedio de los participantes fueron positivos a la prueba. En proteínas, el 8.7% promedio de los participantes presentaron 25 mg/dL y un 6.5% tuvo 75 mg/dL; por su parte en hemoglobina, no se registraron cambios significativos en la etapa, dando positiva a la prueba: 10.9% en 10 Ery/ $\mu$ L, 10.9% en 25 Ery/ $\mu$ , 4.3% en 50 Ery/ $\mu$ L y 2.2% en 250 Ery/ $\mu$ L.

En el análisis microscópico de la orina se identificó, en el promedio de los participantes de esta etapa, la presencia de leucocitos en forma escasa (43.9%), moderada (26.5%), abundante (9.0%) e incontable (15.9%); de eritrocitos estuvieron ausentes en el 72.3%, de forma escasa en el 13.7% e incontable en el 6.5% de los participantes. Las bacterias fueron escasas para el 51.4%, moderadas en el 7.5% y abundantes para el 29.2%; los filamentos de moco no se presentaron en el 72.0%, fueron escasos en el 11.5%, moderado en el 9.0% y abundante en el 7.5%; los cilindros fueron negativos para el 97.5% y en forma escasa se observó en el 2.5%; la presencia de células epiteliales fue escasa para el 77.0%, moderada para el 13.7% y abundante en el 2.2%. La presencia de cristales fue negativa para el 87.8%, escasa para el 9.7% y abundante en el 2.5% de los participantes.

### **C. Etapa de Intervención**

Los resultados indicaron que el consumo de los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón, durante 30 días, incrementaron el peso corporal total de los participantes en forma significativa, con una diferencia de más de un kilogramo; así mismo se mantuvieron los otros componentes de la composición corporal como la masa grasa y el agua corporal total. También fue evidente la conservación de reservas de energía (circunferencia de brazo) y reservas musculares (circunferencia de pantorrilla) (Cuadro 6).

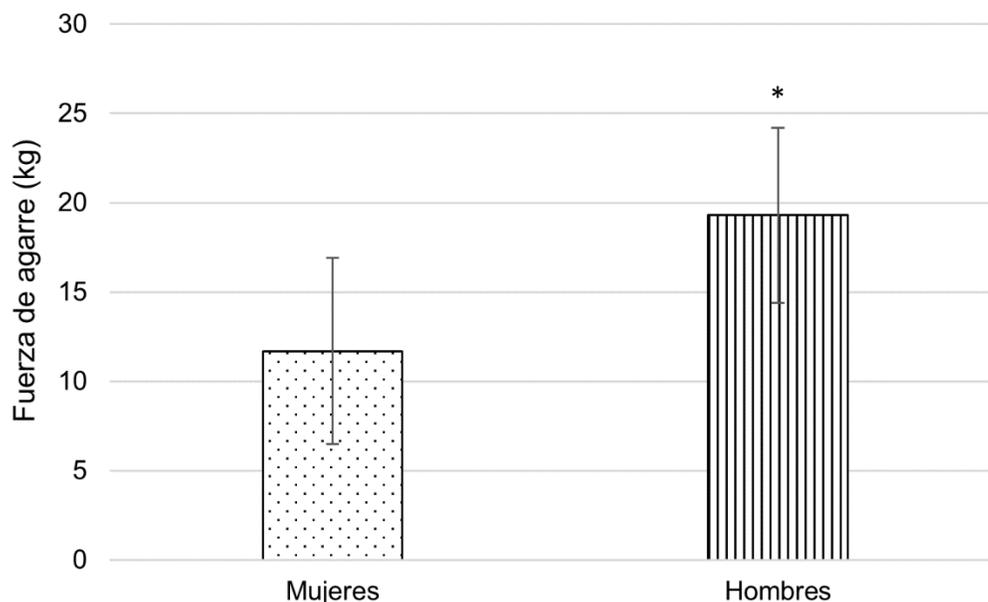
**Cuadro 6.** Composición corporal y evaluación del estado nutricional de los adultos mayores en la etapa de intervención.

Indicadores	Intervención				p
	Inicio		Final		
	Media	DE	Media	DE	
<b>Peso (kg)</b>	<b>55.9</b>	<b>9.5</b>	<b>57.0</b>	<b>9.3</b>	<b>0.009</b>
<b>Circunferencia brazo (cm)</b>	26.2	3.1	26.0	3.2	0.502
<b>Circunferencia pantorrilla (cm)</b>	30.6	2.9	31.0	3.0	0.140
<b>ACT (L)</b>	27.0	4.9	27.1	5.0	0.884
<b>MLG (kg)</b>	36.3	7.2	37.0	6.8	0.379
<b>MG (kg)</b>	18.6	5.7	20.1	6.3	0.113
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22.6	3.6	22.8	3.4	0.853
<b>Fuerza de agarre (kg)</b>	16.3	7.3	16.5	6.2	0.806
<b>Valoración cognitiva</b>	2.7	2.3	2.3	2.6	0.357
<b>MNA</b>	24.8	3.8	24.3	3.4	0.441

ACT: agua corporal total; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; IMC: índice de masa corporal; MNA: mini valoración nutricional; DE: desviación estándar. Significancia a  $p < 0.05$ .

A pesar de no mostrar diferencia significativa en otros parámetros, se observó una tendencia en el incremento de la masa libre de grasa y funcionalidad medida por fuerza de agarre, sin detrimento en la función cognitiva o nutricional. Un análisis por sexo indicó nuevamente que la fuerza de agarre fue mayor en hombres ( $19.3 \pm 4.9$  kg) que en mujeres ( $11.7 \pm 5.2$  kg) ( $p=0.003$ ) al final de esta etapa (Figura 4). Particularmente se observó un incremento de la fuerza de agarre de las mujeres después de la intervención con relación a su inicio en la etapa control ( $10.7 \pm 5.4$  kg).

En el caso de la etapa de intervención, el estado cognitivo de los participantes se mostró sin cambios significativos, aunque se observó una tendencia de un mejor desenvolvimiento al tender del deterioro cognitivo leve hacia normal. Para la parte nutricional con la MNA, en esta etapa se observó en general un adecuado estado nutricional.



**Figura 4.** Fuerza de agarre de hombres y mujeres al final de la etapa de intervención.

Un análisis de la ingesta de alimentos durante la etapa de intervención (Cuadro 7) muestra los beneficios nutricionales después del consumo de los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón. Los participantes incrementaron su consumo de energía, cubriendo el 100% del requerimiento recomendado con respecto a su peso corporal (1645 kcal), así como un incremento en su consumo de proteína (+ 18.6 g, 29%), fibra dietética total (+ 13.4 g, 76%), hierro (+ 4.4 mg, 44%), zinc (+ 1.8 mg, 39%), ácido fólico (+ 83.4 µg, 19.6%) y un decremento en colesterol (- 66 mg, 26.6%) y sodio (- 319.5 mg, 15.9%). El consumo de los alimentos diseñados para el adulto mayor permitió incrementar su consumo promedio de proteína en 1.5 g/ kg de peso corporal/ día; se redujo el consumo de ácidos grasos Omega-6 (- 1.5 g, 28%) y se incrementó el de Omega-3 (+ 0.4 g, 100%), modificando la relación de estos ácidos grasos de 13:1 en la etapa control a 5:1 para la etapa de intervención, respectivamente. La ingesta de fibra dietética se cubrió en 100% la recomendación dietética (30 g/día) y se modificó la relación de fibra soluble:fibra insoluble de 7:1 de la etapa control a 2:1 en la etapa de intervención.

El consumo de hierro cubrió el 100% de la IDR y en el caso del zinc, aunque incrementó, solo cubrió el 58% de la IDR. En vitaminas, el consumo de ácido fólico (o folatos) cubrió el 100% de la IDR para este grupo de edad y la vitamina A aunque tuvo un incremento (92.6 µg RAE, 33.8%), este no fue significativo y su ingesta se mantuvo baja (50% de la IDR). Por otra parte, el consumo de vitaminas C se redujo (- 16.7 mg, 27.5%) y E (-1.9 mg, 43%) al final de la intervención y su ingesta se mantuvo por debajo de la IDR (52% y 20%, respectivamente).

**Cuadro 7.** Energía y nutrimentos de la ingesta de alimentos de los participantes durante el estudio.

	Etapa		p
	Control	Intervención	
<b>Energía (kcal)</b>	1547 ± 224	1697± 287	0.245
<b>Macronutrientes</b>			
<b>Proteínas (g)</b>	63.8 ± 12.6	82.4 ± 14.5	<b>0.009</b>
<b>Grasa total (g)</b>	48.0 ± 10.0	54.3 ± 14.4	0.306
<b>Ácidos grasos saturados (g)</b>	11.0 ± 1.0	11.8 ± 2.1	0.266
<b>Ácidos grasos moinsaturados (g)</b>	15.4 ± 3.0	10.7 ± 3.2	<b>0.003</b>
<b>Ácidos grasos poliinsaturados (g)</b>	8.9 ± 2.1	6.3 ± 1.8	<b>0.002</b>
<b>Ácidos grasos Omega-6 (g)</b>	5.3 ± 1.6	3.8 ± 1.2	<b>0.011</b>
<b>Ácidos grasos Omega-3g</b>	0.4 ± 0.2	0.8 ± 0.2	<b>0.001</b>
<b>Hidratos de carbono g</b>	222.4 ± 28.8	215.8 ± 33.4	0.666
<b>Fibra total (g)</b>	17.6 ± 9.1	31.0 ± 5.9	<b>&lt;0.001</b>
<b>Fibra soluble (g)</b>	3.5 ± 2.3	8.0 ± 6.0	<b>0.005</b>
<b>Fibra insoluble (g)</b>	0.5 ± 0.3	4.3 ± 3.8	<b>0.003</b>
<b>Colesterol total (mg)</b>	320.7 ± 58.5	254.7 ± 85.9	<b>0.001</b>
<b>Minerales</b>			
<b>Calcio (mg)</b>	726.5 ± 178.0	684.3 ± 126.0	0.395
<b>Hierro (mg)</b>	9.9 ± 2.5	14.3 ± 2.8	<b>&lt;0.001</b>
<b>Potasio (mg)</b>	1351.9 ± 467.5	1443.1 ± 290.1	0.346
<b>Sodio (mg)</b>	2001.3 ± 545.8	1681.8 ± 588.9	<b>0.035</b>
<b>Zinc (mg)</b>	4.6 ± 1.2	6.4 ± 2.4	<b>0.004</b>
<b>Vitaminas</b>			
<b>Vitamina C (mg)</b>	60.7 ± 15.1	44.0 ± 13.6	<b>0.005</b>
<b>Folatos (µg)</b>	425.3 ± 204.0	508.7 ± 142.5	<b>0.031</b>
<b>Vitamina A (µg RAE)</b>	273.8 ± 154.8	366.4 ± 295.6	0.252
<b>Vitamina E (mg)</b>	4.4 ± 3.1	2.5 ± 1.6	<b>0.003</b>

Valores medios ± DE. Significancia a  $p < 0.05$ .

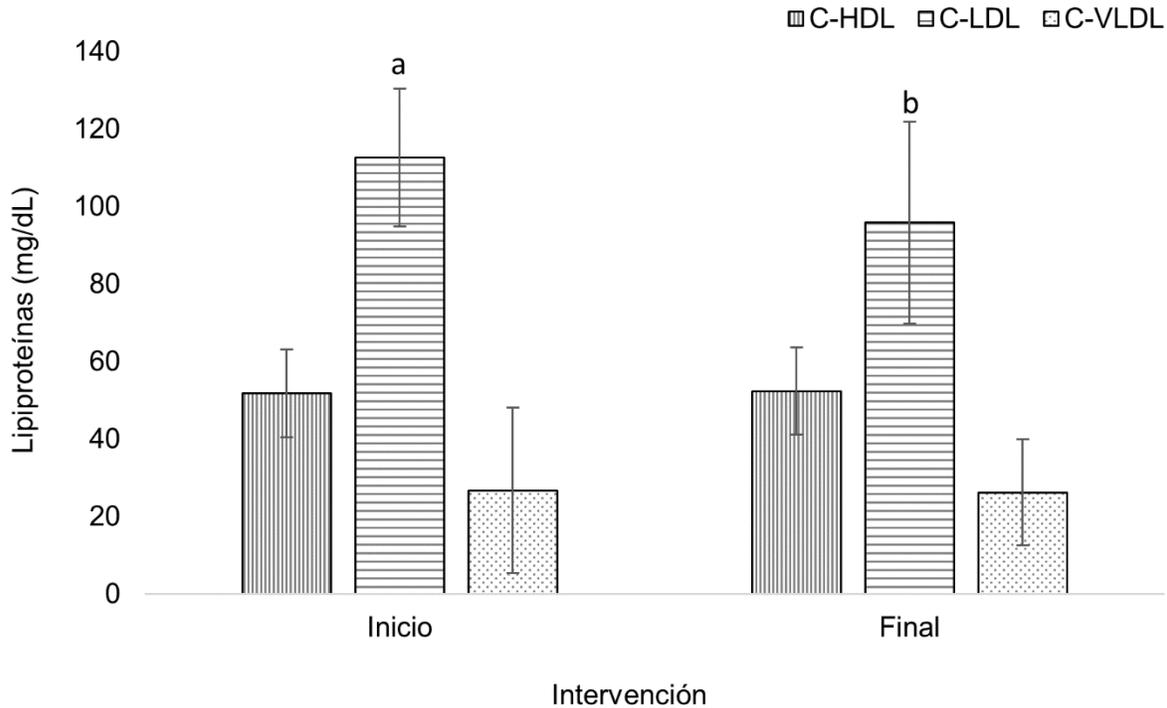
Los parámetros biométricos de esta etapa de intervención se muestran en el Cuadro 8. Los valores de la química sanguínea de los participantes se encontraron dentro de los valores de referencia desde el inicio hasta el final de la etapa de intervención. Sin embargo, la glicemia se incrementó significativamente al terminar esta etapa ( $p=0.043$ ). En triglicéridos no se observó cambio en la intervención, pero un análisis por sexo mostró que las mujeres tuvieron mayor concentración de triglicéridos plasmáticos ( $158.5 \pm 74.5$  mg/dL) que los hombres ( $112.8 \pm 37.6$  mg/dL) ( $p=0.038$ ) al final de esta etapa.

**Cuadro 8.** Parámetros biométricos de los adultos mayores en la etapa de intervención.

Parámetro Biométrico	Etapa Intervención		Valores de referencia*
	Inicio	Final	
<b>Química sanguínea</b>			
Glucosa (mg/dL)	<b>79.9 ± 7.6<sup>b</sup></b>	<b>87.2 ± 9.6<sup>a</sup></b>	60.0-100.0
Triglicéridos (mg/dL)	122.3 ± 43.2	130.7 ± 59.4	45.0-191.0
Colesterol total (mg/dL)	191.0 ± 33.6	176.5 ± 34.2	120.0-200.0
C-HDL (mg/dL)	51.8 ± 11.3	52.3 ± 12.5	36.0-76.0
C-LDL (mg/dL)	<b>112.5 ± 26.0<sup>a</sup></b>	<b>95.8 ± 30.1<sup>b</sup></b>	80.0-150.0
C-VLDL (mg/dL)	26.7 ± 13.6	26.2 ± 11.9	0.0-45.0
Proteínas totales (g/dL)	<b>7.4 ± 0.6<sup>a</sup></b>	<b>6.9 ± 0.6<sup>b</sup></b>	6.0-8.5
Albumina (g/dL)	4.1 ± 0.3	4.2 ± 0.3	3.5-5.2
Proteína C reactiva (mg/dL)	0.35 ± 0.3	0.40 ± 0.5	0.0-5.0
Creatinina (mg/dL)	0.74 ± 0.1	0.83 ± 0.2	0.5-1.5
Urea (mg/dL)	<b>34.1 ± 7.6<sup>b</sup></b>	<b>45.4 ± 11.3<sup>a</sup></b>	13.0-60.0
BUN (mg/dL)	<b>15.9 ± 3.4<sup>b</sup></b>	<b>21.2 ± 5.3<sup>a</sup></b>	6.0-28.0
Ácido úrico (mg/dL)	4.4 ± 0.9	4.9 ± 1.1	2.7-7.2
<b>Biometría hemática</b>			
Eritrocitos (x10 <sup>6</sup> /μL)	4.7 ± 1.0	4.3 ± 0.5	4.1-5.1
Hemoglobina (g/dL)	13.9 ± 1.5	13.5 ± 1.5	12.3-15.3
Hematocrito (%)	42.7 ± 4.8	41.2 ± 4.8	36.0-45.0
VCM (fL)	95.4 ± 3.8	95.4 ± 3.9	80.0-100.0
HCM (pg)	31.0 ± 1.5	32.5 ± 0.8	27.5-32.2
CCMH (g/dL)	<b>32.5 ± 0.8</b>	<b>32.7 ± 0.9<sup>†</sup></b>	33.4-35.5
RDW (%)	13.9 ± 0.8	13.9 ± 0.9	11.5-16.0
Distrib. hemoglobina (fL)	47.4 ± 2.9	47.1 ± 3.1	0.0-99.9
Leucocitos (x10 <sup>3</sup> /μL)	6.9 ± 2.3	6.5 ± 1.7	4.5-11.0
Neutrófilos (%)	61.6 ± 8.2	60.8 ± 7.8	37.0-72.0
Linfocitos (%)	25.9 ± 7.5	26.7 ± 6.9	20.0-50.0
Monocitos (%)	8.9 ± 2.7	8.9 ± 2.9	0.0-14.0
Eosinófilos (%)	3.0 ± 2.2	3.1 ± 2.0	0.0-6.0
Basófilos (%)	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.0-1.0
Plaquetas (x10 <sup>3</sup> /μL)	236.3 ± 80.0	233.9 ± 72.4	140.0-450.0
Volumen plaquetario (fL)	<b>11.2 ± 1.3<sup>†</sup></b>	<b>10.7 ± 1.1<sup>†</sup></b>	7.4-10.4
<b>Uroanálisis</b>			
Color**	Amarillo	Amarillo	
Aspecto**	50% claro	61% claro	
Densidad	1.015 ± 0.006	1.017 ± 0.009	1.002-1.030
pH	6.3 ± 0.8	5.8 ± 0.9	4.5-8.0
Glucosa**	100% negativo	100% negativo	Negativo
Cuerpos cetónicos**	100% negativo	100% negativo	Negativo
Urobilinógeno**	100% normal	100% normal	0.2 U.E./dL
Bilirrubina**	95% negativo	100% negativo	Negativo
Estearasa leucocitaria**	69.6% negativo	69.6% negativo	Negativo
Nitritos**	91.3% negativo	82.6% negativo	Negativo
Proteínas**	82.6% negativo	82.6% negativo	Negativo
Hemoglobina**	69.6% negativo	69.6% negativo	Negativo

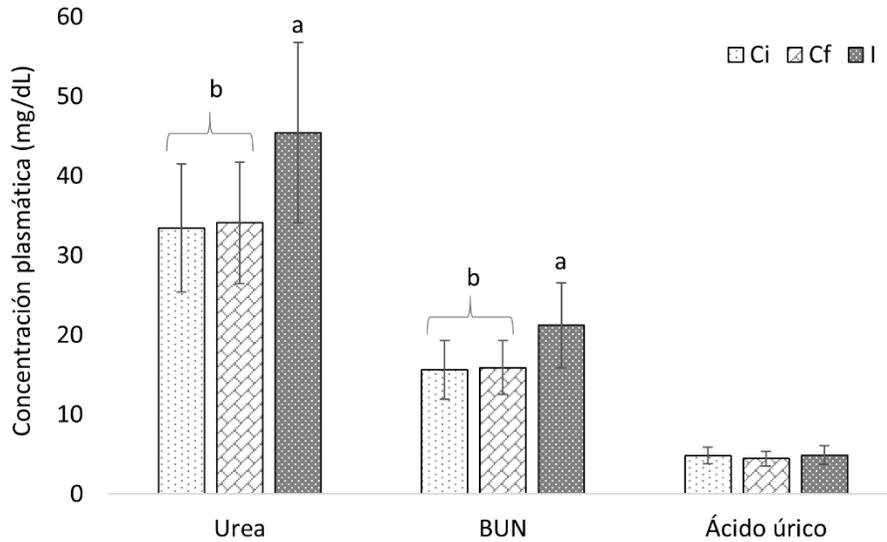
Valores medios ± DE. \*Valores del Laboratorio de Servicios Médicos de la UACJ. \*\*Proporción de participantes. †Valores fuera de los límites de referencia. Letras diferentes indican diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

En el colesterol total se aprecia una reducción al final de la intervención, aunque no significativa, no obstante, el análisis por sexo mostró que los hombres presentaron menor concentración plasmática de colesterol total ( $163.2 \pm 21.2$  mg/dL) que las mujeres ( $197 \pm 39.8$  mg/dl) ( $p=0.016$ ). En lipoproteínas plasmáticas (Figura 5), de forma interesante se observó la reducción de las lipoproteínas C-LDL en los participantes al final de la intervención ( $p=0.033$ ).



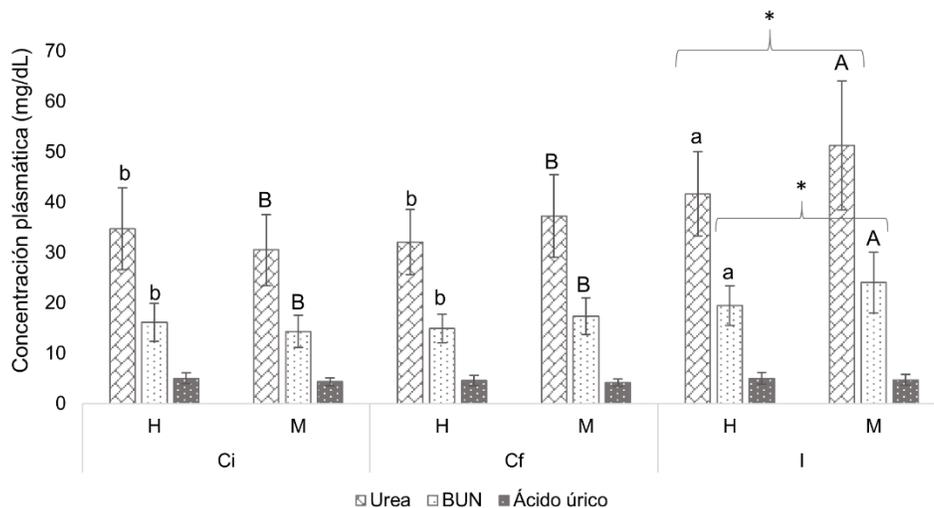
**Figura 5.** Evolución de lipoproteínas plasmáticas de los adultos mayores en la etapa de intervención.

Un análisis por sexo indicó que los hombres redujeron significativamente las C-LDL en esta etapa (inicio:  $107.1 \pm 23.4$  mg/dL, final:  $84.3 \pm 25.5$  mg/dL) y en comparación con las mujeres (final:  $113.6 \pm 27.9$  mg/dL) ( $p=0.020$ ). Las proteínas totales se redujeron al final de esta etapa ( $p=0.018$ ), siendo los hombres quienes redujeron significativamente (inicio:  $7.3 \pm 0.6$  g/dL, final:  $6.8 \pm 0.4$  g/dL) ( $p=0.012$ ) y no así las mujeres (inicio:  $7.4 \pm 0.6$  g/dL, final  $7.2 \pm 0.7$  g/dL). Después del consumo de los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón y especialmente diseñados para el adulto mayor, la concentración plasmática de urea y el balance ureico de nitrógeno (BUN) se incrementaron al final de la etapa de intervención ( $p<0.01$ ), mientras que el ácido úrico no presentó cambio (Figura 6).



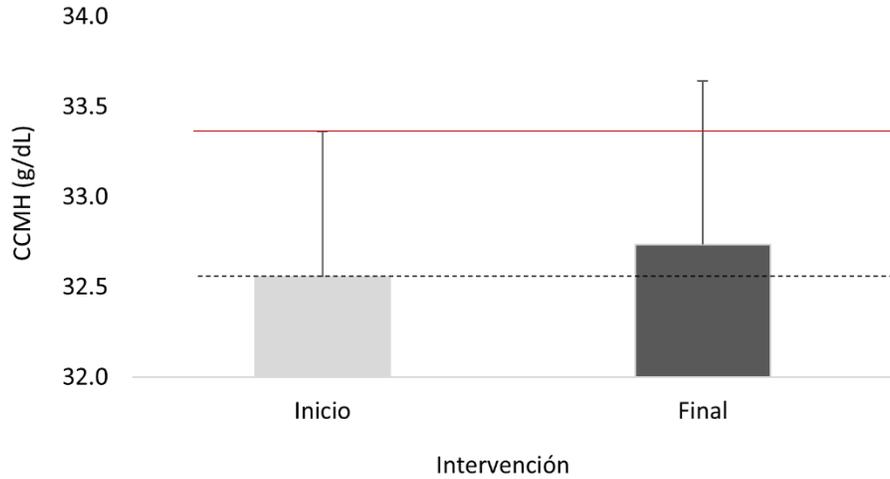
**Figura 6.** Evolución de la urea, el balance ureico de nitrógeno (BUN) y el ácido úrico plasmático de los participantes en las diferentes etapas del estudio. Valores medios  $\pm$  DE. Ci: etapa control inicio, Cf: etapa control final, I: etapa intervención final. Comparación por variable en las diferentes etapas. Letras diferentes indican diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

El análisis por sexo indicó que el incremento en esta etapa se registró tanto en hombres (Urea: inicio:  $32.1 \pm 6.5$  mg/dL, final:  $41.6 \pm 8.4$  mg/dL; BUN: inicio  $14.9 \pm 2.8$  mg/dL, final  $19.4 \pm 3.9$  mg/dL) como mujeres (Urea: inicio:  $37.2.1 \pm 8.2$  mg/dL, final:  $51.2.6 \pm 12.8$  mg/dL; BUN: inicio  $17.3 \pm 3.6$  mg/dL, final  $24.0 \pm 6.0$  mg/dL), donde las mujeres mostraron mayor concentración en dichos parámetros en comparación con los hombres ( $p < 0.01$ ) (Figura 7).



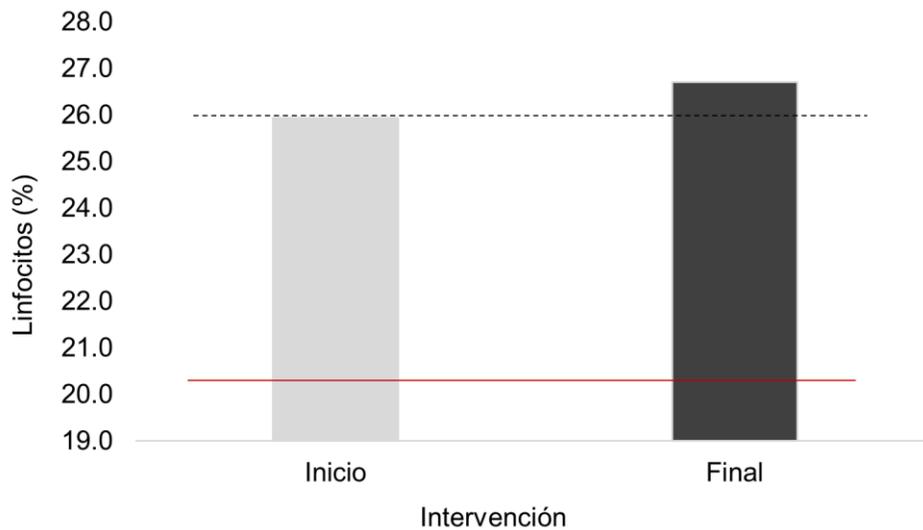
**Figura 7.** Evolución de la urea, balance ureico de nitrógeno (BUN) y ácido úrico plasmático por sexo de los participantes en las diferentes etapas del estudio. Valores medios  $\pm$  DE. Ci: etapa control inicio, Cf: etapa control final, I: etapa de intervención final, H: hombres, M: mujeres. Comparación por variable y sexo en las diferentes etapas. Letras diferentes (minúsculas para hombres y mayúsculas para mujeres) y \* (hombres y mujeres) indican diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

En la biometría hemática no se observó cambio entre el inicio y final de esta etapa, los parámetros se ubicaron dentro de los valores de referencia, excepto en la concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH) y el volumen plaquetario. Para la CCMH (Figura 8) se observó un pequeño incremento, aunque no significativo, no obstante, aún se mantuvo por debajo de límite inferior de referencia desde el inicio hasta el final de esta etapa.



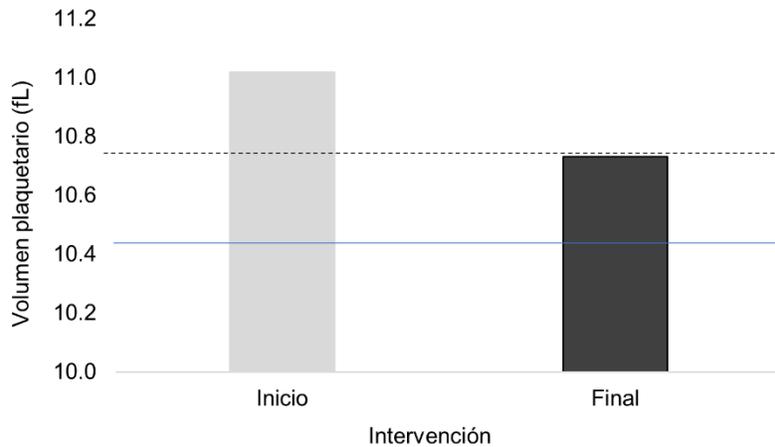
**Figura 8.** Concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH) de los participantes en la etapa de intervención. Línea roja indica el límite inferior de referencia.

En el caso de los linfocitos se observó una tendencia de decremento en la etapa control (Cuadro 5) y de un incremento al final de la etapa de intervención (Figura 9), en ambos casos estos valores se encontraron dentro del intervalo de referencia.



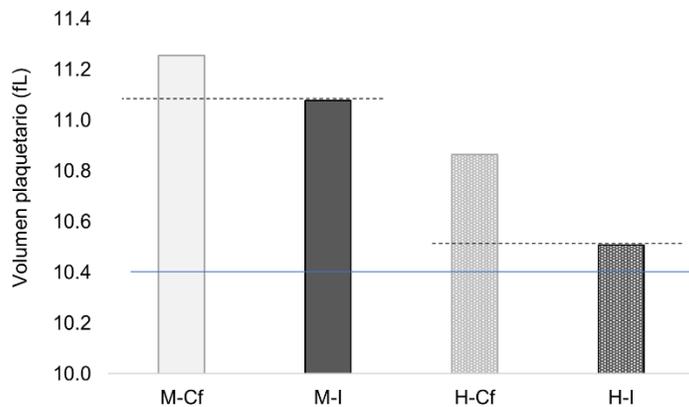
**Figura 9.** Evolución de los linfocitos de los participantes en la etapa de intervención. Línea roja indica el límite inferior de referencia.

Por su parte, en el volumen plaquetario se observó una tendencia de incremento en la etapa control (Cuadro 5) y de decremento al final de la etapa de intervención (Cuadro 8) acercándose más al límite superior de referencia para este parámetro (Figura 10).



**Figura 10.** Evolución del volumen plaquetario de los participantes en la etapa de intervención. Línea azul indica límite superior de referencia.

Un análisis por sexo, aunque no mostró significancia, permitió observar que esta reducción en el volumen plaquetario muestra una tendencia mayor en hombres que en mujeres, siendo los hombres lo que más se acercan al valor de referencia superior (Figura 11).



**Figura 11.** Evolución del volumen plaquetario de hombres y mujeres en la etapa de intervención. M: mujeres; H: hombres; Cf: final de etapa control; I: final de etapa de intervención. Línea azul indica límite superior de referencia.

En el uroanálisis (examen general de orina) de la etapa de intervención, no se observó un cambio significativo en el aspecto, sin embargo, en promedio el 25.9% de la orina de los participantes tuvo un

aspecto turbio y un 18.7% muy turbio. Para estearasa leucocitaria en esta etapa se mantuvo un promedio de 100 unidades en el 6.5% promedio de los participantes y de 500 unidades en el 23.9% de ellos. En nitritos no se observó cambio entre el inicio y final de la etapa y solo el 13.0% promedio de los participantes fueron positivos a la prueba. En proteínas, se mantuvo un 8.7% promedio de los participantes en 25 mg/dL, el 6.5% tuvo 75 mg/dL y un 2.2% hasta 100 mg/dL; por su parte en hemoglobina, no se registraron cambios significativos en la etapa, dando positiva a la prueba: 6.5% en 10 Ery/ $\mu$ L, 15.2% en 25 Ery/ $\mu$ , 4.3% en 50 Ery/ $\mu$ L y 4.3% en 250 Ery/ $\mu$ L.

En el análisis microscópico de la orina se identificó, en el promedio de los participantes de esta etapa, la presencia de leucocitos en forma escasa (37.0%), moderada (15.2%), abundante (10.9%) e incontable (17.4%); de eritrocitos estuvieron ausentes en el 64.7%, de forma escasa en el 19.6%, de forma moderada en el 2.2% e incontable en el 10.9%. Las bacterias fueron escasas en el 56.5%, moderadas en el 2.2% y abundantes para el 37.0% de los participantes; los filamentos de moco no se presentaron en el 80.4%, fueron escasos en el 10.9%, moderado en el 6.5% y abundante en el 2.2%; los cilindros fueron negativos para el 100%; la presencia de células epiteliales fue escasa para el 69.6%, moderada para el 10.9% y abundante en el 4.3%. La presencia de cristales fue negativa para el 91.3% de los participantes y solo el 6.5% los presentó de forma escasa.

#### D. Perfil antioxidante

##### D.1 Alimentos diseñados para el adulto mayor

Otra de las características para probar la funcionalidad de los alimentos diseñados para el adulto mayor fue analizar el perfil antioxidante de los alimentos y su impacto después del consumo durante el periodo de intervención. En el Cuadro 9 se presentan las propiedades en compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón.

**Cuadro 9.** Fenoles totales y capacidad antioxidante de los alimentos proporcionados al adulto mayor en la etapa de intervención.

Alimento	Fenoles totales (mg EAG/ 100 g extracto)	Capacidad antioxidante	
		FRAP	ABTS
		( $\mu$ mol ET/ 100 g extracto)	( $\mu$ mol ET/ 100 g extracto)
Muffin	268.7 $\pm$ 11.8	637.7 $\pm$ 36.6	1553.4 $\pm$ 75.3
Bebida (atole)	149.3 $\pm$ 6.8	268.3 $\pm$ 11.9	691.2 $\pm$ 28.9
Harina de Ramón	89.8 $\pm$ 3.2	209.6 $\pm$ 8.1	371.5 $\pm$ 23.2

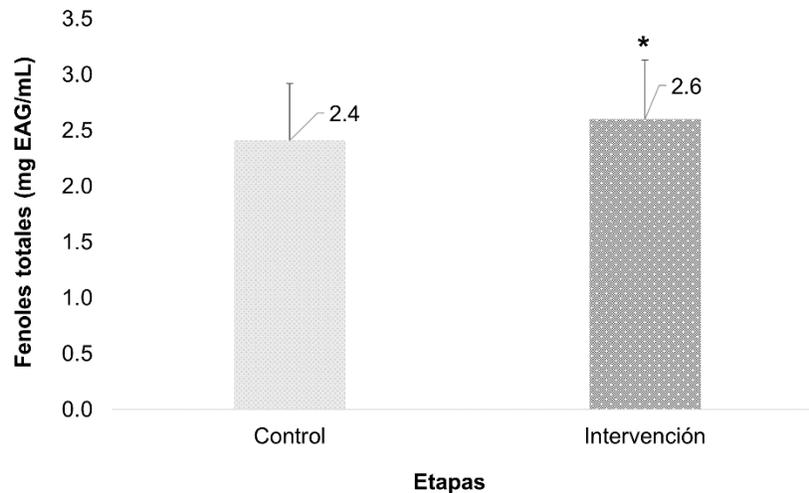
Valores medios  $\pm$  DE. EAG: equivalentes de ácido gálico; ET: equivalentes de trolox.

Los resultados mostraron que los alimentos probados en este estudio tienen un mayor contenido de fenoles totales en comparación con la harina de semilla de Ramón, indicando una posible sinergia de los demás ingredientes del alimento. No obstante, la harina de semilla de Ramón contribuyó con el 33.5 % de fenoles

totales para el muffin y con el 60.1% para la bebida. De la misma forma, la capacidad antioxidante fue mayor en los alimentos en relación con la harina. Sin embargo, la harina de semilla de Ramón contribuyó en promedio con 28.3% para el muffin y en 65.9% para la bebida.

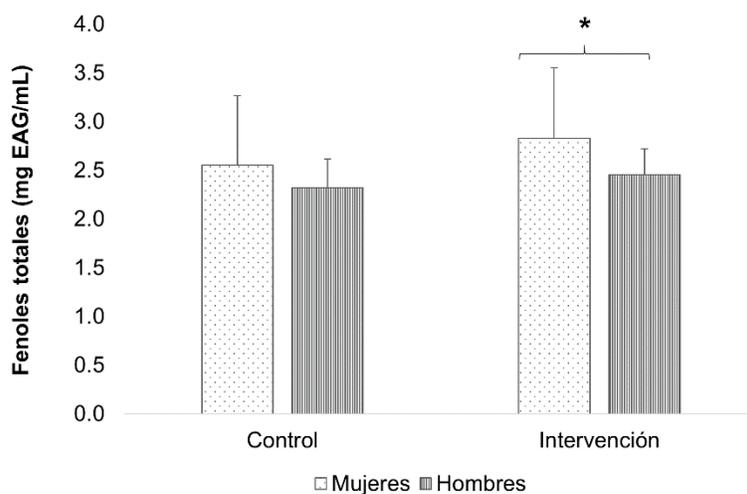
### D.2 Plasma del adulto mayor

El contenido de fenoles totales plasmáticos se incrementó significativamente al terminó de la intervención con respecto a la etapa control en 7.8% (0.2 mg EAG/mL) ( $p=0.03$ ) (Figura 12), lo cual indicó una propiedad funcional de los alimentos diseñados y adicionados con *B. alicastrum* Sw. para el adulto mayor.



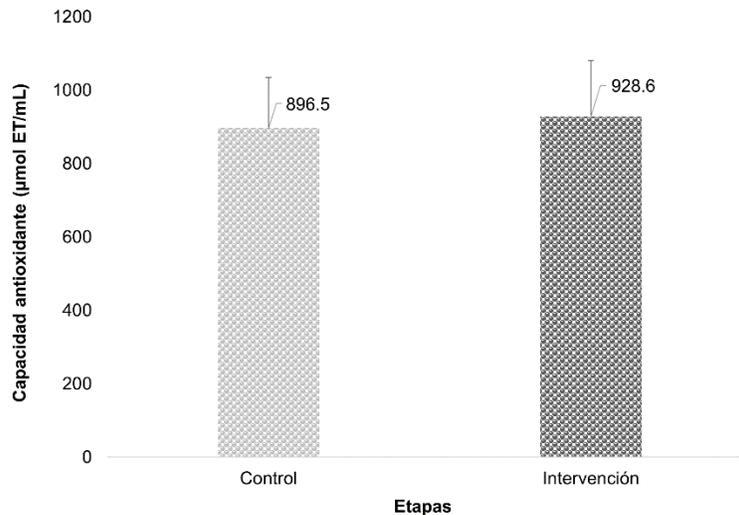
**Figura 12.** Efecto del consumo de los alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw. en el contenido de fenoles totales en plasma de adultos mayores. \*Indica diferencia significativa a  $p<0.05$ .

Un análisis por sexo indicó que el impacto fue mayor en las mujeres (10.7%) con respecto a los hombres (5.8%) al término de la intervención (Figura 13).



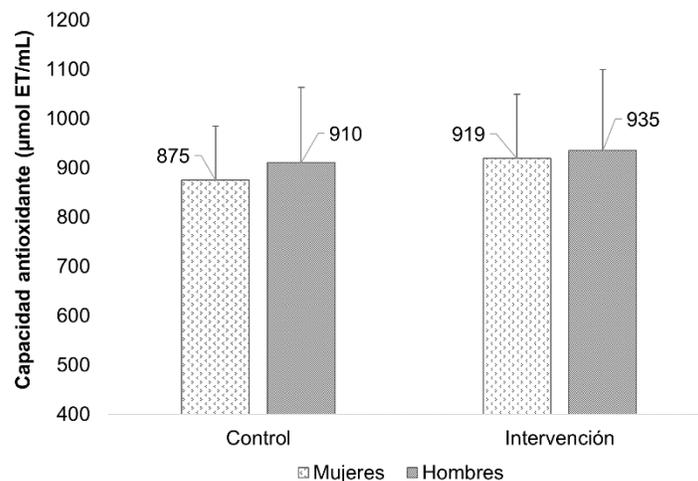
**Figura 13.** Contenido plasmático de fenoles totales por sexo de los adultos mayores que consumieron los alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw. \*Indica diferencia significativa a  $p<0.05$ .

El incremento en fenoles totales impactó en un incremento de 32.2  $\mu\text{mol ET/mL}$  de la capacidad antioxidante plasmática (3.6%), sin embargo, este cambio no fue estadísticamente significativo ( $p=0.19$ ) (Figura 14), posiblemente un consumo a mayor plazo podría impactar en una mayor capacidad antioxidante.



**Figura 14.** Efecto del consumo de los alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw. en la capacidad antioxidante en plasma de adultos mayores.

Un análisis por sexo no mostró diferencias significativas, pero se observó un efecto diferencial que fue mayor en mujeres (44.0  $\mu\text{mol ET/mL}$ , 5%) en comparación con los hombres (24.5  $\mu\text{mol ET/mL}$ , 2.7%) (Figura 15) lo cual esta relacionado con el mayor contenido de compuestos fenólicos observados en las mujeres (Figura 13).



**Figura 15.** Capacidad antioxidante en plasma en mujeres y hombres adultos mayores que consumieron los alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw.

Una identificación preliminar de metabolitos en plasma del adulto mayor, mediante análisis UPLC-MS/MS, indicó como principales metabolitos después de la etapa de intervención a: isopropil 3-(3,4-Dihidroxifenil1)-2-hydroxiopropionato, ácido hipúrico, secoisolariciresinol, catecol y ácido fenilacético y metabolitos fenólicos, además de aminoácidos como glutamina, histidina, valina y fenilalanina, estos tres últimos aminoácidos esenciales.

#### **E. Valoración del estado afectivo**

En el estado afectivo de esta población se encontró que el 43% de los adultos mayores mantienen relaciones interpersonales con familiares, particularmente sus nietos, mientras que resto no las tiene. El 37% de los participantes indicaron tener un estado de depresión leve, siendo este mayor en las mujeres (23%) que en los hombres (14%), no obstante, el 25% los hombres se ubican en un estado de depresión grave. Finalmente, se identificó en los participantes un estado de ansiedad leve.

## **5. CONCLUSIONES**

- ❖ Durante su seguimiento (etapa control) los adultos mayores en condición de asilo con pre- y sarcopenia mostraron un deterioro progresivo en su masa libre de grasa y una tendencia de deterioro generalizado con pérdida de agua corporal. La dinapenia se presentó en el 95% de ellos, con un riesgo de malnutrición en el 27% de la población. Su consumo energético fue deficiente, a pesar de una adecuada distribución de macronutrientes. Su ingesta dietética se caracterizó por un elevado consumo de grasas saturadas, colesterol y un reducido consumo de fibra dietética (58% de la IDR). En micronutrientes se observó un bajo consumo de calcio y vitamina C y muy bajo de zinc, vitamina A y E.
- ❖ En la etapa control, todos sus parámetros biométricos se encontraron dentro de los valores de referencia, aunque se identificó una reducción en su glicemia y albúmina plasmática. El examen general de orina no mostró cambios e indicó la presencia de posibles infecciones en un segmento de los participantes.
- ❖ Después del consumo de los alimentos diseñados especialmente para el adulto mayor y adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) (etapa de intervención), los adultos mayores en condición de asilo incrementaron su peso corporal y mantuvieron sin cambio la masa grasa y el agua corporal total, conservando además su reserva de energía (circunferencia de brazo), reservas musculares (circunferencia de pantorrilla) y fuerza de agarre, sin detrimento de la función cognitiva y nutricional.
- ❖ Después de la intervención, los adultos mayores en condición de asilo mostraron un adecuado estado nutricional, cubriendo el total del requerimiento energético. Se incrementó el consumo de proteína (1.5

g/kg de peso corporal/día), fibra dietética y hierro, cubriendo en 100% la IDR de estos nutrientes, de zinc (58% de la IDR), ácido fólico y se redujo el consumo de colesterol y sodio.

- ❖ El consumo de los alimentos adicionados con harina de semilla de Ramón favoreció una mejor relación de ácidos grasos Omega 6 y Omega 3 y de fibra soluble e insoluble, lo que beneficia la salud del adulto mayor. No obstante, las vitaminas C, A y E se mantuvieron por debajo de la IDR.
- ❖ Después de la intervención, todos los parámetros biométricos de los adultos mayores se encontraron dentro de valores de referencia, pero después del consumo de los alimentos se redujeron las lipoproteínas C-LDL y proteínas totales, siendo mayor el decremento en los hombres. La urea y el balance ureico de nitrógeno (BUN) plasmáticos se incrementaron, siendo las mujeres quienes mostraron el mayor impacto. El examen general de orina no mostró cambios significativos.
- ❖ El consumo de los alimentos impacto favorablemente al incrementar el contenido de fenoles totales en el plasma de los adultos mayores, siendo mayor en mujeres que en hombres; además de identificar metabolitos de interés y aminoácidos esenciales en plasma al término de la intervención.
- ❖ En el estado afectivo de los adultos mayores en condición de asilo, aproximadamente una tercera parte presenta un estado de depresión leve, principalmente mujeres y grave, especialmente en hombres, mientras que el estado de ansiedad es leve para ambos sexos.

En general, el consumo de alimentos especialmente diseñados para el adulto mayor y adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón) benefició su estado nutricional y preservó las reservas energéticas y musculares, incrementando el consumo de proteína, fibra dietética, hierro, zinc, ácido fólico y reduciendo el consumo de colesterol y sodio, no obstante, no se cubrió la recomendación de ingesta de vitaminas C, A y E. Además, se impactó favorablemente el estado de salud de los adultos mayores al reducir las lipoproteínas C-LDL e incrementar concentración plasmática de urea y el balance ureico de nitrógeno debido al aumento en el consumo de proteína (1.5 g/kg de peso corporal/día). Se incrementó el contenido de compuestos fenólicos en el plasma de los participantes, particularmente en las mujeres y se identificaron metabolitos y aminoácidos esenciales de interés. Con estos resultados se prueba la funcionalidad de los alimentos especialmente diseñados para el adulto mayor, ya que además de beneficiar su estado nutricional tienen un efecto protector cardiovascular y por daño oxidativo que beneficia la salud de este sector de la sociedad.

## REFERENCIAS

- Albanese, M. C., Cavaliere, M. E., Liotta, R. A., Morelli, F. P., & Ortin, N. F. (2016). *Sarcopenia : Identificación e influencia de los factores determinantes en su etiología y tratamiento para el desarrollo de estrategias de prevención*. Universidad de Buenos Aires.
- Alvarez-Parrilla, E., De La Rosa, L. A., Legarreta, P., Saenz, L., Rodrigo-García, J., & Gonzalez-Aguilar, G. A. (2010). Daily consumption of apple, pear and orange juice differently affects plasma lipids and antioxidant capacity of smoking and non-smoking adults. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(4), 369–380.
- Andino, M. A. (2010). Procesamiento y consumo de semilla de ojoche. CONICYT, 8.
- BioSystems. (2006). *Ácido úrico*. Barcelona, España.
- BioSystems. (2013). *Urea/BUN-Color*. Barcelona, España.
- BioSystems. (2016). *Lipoproteínas*. Barcelona, España.
- Bloom, I., Shand, C., Cooper, C., Robinson, S., & Baird, J. (2018). Diet quality and sarcopenia in older adults: A systematic review. *Nutrients*, 10(3), 1–28.
- Burgos, R. (2006). Sarcopenia en ancianos. *Endocrinología y Nutrición*, 53(5), 335–344.
- Carter, C. T. (2015). *Chemical and Functional Properties of Brosimum Alicastrum Seed Powder ( Maya Nut , Ramón Nut )*. Clemson University, USA.
- Chumlea, W. (1984). *Nutritional assessment of the elderly through anthropometry*. USA: Ross Laboratories.
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia - Dynapenia. *Journal of Gerontology*, 63A(8), 829–834.
- CONAFOR-FAO. (2012). *The State of the World's Forest Genetic Resources. Country Report Mexico*. Rome, Italy: FAO.
- Cruz-Jentoft, A., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... Extended group EWGSOP2. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Schneider, S. M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39, 412–423.
- De la Rosa, L., Alvarez-Parrilla, E., & Shahidi, F. (2011). Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Kernels and Shells of Mexican Pecan (*Carya illinoensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 152–162.
- Espinel-Bermúdez, M., Sánchez-García, S., García-Peña, C., Trujillo, X., Huerta-Viera, M., Granados-García, V., ... Aras Merino, E. (2018). Associated factors with sarcopenia among Mexican elderly: 2012 National Health and Nutrition Survey. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 56(Supl 1), S46-53.
- Golberg, D., Bridges, K., Duncan-Jones, P., & Grayson, D. (1988). Detecting anxiety and depression in general medical settings. *BMJ*, 297(6653), 897–899.
- Henry, J. B., Davey, F. R., Herman, C. J., McPherson, R. A., Pincus, M. R., Thretle, G. A., & Woods, G. L.

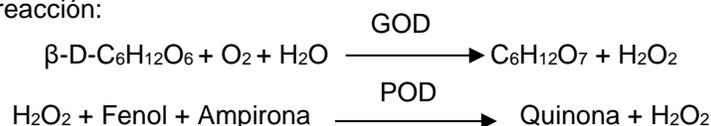
- (2007). *El laboratorio en el diagnóstico clínico* (2da.). Madrid, España: MARBAN LIBROS, S.L.
- Larqué-Saavedra, A. (2014a). *Brosimum alicastrum*. Ramón. *Gaceta*, 6(49), 6–33.
- Larqué-Saavedra, A. (2014b). El sector forestal en apoyo a la cruzada contra el hambre. *Forestal XXI*, 17(2), 11–12.
- Martínez-Ruiz, N., Núñez-Gastélum, J., López-Díaz, J., Rodrigo-García, J., de la Rosa-Carrillo, L., Alvarez-Parrilla, E., ... Larqué-Saavedra, A. (2018). *Desarrollo de un alimento adicionado con Brosimum alicastrum Sw. para el adulto mayor*. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- Meiners, M., Sanchez, C., & De Blois, S. (2009). El ramón: fruto de nuestra cultura y raíz para la conservación. *Biodiversitas*, (87), 7–10.
- Motohashi, N., Gallagher, R., Anuradha, V., & Gollapud, R. (2017). Functional foods and their importance in geriatric nutrition. *Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 1(1), 1–5.
- OMS. (2018). Envejecimiento. Retrieved May 22, 2018, from <http://www.who.int/topics/ageing/es/>
- OPS. (2018). Envejecimiento de la población. Retrieved May 22, 2018, from [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=article&id=353&Itemid=40941&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=353&Itemid=40941&lang=es)
- Ozer, H. K. (2016). Phenolic compositions and antioxidant activities of Maya nut (*Brosimum alicastrum*): Comparison with commercial nuts. *International Journal of Food Properties*, 2912(November), 1–10.
- Peña-Ordóñez, G. G., Bustamante-Montes, L. P., Ramírez-Duran, N., Halley-Castillo, E., & García-Cáceres, L. (2015). Evaluación de la ingesta proteica y la actividad física asociadas con la sarcopenia del adulto mayor. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(1), 16.
- Peters, C. M., & Pardo-Tejeda, E. (1982). *Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in Mexico. *Economic Botany*, 36(2), 166–175.
- Pfeiffer, E. (1975). Short portable mental status questionnaire for the assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*, 23, 433–441.
- Porca, C., Tejera, C., Bellido, V., García, J., & Bellido, D. (2016). Nuevo enfoque en la valoración de la ingesta dietética Key words. *Nutr Clin Med*, 95(22), 95–107.
- Puleston, D. E. (1982). *Maya Subsistence*. (K. P. Flannery, Ed.) (1st ed.). USA: Academic Press.
- R&S Systems. (2019). *Human IL-6 Quantikine Elisa Kit*. Minneapolis, MN, USA.
- Robinson, S. M., Reginster, J. Y., Rizzoli, R., Shaw, S. C., Kanis, J. A., Bautmans, I., ... Rueda, R. (2018). Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *Clinical Nutrition*, 37(4), 1121–1132.
- Roche. (2010). *Combur 10 Test UX cobas*. Mannheim, Germany.
- Rodríguez, M., Santamaría, A., & Rivero, M. (2001). Alimentos funcionales, complementos alimenticios y productos dietéticos para la edad avanzada. *Ambito Farmacéutico*, 20(8), 102–110.
- SPINREACT. (2018). *Glucosa*. Girona, España.
- Stout, J. (2011). Sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 4(1), 7–8.
- Triana, F., & Martín, P. (2013). Impacto del progresivo envejecimiento de la población en el soporte nutritivo del paciente. Particularidades del anciano en diversas patologías agudas. Análisis en sus distintas vertientes: Hospital, residencias y domicilio. *Nutrición Hospitalaria*, 6(Suppl1), 49–59.

- USDA. (2017). National Nutrient database for Standard Reference. Agricultural Research Service.  
Retrieved from <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>
- Vellas, B., Guigoz, Y., Garry, P. J., Nourhashemi, F., Benaïm, D., Lauque, S., & Albaredo, J.-L. (1999).  
The mini nutritional assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients.  
*Nutrition, 15*(2), 116–122.
- WienerLab. (2000a). *Albúmina*. Rosario, Argentina.
- WienerLab. (2000b). *Colesterol total*. Rosario, Argentina.
- WienerLab. (2000c). *Creatinina plasmática*. Rosario, Argentina.
- WienerLab. (2000d). *Proteínas totales*. Rosario, Argentina.
- WienerLab. (2000e). *Triglicéridos*. Rosario, Argentina.
- Yesavage, J., Brink, T., Rose, T., Lum, O., Huang, V., & Adey, M. (1983). Development and validation of a  
geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of Psychiatric Research, 17*(37–49).

## ANEXOS

### Anexo A. Pruebas de Química Sanguínea

**A.1 Glucosa.** La cuantificación de niveles de glucosa se realizó mediante el método enzimático GOD-POD. El cual se basa en la acción de la glucosa oxidasa (GOD) que cataliza la oxidación de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) a ácido glucónico ( $C_6H_{12}O_7$ ). El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) que se produce de esta reacción se detecta mediante un receptor cromogénico de oxígeno, fenol-ampirona en presencia de peroxidasa (POD) mediante la siguiente reacción:



Donde: la intensidad del color es proporcional a la concentración de la muestra (SPINREACT, 2018).

**A.2 Triglicéridos.** La cuantificación de triglicéridos se realizó mediante una prueba cuantitativa-colorimétrica enzimática. El método se basa en una hidrólisis de los triglicéridos por acción enzimática generando glicerol y ácidos grasos. El glicerol se fosforila por el adenosín-5'-trifosfato (ATP) para producir glicerol-3 fosfato (G-3-P), esta reacción es catalizada por la glicerol-cinasa (GK).



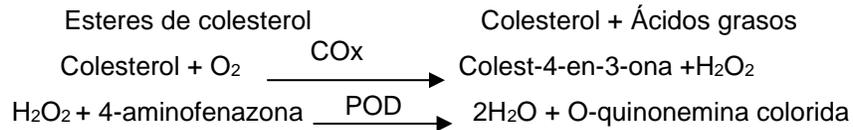
El G-3-P es oxidado por la glicerolfosfato oxidasa (GPO) generando dihidroxiacetona fosfato (DAP) y peróxido de hidrógeno.



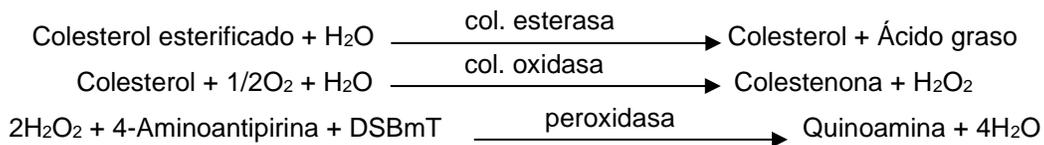
Los peróxidos reaccionan con 4-aminoantipirina y 4-clorofenol bajo la influencia catalítica de la peroxidasa para formar un cromógeno quinoneimina rojo. La lectura se realizó a 500 nm antes de 60 min. (WienerLab, 2000e).

**A.2 Colesterol total.** La determinación de colesterol varía en un gran número de condiciones clínicas. Se ha visto que el colesterol es uno de los factores contribuyentes a la formación de ateromas dado que las complicaciones arterioscleróticas prevalecen en individuos hipercolesterolémicos. La cuantificación de colesterol total se realizó por medio de una prueba enzimática colorimétrica. El método se basa en la utilización de las enzimas colesterol esterasa (CE) y colesterol oxidasa (COx) en combinación con un reactivo de peroxidasa/fenol-4-antipirina de Trinder. La colesterol esterasa hidroliza al colesterol, de donde se obtienen el colesterol libre y los ácidos grasos, éste colesterol libre se oxida en presencia de la colesterol oxidasa para obtener como productos al colest-4-en-3-ona y peróxido de hidrógeno. Cuando el fenol se acopla oxidativamente con 4-amiofenazona en presencia de peroxidasa, a pH básico, se obtiene quinoneimina, un cromógeno con absorción máxima a 500 nm. La intensidad de color del cromógeno es

proporcional a la concentración total de colesterol. Los resultados se expresan en mg/dL (WienerLab, 2000b).



**A.3 C-HDL, LDL y VLDL.** Un detergente específico solubiliza el colesterol de las proteínas de alta densidad (HDL), baja densidad (LDL), las de muy baja densidad (VLDL) y los quilomicrones. Los esterios de colesterol son hidrolizados por la colesterol esterasa y la colesterol oxidasa mediante una reacción no formadora de color. Un detergente presente en el reactivo solubiliza el colesterol presente en las lipoproteínas HDL de la muestra, otro el de las LDL y otro el de las VLDL. El colesterol de cada lipoproteína se cuantifica espectrofotométricamente mediante reacciones acopladas (BioSystems, 2016):



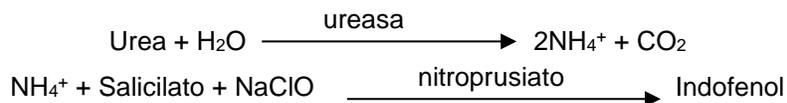
**A.4 Proteínas totales.** La determinación de proteínas totales es útil para el monitoreo de cambios ocasionados por diversos estados de enfermedad. En condiciones patológicas como pérdidas renales, desnutrición, infecciones prolongadas, etc., suelen presentarse hipoproteinemias, mientras que, en otras como mieloma múltiple, endocarditis bacteriana y hemoconcentración de diversos orígenes, (ej.: deshidratación) se observan hiperproteinemias. El método colorimétrico se basa en que los enlaces peptídicos de las proteínas reaccionan con el ión cúprico en medio alcalino, para dar un complejo color violeta con máximo de absorción a 540 nm, cuya intensidad es proporcional a la concentración de proteínas totales en la muestra (WienerLab, 2000d).

**A.5 Albúmina.** Las proteínas son compuestos orgánicos macromoleculares, ampliamente distribuidos en el organismo. La albúmina es el principal contribuyente de las proteínas totales plasmáticas. La hipoalbuminemia ocurre en condiciones patológicas tales como pérdida excesiva de proteínas en el síndrome nefrótico, desnutrición, infecciones prolongadas, quemaduras severas. Otras causas son disminución en la síntesis por una dieta deficiente, enfermedad hepática o malabsorción. El método de determinación se fundamenta en que la albúmina reacciona específicamente (sin separación previa) con la forma aniónica de la 3,3',5,5'-tetrabromo cresolsulfon ftaleína (BCF). El aumento de absorbancia a 625 nm respecto del blanco de reactivo es proporcional a la cantidad de albúmina presente en la muestra (WienerLab, 2000a).

**A.6 Proteína C reactiva.** La Proteína C reactiva es una de las llamadas proteínas de fase aguda y se incrementa en suero, en una gran variedad de enfermedades inflamatorias o como respuesta a necrosis tisular. Su determinación es importante debido a que aumenta rápidamente al comienzo de la enfermedad, 14 a 26 horas luego de la inflamación o injuria tisular y desaparece en la etapa de recuperación, apareciendo sólo durante la fase activa del proceso inflamatorio. Para su determinación se utilizó la técnica de PCR y una muestra de plasma mediante la reacción con un anticuerpo específico adsorbido sobre un soporte inerte de látex. La PCR se une a los anticuerpos adsorbidos produciendo la aglutinación de las partículas de látex. (WienerLab, 2000d).

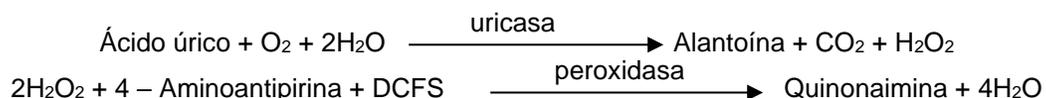
**A.7 Creatinina.** La técnica utilizada para la medición de la concentración de creatinina en sangre fue acorde al método cinético de Jaffé (picrato alcalino). La creatinina reacciona con el picrato alcalino produciendo un cromógeno rojo. La velocidad de esta reacción, bajo condiciones controladas, es una medida de la concentración de creatinina de la muestra puesto que se comporta como una reacción cinética de primer orden para la creatinina (WienerLab, 2000c).

**A.8 Urea/Balance ureico de nitrógeno (BUN).** La urea se sintetiza en el hígado como un producto de la desaminación de los aminoácidos. Su eliminación en la orina representa la principal vía de excreción del nitrógeno. Se encuentran concentraciones elevadas de urea en plasma como consecuencia de una dieta hiperproteica, aumento del catabolismo proteico, después de una hemorragia gastrointestinal, ligera deshidratación, shock e insuficiencia cardíaca o tratamiento con glucocorticoides (uremia prerrenal). La técnica utilizada es espectrofotométrica que cuantifica indofenol generado (BioSystems, 2013):



Para el cálculo del BUN se utiliza la proporción urea/BUN=60/28, es decir: BUN= urea/2.1428571.

**A.9 Ácido úrico.** En el hombre, el ácido úrico es el principal producto del catabolismo de las bases púricas, las cuales se obtienen en parte de la dieta y en parte de la síntesis in vivo. Concentraciones elevadas de ácido úrico en suero u orina pueden ser atribuibles a una sobreproducción de urato (síntesis incrementada de purinas) o a una eliminación defectuosa de urato. La hiperuricemia se asocia generalmente con la gota, disminución de la función renal, deshidratación, alteraciones mieloproliferativas y otras condiciones en las que no se conoce bien la causa. El ácido úrico presente en la muestra origina, según las reacciones acopladas descritas a continuación, un complejo coloreado que se cuantifica por espectrofotometría (Biosystems, 2006).



## Anexo B. Biometría hemática

**B.1 Células sanguíneas-eritrocitos.** El método incluye tres fases: dilución de la sangre (1:250 o 1:500 con CV menor a 1%), toma de una muestra en la solución diluida en un volumen determinado y cómputo de las células en ese volumen.

**B.2 Hemoglobina.** La sangre se diluye en una solución de ferrocianuro y cianuro potásicos. El ferrocianuro oxida la hemoglobina a hemiglobina y el cianuro convierte iones cianuro (CN-) a la forma HCN que tiene una absorción a 540 nm.

**B.3 Hematocrito.** Por método automatizado se mide por el producto del volumen corpuscular medio (VCM) por el conteo de eritrocitos.

**B.4 Volumen corpuscular medio (VCM).** Es el volumen medio de los glóbulos rojos y se calcula a partir del hematocrito y el conteo de glóbulos rojos:

$$VCM = \text{hematocrito} \times 1000 / \text{eritrocitos}$$

**B.5 Hemoglobina corpuscular media (HCM).** Es el contenido de hemoglobina en el promedio de los eritrocitos.

$$HCM = \text{Hemoglobina} \left( \frac{g}{L} \right) / \text{eritrocitos} \left( \frac{\text{millones}}{\mu L} \right)$$

**B.6 Concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH).** Es la concentración media de hemoglobina en un volumen determinado de eritrocitos concentrados.

$$CCMH = \text{Hemoglobina} \left( \frac{g}{dL} \right) / Hcto$$

**B.7 Parámetros leucocitarios, plaquetas y volumen plaquetario.** El equipo cuenta con multicanales, donde a partir de la disolución de la hemoglobina se determinan los componentes leucocitarios a 530 nm. El principio es el mismo que para los eritrocitos o glóbulos rojos, excepto que dichas células son lisadas antes del cómputo óptico electrónico o por impedancia (Henry et al., 2007).

## **Anexo C. Uroanálisis**

### **C.1 Pruebas por tiras reactivas:**

- *Densidad*: El ensayo detecta la concentración de iones en la muestra de orina. En presencia de cationes, un formador de complejos libera a los protones que producen un cambio cromático en la solución indicadora azul de bromotimol.

- *pH*: El ensayo contiene indicadores como rojo de metilo, fenoftaleína y azul de bromotimol y reacciona específicamente con los H<sup>+</sup>.

- *Glucosa*: Se basa en el método GOD-POD.

- *Cuerpos cetónicos*: Se basa en el principio de la prueba de Legal y presenta una mayor sensibilidad frente al ácido acetoacético más que a la acetona.

- *Urobilinógeno*: Se basa en la reacción de una sal de diazonio que reacciona con el urobilinógeno formando un colorante azoico rojo.

- *Bilirrubina*: Se basa en la unión de la bilirrubina a una sal diazoica dando una coloración rosada.

- *Estearasa leucocitaria*: La prueba revela la existencia de estearasas de granulocitos. Estas estearasas segmentan un éster indoxil que reacciona con una sal de diazonio para producir un color violeta.

- *Nitritos*: La prueba se basa en el principio de Griess, en donde la presencia de nitritos y por lo tanto indirectamente la presencia de bacterias formadoras de nitrito reacciona para dar un color rojizo.

- *Proteína*: Se basa en el principio de error proteico de un indicador de pH, siendo de particular sensibilidad para albúmina.

- *Hemoglobina*: La hemoglobina actúa de forma similar a la peroxidasa catalizando la oxidación del indicador por el hidroperóxido orgánico contenido en la tira generando una coloración azul-verdosa (Roche, 2010).

## Productos generados

1. **Reportes Técnicos.** Se entregaron dos informes parciales de resultados y un informe final con todos los resultados. Cabe mencionar que se esperaba tener la totalidad de resultados en 2020, pero debido a la contingencia de salud por COVID-19, se suspendió el trabajo de laboratorio y se retomó hasta 2021 parcialmente.

2. **Formación de Recursos Humanos.** En este rubro se señala que la estudiante de la Maestría en Ciencias Químico Biológicas, Daena Echeribel Peña con matrícula 183104, quien estaba realizando este proyecto principalmente, desertó de la maestría en el 3er. semestre por problemas de salud (octubre 2019), dejando un avance de aproximadamente el 30%. Motivo por el cual la Dra. Alejandra Rodríguez Tadeo y Dra. Nina del Rocío Martínez Ruiz, con apoyo de la estudiante de Maestría en Salud Pública, Delia Patricia Hard Vázquez, el estudiante en Gerontología Jovanny Lara Obregón y estudiantes de servicio social de los programas de Nutrición y Química, retomaron las actividades de trabajo para iniciar en el tercer asilo (Santa María A.C.) hasta su conclusión, así como las actividades de laboratorio. Posteriormente, las investigadoras han realizado todos los análisis de las bases de datos hasta llegar a los resultados que aquí se presentan.

En licenciatura se formaron dos estudiantes del Programa de Química y una estudiante del Programa de Nutrición con las tesis:

a. Mónica Cecilia López Molina. “Cuantificación de minerales presentes en un producto de panificación y una bebida adicionados con harina de *Brosimum alicastrum* Sw. especialmente diseñados para el adulto mayor”. Se adjunta evidencia

b. Alejandra González Betance. “Aceptación sensorial de un producto de panificación y una bebida nutritiva adicionados con harina de semilla de *Brosimum alicastrum* Sw. para el adulto mayor”. Se adjunta evidencia.

c. Sofía Reneé Rubio Rodríguez. “Efecto de una intervención nutricional con alimentos funcionales con *Brosimum alicastrum* Sw. en adultos mayores asilados con presarcopenia”. Se adjunta evidencia.

En Servicio Social, siete estudiantes participaron y concluyeron esta etapa (Se adjunta evidencia):

a. Alejandra González Betance	146036	Licenciatura en Química
b. Jorge Luis López Méndez	146116	Licenciatura en Química
c. Karen Denisse Delgadillo Briones	145524	Licenciatura en Química
d. Luisa Fernanda González Solís	162113	Licenciatura en Nutrición
e. Andrea Ayala Alvidrez	154752	Licenciatura en Nutrición
f. Estela Muñoz Álvarez	154913	Licenciatura en Química
g. Eduardo José Román Martínez	129342	Licenciatura en Química

### 3. Productos Académicos

a. **Presentación de Resultados.** Parte de los resultados de este informe han sido ya presentados en el 4º. Congreso Internacional Digital de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos realizado del 10 al 12 de junio 2020. La presentación se realizó en formato oral.  
<http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/17381>

b. **Presentación de Resultados.** Los resultados de este trabajo se presentaron en el 1er Foro sobre Aprovechamiento del Árbol Ramón (Evento Virtual) realizado el 18 de junio de 2021. Gobierno de México-Educación-FONATUR-TREN MAYA-SIIDETAY. La presentación se realizó en formato oral.  
<https://www.dropbox.com/s/mov5erkixq434eI/13%20Programa%20Evento%2018%20%20Semilla%20Ram%C3%B3n%20de%20junio-difusi%C3%B3n.pdf?dl=0>

En proceso de captura en CATHI

c. **Manuscrito.** Functionality of bread and beverage added with *Brosimum alicastrum* Sw. seed flour on the nutritional and health status of the elderly. Enviado al journal FOODS (MDPI), JCR con FI 4.092.

<https://www.mdpi.com/2304-8158/10/8/1764>

En proceso de captura en CATHI.

### 4. Productos de Innovación

a. **Patentes.** De los alimentos de este estudio, se cuenta ya con la solicitud de patente de pan (muffin) MX/a/2019/005290 y se está en proceso de elaborar la solicitud de patente de la bebida (atole).

<http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/17381>

Bebida: solicitud en proceso de elaboración.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO-BIOLÓGICAS



CUANTIFICACIÓN DE MINERALES PRESENTES EN UN  
PRODUCTO DE PANIFICACIÓN Y UNA BEBIDA  
ADICIONADOS CON HARINA DE *Brosimum alicastrum* Sw.  
ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA EL ADULTO MAYOR

POR

MÓNICA CECILIA LÓPEZ MOLINA

TESIS

LICENCIATURA EN QUÍMICA

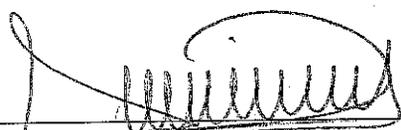
CD. JUÁREZ, CHIH.

MAYO, 2020.

CUANTIFICACIÓN DE MINERALES PRESENTES EN UN PRODUCTO  
DE PANIFICACIÓN Y UNA BEBIDA ADICIONADOS CON HARINA DE  
*Brosimum alicastrum* Sw. ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA EL  
ADULTO MAYOR

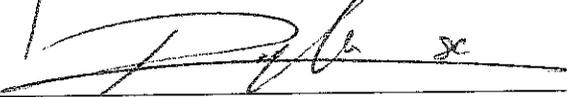
POR  
MÓNICA CECILIA LÓPEZ MOLINA

TESIS



---

DRA. NINA DEL ROCÍO MARTÍNEZ RUIZ  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN



---

M. en C. CARLOS RODRIGO SUBIRÍA CUETO  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN



---

DRA. GWENDOLYNE PERAZA MERCADO  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



---

DR. JOSÉ ALBERTO LÓPEZ DÍAZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO



---

C.D. SALVADOR DAVID NAVA MARTÍNEZ  
DIRECTOR DEL INSTITUTO

MAYO, 2020.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO-BIOLÓGICAS



ACEPTACIÓN SENSORIAL DE UN PRODUCTO DE  
PANIFICACIÓN Y UNA BEBIDA NUTRITIVA ADICIONADOS CON  
HARINA DE SEMILLA DE *Brosimum Alicastrum* SW. PARA EL  
ADULTO MAYOR

POR

ALEJANDRA GONZÁLEZ BETANCE

TESIS

LICENCIATURA EN QUÍMICA

CD. JUÁREZ, CHIH.

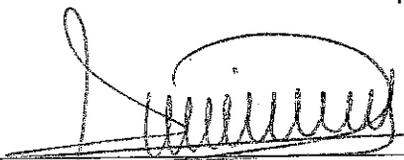
MAYO, 2020.

ACEPTACIÓN SENSORIAL DE UN PRODUCTO DE  
PANIFICACIÓN Y UNA BEBIDA NUTRITIVA ADICIONADOS CON HARINA DE  
SEMILLA DE *Brosimum Alicastrum* SW. PARA EL  
ADULTO MAYOR

POR

ALEJANDRA GONZÁLEZ BETANCE

TESIS



---

DRA. NINA DEL ROCÍO MARTÍNEZ RUIZ  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN



---

DRA. GWENDOLYNE PERAZA MERCADO  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



---

DR. JOSÉ ALBERTO LÓPEZ DÍAZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO



---

C.D. SALVADOR DAVID NAVA MARTÍNEZ  
DIRECTOR DEL INSTITUTO

MAYO, 2020.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD



EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN NUTRICIONAL CON ALIMENTOS  
FUNCIONALES ADICIONADOS CON *Brosimum alicastrum* Sw. EN  
ADULTOS MAYORES ASILADOS CON PRESARCOPENIA

POR

SOFÍA RENEÉ RUBIO RODRÍGUEZ

TESIS

LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

CD. JUÁREZ, CHIH.

MAYO 2021

EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN NUTRICIONAL A BASE DE ALIMENTOS  
FUNCIONALES CON *Brosimum alicastrum* Sw. EN ADULTOS MAYORES  
ASILADOS CON PRESARCOPENIA

POR

SOFÍA RENEÉ RUBIO RODRÍGUEZ

TESIS



---

DRA. ALEJANDRA RODRÍGUEZ TADEO  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN

---

DR. DAVID REYES RUVALCABA  
CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

---

M.S.T. GERMÁN ISIDRO BARRANCO MERINO  
COORDINADOR DEL PROGRAMA

---

DR. JOSE IGNACIO CAMARGO NASSAR  
JEFE DEL DEPARTAMENTO

---

C.D. SALVADOR DAVID NAVA MARTÍNEZ  
DIRECTOR DEL INSTITUTO

FECHA: MAYO 2021

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a mi asesora, la Dra. Alejandra Rodríguez Tadeo por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto que me brindó un panorama que en ningún salón de clases es posible adquirir. Por enseñarme que un paciente es más que eso, por humanizar la ciencia y ponerla al servicio de los demás.

Al Dr. David Reyes Ruvalcaba por todo su apoyo durante esta investigación.

A mis padres que amo enormemente, por cada sacrificio que han hecho para que yo pueda llegar hasta aquí. Porque gracias a ustedes nunca me faltó nada.

Al Programa Institucional de Investigación Aplicada para la Vinculación con el Entorno y la Atención de Programas Específicos (2018-1) por el financiamiento del proyecto "Función de alimentos adicionados con *Brosimum alicastrum* Sw. para el adulto mayor con presarcopenia (UACJ-PIVA 2018-1, 335-8-13). Gracias por hacer posible todo esto y por creer en el proyecto.

A la Dra. Nina del Rocío Martínez Ruiz por permitirme integrarme al proyecto que atinadamente dirigió, así como por el diseño y elaboración del alimento adicionado con harina de Ramón, por siempre tener una actitud de servicio a los demás y ser tan accesible conmigo.

A los asilos San Antonio Senecú, Desamparados y Asilo Santa María por abrimos sus puertas con la calidez que lo hicieron.

A los participantes del asilo Senecú con quienes trabajé muy de cerca, por su disposición y paciencia conmigo, por no empezar a comer hasta que yo pesara sus alimentos y enseñarme el valor de la resiliencia.

A los demás participantes de los demás asilos, gracias por su disposición a estar dentro de este proyecto. Por levantarse temprano a que nosotros tomáramos sus muestras y medidas, por cada sonrisa, historia de vida y afecto recibido.

A las compañeras que estuvieron encargadas de supervisar los demás asilos: Andy, Andrea, Luisa Fernanda y Daena.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

# UACJ

*La Dirección General de Extensión y Servicios Estudiantiles  
a través de la Subdirección de Servicio Social y Acción Comunitaria*

*otorgan la presente*

## CONSTANCIA

**A:** Dra. Nina del Rocío Martínez

**Por su participación a cargo del Proyecto:**

*“Desarrollo, caracterización y propiedades funcionales de los alimentos”  
con 300 Hrs. De Servicio Social durante el periodo enero-junio del 2019*

*Por una vida científica,  
por una ciencia vital*

**Dra. Flor Rocio Ramirez Martínez**  
**DIRECTORA GENERAL DE EXTENSIÓN Y  
SERVICIOS ESTUDIANTILES**

**Lic. Gabriela Acosta Camacho**  
**SUBDIRECTORA DE SERVICIO SOCIAL  
Y ACCIÓN COMUNITARIA**



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

# UACJ

La Dirección General de Extensión y Servicios Estudiantiles  
a través de la Subdirección de Servicio Social y Acción Comunitaria

otorgan la presente

## CONSTANCIA

A: Dra. Nina del Rocío Martínez

Por su participación a cargo del Proyecto:

*“Desarrollo, caracterización y propiedades funcionales de los alimentos”*  
con 300 Hrs. De Servicio Social durante el periodo agosto-diciembre del 2019

*Por una vida científica,  
por una ciencia vital*

**Dra. Flor Rocio Ramirez Martinez**  
DIRECTORA GENERAL DE EXTENSIÓN Y  
SERVICIOS ESTUDIANTILES

**Lic. Gabriela Acosta Camacho**  
SUBDIRECTORA DE SERVICIO SOCIAL  
Y ACCIÓN COMUNITARIA

Ciudad Juárez, Chih., México, Diciembre 3 del 2019

## Conclusión técnica PIVA 2018-1 NDRMartínez

Janette Erendira Blanco Romero <janette.blanco@uacj.mx>

Miércoles 28/07/2021 12:49

**Para:** Nina del Rocio Martínez Ruiz <nmartine@uacj.mx>

**CC:** Gisselle De La Cruz Hermida <gisselle.delacruz@uacj.mx>; Filiberto Gutierrez Rodríguez <fgutierr@uacj.mx>; Beatriz Araceli Díaz Torres <bdiaz@uacj.mx>

**Estimada Dra. Nina del Rocío Martínez:**

Por instrucción de la Dra. Beatriz Araceli Díaz y la Dra. Gisselle de la Cruz, se le notifica que ha culminado **la revisión técnica del informe técnico final** enviado, del proyecto “Funcionalidad de alimentos adicionados con Brosimum alicastrum Sw. para el adulto mayor con presarcopenia” beneficiado por la convocatoria de financiamiento interno PIVA 2018-1, teniendo como resultado **el dictamen de APROBADO**.

Agradecemos el compromiso de usted y su equipo de trabajo en la generación y divulgación científica del conocimiento.

NOTA: Al finalizar la parte financiera, se emitirá el oficio con el dictamen de conclusión técnica y financiera oficial.

**Favor de confirmar de recibido.**

Saludos cordiales.

### Atentamente

Mtra. Janette Eréndira Blanco Romero

**Planeación y Seguimiento Técnico de Proyectos**

**Universidad Autónoma de Ciudad Juárez**

<http://www.uacj.mx/CIP/Paginas/default.aspx>

Teléfono: 656-6882100 ext. 2597

