



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT: estudio piloto.

TESIS

Que para obtener el Título de:

Maestra en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte

PRESENTA

Lic. Jimena García Dávila

DIRECTOR

Mtro. Rodrigo Meza Segura

CODIRECTORA

Mtra. Alicia Fonseca González

Cuernavaca, Morelos, julio, 2026

1. RESUMEN

Introducción: La población de mujeres adultas con un alto nivel de sedentarismo, inactividad física y una ingesta proteica insuficiente se relacionan a una mayor pérdida de masa y fuerza muscular. Programas de entrenamiento efectivos de corta duración como los entrenamientos funcionales de alta intensidad y una suplementación proteica pueden favorecer adaptaciones positivas en la composición corporal y función muscular. Es así que la proteína de *Tenebrio molitor* surge como alternativa sostenible frente a la proteína comercial de suero de leche.

Objetivo: Comparar el efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* frente a la proteína de suero de leche, combinadas con un programa de entrenamiento HIFT, sobre la composición corporal y la función muscular en mujeres entre 25 a 45 años.

Métodos: Se realizó un estudio piloto con mujeres con edad entre 25 a 45 años, asignadas aleatoriamente a dos grupos experimentales (suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suplementación con proteína de suero de leche), acompañado de un programa de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) controlado durante 8 semanas, se evaluaron variables de composición corporal mediante antropometría y bioimpedancia, fuerza muscular por medio de fuerza prensil manual y la prueba fitness muscular. El análisis estadístico incluyó pruebas de Wilcoxon, U Mann-Whitney y tamaños de efecto de Cliff's delta.

Resultados: Los análisis descriptivos basales demostraron homogeneidad entre grupos en todas las variables de estudio. Post intervención, ambos grupos mostraron mejoras en fuerza y masa muscular sin diferencias significativas entre fuentes proteicas. El tamaño del efecto sugiere tendencias hacia la mejora de moderados a grandes tanto en composición corporal y función.

Conclusión: La suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* combinada con entrenamiento HIFT mostró efectos comparables al suero de leche en la mejora de la composición corporal y la función muscular en mujeres adultas jóvenes. Estos hallazgos respaldan el potencial de *Tenebrio molitor* como alternativa sostenible y eficaz en programas de salud y rendimiento físico.

2. Abstract

Introduction: Adult women with high levels of sedentary behavior, physical inactivity, and insufficient protein intake are associated with greater loss of muscle mass and strength. Effective, short-term training programs, such as high-intensity functional training (HIFT), combined with protein supplementation, can promote positive adaptations in body composition and muscle function. Thus, Tenebrio molitor protein emerges as a sustainable alternative to commercial whey protein.

Objective: To compare the effect of Tenebrio molitor protein supplementation versus whey protein supplementation, combined with a HIFT training program, on body composition and muscle function in women aged 25 to 45 years.

Methods: A pilot study was conducted with women aged 25 to 45 years, randomly assigned to two experimental groups (Tenebrio molitor protein supplementation and whey protein supplementation), accompanied by an 8-week controlled high-intensity functional training (HIFT) program. Body composition variables were assessed using anthropometry and bioelectrical impedance analysis, and muscle strength was measured using handgrip strength and a muscle fitness test. Statistical analysis included Wilcoxon signed-rank test, Mann-Whitney U test, and Cliff's delta effect size analysis.

Results: Baseline descriptive analyses demonstrated homogeneity between groups for all study variables. Post-intervention, both groups showed improvements in strength and muscle mass with no significant differences between protein sources. The effect size suggests trends toward moderate to large improvements in both body composition and function.

Conclusion: Supplementation with Tenebrio molitor protein combined with HIFT training showed effects comparable to whey protein in improving body composition and muscle function in young adult women. These findings support the potential of Tenebrio molitor as a sustainable and effective alternative in health and fitness programs.

3. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a SECIHTI

Se expresa un sincero agradecimiento a la **Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI)** por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación. Su compromiso con el fortalecimiento de la ciencia, la innovación y la formación de recursos humanos de alto nivel hizo posible la realización de este trabajo, contribuyendo al desarrollo académico y profesional de la autora.

El respaldo otorgado por la SECIHTI representó un elemento fundamental para la ejecución de este proyecto de investigación, permitiendo la generación de conocimiento científico orientado a la promoción de la salud y al fortalecimiento de la evidencia en el campo de las ciencias del ejercicio y la nutrición. Asimismo, se reconoce la labor de esta institución por impulsar la investigación científica en México y fomentar la formación de investigadores comprometidos con el bienestar de la sociedad.

Con profundo agradecimiento se reconoce el valioso apoyo recibido, el cual constituyó un importante incentivo para culminar satisfactoriamente esta etapa de formación académica.

Agradecimientos a mis padres y hermanos.

A mis padres, **Lucía Susana Dávila Ramos y E. Bernardino García Briseño**, hermanos, **Lucía García Dávila y Bernardo García Dávila**, les expreso mi más profundo y sincero agradecimiento por su amor incondicional, su apoyo constante y la confianza que siempre han depositado en mí.

Gracias por acompañarme en cada etapa de mi formación, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad, y por brindarme la fortaleza necesaria para enfrentar cada desafío. Su sacrificio, sus consejos y su paciencia han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

Este logro también les pertenece, pues sin su respaldo, comprensión y aliento permanente, el camino habría sido mucho más difícil. Espero que este trabajo sea un reflejo del orgullo, el cariño y la gratitud que siento por ustedes.

Con todo mi amor y admiración, les dedico este logro como una muestra del inmenso agradecimiento que siempre llevaré en mi corazón.

Agradecimientos al Laboratorio CEIB de la UAEM

Expreso mi más sincero agradecimiento al **Laboratorio CEIB de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)** por las facilidades, el apoyo técnico y los recursos brindados para el desarrollo de esta investigación.

De manera especial, agradezco a la **Mtra. Alicia Fonseca González** por su invaluable disposición, orientación y apoyo durante las diferentes etapas del proyecto. Su profesionalismo, conocimientos y compromiso con la investigación fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Asimismo, agradezco el tiempo, la confianza y el acompañamiento que siempre brindó, contribuyendo significativamente al logro de los objetivos planteados.

Agradecimientos a la Facultad de Ciencias del Deporte de la UAEM

A la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), mi más profundo agradecimiento por haber sido el espacio donde fortalecí mi formación académica, profesional y humana.

Gracias a sus autoridades, docentes y personal administrativo por su compromiso con la excelencia educativa y por fomentar un ambiente de aprendizaje, investigación y desarrollo profesional. La formación recibida, las oportunidades brindadas y el acompañamiento durante este posgrado fueron fundamentales para la culminación de esta investigación y para mi crecimiento como profesionista.

Es un honor formar parte de esta comunidad universitaria, cuya dedicación a la generación de conocimiento y al desarrollo de las ciencias del deporte inspira a quienes tenemos el privilegio de integrarla.

Agradecimiento al MTRO. Rodrigo Meza Segura

Expreso mi más sincero agradecimiento al **MTRO. Rodrigo Meza Segura** por su valioso apoyo, disposición y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

Contenido

1. RESUMEN	2
2. Abstract.....	4
3. AGRADECIMIENTOS	5
4. LISTA DE TABLAS	10

5. LISTA DE FIGURAS.....	11
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Planteamiento del problema	14
1.2.1 Pregunta de investigación	16
1.3 Justificación	16
1.4 Hipótesis.....	18
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo general.....	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
Capítulo 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Composición corporal.....	20
2.2 Salud y composición corporal.....	23
2.3 Masa muscular, fuerza y salud	24
2.4 Fisiología y anatomía de la masa muscular	25
2.5 Estilos de vida	26
2.6 Inactividad física.....	27
2.7 Ejercicio físico y entrenamiento.....	28
2.8 Capacidades físicas	30
2.9 Nutrición	35
2.10 Suplementación con proteínas.....	38
Cap. 3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1 Tipo y diseño general estudio	42
3.2 Población o sujetos de Estudio.....	43
3.3 Exposición de variables	46
3.3.1 Definición conceptual y definición operacional	46
3.4 Procedimiento de medición o recolección de las variables del estudio	48
3.5 Análisis exploratorios y estadísticos para contestar las preguntas de investigación.....	51
3.6 Procedimiento.....	51
3.6.1 Cuestionario Global de Actividad Física	52
3.6.2 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.....	52

3.6.3 Cuestionario de hábitos alimentarios	53
3.6.4. Técnicas e instrumentos para las mediciones antropométricas	53
3.6.5. Técnica e Instrumento de bioimpedancia.....	56
3.6.6. Técnicas e instrumentos para la prueba Fitness Muscular	56
3.6.7 Protocolo de suplementación	60
3.6.8 Entrenamiento HIFT	61
Capítulo 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1 Resultados	62
4.2 Discusión.....	75
Capítulo 5. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y BUENAS PRÁCTICAS DE INVESTIGACIÓN	14
Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
9. Referencias.....	19
6. ANEXOS.....	28
7. PRODUCTOS DE LA TESIS OBTENIDOS Y/O ESTANCIAS ACADÉMICAS	35

4. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presenta las recomendaciones actuales de ingesta proteica ajustadas a diferentes objetivos fisiológicos.

Tabla 2. Contenido de aminoácidos en las diferentes proteínas y sus observaciones.

Tabla 3. definición conceptual y definición operacional

Tabla 4. ejercicios y porcentajes determinados para el peso que debe de cargar cada participante para la prueba de fitness muscular.

Tabla 5. Puntuación de acuerdo con la cantidad de repeticiones que realizó con el peso determinado por porcentajes.

Tabla 6. Puntuación final de la prueba fitness muscular.

Tabla 7. Contenido nutrimental de cada trufa.

Tabla 8. Análisis descriptivos basales pre-intervención.

Tabla 9. Medidas de tendencia central de asistencia, IH y suplementación con prueba Wilcoxon y su valor p

Tabla 10. Análisis descriptivos por grupo pre y post intervención

Tabla 11. Valores p de Shapiro Wilk

Tabla 12. Prueba de Wilcoxon pre vs post por grupo (con tamaño del efecto y dirección del cambio).

Tabla 13. Mann–Whitney U comparando deltas entre grupos.

Tabla 14. Tamaño del efecto de Cliff's delta entre grupos.

5. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del estudio.

Figura 2. Programa de ejercicios

Figura 3. Patrones alimentarios, consumo de bebidas azucaradas y consumo de carne.

Figura 4. Cumplimiento de AF de acuerdo a la OMS y sedentarismo.

Figura 5. Line plots pre y post intervención por grupo (*Tenebrio molitor* y suero de leche

Figura 6.

Boxplot de variables medidas pre y

post intervención

Figura 7. Tamaños del efecto de Cliff's delta entra grupos.

Figura 8. Cambios individuales en las variables Fitness y masa muscular.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La búsqueda de estrategias efectivas para la mejora de la composición corporal y función muscular ha sido de particular interés en los últimos años por diversos factores, tales como el incremento en el sedentarismo e inactividad física. Particularmente en mujeres por los cambios hormonales como resultado del crecimiento (Maghbooli et al., 2022), lo cual ha derivado investigaciones sobre la aplicación de entrenamientos de alta intensidad y la suplementación con proteínas de alta calidad siendo piezas clave para la mejora, ya que diversos estudios han señalado que la disminución de la masa muscular puede comenzar desde etapas tempranas de la vida adulta cuando existe inactividad física y una ingesta inadecuada de proteínas (Mamerow et al., 2014).

Los programas de entrenamiento funcional de alta intensidad (*High-Intensity Functional Training*, HIFT, por sus siglas en inglés) han mostrado creciente interés en el área científica debido a su capacidad para generar adaptaciones fisiológicas importantes mediante sesiones relativamente cortas. Este tipo de entrenamiento combina ejercicios multiarticulares realizados en circuitos de moderada a alta intensidad, favoreciendo mejoras en fuerza muscular, resistencia y composición corporal (Feito et al., 2018). Bustos-Viviescas et al. (2021) analizaron en hombres y mujeres este tipo de entrenamiento teniendo una relación negativa y significativa entre la grasa corporal y el fitness cardiorrespiratorio. Este tipo de programas

presentan buena adherencia en poblaciones adultas debido a la menor duración de las sesiones y a la eficiencia del entrenamiento (Heinrich et al., 2014).

Paralelamente, la nutrición desempeña un papel fundamental en las adaptaciones inducidas por el ejercicio físico, particularmente el consumo adecuado de proteínas posterior al entrenamiento. La suplementación proteica se ha utilizado ampliamente para favorecer la recuperación y estimular la síntesis de proteína muscular, siendo la proteína de suero de leche una de las más empleadas debido a su alta digestibilidad y adecuado perfil de aminoácidos esenciales (Morton et al., 2018). Sin embargo, en los últimos años ha surgido un creciente interés por el desarrollo de fuentes alternativas de proteína que además de ser funcionales presenten ventajas ambientales y de sostenibilidad.

Entre estas alternativas, los insectos comestibles han despertado gran interés científico debido a su elevado contenido proteico, eficiencia de producción y menor impacto ambiental en comparación con la producción pecuaria convencional (van Huis, 2021). Particularmente, *Tenebrio molitor* ha sido estudiado como una fuente alternativa de proteína debido a su contenido de aminoácidos esenciales, lípidos y micronutrientes, así como por su digestibilidad y potencial aplicación en alimentos funcionales (Rumpold & Schlüter, 2013).

A pesar de estos avances, aún existen pocos estudios que evalúen el efecto de la proteína derivada de insectos sobre variables relacionadas con composición corporal, función muscular e hipertrofia en humanos. La mayoría de las

investigaciones se han enfocado principalmente en la caracterización nutricional de los insectos, mientras que la evidencia sobre su uso en programas de entrenamiento de fuerza continúa siendo limitada, particularmente en mujeres adultas. Por ello, resulta relevante evaluar el efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* en combinación con un programa de entrenamiento de hipertrofia sobre la masa y función muscular en mujeres.

1.2 Planteamiento del problema

La combinación de inactividad física, sedentarismo y una ingesta nutricional inadecuada constituye un factor determinante en la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular, lo que a largo plazo se traduce en incapacidad funcional y mayor riesgo de comorbilidades (Beaudart et al., 2017). En México, el 66% de las mujeres de 18 años y más no realiza actividad física regular, lo cual incrementa el riesgo de deterioro muscular y de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (Medina et al., 2023).

Factores socioeconómicos, demográficos y ambientales afectan el consumo de alimentos, aunado a la urbanización. Estos factores afectan los patrones alimentarios con consecuencias directas en la salud (Barquera et al., 2003). Una ingesta inadecuada en proteínas se asocia igualmente a una mayor pérdida de masa muscular y fuerza, de acuerdo a la encuesta nacional Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT; 2023) el consumo promedio en una mujer de

proteínas es de 67.8 gr al día en una mujer con estatura y peso promedio, y de acuerdo a autores como Morton et al., (2018) para incrementar masa muscular se deben estar consumiendo de 1.6 a 2.2 gr por kg al día, lo equivalente en una mujer promedio a mínimo 109.92 gr por kg al día con el objetivo de mejorar la síntesis de masa muscular. Por ende, en la actualidad, la suplementación con proteína es bastante utilizada.

Un estudio realizado en el norte de México reporta que el 72.9% de la población encuestada utiliza suplementación con proteína (Alejo et al., 2020). Sin embargo, su obtención representa un desafío, ya que solo se logra recuperar entre el 20 y el 40% del suero generado durante el proceso de producción (Panesar et al., 2007), y su manejo inadecuado genera un impacto ambiental considerable debido a su alta demanda biológica de oxígeno (El-Nashaar et al., 2009).

En contraste, la proteína derivada de larvas de *Tenebrio molitor* ha sido introducida en el mercado como una alternativa sostenible y nutritiva. Presenta un alto contenido proteico, vitaminas y aminoácidos esenciales; además, su producción genera una menor emisión de gases de efecto invernadero y tiene una elevada tasa de conversión alimenticia, lo que la posiciona como una opción viable tanto para consumo humano directo como para la formulación de alimentos (Laroche et al., 2022).

A pesar de estos avances, persiste una carencia de evidencia comparativa robusta que permita determinar cuál de estas fuentes proteicas resulta más eficaz

para mejorar la composición corporal y la función muscular en mujeres. Asimismo, el papel de la actividad física como factor modulador de estos efectos no ha sido explorado de manera suficiente.

Por tanto, surge la necesidad de realizar un estudio comparativo que evalúe integralmente los efectos de la proteína de *Tenebrio molitor* y de suero de leche en mujeres adultas jóvenes considerando el nivel de actividad física como un elemento clave en la respuesta fisiológica a la suplementación proteica.

1.2.1 Pregunta de investigación

¿La suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* es tan eficaz como la proteína de suero de leche para mejorar la composición corporal y la función muscular combinada con un programa de entrenamiento HIFT en mujeres con edad entre 25 a 45 años?

1.3 Justificación

La preservación de la masa muscular y una adecuada ingesta de proteínas son fundamentales para mantener la salud y el funcionamiento óptimo del organismo a lo largo de la vida. La masa muscular no solo determina la fuerza y la capacidad funcional, sino que también participa en procesos inmunológicos y metabólicos esenciales. Durante periodos de enfermedad o estrés fisiológico, el cuerpo recurre a los aminoácidos almacenados en el tejido muscular. Estos

aminoácidos son empleados para sostener la respuesta inmune y mantener procesos metabólicos esenciales.

En mujeres adultas jóvenes, los estilos de vida actuales caracterizados por sedentarismo, largas jornadas de estudio o trabajo y una disminución en la práctica de actividad física, han favorecido la disminución progresiva de la masa y función muscular.

Adicionalmente, una ingesta de proteína frecuentemente insuficiente y con predominio de fuentes vegetales de menor calidad biológica, limita la disponibilidad de aminoácidos esenciales como la leucina, indispensable para estimular la síntesis proteica muscular. Esta combinación de factores aumenta la vulnerabilidad a la pérdida temprana de masa muscular y a una menor capacidad funcional.

El ejercicio de fuerza, sumado a la suplementación proteica, representa una estrategia efectiva y accesible para mejorar la composición corporal, promover la salud musculoesquelética y prevenir el deterioro funcional. La proteína de suero de leche ha demostrado beneficios significativos en el desarrollo y mantenimiento de la masa muscular; sin embargo, la proteína derivada de *Tenebrio molitor* ha emergido como una alternativa sostenible, rica en aminoácidos esenciales y con un menor impacto ambiental.

A pesar de estas ventajas potenciales, existen pocos estudios que comparen directamente ambas fuentes proteicas en mujeres adultas jóvenes, especialmente considerando la influencia del nivel de actividad física habitual.

1.4 Hipótesis

La suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* durante un programa de entrenamiento HIFT será tan eficaz como la proteína de suero de leche para mejorar la composición corporal y la función muscular en mujeres con edad entre 25 a 45 años.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Comparar el efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* frente a la proteína de suero de leche, combinadas con un programa de entrenamiento HIFT, sobre la composición corporal y la función muscular en mujeres entre 25 a 45 años.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la composición corporal y la función muscular de mujeres de Morelos antes de la intervención.
2. Establecer y estandarizar un protocolo de suplementación hiperproteico e hipocalórico utilizando proteína de *Tenebrio molitor* o proteína de suero de leche para los grupos experimentales.

3. Diseñar, aplicar y controlar un programa de entrenamiento HIFT asegurando el estímulo neuromuscular que permita la mejora de la masa y función muscular entre las participantes.

4. Evaluar los cambios en la composición corporal y la función muscular después de 8 semanas de suplementación y entrenamiento HIFT en cada grupo.

5. Comparar las magnitudes de cambio entre el grupo suplementado con proteína de *Tenebrio molitor* y el grupo suplementado con proteína de suero de leche para determinar su equivalencia en los efectos obtenidos.

Capítulo 2. MARCO TEÓRICO

La presente investigación se desarrolla como un estudio local alineado a la política nacional de salud y alimentación planteada en México. Dirigida a la atención de problemáticas como la malnutrición, conformada por la desnutrición, el sobrepeso/obesidad y la deficiencia nutricional, consecuencia de patrones de consumo alimenticio negativo y de una falta o reducida actividad física; problemáticas a las que se dirige la promoción de dietas saludables y producción de alimentos sostenibles; así como, la realización de actividad física para combatir el sedentarismo e inactividad física el cual se encuentra asociado con un aumento de la mortalidad cardiovascular, la sarcopenia, diabetes y la pérdida o disminución de la calidad de vida (Barquera et al., 2024).

2.1 Composición corporal

Parte fundamental de una valoración nutricional es el estudio de la composición corporal (CC) que se define como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación *in vivo*, *las relaciones y los cambios* relacionados con factores influyentes para comprender los efectos de la dieta, el ejercicio físico, la enfermedad y el crecimiento, entre otros (Wang et al., 1992).

Desde los 400 años a.C., ya se empezaban a conocer los primeros conceptos sobre la composición corporal en Grecia, los helenos comenzaron a asumir que el cuerpo humano y los seres vivos estaban formados por los 4 elementos (fuego, tierra, aire y agua). Hipócrates decía que el cuerpo estaba conformado por sangre, linfa, bilis negra y bilis amarilla, pero no fue hasta hace 150 años que el estudio de la CC se consideró una rama de la ciencia moderna (Carnero et al., 2015).

Existen diferentes modelos de composición corporal debido a que cada uno de ellos nos ayuda a analizar en diferentes niveles la misma. El primero es el modelo Benke, quien propone este análisis usando el principio de Arquímedes, menciona que el peso corporal está basado en dos componentes, masa grasa y masa libre de grasa, siendo un modelo Bicompartimental. El siguiente modelo se forma a partir de este, subdividiéndolo en 4 compartimentos: masa grasa, masa ósea, masa agua y proteína fue propuesto por Keys y Brozek. De aquí se desarrolla un tercer modelo descrito por Matiegka, quien fue considerado padre de la composición corporal, llamado: modelo de los 4 compartimentos o tetracompartimental, describe 4

compartimentos básicos masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa residual. En los años 70's sufre modificaciones por Ross y Wilson y de ahí pasa a un modelo de 5 componentes descrito por Drinkwater y Kerr y sufre otra modificación por Berral (Eraso-Checa et al., 2023).

De acuerdo con el nivel de complejidad en estructura y composición se pueden ordenar de la siguiente manera, primero un nivel atómico o elemental, el segundo molecular o químico, el tercero celular, el cuarto histológico o tisular y el quinto nivel corporal total. Esta evaluación permite determinar los compartimentos corporales y clasificar al individuo según su morfotipo y fenotipo corporal así permitirá cuantificar las reservas corporales y, por tanto, detectar y corregir problemas en los que existe un exceso de grasa o condiciones donde se puede observar masa muscular disminuida, como la sarcopenia. Es así como el estudio de la composición corporal en conjunto de otros datos ayuda a sugerir opciones nutricionales y optimizar la condición física con la prescripción de un ejercicio individualizado (Eraso-Checa et al., 2023).

El análisis de la CC, puede ser de manera directa, indirecta o doblemente indirecta. Hoy en día, la disección de cadáveres es el único análisis de manera directa, se llevó a cabo desde antes del siglo XX. Por consiguiente, tenemos los métodos indirectos, no se realiza la manipulación de tejidos, se realiza una medición de la CC *in vivo*, y se validan a partir del método directo o de la densitometría, este método hace un estimado de los tejidos corporales, son de alta fiabilidad, pero poco

accesibles, limitados y de gran costo financiero, algunos de ellos son la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), absorciometría dual de rayos X (DXA) y la plestimografía, se suelen ocupar más en investigaciones o en medios clínicos (Moreira et al., 2015).

Por último, se encuentran los métodos doblemente indirectos, de igual manera son *in vivo* y fueron validados por medio de los métodos indirectos, los más importantes debido a su uso son la antropometría y la impedancia bioeléctrica (AIB, por sus siglas en inglés), son sencillos de utilizar y los resultados son fáciles de interpretar. Estos métodos son mejores en la práctica clínica privada ya que tienen menor costo, esto también lo hace más accesible para estudios epidemiológicos o de investigaciones (Moreira et al., 2015). Sin embargo, se requiere de capacitación para realizar cualquiera de los dos métodos, ya que las herramientas se llegan a descalibrar fácilmente y los estándares para la evaluación deben de ser precisos (Eraso-Checa et al., 2023).

La AIB es un método que proporciona gran información de la CC para el seguimiento y evaluación de pacientes. Esta técnica no es invasiva, es relativamente barata y es portátil. No mide la CC directamente, mediante la resistencia corporal y reactancia, mide la resistencia o impedancia del cuerpo a una corriente eléctrica, es pequeña e indetectable para el individuo, sin embargo, por esto mismo no se recomienda en pacientes con marcapasos. Esta medición de impedancia está fundamentada por el hecho de que el tejido magro tiene un alto

contenido de agua y electrolitos así que actúa como conductor y la grasa actúa como aislante (Martínez, 2010). Este método puede carecer de fiabilidad y precisión ya que intervienen factores externos e internos como el punto de colocación de los electrodos, nivel de hidratación, alimentación, ciclo menstrual, temperatura del ambiente y la ecuación de predicción utilizada (Moreira et al., 2015).

La práctica antropométrica se basa en mediciones del cuerpo humano, las mediciones más usadas son el peso, la talla, circunferencias y pliegues cutáneos su utilización es bastante amplia sobre todo en estudios epidemiológicos y en poblaciones rurales con bajos recursos para el control y prevención de enfermedades en la práctica clínica (Martínez, 2010).

Derivado de lo anterior, la evaluación de la CC es una parte indispensable de la evaluación del estado de nutrición y por lo tanto de la salud, sin embargo, es necesario definir cada uno de estos términos para comprender la importancia de la composición corporal.

2.2 Salud y composición corporal

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1948) define la salud como un estado integral de bienestar físico, mental y social, más allá de la simple ausencia de enfermedad. En este sentido, múltiples investigaciones han relacionado diversos criterios de CC con enfermedades, por ejemplo; el porcentaje de masa grasa elevado se relaciona con diabetes, hipertensión (HTA), cáncer, síndrome del

intestino irritable, ovario poliquístico, dislipidemias, hipotiroidismo. La masa ósea en rangos disminuidos de igual manera puede ser predisposición para osteoporosis. La masa libre de grasa o masa muscular reducida o baja indica sarcopenia o predisposición a la sarcopenia, aunado a la falta de fuerza y de funcionalidad.

Por ello ha cobrado interés en los últimos años la medición de la composición corporal, en específico la masa muscular reducida.

2.3 Masa muscular, fuerza y salud

El porcentaje de masa músculo esquelética (MME) y la fuerza de un individuo son factores clave para mejorar el estado físico general y prevenir la aparición de síntomas o enfermedades. Mantener niveles adecuados de masa muscular y fuerza contribuye significativamente a la salud y al bienestar, al reducir el riesgo de padecimiento asociados con la inactividad física o a la pérdida de funcionalidad (OMS, 2018).

La MME, es el componente más importante de la masa libre de grasa (incluye todos los componentes funcionales del organismo metabólicamente activos) y es el reflejo del estado nutricional de la proteína (Heymsfield et al., 1997), en condiciones normales, equivale al 40% del peso del cuerpo humano y contiene entre el 50% y el 75% de todas las proteínas corporales (Frontera & Ochala, 2015)

2.4 Fisiología y anatomía de la masa muscular

La MME está compuesta por haces de fibras llamadas miofibras que a su vez contienen miofibrillas, cada miofibra contiene una unidad celular llamada sarcómero. Los haces de miofibras forman fascículos y los haces de fascículos forman tejido muscular. Las fibras musculares se componen de cientos de miofibrillas que están compuestas por actina, miosina y proteínas de soporte, estas crean unidades funcionales llamadas sarcómeros. Existen tres grupos de Fibras musculares (McCuller et al. 2023).

Fibras tipo I o de oxidación lenta, son de tamaño pequeño y de bajo contenido de glucógeno, casi no se fatigan y las hace adecuadas para contracciones de resistencia (mantener postura o correr maratones).

Fibras tipo IIa o de oxidación rápida, se contraen rápidamente y así mismo también se fatigan rápidamente, son ideales para acciones como caminar o montar bicicleta.

Fibras de tipo I y IIa combinadas se denominan fibras rojas, con un alto contenido de mioglobina, están compuestas por muchas mitocondrias y capilares.

Fibras tipo IIb o glucolíticas rápidas, son de contracción rápida, son de diámetro más grande y tienen un alto contenido de actina y miosina, contienen pocas mitocondrias y bajo contenido de mioglobina. Son ideales para movimientos

intensos de corta duración como el sprint o levantamiento de pesas (McCuller et al. 2023).

El MME se atrofia por diferentes causas, como la denervación, la inactividad física, enfermedades sistémicas, el uso crónico de glucocorticoides y la desnutrición (McCuller et al. 2023). Que al final conlleva a cambios en la MME disminuyendo o reduciendo su capacidad funcional reduciendo así su independencia para realizar sus actividades diarias (Sánchez et al., 2021). Esta disminución también se relaciona con un deterioro de la función inmune y un aumento de morbilidad (Pérez, 2015).

De acuerdo con la lectura previa estos factores conllevan a diversas patologías que generan una falta de salud en general en el individuo y que deterioran su estilo de vida.

2.5 Estilos de vida

A nivel global los cambios epidemiológicos, socio culturales y económicos han sido drásticos, se ha dado un fenómeno denominado transición de riesgos que por consecuencia a los cambios en el desarrollo y urbanización del país, se modificaron estilos de vida y riesgos aunados al sedentarismo, estrés, consumo de tabaco y de drogas y violencia; así como patrones alimentarios compuestos por alimentos con alta densidad energética y deficientes en nutrientes, contribuyendo al sobrepeso, obesidad, a la elevación de lípidos, como el colesterol y a la hipertensión

arterial, entre otros, que son en parte factores responsables de la carga global de la enfermedad y dan como resultado enfermedades crónico degenerativas a edades tempranas (Soto-Estrada et al., 2016).

El ministro de salud en Canadá describió 4 factores determinantes de la salud, el investigador, Dever, estudio su impacto sobre la misma, y determinó que el factor más relevante para la salud era el estilo de vida y se fundamenta de 4 pilares: relaciones sociales satisfactorias, alimentación equilibrada, forma física, evitar el tabaco, excesos de alcohol y tóxicos (Subirats Bayego et al., 2012).

Derivado de lo anterior en cuanto a la forma física, se relaciona con la actividad física y el ejercicio desempeñando un factor fundamental, así que en el siguiente párrafo se desarrolla lo que conlleva la inactividad física y sus variables y posteriormente, la realización de ejercicio y entrenamiento.

2.6 Inactividad física

La inactividad física se define como el no cumplimiento de las recomendaciones mínimas internacionales de actividad física para la salud de la población (≥ 150 min de actividad física de intensidad moderada o vigorosa por semana, o bien, lograr un gasto energético ≥ 600 mets/min/semana y dos veces o más por semana, realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares) (Montero et al., 2015). Personas cuya actividad física esté por debajo de estas recomendaciones se consideran “inactivas físicamente”. Por otro lado, el

sedentarismo es definido como la carencia de movimiento durante las horas de vigilia a lo largo del día, estas dos han tomado fuerza los últimos años. En términos, generales en México se identifica un aumento en los patrones de sedentarismo, bajo la influencia de la vida digital que lleva a las personas de todos los rangos de edades a pasar mayor tiempo sentados y frente a una pantalla; esta inactividad física, así como, la modificación de los tiempos de sueño, son un grave problema de salud pública, aumentando los riesgos de enfermedades crónicas, morbilidad y mortalidad (Vikberg et al., 2019).

De esta manera la realización de actividad física es un importante factor de prevención de salud, pero derivado a los estilos de vida modernos, la actividad física puede ser insuficiente, siendo necesario el ejercicio físico y entrenamiento.

2.7 Ejercicio físico y entrenamiento

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiere gasto de energía y señala que su práctica regular aporta importantes beneficios para la salud física y mental. En el campo de la salud se le atribuye un 9% de muertes prematuras a la falta de actividad física, aproximadamente 5.3 millones de muertes al año (Cuesta Hernández & Calle Pascual, 2013).

La diferencia entre la actividad física y el ejercicio consiste principalmente en que este último es planificado, estructurado y repetitivo realizado con el propósito de mejorar la forma física o la composición corporal (Caspersen et al; 1985)

Se le llama forma física a la capacidad de desarrollar diferentes actividades con rigor, sin fatiga y con energía para disfrutarlas y poder afrontar emergencias eventuales, sus componentes más relevantes son la flexibilidad, equilibrio y, sobre todo, fuerza, que se adquieren y mejoran por medio del entrenamiento deportivo (Caspersen et al. 1985).

De esta forma, el entrenamiento deportivo se entiende como un conjunto de ejercicios que da como resultado una adaptación progresiva al esfuerzo que se da en los diferentes sistemas que componen el cuerpo humano. Es una práctica para la adaptación biológica a través de principios de entrenamiento (Grosser et al., 2000). Estos principios son conceptos generales que siempre se deben de considerar al realizar un trabajo físico específico y están sustentados por el aspecto biológico, pedagógico y emocional (Foran, 2007; García et al., 2016; Bernal et al., 2014).

Sin embargo, los retos actuales han llevado a popularizar el ahora llamado prescripción del ejercicio físico, en 1995 el American College of Sport Medicine (ACSM) y los centros de control y prevención de enfermedades emitieron una recomendación de salud pública donde afirma que “Todos los adultos deberían realizar 30 minutos o más de actividad física de intensidad moderada

preferentemente todos los días de la semana” (Pate et al., 1995), que, a diferencia del entrenamiento deportivo, se aplica con el único propósito de mantener, mejorar la salud y llevar un estilo de vida más saludable, a través de la optimización de las capacidades físicas.

Como anteriormente se menciona la prescripción del ejercicio busca mejorar primeramente capacidades físicas esenciales para un estilo de vida más saludable: Aptitud cardiorrespiratoria, fuerza, flexibilidad y equilibrio, resistencia muscular y composición corporal (ACSM, 2022; OMS, 2020).

2.8 Capacidades físicas

Como ya se mencionó anteriormente, existen diversas denominaciones de lo que son las Capacidades físicas (CF), en esta investigación consideraremos como CF a la expresión manifiesta de varias funciones corporales y que permiten la realización de actividades continuas que son la resistencia, velocidad, flexibilidad, coordinación y fuerza, siendo esta última la más importante y en la que más se focalizo este estudio (Valbuena García, 2007).

Las CF se dan naturalmente por el desarrollo fisiológico a medida que se enfrenta a diferentes obstáculos en la vida, donde su organismo se adapta físicamente a ciertas condiciones (Carrillo et al., 2020). El desarrollo de las CF es adecuado cuando se basan en los principios del entrenamiento deportivo o la

prescripción del ejercicio y estas contribuyen en el desarrollo integral, para mejorar la salud y la calidad de vida (Bernal et al., 2014).

Para el propósito de esta investigación, focalizaremos la atención a la capacidad física denominada fuerza y sus diferentes manifestaciones, la fuerza es la capacidad neuromuscular de superar una resistencia externa o interna gracias a la contracción muscular, de forma estática o dinámica (American College of Sports Medicine, 2021; Haff & Triplett, 2016). Es la capacidad más influyente desde el punto de vista deportivo. Todos los gestos deportivos tienen como condición la fuerza para su efectividad, acompañada lógicamente del porcentaje correspondiente de las demás capacidades físicas, así como de la técnica correcta del gesto que involucra para su ejecución componentes óseos y musculares, existiendo diversas manifestaciones de la fuerza dependiendo del objetivo del entrenamiento (Guizelini et al., 2018).

De acuerdo con García Manzo et al; (2013) los diferentes tipos de fuerza son:

- Fuerza máxima dinámica: se desplaza en un solo movimiento, transcurre a baja velocidad y sin limitaciones de tiempo. Se ocupa para evaluar la capacidad máxima de levantamiento de peso o resistencia máxima.
- Fuerza estática: cuando se realiza una contracción sin movimiento articular.

- Fuerza velocidad: es la capacidad del sistema neuromuscular para vencer una resistencia a la mayor velocidad posible.
- Fuerza explosiva: es la aplicación de la máxima fuerza en menor tiempo posible y se deriva de la fuerza velocidad.

El entrenamiento de fuerza ha demostrado ser efectivo para la mejora de salud. El American College of Sports Medicine, establece que la intensidad adecuada de entrenamiento para incrementar la fuerza máxima o el tamaño muscular es con cargas que superen el 70% de 1 RM, pudiendo producir a su vez hipertrofia muscular (métodos para lograr la hipertrofia). Es por ello por lo que los entrenamientos más recomendados para el incremento de masa muscular son entrenamiento con pesas (resistencia externa), entrenamiento de volumen alto (bodybuilding clásico), entrenamiento con peso corporal, entrenamiento de alta intensidad (HIIT con resistencia) y entrenamiento con fuerza máxima (B. J. Schoenfeld et al., 2017).

Por ello, en el entrenamiento High Intensity Functional Training (HIFT) puede lograrse una hipertrofia adecuada siempre y cuando las sesiones se estructuren con una combinación adecuada de carga externa, volumen suficiente y proximidad al fallo muscular para estimular la síntesis proteica. Este mismo integra ejercicios multiarticulares funcionales a alta intensidad y con descansos controlados lo que genera tensión mecánica y estrés metabólico dos factores necesarios para inducir la hipertrofia. Los programas HIFT producen efectos similares a los entrenamientos

tradicionales de fuerza cuando se manipulan variables como resistencia, densidad del trabajo y volumen total. Algunas investigaciones recientes comentan que al incluir componentes de resistencia y altos niveles de esfuerzo se incrementa la fuerza, masa muscular y capacidad funcional siempre y cuando se mantenga un estímulo progresivo y controlado en intensidad y volumen (Vikberg et al., 2019)

Diversas investigaciones han demostrado que la práctica regular de ejercicios de resistencia contribuye al aumento de la masa muscular, la fuerza y la capacidad funcional en mujeres adultas (Westcott, 2012). Además, favorece el metabolismo de la glucosa, la densidad ósea y la salud cardiovascular, reduciendo el riesgo de enfermedades crónico-degenerativa (Bemben et al., 2013).

En mujeres de 20 a 45 años, los entrenamientos enfocados a la hipertrofia pueden ser particularmente beneficiosos para prevenir la pérdida de masa muscular relacionada con el envejecimiento y mejorar la composición corporal, lo que impacta positivamente en la salud general y el rendimiento físico (Strasser & Schobersberger, 2011).

Sin embargo, es necesario definir qué es la hipertrofia y cuáles son los factores involucrados para desarrollarla, entendemos por hipertrofia muscular como un proceso de adaptación del tejido esquelético que se manifiesta como un aumento en el tamaño de las fibras musculares. Esta respuesta se produce como resultado de estímulos repetidos, generalmente mecánicos, que generan una alteración del

equilibrio entre la síntesis y la degradación de proteínas musculares, favoreciendo la acumulación de nuevas proteínas contráctiles (Schoenfeld, 2020; Phillips, 2014).

La hipertrofia puede clasificarse en dos tipos principales: hipertrofia miofibrilar e hipertrofia sarcoplásmica.

La hipertrofia miofibrilar se refiere al aumento del número y tamaño de los elementos contráctiles dentro de la fibra muscular, como la actina y la miosina, lo que resulta en un incremento de la fuerza muscular (B. Schoenfeld, 2020). Por otro lado, la hipertrofia sarcoplásmica implica un aumento en el volumen del sarcoplasma, el líquido intracelular que rodea las miofibrillas, lo cual incrementa el tamaño del músculo sin necesariamente mejorar la fuerza en la misma proporción (Haun et al., 2019).

Diversos mecanismos contribuyen a la hipertrofia muscular:

Tensión mecánica: La aplicación de cargas externas genera deformaciones en las fibras musculares, activando vías de señalización molecular que promueven la síntesis de proteínas (Kraemer & Ratamess, 2004).

Estrés metabólico: La acumulación de metabolitos como el lactato y los iones de hidrógeno durante ejercicios de alta intensidad genera estímulos hormonales y celulares que favorecen la hipertrofia (Schoenfeld et al., 2017).

Daño muscular: El daño estructural inducido por el ejercicio excéntrico activa procesos inflamatorios locales que estimulan la reparación y el crecimiento de las fibras musculares (Paulsen et al., 2012).

El grado de hipertrofia logrado depende de múltiples variables del entrenamiento, como la intensidad (60-85% de 1RM), el volumen (3-6 series por ejercicio), la frecuencia (2-3 veces por semana por grupo muscular) y los periodos de descanso (30-90 segundos entre series) (Ratamess et al., 2009; Schoenfeld, 2016). La combinación de cargas moderadas a altas con suficiente volumen y técnicas como las repeticiones forzadas o series descendentes puede maximizar los resultados hipertróficos.

No obstante, el estímulo mecánico debe ser complementado con una adecuada nutrición, en particular con un consumo suficiente de proteínas de alta calidad (Morton et al., 2018).

2.9 Nutrición

La nutrición es el proceso de ingestión, absorción, transformación y utilización de nutrientes que son obtenidos a través de la alimentación. Cuando existe una alimentación inadecuada es cuando se le llama malnutrición y puede derivarse a una desnutrición. En la nutrición, la ingesta calórica se refiere a la cantidad total de calorías que una persona consume, dependiendo de la ingesta calórica el equilibrio energético puede ser de exceso o déficit y por consecuencia

puede llevar al aumento de peso o pérdida de masa corporal, respectivamente. Esta se ajusta por edad, género, nivel de actividad física y objetivos individuales.

El consumo de proteínas varía significativamente entre regiones y países, influenciado por factores económicos, culturales y de disponibilidad de alimentos. Los requerimientos de proteína varían de acuerdo con el sexo, edad, actividad física y el estado de salud (Nasso et al., 2024). La recomendación de Ingesta Diaria Recomendada (RDA por sus siglas en inglés) indicada para las personas es de 0.8 a 1 g/kg de peso al día (Barquera et al., 2003).

Aunque estudios recientes sugieren que esta cantidad puede ser insuficiente para poblaciones activas y personas mayores (Churchward-Venne et al., 2016). En México, los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) revelan que la ingesta promedio de proteína en adultos jóvenes es de aproximadamente 65 g/día, cantidad que, aunque suficiente para cubrir las recomendaciones mínimas, podría resultar limitada para optimizar adaptaciones musculares en programas de fuerza (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2020). Además, existe una marcada dependencia de fuentes proteicas de baja calidad biológica (principalmente proteínas vegetales incompletas), lo que disminuye la disponibilidad de aminoácidos esenciales como la leucina, crucial para la síntesis de músculo (de Gavelle et al., 2017). Las recomendaciones para optimizar la hipertrofia sugieren una ingesta proteica de 1.6 a 2.2 g/kg de peso corporal por día, distribuida equitativamente a lo largo del día (Morton et al., 2018).

La ingesta de proteínas es un factor determinante para el crecimiento y mantenimiento de la MME, algunas investigaciones han demostrado repetidamente que los adultos mayores requieren más de 1.2 g/kg de peso al día para estimular la síntesis proteica muscular, conjugado a esto, también se asocia a una mayor retención de MME en hombres mayores y se han identificado beneficios funcionales (McKendry et al., 2020).

En la Tabla 1 podemos observar las recomendaciones de diversos actores sobre la ingesta proteica ajustada a los diferentes objetivos fisiológicos.

Tabla 1. Presenta las recomendaciones actuales de ingesta proteica ajustadas a diferentes objetivos fisiológicos

Objetivo	Ingesta Recomendada de Proteína	Observaciones clave
Mantenimiento de masa muscular	0.8–1.0 g/kg peso corporal/día	Recomendación mínima para adultos sanos sedentarios.
Ganancia de masa muscular (hipertrofia)	1.6–2.2 g/kg peso corporal/día	Distribuir en 3–5 tomas diarias de 20–40 g de proteína de alta calidad.

(Phillips., 2012; Rodríguez et al., 2009; Morton et al., 2018).

El MME también representa una fuente de reserva de aminoácidos para el metabolismo proteico y participa en la regulación metabólica con otros órganos y tejidos actuando como un órgano endocrino a través de la secreción de mioquinas inducida por el ejercicio Nutrición y entrenamiento (Nasso et al., 2024). Es por lo que una parte fundamental para el crecimiento de la MME es la nutrición.

La ingesta de proteínas y/o aminoácidos aumenta las tasas de síntesis de proteínas musculares, esto también inhibe las tasas de degradación de proteínas musculares. La concentración postprandial de proteínas específicamente de

aminoácidos particularmente la leucina ayuda a compensar la pérdida de proteínas musculares en periodos de ayuno, aunado también a la inhibición de la degradación causada por la hiperinsulinemia, siendo factores clave para el mantenimiento de la MME (Churchward-Venne et al., 2016).

En países desarrollados, la disponibilidad de proteínas de alta calidad es amplia, y las recomendaciones dietéticas han promovido un mayor consumo en atletas y adultos mayores. Sin embargo, en regiones de África y Asia, la deficiencia proteica sigue siendo un problema de salud pública (Jäger et al., 2017).

En países como Estados Unidos y Canadá, la investigación en entrenamiento de Fuerza ha destacado la importancia de la periodización y la suplementación proteica para optimizar el crecimiento muscular (Churchward-Venne et al., 2016), práctica que se ha extendido a otras poblaciones como forma de subsanar las deficiencias alimentarias.

2.10 Suplementación con proteínas

La falta de estrategias nutricionales específicas en mujeres jóvenes trabajadoras justifica la búsqueda de alternativas eficientes para atender factores como la omisión de comidas, horarios laborales extensos y dietas hipocalóricas que contribuyen a una baja disponibilidad proteica durante las ventanas anabólicas críticas, exacerbando el riesgo de pérdida de masa muscular (Phillips, 2017). Por

ello, estrategias que incluyan la suplementación con proteínas de alta calidad como la proteína de suero de leche o la alternativa de *Tenebrio molitor* pueden representar herramientas eficaces para alcanzar las recomendaciones diarias óptimas, favorecer la hipertrofia muscular y prevenir el desarrollo de sarcopenia temprana en esta población.

La proteína de suero de leche ha sido ampliamente estudiada y reconocida por sus beneficios para el desarrollo muscular y la composición corporal en poblaciones jóvenes y atléticas (Buckley, 2009). Su perfil de aminoácidos de alta calidad y su rápida absorción la convierten en una opción popular entre los deportistas y los entusiastas del fitness (Devries, 2015). Considerada una opción valiosa para mantener y mejorar la masa muscular en adultos jóvenes (Mamerow, 2014).

Los insectos, como fuente de proteínas han atraído la atención debido a su alto contenido proteico y a su menor impacto ambiental en comparación con las fuentes de proteínas convencionales (Kim et al., 2019). Además, se ha sugerido que las proteínas derivadas de insectos pueden tener beneficios adicionales para la salud debido a su perfil de aminoácidos y su potencial biodisponibilidad (Yi et al., 2013).

En América Latina, la investigación sobre la proteína de insectos ha cobrado impulso en los últimos años debido a su potencial como una fuente alternativa y sostenible de proteínas para la alimentación humana. Varios estudios han explorado

el valor nutricional y las propiedades funcionales de las proteínas derivadas de los insectos, así como su posible aplicación en la industria alimentaria y nutracéutica (Blásquez et al., 2012)

Además, se han llevado a cabo investigaciones sobre el potencial terapéutico de las proteínas de insectos en países como Brasil y Argentina, explorando su efecto sobre la salud metabólica, la función inmunológica y la prevención de enfermedades crónicas (Van Huis et al., 2013). Estos estudios han revelado propiedades bioactivas interesantes de las proteínas de insectos, como su capacidad antioxidante y antiinflamatoria.

En México, por ejemplo, se ha realizado investigación sobre la composición nutricional de los insectos comestibles, como el *Tenebrio molitor* de maguey y el *Tenebrio molitor* blanco, destacando su alto contenido proteico y su perfil de aminoácidos esenciales (Ramos-Elorduy et al; 2002) Estos estudios han sugerido que los insectos podrían ser una fuente valiosa de proteínas, especialmente en comunidades rurales donde son consumidos tradicionalmente.

Si bien, se han realizado estudios sobre los efectos individuales de la proteína de suero de leche y la proteína de *Tenebrio molitor* en la salud muscular, existe una escasez de investigaciones que comparen directamente estas dos fuentes de proteínas como moduladores en los efectos de composición corporal y función muscular en mujeres adultas jóvenes, especialmente en el contexto de México.

El *Tenebrio molitor*, comúnmente conocido como *gusano* de la harina, ha ganado interés como una fuente alternativa de proteína debido a su alto contenido proteico (aproximadamente 50-60% en base seca) y su perfil de aminoácidos esenciales, comparables al de suero de leche que se observa en la Tabla 2 (van Huis, 2021). Además, su producción es más sostenible en términos de huella de carbono y consumo de agua en comparación con fuentes animales tradicionales (Janssen et al., 2017).

Diversos estudios han mostrado que el consumo de proteína de insecto puede contribuir a la hipertrofia muscular y a la recuperación post-ejercicio, lo que la convierte en una opción viable para la suplementación deportiva (Jäger et al., 2017). Además, su biodisponibilidad y digestibilidad la hacen una alternativa adecuada para personas con intolerancia a la lactosa u otras restricciones dietéticas (Yi et al., 2016).

Tabla 2. Contenido de aminoácidos en las diferentes proteínas y sus observaciones

Aminoácido	<i>Tenebrio molitor</i> (g/100g proteína)	Suero de leche (g/100g proteína)	Observaciones clave
Alanina	5.6	4.8	Ambos tienen niveles altos, importantes para la síntesis de glucosa.
Arginina	4.7	2.0	El <i>Tenebrio</i> es más rico, útil para la función inmunitaria y vasodilatación.
Ácido Aspártico	11.2	11.5	Similar en ambos, esencial para la producción de energía.
Cisteína	0.6	1.0	El suero de leche tiene más, importante para la producción de glutatión.
Glutamina	8.5	8.0	Niveles comparables, crucial para la recuperación muscular.

Glicina	5.0	1.5	El <i>Tenebrio</i> contiene más, importante para la síntesis de colágeno.
Isoleucina	4.1	6.8	El suero de leche es más rico en BCAAs, esenciales para la síntesis de proteínas musculares.
Leucina	9.5	10.9	Ambos ricos en leucina, clave para la activación de la síntesis proteica muscular.
Lisina	7.0	8.5	Suero de leche tiene una cantidad ligeramente mayor.
Metionina	1.0	1.5	El suero de leche tiene más, importante para la síntesis de proteínas.
Fenilalanina	4.5	3.9	Similar en ambos, importante para la síntesis de neurotransmisores.
Prolina	3.2	2.0	<i>Tenebrio</i> contiene más, relevante para la salud de la piel y tejido conjuntivo.
Serina	4.2	5.2	El suero de leche tiene un poco más, útil en la síntesis de proteínas.
Treonina	3.8	5.0	El suero de leche tiene más, esencial para la salud digestiva.
Tirosina	3.4	2.4	El <i>Tenebrio</i> contiene más, crucial para la función cerebral.
Valina	4.4	6.0	El suero de leche es más rico en BCAAs, importantes para el desarrollo muscular.

(Yi et al., 2013; Rumpold & Schlüter.,2013; Liu et al., 2021).

Cap. 3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo y diseño general estudio

Se realizó un estudio clínico piloto con diseño experimental, aleatorizado y longitudinal, basado en la obtención de datos primarios. La asignación de las participantes a los grupos de suplementación se efectuó mediante aleatorización

simple, utilizando un muestreo por conveniencia para el reclutamiento. El propósito del estudio fue exploratorio, orientado a comparar los efectos de dos intervenciones nutricionales combinadas con un programa de entrenamiento HIFT.

3.2 Población o sujetos de Estudio

Se trabajó con mujeres de 25 a 45 años del estado de Morelos, las participantes fueron invitadas a participar por medio de una convocatoria en radio UAEM y anuncios publicitarios en diversas redes sociales. Se utilizó un muestreo por conveniencia obteniendo como muestra a 28 participantes inicialmente.

Criterios de inclusión:

Mujeres que tuvieran oportunidad de asistir a los horarios, que firmen el consentimiento informado, que acepten la suplementación, que no realicen ejercicio físico de acuerdo con las recomendaciones generales de la OMS, que sean del estado de Morelos y que estuvieran en un rango de edad de 25 a 45 años.

Criterios de exclusión:

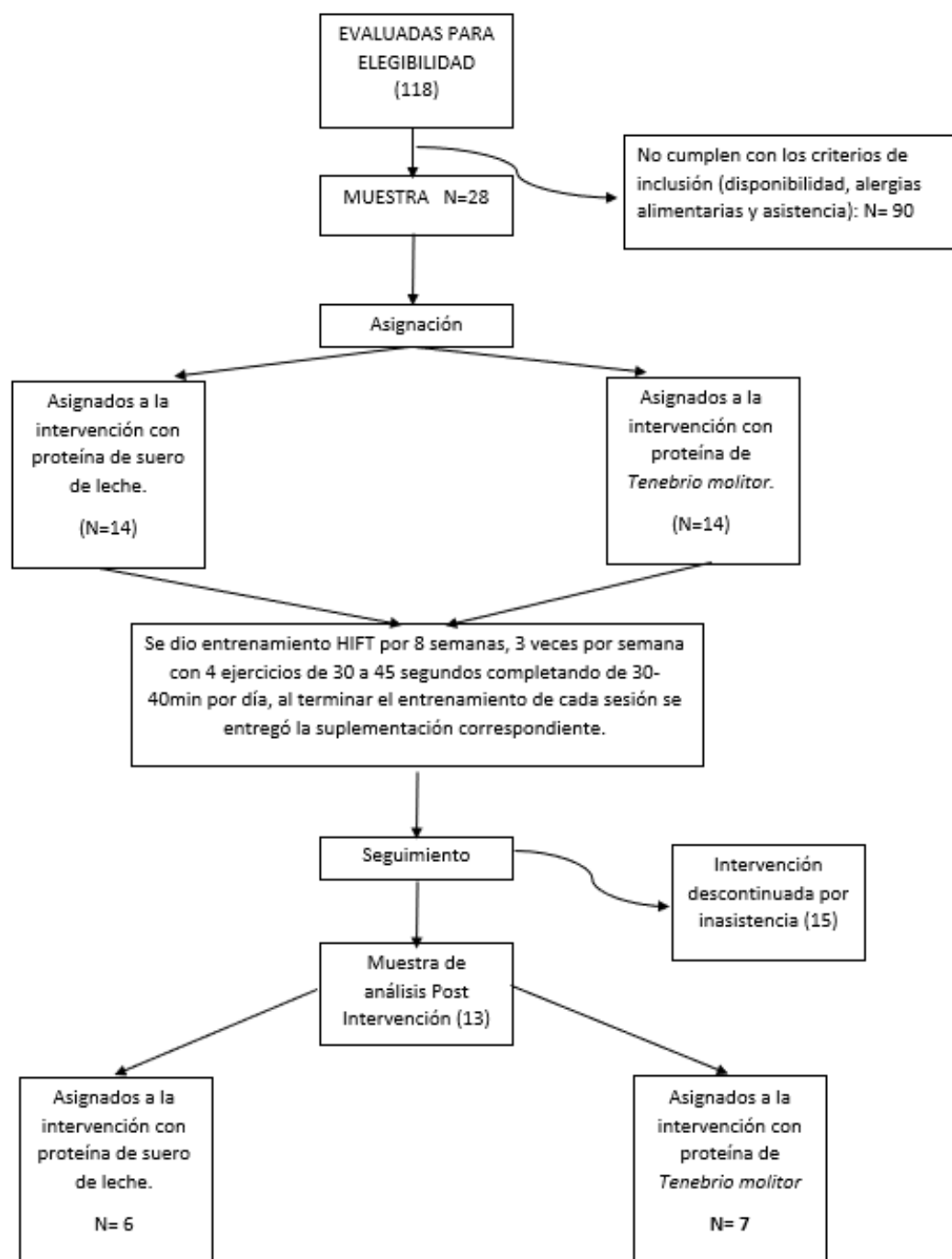
Mujeres que tuvieran algún padecimiento que las inhabilitaba para hacer ejercicio, que no completaron los cuestionarios y test aplicados y que no cumplieran con los rangos de edad, que tuvieran alergias a los mariscos y que no asistieron a las mediciones iniciales de antropometría, bioimpedancia y prueba Fitness Muscular.

Criterios de eliminación:

Participantes que no asistieron a las mediciones iniciales de antropometría, bioimpedancia, prueba Fitness Muscular y mujeres que presenten reacciones adversas al producto.

Después de las evaluaciones, las participantes fueron divididas aleatoriamente en dos grupos, la investigadora a cargo fue responsable de generar números aleatorios para la asignación a los diferentes grupos de proteínas. Los dos grupos fueron sometidos al mismo programa de entrenamiento HIFT y suplementación, se detalla en la Figura 1 los dos grupos diferentes y el número de muestra asignado.

Ilustración 1. Diagrama de flujo del estudio



3.3 Exposición de variables

3.3.1 Definición conceptual y definición operacional

Se usaron variables conceptuales operacionales descritas en la Tabla 3

Tabla 3. Definición conceptual y definición operacional

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Variable dependiente o independiente	Cuantitativa o cualitativa
Peso	Es la cantidad de materia del cuerpo. Es decir, la fuerza que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. (ISAK)	El peso será utilizado para calcular índices, % de mg y mm, kg de mg, mm y calcular ingestas calóricas y proteicas.	dependiente	cuantitativa
Talla	Es la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto vértex y el inferior de los pies. (ISAK)	Utilizada para calcular índices y % de mg y mm, kg de mg y mm, así como ingesta calórica.	dependiente	cuantitativa
Circunferencia de cintura	Es el perímetro del abdomen en su punto más estrecho, entre el borde costal lateral inferior (10 ^a costilla) y la parte superior de la cresta ilíaca, perpendicular al eje longitudinal del tronco. (ISAK)	La utilizaremos para calcular el ICC y calcular el riesgo cardiovascular y metabólico.	dependiente	cuantitativa
Circunferencia de cadera	Es el perímetro de los glúteos a nivel de la prominencia posterior máxima, perpendicular al eje longitudinal del tronco. (ISAK)	Utilizada para calcular el ICC y calcular el riesgo cardiovascular y metabólico.	dependiente	cuantitativa

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Variable dependiente o independiente	Cuantitativa o cualitativa
Circunferencia de brazo relajado	Medida antropométrica utilizada para evaluar el tamaño y composición corporal, relacionada con la masa muscular y el estado nutricional.	Se mide siguiendo un procedimiento estandarizado para garantizar precisión y reproducibilidad en estudios antropométricos.	Dependiente	Cuantitativa
Circunferencia de brazo contraído	Medida antropométrica utilizada para evaluar el tamaño y composición corporal, relacionada con la masa muscular y el estado nutricional.	Se mide siguiendo un procedimiento estandarizado para garantizar precisión y reproducibilidad en estudios antropométricos.	Dependiente	Cuantitativa
Pliegue tricipital	Medida antropométrica que evalúa el grosor del tejido adiposo subcutáneo localizado en la parte posterior del brazo, específicamente en el tríceps.	Se mide siguiendo un procedimiento estandarizado para garantizar precisión y reproducibilidad en estudios antropométricos.	dependiente	Cuantitativa
% de Masa Muscular y Kg de Masa Muscular.	La masa muscular o músculo esquelético (40% del peso total) es el componente más importante de la MLG (50%) y es reflejo del estado nutricional de la proteína (Santana & Espinosa, 2003).	Porcentaje o kg de MM obtenidos mediante bioimpedancia eléctrica y nos servirá para establecer su estado de salud nutricional.	Dependiente	cuantitativa
%de Grasa Corporal y Kg de grasa corporal.	La cantidad total de grasa en el cuerpo, que incluye tanto la grasa subcutánea como la visceral. Es una parte esencial del cuerpo que almacena energía y	Porcentaje o kg de GC obtenidos mediante bioimpedancia eléctrica y nos servirá para establecer su	Dependiente	cuantitativa

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Variable dependiente o independiente	Cuantitativa o cualitativa
	cumple funciones vitales (Santana & Espinosa, 2003)	estado de salud nutricional.		
Fuerza prensil	Cantidad de fuerza que un músculo o un grupo de músculos puede generar en una sola contracción (Manske & Reiman, 2007).	Se evaluará para obtener una estimación de la fuerza total del cuerpo, y condición física en general.	Independiente	cualitativa
Frecuencia de consumo de alimentos	Regularidad con la que una persona consume determinados alimentos o grupos de alimentos dentro de un periodo específico.	Se medirá con el objetivo de calcular la ingesta calórica relativa y la ingesta proteica.	Independiente	cualitativa
Nivel de actividad física (GPAQ)	Grado en que una persona realiza movimientos corporales que implican un gasto energético por encima del nivel de reposo.	Se medirá para clasificar la actividad física habitual antes y después de la intervención.	Independiente	cualitativa
Hábitos alimentarios	Conjunto de conductas, preferencias y patrones que una persona mantiene de manera regular respecto a la selección, preparación y consumo de alimentos.	De acuerdo con los hábitos alimentarios de las personas podemos evaluar los patrones alimentarios de las participantes.	Independiente	cualitativa

3.4 Procedimiento de medición o recolección de las variables del estudio

El procedimiento para la recolección de variables estuvo compuesto por 7 etapas, las cuales se detallan a continuación:

Etapas 1: La estrategia de reclutamiento se mantuvo activa durante un periodo de cuatro meses previo al inicio formal de la fase experimental, mediante

una convocatoria multicanal que incluyó pautas informativas en la radiodifusora universitaria (Radio UAEM), así como el diseño y divulgación de folletos informativos digitales en redes sociales oficiales.

Etapla 2: El protocolo dio inicio con una sesión informativa presencial orientada a detallar las características de la suplementación, la estructura del programa de entrenamiento y el propósito científico del estudio. Durante esta sesión, se remitió por vía electrónica el documento de consentimiento informado. Una vez obtenido dicho aval legal y confirmada la disponibilidad de tiempo de las aspirantes para cumplir con las sesiones de entrenamiento, se procedió con la fase de cribado y evaluación inicial.

Etapla 3: Comprendió el levantamiento de la historia clínica y nutricional, así como la aplicación del Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (FFQ, por sus siglas en inglés), el Cuestionario de Hábitos Alimentarios (HA) y el Cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ, por sus siglas en inglés). Previo al llenado de estos instrumentos, las participantes recibieron una explicación estandarizada sobre los objetivos de cada herramienta diagnóstica. Cabe destacar que la totalidad de la investigación se diseñó y ejecutó en estricto cumplimiento con los principios éticos para la investigación médica en seres humanos estipulados en la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2024).

Etapla 4: Se aplicó una prueba fitness muscular para medir el nivel de entrenamiento inicial de las participantes y pesos. La prueba de dinamometría para

medir la fuerza prensil manual, mediciones antropométricas con el perfil restringido ISAK y por medio de bioimpedancia los kg de grasa corporal, % de grasa corporal, kg de masa muscular y peso.

Etapas 5: Después de las evaluaciones iniciales las participantes fueron divididas aleatoriamente en dos grupos de suplementación: uno de *Tenebrio molitor* y otro de suero de leche, un investigador fue responsable de generar números aleatorios para la asignación de las participantes. Los dos grupos fueron sometidos al mismo programa de entrenamiento HIFT.

Etapas 6: Las participantes acudieron tres veces a la semana en la Facultad de Ciencias del Deporte, donde realizaron un programa de entrenamiento HIFT diseñado de manera individualizada (detallado en procedimiento) y con la supervisión de la investigadora capacitada para la aplicación de los mismos, post el entrenamiento se les subministró la ingesta de proteínas, las participantes no sabían qué suplementación estaban consumiendo.

Etapas 7: A la novena semana se aplicó nuevamente la bioimpedancia, perfil antropométrico restringido ISAK, la prueba fitness muscular y la fuerza prensil manual.

Etapas 8: Al finalizar el programa se les brindó la información necesaria para mejorar sus hábitos de alimentación, sus datos de composición corporal y una guía de ejercicios en casa para que siguieran mejorando su salud.

3.5 Análisis exploratorios y estadísticos para contestar las preguntas de investigación.

Para el análisis de datos se utilizó el software R versión 4.5.2. Se realizó un análisis descriptivo de las variables de estudio, las variables continuas se presentaron como media (M), desviación estándar (DE) y mediana (MDN). Se realizó una prueba paramétrica mediante Shapiro-Wilk, aunque las variables demostraron ser paramétricas, se decidió usar pruebas no paramétricas por el tamaño reducido de muestra final (n=7 para el grupo de *Tenebrio molitor* y n=6 para el grupo de suero de leche), las comparaciones intergrupos se hicieron con la prueba U de Mann-Whitney, las evaluaciones intragrupo con Wilcoxon y tamaños del efecto a través de delta de Cliff (δ).

Se realizó un análisis inferencial para observar la distribución de los datos mediante los diagramas de caja y bigotes (boxplots) que se muestra en la Figura 7 y así identificar valores extremos y explorar diferencias entre grupos. Un análisis intragrupal con gráfica de líneas para mostrar la tendencia pre y post intervención que se muestra en la Figura 5 Gráfica de Forest plot para mostrar el tamaño del efecto Figura 8 y una gráfica de spaghetti para mostrar los cambios individuales de cada participante mostrada en la Figura 6.

3.6 Procedimiento

La recolección de las variables ocupadas en el presente estudio se realizó con apego a los estándares internacionales y los procedimientos adecuados en función de la literatura científica, como se detalla a continuación:

3.6.1 Cuestionario Global de Actividad Física

Se utilizó el cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ por sus siglas en inglés) desarrollado por la OMS, para estimar la actividad física realizada por las participantes en su vida cotidiana como en el trabajo, transporte y tiempo libre, así como el comportamiento sedentario. Fue aplicado en línea por medio de un formulario de Google Forms. Con base a las respuestas se obtuvieron los minutos semanales dedicados a actividades físicas moderadas y vigorosas, y el tiempo total de AF en $\text{met}^{\prime}\text{s}/\text{min}/\text{semana}$ de acuerdo con lo establecido por la OMS (Organización Mundial de la Salud; 2020).

3.6.2 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

Mediante el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos se evaluó la alimentación de determinados alimentos como cereales, frutas, verduras y proteínas. Las participantes auto reportaron su frecuencia de consumo por medio de un cuestionario aplicado virtualmente en Google Forms. Las respuestas se categorizaron por diarias, semanales, mensuales o consumo ocasional y así estimar una ingesta alimentaria tanto calórica como de gramos al día.

3.6.3 Cuestionario de hábitos alimentarios

Se utilizó un cuestionario diseñado para identificar patrones de alimentación, número de comidas realizadas al día, horarios de consumo, frecuencia de omisión de tiempos de comida, consumo de agua simple y otras conductas relacionadas. La aplicación del instrumento fue de manera electrónica por medio de un formulario de Google Forms previo a la intervención, esto nos permitió caracterizar su comportamiento alimentario y establecer un perfil nutricional general.

3.6.4. Técnicas e instrumentos para las mediciones antropométricas

La masa corporal, la altura, la circunferencia de cintura (CC) y la circunferencia de cadera (CA), circunferencia media de brazo relajado (CMB-R) , circunferencia media de brazo contraído (CMB-C) y pliegue tricipital se obtuvieron de acuerdo con los procedimientos según el manual ISAK1. El índice de masa corporal se calculó como la masa corporal en kilogramos dividida por el cuadrado de la altura en metros. La relación cintura-cadera se calculó dividiendo la CC entre la CA.

Medición de estatura: para ello se utilizó un estadiómetro con una amplitud de medida mínima de 60 a 220 cm y una precisión de 0,1 milímetros. Existen diferentes estadiómetros en este caso se ocupó un Smart con listón extensible del

suelo hasta el vertex de la cabeza. Para la medición el sujeto se posiciono con la espalda contra la pared, pies juntos y la cabeza en el plano de Frankfurt, ya en esta posición el evaluador realiza una pequeña tracción y es ahí cuando se realiza la medición de estatura.

Medición de cuello: para esta medición se ocupó un cajón antropométrico especial con una altura de 40cm de alto x 50 cm de ancho x 30 cm de profundidad y una cinta antropométrica inextensible, flexible y con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm antes de la línea cero. El sujeto se sentó en el banco antropométrico de manera recta, manos a los costados, el valuador comunica al sujeto que no pusiera rígido el cuello para poder moverlo al plano Frankfurt, el evaluador se posicionó del lado derecho, para realizar la medición rodeo el cuello y sostuvo la cinta perpendicularmente al eje longitudinal del cuello.

Medición de cintura: Para esta medición se ocupó una cinta antropométrica inextensible, flexible y con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm antes de la línea cero. El sujeto parado en posición antropométrica, el evaluador se situó del lado derecho al paciente y situó la cinta métrica alrededor del sujeto en la parte más prominente de la cadera, ajusto la cinta y tomo lectura de la medición en cm.

Medición de cadera: se utilizó una cinta antropométrica inextensible, flexible y con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm

antes de la línea cero. El sujeto parado en posición antropométrica, el evaluador debe situarse frente al paciente y situar la cinta métrica alrededor del sujeto en la parte más reducida del tronco, ajustar la cinta y tomar lectura de la medición en cm.

Medición de circunferencia de brazo: para esta medición se ocupó una cinta antropométrica inextensible, flexible y con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm antes de la línea cero. El sujeto de pie en posición antropométrica, la medición se tomó en la media del brazo entre el hombro y el codo (puntos antropométricos acromial y radial), se le pidió al sujeto que separe un poco el brazo para rodearlo con la cinta métrica y se tomó la lectura en cm.

Medición de circunferencia de brazo contraído: se utilizó una cinta antropométrica inextensible, flexible y con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm antes de la línea cero. El sujeto en posición antropométrica, con la variación de que su brazo derecho debe de estar alzado al frente y con la mano hacia arriba, se le pidió que realice una contracción parcial para observar la parte más prominente y se colocó la cinta, y cuando el evaluador estuvo listo se le solicitó al sujeto realizar una contracción máxima para la toma de lectura en cm.

Medición de pliegue tricipital: El instrumento utilizado es un plicómetro con una precisión de 10g/mm² con divisiones de 0,1mm a 1 mm. El sujeto debe estar parado en posición antropométrica, el evaluador situarse de espaldas al sujeto, el pliegue se toma de manera vertical entre la media del hombro y el codo (puntos

antropométricos: acromial y radial), se hace un pellizco con las yemas de los dedos y se pinza con el plicómetro aproximadamente 1 mm debajo de donde están los dedos, se espera 2 segundos y se toma la lectura en milímetros.

3.6.5. Técnica e Instrumento de bioimpedancia

La evaluación de la composición corporal se realizó mediante el método de análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), utilizando un analizador segmentario multifrecuencia de grado médico (InBody 770; InBody Co., Seúl, Corea del Sur). Este equipo permitió la cuantificación automatizada de variables clave como la masa libre de grasa, porcentaje de masa grasa total, los kilogramos de masa muscular y el peso. Las participantes asistieron con short y top, ropa ligera para que no hubiera alguna interferencia con la medición, se colocaron descalzas sobre la plataforma se tomó peso como primer paso, posteriormente se les pidió que sujetaran los electrodos manuales, alejando los brazos de los costados del tronco por aproximadamente unos 2 dos minutos como máximo para la realización de la medición, el análisis se registró de manera digital automáticamente.

3.6.6. Técnicas e instrumentos para la prueba Fitness Muscular

Para hacer la evaluación del fitness muscular, se ocuparon 5 ejercicios de peso en el laboratorio de pruebas físicas de la facultad de ciencias del deporte con

un peso determinado por porcentaje a través de su peso total en kg. En la tabla siguiente se describen los ejercicios y porcentajes a utilizar en cada uno de ellos.

Tabla 4 Ejercicios y porcentajes determinados para el peso que debe de cargar cada participante en la prueba fitness muscular

Ejercicio	Mujeres
Curl de bíceps	18%
Sentadilla	50%
Remo con barra	45%
Abdominales	-
Press de banco	45%
Peso muerto	45%

Fuente: (García M, 1996)

Una vez teniendo los pesos que debía cargar cada participante en cada ejercicio se contaron las repeticiones y se evaluó cada ejercicio de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 5. Puntuación de acuerdo con la cantidad de repeticiones que realizó con el peso determinado por porcentajes

Nivel	Puntos	Curl bíceps	Sentadilla	Remo con barra	Press en banco	Peso muerto	Abs
Muy baja	5	-2	0-1	0-2	0	0	0-14
Baja	7	3-5	2-4	3-5	1	1-2	15-19
Regular	9	6-7	5-7	6-8	2-4	3-4	20-24
Buena	11	8-11	8-9	9-10	5-9	5-6	25-29
Muy buena	13	12-15	10-12	11-15	10-15	7-9	30-33
Excelente	15	16-20	13-19	16-24	16-20	10-16	34-38
Superior	17	+21	+20	+25	+21	+17	+39

Fuente: (Hoeger;1991; George y col. 1996; García M. 1996)

Ya teniendo la evaluación y puntuación de cada ejercicio se saca una evaluación final de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 6. Puntuación final de la prueba fitness muscular

Nivel	Total, de puntos
Baja	-53
Regular	54-65
Buena	66-77
Muy buena	78-89
Excelente	+89

Fuente: (George y col. 1996; García M. 1996)

Los sujetos fueron instruidos para intentar lograr al menos una repetición con la carga impuesta y se les dieron dos intentos en cada ejercicio. El período de descanso fue de 3 a 5 min entre cada intento y 5 min entre ejercicios.

A continuación, se describen los métodos para la ejecución de cada ejercicio.

Curl de bíceps: Se utilizó una mancuerna con el peso indicado según la tabla de porcentajes por ejercicio descrita en los procedimientos de recolección de variables, la persona parada de pie con las rodillas ligeramente flexionadas, los brazos al costado y sosteniendo la mancuerna con el brazo predominante, para hacer el curl de bíceps, debía mantener su codo al costado del tronco y hacer una flexión del brazo hacia arriba, logrando así las repeticiones máximas que pudiera.

Sentadilla: Se utilizó un aparato Smith compuesto por una barra guiada que se desplaza verticalmente sobre rieles fijos, el paciente se sitúa en medio del aparato con la barra sobre su trapecio, las piernas a la altura de los hombros, las rodillas se flexionan y la cadera debe de enviarse hacia atrás, básicamente como si fuera a sentarse en una silla.

Remo con barra: Para este ejercicio se utilizó una barra Z con el peso indicado de acuerdo con el porcentaje según su peso corporal. La paciente debía inclinar el tronco superior hacia enfrente ligeramente de manera perpendicular, flexionar ligeramente las rodillas, con los brazos estirados sosteniendo la barra Z, flexionar los codos para hacer una retracción hasta llevar a la parte posterior de la espalda, haciendo así el máximo de repeticiones posibles.

Press con banco: se utilizó un banco con superficie acolchonada y un rack que es una estructura metálica que sostiene la barra para facilitar la ejecución. En este ejercicio el paciente se recuesta sobre el banco, coloca sus brazos a la altura de los hombros hacia enfrente y agarra la barra procediendo a hacer las retracciones de llevar la barra hacia su pecho sin tocarlo, haciendo las repeticiones máximas posibles.

Peso muerto: Para este ejercicio se utilizó una barra con el peso indicado de acuerdo con el porcentaje según su peso corporal. La paciente debía inclinar el tronco superior hacia enfrente ligeramente de manera perpendicular, flexionar ligeramente las rodillas, con los brazos estirados sosteniendo la barra debía levantarse en un solo movimiento lentamente hasta ponerse en una postura erguida totalmente, llevando la cadera ligeramente hacia enfrente, pero sin flexionar, haciendo así el máximo de repeticiones posibles.

Abdominales: la paciente recostada sobre el suelo debía de llevar su tronco superior y cabeza de manera alineada hasta tocar sus rodillas o lo más que pudiera levantar el tronco, haciendo así el máximo de repeticiones posibles.

3.6.7 Protocolo de suplementación

La administración de la suplementación se programó de manera exclusiva para los días de entrenamiento, efectuándose de forma post-esfuerzo, inmediatamente al terminar la sesión de entrenamiento bajo la supervisión directa del equipo investigador. Los sujetos fueron distribuidos en dos condiciones experimentales utilizando un diseño de enmascaramiento para los participantes:

- **Grupo Proteína de Suero (GS):** Recibió una dosis única de 35 g de proteína de suero de leche aislada e hidrolizada (Mutant®).
- **Grupo Proteína de *Tenebrio* (GT):** Recibió una dosis única de 36 g de proteína deshidratada de *Tenebrio molitor*.

Con el propósito de homogeneizar las características organolépticas y garantizar el cegamiento del estudio, cada tratamiento fue vectorizado en una matriz alimentaria sólida consistente en tres trufas sabor chocolate. Los suplementos correspondientes se homogeneizaron utilizando una base de chocolate azucarado como agente enmascarador, logrando igualar la textura, el color y el sabor entre las tres condiciones experimentales.

A continuación, se detalla la composición y el aporte nutrimental de cada una de las fuentes proteicas evaluadas (Tabla 7).

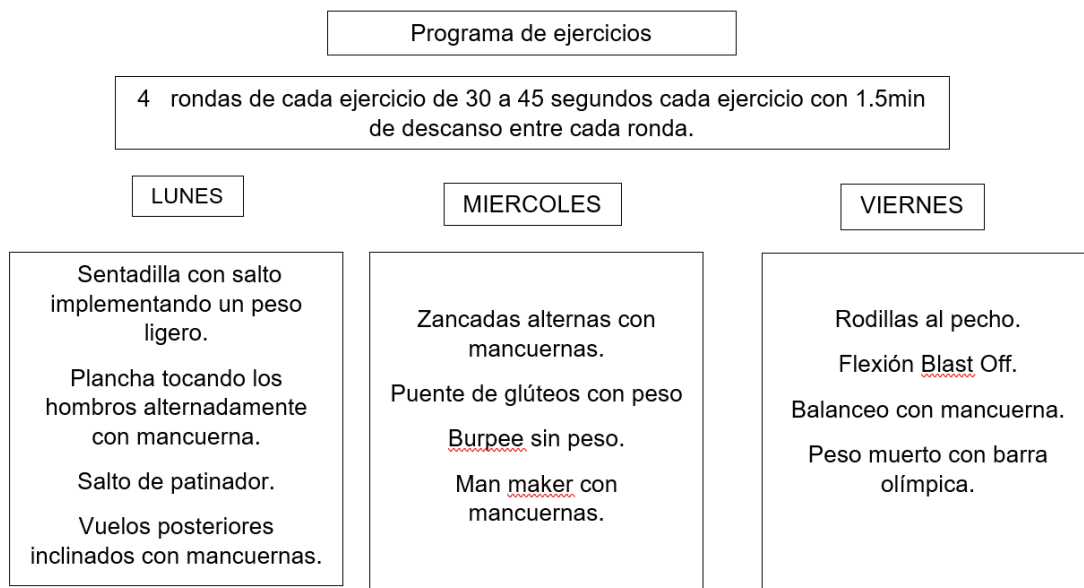
Tabla 7. Contenido nutrimental de cada trufa

CONTENIDO	kcal	Proteínas	HC	Lípidos
Proteína de suero de leche + chocolate semi amargo.	336kcal	24.56gr	28.56gr	14.34gr
Harina de <i>Tenebrio molitor</i> + chocolate semi amargo.	375kcal	25.81gr	24.76gr	29.44

3.6.8 Entrenamiento HIFT

Los entrenamientos fueron suministrados en las horas disponibles de las mujeres fueron 3 horarios en base a la mayor disponibilidad de 8 a 9 am de 9 a 10 am y de 10 am a 11 am. El protocolo de entrenamiento se basó en las recomendaciones para la mejora de fuerza muscular e hipertrofia. Las sesiones se realizaron 3 veces por semana, lunes, miércoles y viernes. Se manejó un entrenamiento HIFT que consistió en 4 ejercicios descritos en la figura 2. Cada ejercicio realizado por 30 segundos al iniciar la intervención y al acabar la intervención un total de 45 segundos por ejercicio organizado en 4 series. Las cargas se ajustaron individualmente para cada ejercicio durante las 8 semanas, La carga inicial para cada ejercicio aumenta en un rango de carga del 2 al 5 % para ejercicios de miembros superiores y del 5 al 10 % para ejercicios de miembros inferiores, según lo recomendado en la literatura (Vikberg et al., 2019).

Ilustración 2. Programa de ejercicios



Capítulo 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

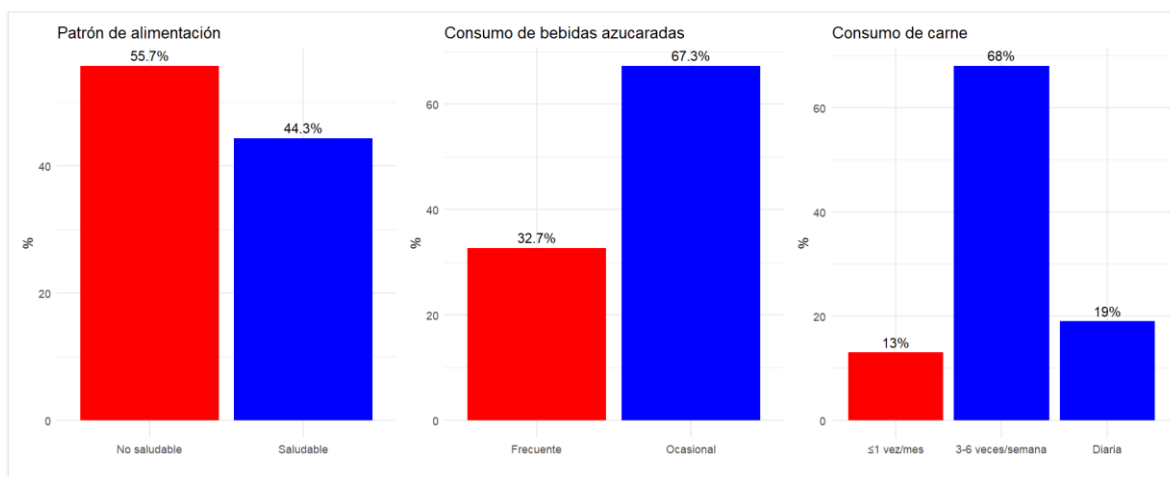
4.1 Resultados

De un total de 119 mujeres 14 fueron excluidas en la parte basal del estudio por no cumplir los criterios de selección (9 por incompatibilidad horaria y 5 por riesgo de alergia alimentaria). Quedando una muestra inicial de 105 participantes elegibles y que completaron la fase basal del estudio.

Se evaluaron por medio del cuestionario de FFQ (Frecuencia de consumo de alimentos) y el cuestionario de HA (hábitos alimentarios) los patrones de alimentación. El análisis dietético basal (n = 105) reportó que el 44.32% de las participantes mantiene un patrón saludable de alimentación. Por el contrario, un 32.7% evidenció una ingesta frecuente de bebidas azucaradas (de una vez al día a

cuatro o seis veces por semana). En relación con el consumo de carne, el 68% de la muestra lo realiza de tres a seis veces por semana, mientras que un 19% reportó una frecuencia diaria y un 13% una frecuencia igual o menor a una vez al mes. En la Figura 3 podemos observar visualmente estos datos.

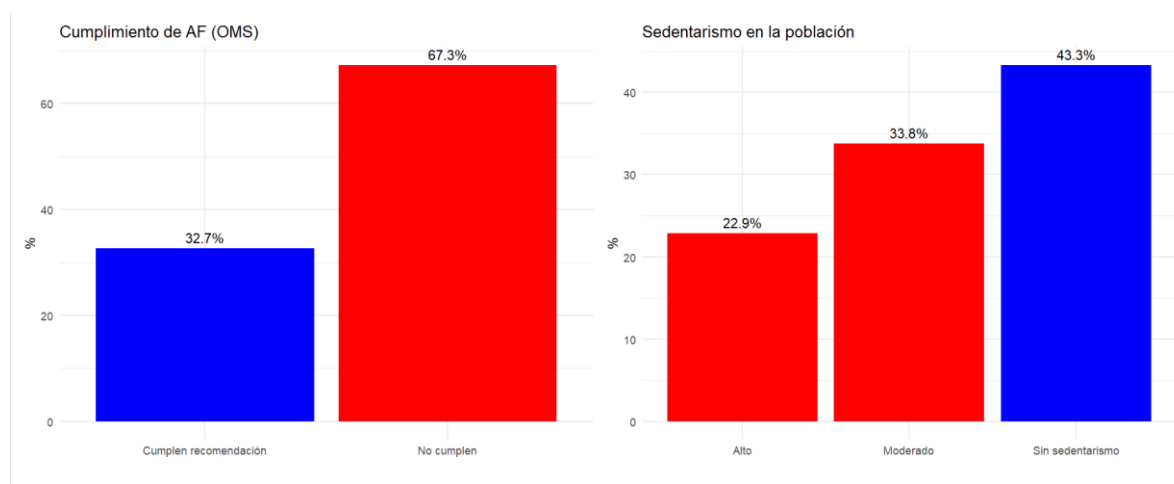
Ilustración 3. Patrones alimentarios, consumo de bebidas azucaradas y consumo de carne



En cuanto al cuestionario de AF, con base en las recomendaciones de la OMS, se encontró que solo 32.7% de la población cumplía con la recomendación de 600 mets/min/semana de actividad física de moderada a vigorosa. Por lo tanto más del 67.3% no realizan o lo hacen de manera insuficiente para mantener una salud adecuada. Del mismo modo el 33.79% de la población presentaba sedentarismo moderado y el 22.89% un sedentarismo alto de tal manera que el 56.68% de la población estudiada presentó algún grado de sedentarismo aunado a

la insuficiente AF. En la Figura 4 podemos observar los niveles de AF y sedentarismo de la muestra basal (n=105).

Ilustración 4. Cumplimiento de AF y nivel de sedentarismo de acuerdo a OMS 2024



Resumiendo, las características basales de las participantes incluidas en el estudio tenemos la Tabla 8, con el propósito de demostrar la homogeneidad de la composición corporal y función muscular entre grupos (*Tenebrio molitor* y suero de leche). Los resultados muestran valores comparables entre grupos, sin evidenciar diferencias de magnitud que pudieran comprometer la interpretación de los efectos atribuibles a la intervención.

Como se muestra en la Tabla 8, la submuestra que acudió a las mediciones basales y test de aptitud física constó de 28 participantes. El análisis del IMC reveló que la mayor parte de la población presentaba sobrepeso (42.85%) u obesidad en

sus diferentes grados (37.71% global; distribuido en 28.57% grado I, 3.57% grado II y 3.57% grado III), mientras que el 14.28% y 7.14% presentaron peso normal y bajo peso, respectivamente. El riesgo cardiometabólico evaluado por ICC afectó en nivel moderado al 35.71% y en nivel alto al 14.28% de las mujeres, manteniéndose el 50% restante en un rango bajo.

En cuanto al componente funcional mostrado en la Tabla 8 la fuerza prensil manual inicial promedio fue de 24.33 ± 5.67 . Al clasificar esta variable bajo los criterios del EWGSOP 2 el 90% de la muestra presentó valores normales, identificándose únicamente un 10% de participantes con fuerza disminuida (<16kg).

Tabla 8. Análisis descriptivos basales por grupo pre intervención

Variables	Medidas de Tendencia Central	<i>Tenebrio molitor</i>	Suero de leche
Edad	M	38.00	32.83
	DS	5.63	5.19
	MDN	38	33
Talla (mts)	M	1.58	1.626667
	DS	0.05623082	0.03559026
	MDN	1.60	1.615
Peso (kg)	M	65.614	70.38333
	DS	10.83	10.01747
	MDN	69.90	68.25
IMC (kg/mts ²)	M	26.21	26.6000
	DS	4.48	3.365466
	MDN	27.480	25.765
% de GC	M	39.07143	33.1000
	DS	9.394983	9.410845
	MDN	40.1	35.65
MG (kg)	M	26.34	29.41333
	DS	8.257891	6.419438
	MDN	28.50	27.655
CMB-R (cm)	M	31.88571	31.03333
	DS	2.061899	2.300145
	MDN	31.7	30.7
CMB-C (cm)	M	29.71429	29.05000
	DS	3.805009	1.798611
	MDN	29.80	29.35
PT (mm)	M	23.14286	25.66667
	DS	8.1737	3.076795
	MDN	25.0	26.5
FP (kg/	M	25.35714	23.77500
	DS	6.644699	5.480214
	MDN	27.5	24.2
Test FM	M	60.57143	54.50000

Medidas de tendencia central: M - media, DS - desviación estándar, MDN – mediana.
 IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-Circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.
 Descriptivos basales de ambos grupos. Los valores muestran perfiles similares en edad, talla, peso e IMC, con ligeras diferencias en composición corporal y rendimiento físico.

Tabla 9. Medidas de tendencia central de asistencia, IH y suplementación con prueba Wilcoxon y su valor p

Medidas de tendencia central: M - media, DS - desviación estándar, MDN – mediana.

La Tabla 10 detalla el análisis descriptivo pre y post intervención (media, mediana y desviación estándar) por grupo de estudio. El comportamiento de las variables reflejó adaptaciones esperadas tras la intervención; estructuralmente ambos grupos mantuvieron similitud al mostrar una tendencia favorable hacia la mejora de la composición corporal (incremento de masa muscular y reducción de tejido adiposo evidenciados en la Figura 5, cambios en la función muscular, aumento en la prueba Fitness Muscular y Fuerza prensil tal como podemos observar en la Figura 6 No obstante, se observaron diferencias marginales en las respuestas de fuerza y desempeño físico intergrupales.

Tabla 10. Análisis descriptivos por grupo pre y post intervención

Intervención	Tenebrio			Suero		
Variable	M	DS	MDN	M	DS	MDN
Edad	38	5.63	38	32.8	.19	33
Peso pre	65.6	10.8	69.9	70.4	10	68.2
Peso post	65.7	10.6	68.1	70.7	9.66	68.6
IMC pre	26.2	4.48	27.5	26.6	3.37	25.8
IMC post	26.3	4.41	26.7	26.7	3.22	25.7
% de GC	39.1	9.39	40.1	41.4	3.48	40.5
% de GC	34.6	9.92	37.3	37.9	2.21	37.4
Kg MG pre	26.3	8.26	8.26	29.4	6.42	6.42
Kg MG post	23.5	8.25	25.3	26.9	4.95	25.7
Kg MM pre	32.2	6.93	31.3	33.1	9.41	35.6
Kg MM post	36.4	8.52	36.5	37.1	11.2	39.6
CMB – R pre	29.7	3.81	29.8	29	1.8	29.4
CMB -R POST	30.1	3.42	29.9	29.9	1.89	29.4
CMB – C pre	31.9	2.06	31.7	31.0	2.3	30.7
CMB- C post	30.4	3.64	30.9	30.8	2.38	30.2
PT (mm) pre	23.1	8.17	25	25.7	3.08	26.5

PT (mm) post	20.9	7.58	20.2	24.7	4.23	25
FP – pre	25.4	6.64	27.5	23.8	5.48	24.2
FP – post	26.1	6.5	27.2	22.4	4.58	22.6
Test FM pre	60.6	8.14	62	54.5	7.64	58
Test FM post	66.9	11.6	66	71.3	13.2	76

IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-Circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.

Descriptivos pre y post intervención. Ambos grupos mostraron reducción de masa grasa y pliegue tricipital, junto con aumento de masa muscular. Tenebrio destacó en fuerza prensil, mientras que Suero en fitness muscular.

Ilustración 5. Line plots pre y post intervención por grupo (Tenebrio molitor y suero de leche)

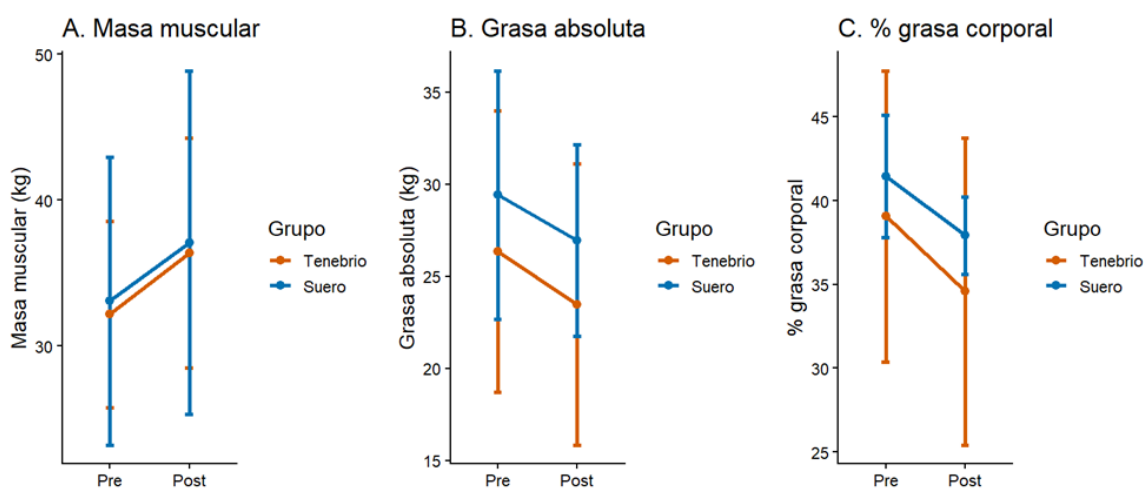
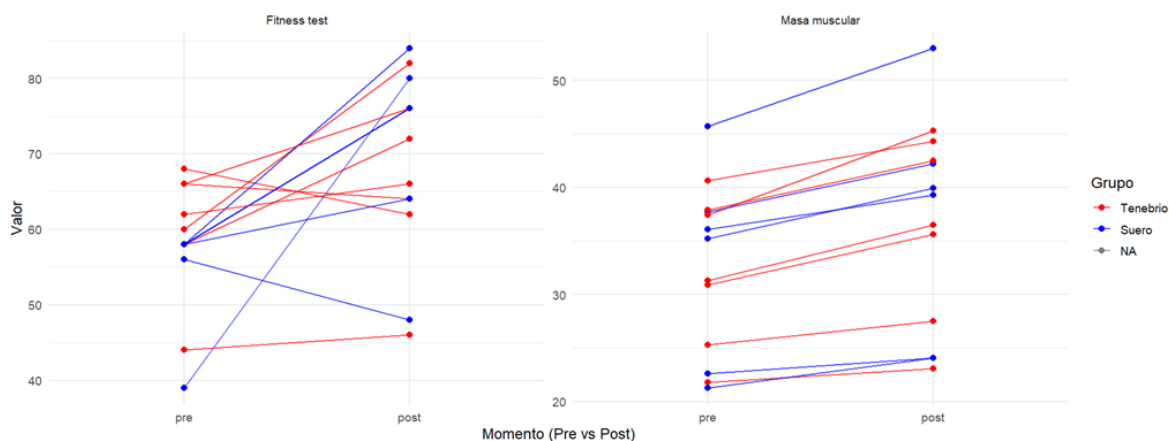


Ilustración 6. Cambios individuales en las variables fitness y masa muscular



En la Tabla 11 se observan los datos de una prueba mediante Shapiro-Wilk, que indicó una distribución paramétrica en la mayoría de las variables ($p \geq 0.05$), a pesar de estos se determinó el uso de pruebas no paramétricas debido al reducido tamaño de muestra final ($n=7$ para el grupo de *Tenebrio molitor* y $n=6$ para el grupo de Suero de leche). En consecuencia, las comparaciones intergrupales se procesaron mediante la prueba U de Mann-Whitney, las evaluaciones intragrupo con la prueba Wilcoxon, y el tamaño del efecto se estimó a través del delta de Cliff (δ).

Tabla 11. Valores p del análisis de normalidad por Shapiro-Wilk

variable	Grupo	W	Valor - p
Δ Brazo Contraído	Suero de leche	0.941	0.670
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.987	0.985
Δ Brazo Relajado	Suero de leche	0.911	0.445
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.804	0.0453
Δ Fuerza Prensil	Suero de leche	0.820	0.0877
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.972	0.914

Δ IMC	Suero de leche	0.860	0.189
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.900	0.330
Δ Kg MG	Suero de leche	0.903	0.394
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.948	0.713
Δ Kg MM	Suero de leche	0.960	0.819
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.960	0.822
Δ Pliegue Tricipital	Suero de leche	0.892	0.331
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.856	0.138
Δ Peso	Suero de leche	0.851	0.159
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.874	0.200
Δ % GC	Suero de leche	0.860	0.188
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.933	0.578
Δ Test FM	Suero de leche	0.981	0.956
	<i>Tenebrio molitor</i>	0.974	0.925

Δ delta; IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-C – Circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.

Normalidad de las variables (Shapiro Wilk) por grupos para toma de decisión de prueba estadística.

Con relación a la Tabla 12 muestra los resultados de la prueba Wilcoxon aplicada a las variables pre y post intervención de cada grupo (*Tenebrio molitor* y suero de leche). La columna W corresponde al rango de la prueba que, junto con el valor de p , determina si el cambio fue estadísticamente significativo, mientras que Cliff's delta indica el tamaño del efecto y su dirección. En el grupo *Tenebrio*, se observaron cambios significativos en la masa muscular (Kg MM, $p = 0.022$), el porcentaje de grasa corporal (%GC, $p = 0.022$), la masa grasa (Kg MG, $p = 0.022$) y el pliegue tricipital ($p = 0.035$). En el grupo Suero de leche, también se encontraron diferencias significativas en la masa muscular (Kg MM, $p = 0.036$) y en el porcentaje

de grasa corporal (%GC, $p = 0.036$). Cambios que podemos observar de igual manera en la Figura 7.

Con relación a los tamaños del efecto en el grupo de *Tenebrio molitor* fue de moderado a grande con dirección favorable en las variables masa muscular un aumento y grasa corporal con disminución. En el grupo de suero de leche los tamaños del efecto fueron grandes y con dirección favorable, igualmente los kg de masa muscular aumentaron y el % de grasa corporal disminuyó tal como se observa en la Tabla 12.

El resto de las variables (peso, IMC, circunferencia de brazo, fuerza prensil y fitness) no mostraron cambios estadísticamente significativos ($p > 0.05$), aunque algunas presentaron tamaños de efecto moderados o grandes.

Tabla 12. Prueba de Wilcoxon pre vs post intervención por grupo

Variable	Grupo	W	p	Significancia	Cliff_delta	Clasificación	Dirección
Peso	Tenebrio	12.0	0.79984611	No significativo	0.10204082	Pequeño	Aumentó
Peso	Suero	6.0	0.40167817	No significativo	0.00000000	Pequeño	Sin cambio
IMC	Tenebrio	12.0	0.79984611	No significativo	-0.02040816	Pequeño	Disminuyó
IMC	Suero	6.0	0.40167817	No significativo	0.05555556	Pequeño	Aumentó
Kg MM	Tenebrio	0.0	0.02249427*	Significativo	0.30612245	Moderado	Aumentó
KGMM	Suero	0.0	0.03603169*	Significativo	0.38888889	Grande	Aumentó
% GC	Tenebrio	28.0	0.02249427*	Significativo	-0.42857143	Grande	Disminuyó
%GC	Suero	21.0	0.03603169*	Significativo	-0.66666667	Grande	Disminuyó
Kg MG	Tenebrio	28.0	0.02249427*	Significativo	-0.42857143	Grande	Disminuyó
Kg MG	Suero	21.0	0.03603169*	Significativo	-0.33333333	Grande	Disminuyó

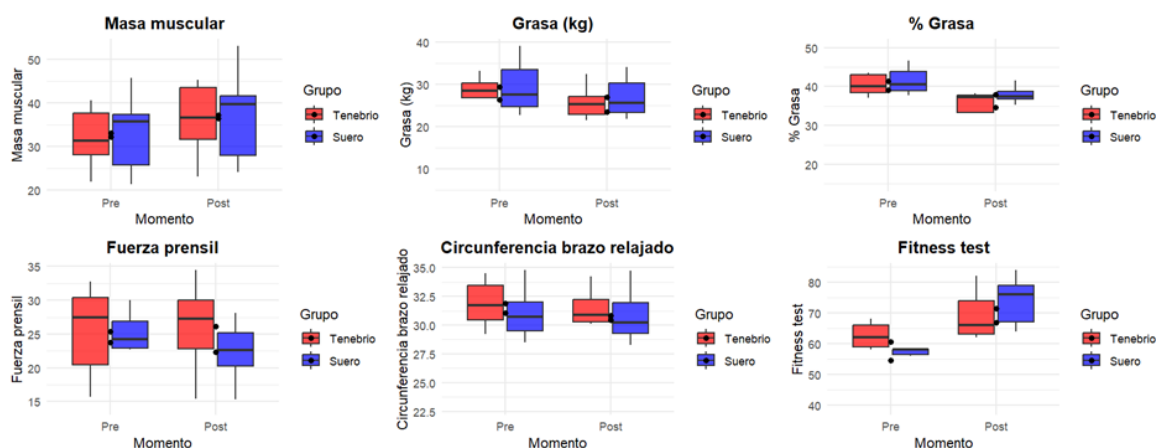
Variable	Grupo	W	p	Significancia	Cliff_delta	Clasificación	Dirección
Brazo Relajado	Tenebrio	23.0	0.15078557	No significativo	-0.18367347	Moderado	Disminuyó
Brazo Relajado	Suero	18.5	0.11484961	No significativo	-0.16666667	Moderado	Disminuyó
Brazo Contraído	Tenebrio	5.0	0.29450739	No significativo	0.08163265	Pequeño	Aumentó
Brazo Contraído	Suero	1.5	0.07393744	No significativo	0.22222222	Moderado	Aumentó
Pliegue Tricipital	Tenebrio	21.0	0.03501498*	Significativo	-0.22448980	Moderado	Disminuyó
Pliegue Tricipital	Suero	14.0	0.52477725	No significativo	-0.11111111	Pequeño	Disminuyó
Fuerza Prensil	Tenebrio	9.0	0.44687282	No significativo	0.02040816	Pequeño	Aumentó
Fuerza Prensil	Suero	15.0	0.40038080	No significativo	-0.16666667	Moderado	Disminuyó
fitness	Tenebrio	5.5	0.17552335	No significativo	0.40816327	Grande	Aumentó
fitness	Suero	2.0	0.09259160	No significativo	0.72222222	Grande	Aumentó

IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-C – circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.

Resultados de la prueba de Wilcoxon pre vs post. Se observaron diferencias significativas en masa muscular, grasa corporal y pliegue tricipital en ambos grupos marcados con negritas y un *, con tamaños de efecto moderados a grandes marcados en negritas. El resto de las variables no mostró cambios significativos.

Nota. Incluye el tamaño del efecto y dirección de cambio.

Ilustración 7. Cajas y bigotes de variables pre y post intervención



El análisis comparativo inferencial para las dimensiones de funcionamiento muscular y composición corporal no arrojó diferencias significativas entre las condiciones de estudio ($p > 0.05$, Tabla 13). Al contrastar los grupos mediante la prueba U de Mann-Whitney, se evidenció que las variaciones observadas en la evaluación final fueron estadísticamente homogéneas.

Tabla 13. U de Mann-Whitney (comparación de deltas entre grupos)

Variable	. Y.	Grupo 1	Grupo 2	N 1	N 2	U	<i>p</i>	<i>p</i> aj
Δ CMB - C	valor	Tenebrio	Suero	7	6	14.5	0.389	0.389
Δ CMB - R	valor	Tenebrio	Suero	7	6	8.0	0.065	0.065
Δ FP	valor	Tenebrio	Suero	7	6	33.0	0.094	0.094
Δ IMC	valor	Tenebrio	Suero	7	6	22.5	0.867	0.867
Δ Kg MG	valor	Tenebrio	Suero	7	6	18.0	0.731	0.731
Δ KG MM	valor	Tenebrio	Suero	7	6	23.5	0.760	0.760
Δ Pliegue Tricipital	valor	Tenebrio	Suero	7	6	16.0	0.502	0.502
Δ Peso	valor	Tenebrio	Suero	7	6	23.0	0.810	0.810
Δ % GC	valor	Tenebrio	Suero	7	6	13.5	0.314	0.314
Δ Test FM	valor	Tenebrio	Suero	7	6	12.0	0.218	0.218

Δ delta; IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-C – circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.

N- número de muestra, U- corresponde al valor del estadístico U de la prueba de Mann-Whitney, utilizado para comparar la distribución de los cambios (Δ) entre los grupos Tenebrio y Suero. *p* significancia, *p* aj es significancia ajustada.

Al contrastar los cambios netos entre los grupos a través del delta de Cliff (Tabla 14 y Figura 7), los datos reflejaron adaptaciones específicas para cada intervención. El grupo suplementado con suero de leche mostró una mayor magnitud de cambio hacia la reducción de componentes antropométricos y pliegues, tales como la circunferencia de brazo contraído (delta = -0.61), brazo

relajado (delta = -0.62), pliegue tricipital (delta = -0.23) y kilogramos de masa grasa (delta = -0.14), consolidando además un efecto favorable en el fitness muscular. Por el contrario, la dirección del efecto se inclinó hacia el grupo *Tenebrio molitor* en los indicadores de fuerza prensil (delta = 0.57) y masa muscular esquelética (delta = 0.11). Esta distribución bivariada de los tamaños del efecto expone una equivalencia funcional donde ambos sustratos proteicos actúan de manera sinérgica con el entrenamiento HIFT, pero con discretas inclinaciones metabólicas según la fuente proteica utilizada.

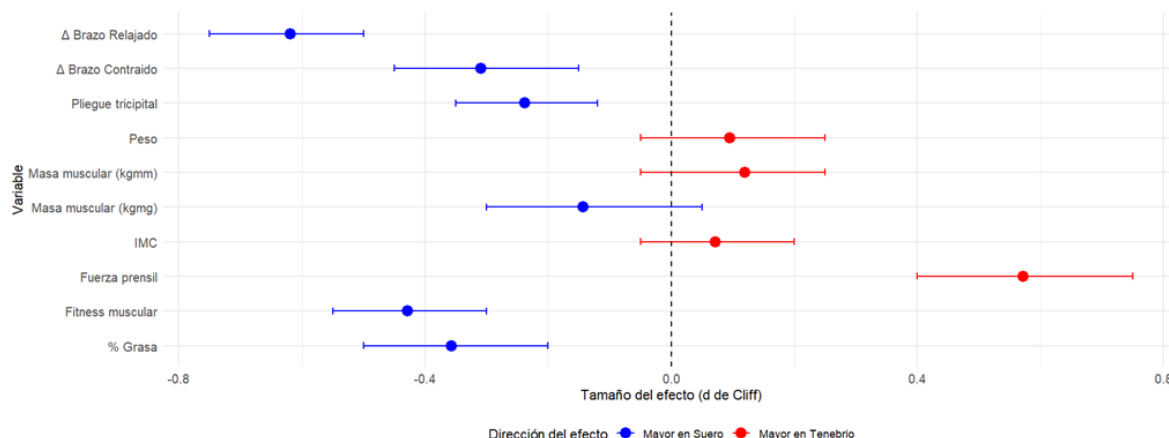
Tabla 14. Tamaño del efecto de Cliff's delta entre grupos

variable	Cliff Δ	Clasificación	Dirección
Δ Brazo Contraído	-0.30952381	Moderado	Mayor en Suero
Δ Brazo Relajado	-0.61904762	Grande	Mayor en Suero
Δ Fuerza Prensil	0.57142857	Grande	Mayor en Tenebrio
Δ IMC	0.07142857	Pequeño	Mayor en Tenebrio
Δ Kg MG	-0.14285714	Pequeño	Mayor en Suero
Δ Kg MM	0.11904762	Pequeño	Mayor en Tenebrio
Δ Pliegue Tricipital	-0.23809524	Moderado	Mayor en Suero
Δ Peso	0.09523810	Pequeño	Mayor en Tenebrio
Δ % GC	-0.35714286	Grande	Mayor en Suero
Δ Test FM	-0.42857143	Grande	Mayor en Suero

Δ delta; IMC – índice de masa corporal; % de GC – porcentaje de grasa corporal, MG – masa grasa, CMB-R – circunferencia media de brazo relajado-, CMB-C – circunferencia media de brazo contraído, PT – pliegue tricipital; FP- fuerza prensil; Test FM – fitness muscular.

Tamaños del efecto (Cliff's delta) entre grupos. Se observaron efectos grandes a favor de Suero en %GC, CMB-R y Test FM, y a favor de Tenebrio en fuerza prensil.

Ilustración 8. Tamaños del efecto de Cliff's delta entre grupos



4.2 Discusión

Un aspecto relevante de este estudio fue que las participantes presentaban condiciones iniciales comparables entre ambos grupos, lo que fortalece la interpretación de los resultados obtenidos tras la intervención. La ausencia de diferencias basales en las variables antropométricas, de composición corporal y función muscular disminuye la probabilidad de que las respuestas observadas se deban a diferencias preexistentes entre los grupos. Asimismo, aunque el estudio se desarrolló con un tamaño muestral reducido, propio de un estudio piloto, la homogeneidad inicial permitió realizar una comparación exploratoria bajo condiciones relativamente equivalentes. Este aspecto es particularmente importante considerando que el objetivo principal de un estudio piloto no consiste en demostrar

eficacia definitiva, sino en explorar la factibilidad metodológica de la intervención y estimar el comportamiento de las variables para el diseño de investigaciones posteriores de mayor escala (Leon et al., 2011).

La caracterización inicial de las participantes mostró una elevada frecuencia de sobrepeso y obesidad combinada del 80.55%. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua (ENSANUT) 2023, la prevalencia de sobrepeso en mujeres de 20 años y más fue de 34.6%, mientras que la obesidad alcanzó 41.6%, resultando en una prevalencia combinada de 76.3%. A pesar de que la mayoría reportó cumplir con las recomendaciones mínimas de actividad física propuestas por la Organización Mundial de la Salud. Este hallazgo coincide con la situación epidemiológica reportada en México, donde el exceso de peso continúa representando uno de los principales problemas de salud pública, particularmente en mujeres adultas (Campos-Nonato et al., 2023). La coexistencia de niveles elevados de adiposidad con un autor reporte positivo de actividad física pone de manifiesto que el cumplimiento de las recomendaciones generales de movimiento no necesariamente garantiza una composición corporal saludable ni una adecuada condición muscular, especialmente cuando la actividad realizada carece de un componente sistemático de entrenamiento de fuerza. En México, el 66% de las mujeres de 18 años y más no realiza actividad física regular (Medina et al., 2021). De acuerdo a nuestros hallazgos el 67.3% no realizan o lo hacen de manera

insuficiente para mantener una salud adecuada, lo que es consistente con estudios previos.

En este sentido, los resultados obtenidos mediante el Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) deben interpretarse con cautela. Aunque este instrumento constituye una herramienta ampliamente utilizada para la vigilancia epidemiológica de la actividad física, diversas investigaciones han señalado que presenta una validez moderada cuando se compara con métodos objetivos como acelerómetros o podómetros (Helmerhorst et al., 2012; Wong et al., 2019). Los cuestionarios basados en auto reporte son susceptibles a sesgos de memoria, errores en la estimación de la frecuencia e intensidad del ejercicio y fenómenos de deseabilidad social, lo que frecuentemente conduce a una sobreestimación del nivel real de actividad física (Adams et al., 2005). Esta limitación podría explicar la aparente discrepancia observada en el presente estudio, donde las participantes manifestaron cumplir con las recomendaciones internacionales de actividad física, ya que el 32.7% de la muestra cumplía con la recomendación ≥ 600 mets/min/semana de AF de moderada a vigorosa (como se observa en la Figura 4). Lo cual no es comparable con lo que presenta la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018-2019 reportó que 19.5 % de las mujeres adultas son físicamente inactivas, mientras que 80.5 % cumplen con las recomendaciones de actividad física moderada a vigorosa establecidas por la Organización Mundial de la Salud. Respalda la teoría sobre una sobreestimación basada en la autopercepción que anteriormente mencionamos, La evaluación funcional inicial

evidenció niveles bajos de fitness muscular en la totalidad de la muestra. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la importancia de complementar los cuestionarios subjetivos con evaluaciones funcionales objetivas cuando se pretende caracterizar el estado físico de una población.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas fuentes proteicas en las variables de composición corporal y función muscular, los dos grupos mostraron cambios favorables posteriores a la intervención, particularmente en masa muscular tuvo un incremento y masa grasa respectivamente. En base a los resultados en masa muscular se observó un incremento absoluto de 4.2 kg acompañado de un tamaño del efecto grande en los grupos suero de leche y Tenebrio molitor, al comparar con evidencia científica se observa que el incremento fue superior. Un metaanálisis que incluyó 49 ensayos clínicos aleatorizados, Morton et al. (2018) encontraron que la suplementación con proteínas durante el entrenamiento de resistencia incrementó la masa libre de grasa en aproximadamente 1.1 kg, Esta comparación es un poco ambigua porque incluye estudios tanto en hombres y mujeres, períodos más largos de intervención y métodos para la medición de composición corporal diferentes (DXA, pletismografía, etc).

Otro hallazgo fue la reducción significativa del porcentaje de grasa corporal en ambos grupos de intervención fue de $39.1 \pm 9.39 \%$ a $34.6 \pm 9.92 \%$, lo que representa una reducción absoluta de 4.5 puntos porcentuales ($p = 0.036$),

acompañada de un tamaño del efecto grande ($\delta=-0.67$) y de $41.4 \pm 3.48 \%$ a $37.9 \pm 2.21 \%$, equivalente a una disminución de 3.5 puntos porcentuales ($p = 0.022$), con un tamaño del efecto grande $\delta = -0.43$ de suero de leche y *Tenebrio molitor* respectivamente. Coincidente a otros estudios, Wewege et al. (2022) reportaron que el entrenamiento de fuerza produjo una disminución de 1.46 puntos porcentuales, concluyendo que el entrenamiento de fuerza constituye una intervención efectiva para la reducción de grasa corporal. Hablando de estudios particularmente en mujeres Ramos-Campo et al. (2022) realizaron un metaanálisis en mujeres de mediana a mayor edad, con entrenamiento en circuito produjo reducciones significativas de la masa grasa y mejoras en composición corporal además de incrementos en la masa muscular y la capacidad cardiorrespiratoria.

Existen diversos mecanismos fisiológicos que podrían explicar la magnitud de la reducción del porcentaje de grasa corporal observada en este estudio. El entrenamiento HIFT combina ejercicios multiarticulares ejecutados a elevada intensidad con pausas de recuperación limitadas, lo que incrementa significativamente el gasto energético durante la sesión y favorece un mayor consumo de oxígeno post ejercicio (EPOC). Paralelamente, el incremento de la masa muscular observado en ambos grupos probablemente contribuyó a elevar el gasto energético en reposo, favoreciendo un balance energético negativo y una mayor utilización de los depósitos de grasa como fuente de energía. Además, una ingesta adecuada de proteínas favorece la preservación de la masa muscular durante procesos de reducción de grasa corporal, incrementa la saciedad y presenta

un mayor efecto térmico de los alimentos, mecanismos que en conjunto pueden potenciar la pérdida de tejido adiposo sin comprometer la masa libre de grasa.

Los kilogramos de masa grasa constituyeron otro de los principales hallazgos del presente estudio al reducirse. En el grupo suplementado con proteína de suero de leche disminuyó de 26.3 ± 8.26 kg a 23.5 ± 8.25 kg, equivalentes a una reducción de 2.8 kg con una ($p = 0.036$) y con un tamaño del efecto grande ($\delta = -0.33$). El grupo suplementado con proteína de *Tenebrio molitor* redujo de 29.4 ± 6.42 kg a 26.9 ± 4.95 representando una disminución de 2.5 kg ($p = 0.022$) acompañada de un tamaño del efecto grande ($\delta = -0.43$). Indicando que ambos grupos favorecen la disminución de los kilogramos de masa grasa sin comprometer el incremento de la masa muscular, reflejando una recomposición corporal favorable.

La disminución de la masa grasa observada coincide con la evidencia que reconoce al entrenamiento de fuerza como una estrategia eficaz para reducir el tejido adiposo aun cuando el peso corporal permanezca relativamente estable. En un metaanálisis de 116 estudios, López et al. (2022) demostraron que el entrenamiento contra resistencia reduce significativamente la masa grasa en personas con sobrepeso y obesidad de diferentes grupos etarios, con reducciones promedio cercanas a 1.5 kg, además de preservar o incrementar la masa libre de grasa. En comparación, las participantes del presente estudio redujeron entre 2.5 y 2.8 kg, magnitud superior a la reportada en dicho metaanálisis. Aunque las comparaciones entre estudios deben realizarse con cautela debido a las diferencias

metodológicas, estos resultados sugieren que la combinación del entrenamiento HIFT con una suplementación isoproteica pudo potenciar las modificaciones en la composición corporal. Esta respuesta probablemente se relaciona con el elevado gasto energético característico del HIFT y con el mantenimiento de un ambiente anabólico favorecido por el adecuado aporte de proteínas.

Cuando la evidencia se restringe a mujeres, los resultados también muestran una elevada concordancia. Molinari et al. (2024), en un metaanálisis realizado exclusivamente en mujeres jóvenes sanas, concluyeron que los programas de entrenamiento contra resistencia producen reducciones consistentes de la masa grasa acompañadas de incrementos de la masa magra, independientemente del volumen de entrenamiento o de la experiencia previa de las participantes. De manera semejante, Ramos-Campo et al. (2022) observaron que los programas de entrenamiento en circuito generan disminuciones significativas del tejido adiposo en mujeres de mediana edad y adultas mayores, destacando que estas modificaciones ocurren simultáneamente con mejoras en la fuerza muscular y la capacidad funcional. En conjunto, estos hallazgos respaldan que las adaptaciones observadas en la presente investigación forman parte de la respuesta fisiológica esperada cuando un estímulo de fuerza suficiente se combina con una adecuada disponibilidad de proteínas dietéticas.

El presente estudio evidenció una reducción del pliegue tricipital en ambos grupos de intervención; sin embargo, únicamente el grupo suplementado con

proteína de *Tenebrio molitor* alcanzó significancia estadística. En este grupo, el pliegue tricipital disminuyó de 25.7 ± 3.08 mm a 24.7 ± 4.23 mm, equivalente a una reducción absoluta de 1.0 mm ($p = 0.035$), con un tamaño del efecto moderado ($\delta = -0.22$). El grupo suplementado con proteína de suero de leche presento una disminución de 23.1 ± 8.17 mm a 20.9 ± 7.58 mm, correspondiente a 2.2 mm, no obstante, con una nula significancia ($p = 0.525$) y un tamaño del efecto pequeño ($\delta = -0.11$). Ambos resultados mostrando una tendencia hacia la mejora, y con significancia estadística el *Tenebrio molitor*.

El grupo suplementado con proteína de *Tenebrio molitor* mostró una tendencia al incremento de la fuerza prensil ($p = 0.447$), con un tamaño del efecto pequeño ($\delta = 0.02$), mientras que el grupo suplementado con proteína de suero de leche presentó una ligera disminución, también no significativa ($p = 0.400$), con un tamaño del efecto moderado ($\delta = -0.17$). Indicando que, aunque ambos grupos promovieron cambios importantes en la composición corporal, dichas adaptaciones no fueron significativas en esta variable.

Este comportamiento coincide parcialmente con la literatura científica, que señala que la fuerza prensil no siempre responde de manera proporcional a los incrementos de masa muscular obtenidos mediante programas de entrenamiento. Una revisión sistemática y metaanálisis de Labott et al. (2019), que evaluó los efectos del entrenamiento de fuerza en adultos de mediana edad y mayores, encontró mejoras consistentes en diferentes manifestaciones de la fuerza muscular;

sin embargo, los incrementos en la fuerza prensil fueron más modestos y dependen del principio de especificidad del entrenamiento. Los autores concluyeron que los mayores beneficios se observan cuando los programas incluyen ejercicios dirigidos específicamente a los músculos flexores de la mano y del antebrazo, mientras que los programas centrados en ejercicios multiarticulares producen adaptaciones menos marcadas en esta variable.

De manera similar, el consenso del European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) reconoce a la fuerza prensil como el principal indicador para detectar disminuciones de la fuerza muscular y diagnosticar sarcopenia, pero también señala que este parámetro refleja principalmente la capacidad de los músculos de la mano y del antebrazo, por lo que no siempre representa de forma precisa las adaptaciones producidas por programas de entrenamiento orientados al fortalecimiento global del cuerpo (Cruz-Jentoft et al., 2019). En consecuencia, la ausencia de cambios significativos en la fuerza prensil observada en el presente estudio no implica necesariamente que las participantes no hayan mejorado su capacidad de producir fuerza, sino que las adaptaciones inducidas por el entrenamiento HIFT probablemente se manifestaron en otros grupos musculares y en otras expresiones de la fuerza no evaluadas mediante dinamometría manual.

En cuanto a la prueba Fitness muscular, ambos grupos mostraron mejoras importantes en esta variable tras la intervención. El grupo suplementado con proteína de suero de leche incrementó su desempeño de 60.6 ± 8.14 a 66.9 ± 11.6

repeticiones, equivalente a un aumento absoluto de 6.3 repeticiones, mientras que el grupo suplementado con proteína de *Tenebrio molitor* pasó de 54.5 ± 7.64 a 71.3 ± 13.2 repeticiones, lo que representa un incremento de 16.8 repeticiones. Aunque ninguno de estos cambios alcanzó significancia estadística ($p = 0.093$ y $p = 0.176$, respectivamente), ambos presentaron tamaños del efecto grandes ($\delta = 0.72$ para suero y $\delta = 0.41$ para *Tenebrio molitor*), lo que sugiere que las mejoras observadas poseen relevancia práctica y clínica.

Los hallazgos del presente estudio coinciden con la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento funcional de alta intensidad. En una revisión sistemática y metaanálisis, Kapsis et al. (2022) concluyeron que los programas HIFT mejoran significativamente la fuerza muscular, la resistencia muscular y la capacidad funcional tanto en personas físicamente activas como sedentarias. Los autores reportaron que estas mejoras se observan de manera consistente en pruebas que evalúan la ejecución repetida de movimientos funcionales, debido a que este tipo de entrenamiento combina elevados volúmenes de trabajo muscular con una importante demanda metabólica y cardiorrespiratoria. En este contexto, el incremento observado en el fitness muscular de las participantes del presente estudio resulta congruente con las adaptaciones esperadas tras un programa estructurado de HIFT.

Resultados similares fueron descritos por Feito et al. (2018), quienes señalaron que el entrenamiento funcional de alta intensidad mejora

simultáneamente la resistencia muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y el rendimiento funcional gracias a la ejecución continua de movimientos multiarticulares que involucran grandes grupos musculares. De acuerdo con estos autores, este tipo de entrenamiento favorece adaptaciones neuromusculares superiores a las observadas con programas tradicionales de fuerza.

En cuanto a estudios en mujeres, los resultados también muestran una elevada concordancia. Molinari et al. (2024), en un metaanálisis realizado exclusivamente en mujeres jóvenes sanas, concluyeron que el entrenamiento contra resistencia produce mejoras consistentes en diferentes manifestaciones del rendimiento muscular, incluyendo la resistencia muscular localizada y la fuerza dinámica, independientemente del volumen de entrenamiento empleado. De manera similar, Ramos-Campo et al. (2022) documentaron que los programas de entrenamiento en circuito mejoran significativamente la capacidad funcional, la resistencia muscular y la fuerza en mujeres adultas y adultas mayores, destacando que estas adaptaciones se acompañan de reducciones del tejido adiposo y aumentos de la masa muscular.

Estos resultados respaldan la hipótesis de que la suplementación proteica, independientemente de su origen, puede potenciar las adaptaciones inducidas por el entrenamiento de fuerza cuando proporciona una cantidad suficiente de aminoácidos esenciales y una adecuada biodisponibilidad (Morton et al., 2018; Nunes et al., 2022). Desde esta perspectiva, la ausencia de diferencias entre ambos

suplementos representa un hallazgo relevante, ya que sugiere que la proteína de *T. molitor* podría constituir una alternativa nutricional funcional al suero de leche bajo las condiciones evaluadas en este estudio.

Indicando que ambos protocolos de suplementación, en combinación con el programa de entrenamiento HIFT, favorecieron una respuesta anabólica importante en mujeres adultas. Estos hallazgos sugieren que, bajo condiciones de entrenamiento supervisado y con una ingesta proteica isoproteica, ambas fuentes de proteína fueron capaces de promover adaptaciones positivas en la composición corporal.

Los cambios observados en la composición corporal son consistentes con la evidencia que identifica al entrenamiento de fuerza como una de las intervenciones más eficaces para inducir recomposición corporal. A diferencia de los programas orientados exclusivamente a la pérdida de peso, el entrenamiento de fuerza favorece simultáneamente el incremento de la masa libre de grasa y la reducción del tejido adiposo, adaptaciones que se potencian cuando existe un adecuado aporte de proteína dietaria (Morton et al., 2018). En el presente estudio, ambos grupos mostraron incrementos en la masa muscular y reducciones en la masa grasa después de ocho semanas de entrenamiento, sin diferencias entre las fuentes proteicas. Estos resultados sugieren que las adaptaciones observadas estuvieron determinadas principalmente por el estímulo mecánico generado por el

entrenamiento HIFT, mientras que la suplementación proteica proporciona el sustrato nutricional necesario para favorecer los procesos de reparación y remodelación muscular.

La respuesta observada también puede explicarse por las características fisiológicas del entrenamiento HIFT. Este tipo de entrenamiento combina ejercicios multiarticulares, intervalos de alta intensidad, movimientos funcionales y una elevada densidad de trabajo, condiciones capaces de inducir simultáneamente adaptaciones cardiovasculares y neuromusculares. Diversas revisiones sistemáticas han demostrado que el HIFT mejora la fuerza muscular, la resistencia, la capacidad funcional y diversos indicadores de composición corporal tanto en personas físicamente activas como sedentarias (Kapsis et al., 2022; Wang et al., 2025). Wilke y Mohr (2020) reportaron un efecto moderado sobre la fuerza muscular (SMD = 0.60), mientras que Wang et al. (2023) observaron efectos pequeños a grandes sobre la fuerza del tren superior (ES = 0.41) y del tren inferior (ES = 1.05). De manera consistente, los estudios experimentales incluidos en estas revisiones documentan incrementos aproximados del 8–20 % en pruebas de fuerza máxima y entre 8–15 % en la capacidad aeróbica, lo que respalda la eficacia del HIFT como estrategia para mejorar simultáneamente múltiples componentes de la condición física. Bajo este contexto, resulta esperable que ambos grupos presentaran una respuesta favorable independientemente de la fuente proteica utilizada, ya que el entrenamiento constituye el principal estímulo anabólico responsable de las adaptaciones musculares.

Capítulo 5. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y BUENAS PRÁCTICAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se desarrolló en conformidad con los principios éticos internacionales y la normativa mexicana vigente aplicable a la investigación en seres humanos, garantizando en todo momento el respeto a la dignidad, autonomía, seguridad, confidencialidad y bienestar de las participantes (Asociación Médica Mundial [AMM], 2024; Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas [CIOMS], 2017).

En base al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, el artículo 20, el consentimiento informado es aquel acuerdo escrito mediante el cual el sujeto a investigación y/o representante legal autoriza voluntariamente su participación en la investigación. Derivado de una explicación profunda sobre la naturaleza del estudio, procedimientos, riesgos, beneficios esperados y alternativas existentes (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014). Previo a la investigación las participantes recibieron información clara, suficiente y comprensible sobre los objetivos del estudio, así como su derecho a retirarse libremente del estudio en cualquier momento sin repercusión alguna.

Se atendieron los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, sobre el respeto a las personas, la protección de la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la

privacidad y la confidencialidad de la información de los participantes, se procuró que los beneficios potenciales derivados de la investigación fueran superiores a los riesgos previsibles, asegurando el bienestar de las participantes prevaleciendo ante los intereses de la ciencia y la sociedad (Asociación Médica Mundial [AMM], 2024).

El estudio se condujo de acuerdo con las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Relacionada con la Salud con Seres Humanos emitidas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), Establece la obligación de proteger a las participantes mediante procedimientos científicos y éticos rigurosos promoviendo la equidad, la justicia, la validez científica y la adecuada evaluación de los riesgos y beneficios derivados de la investigación (CIOMS,2017).

En el marco legal mexicano, conforme a lo establecido en los artículos 100 y 103 de la Ley General de Salud, en los que señalan que toda investigación en seres humanos se deberá fundamentar sobre principios científicos y éticos que justifiquen su realización, garantizando los derechos, seguridad y bienestar de los participantes es conforme se desarrolló esta investigación. Se consideró lo dispuesto en el artículo 419 de la misma Ley relativo a las sanciones aplicables en caso de incumplimiento de las disposiciones sanitarias correspondientes (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

En el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, se atendieron los artículos 20,21 y 22 sobre los requisitos que debe

tener el consentimiento informado (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

Se implementaron medidas orientadas a minimizar el riesgo potencial como evaluación inicial del estado de salud, supervisión durante las sesiones, monitoreo individualizado y seguimiento continuo de posibles eventos adversos, garantizando la seguridad de las participantes (ACSM, 2021).

Toda la información obtenida fue manejada bajo estrictos criterios de confidencialidad y anonimato, por medio de asignación a un ID, la información recabada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos, resguardándose de manera electrónica con acceso restringido únicamente al equipo de investigación conforme a los principios de privacidad y confidencialidad establecidos en la Declaración Helsinki y pautas del CIOMS (Asociación Médica Mundial [AMM], 2024; CIOMS, 2017).

De acuerdo con lo establecido en el Título Décimo Segundo del Código Penal Federal, artículo 228, se asumieron las responsabilidades profesionales derivadas de la ejecución del estudio, procurando actuar en todo momento con diligencia, ética y competencia para salvaguardar la integridad física y moral de las participantes (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó una intervención con entrenamiento HIFT y suplementación con 2 diferentes proteínas (suero de leche, *Tenebrio molitor*) para evaluar los efectos sobre composición corporal y fuerza muscular en mujeres adultas. Tras ocho semanas de intervención, los resultados marcan una tendencia favorable en composición corporal y función muscular en los dos grupos de intervención. Cabe destacar que, en ambos grupos, hubo una reducción de masa grasa corporal y aumento de masa muscular, así como aumento en fuerza prensil y en la prueba Fitness muscular. Cabe destacar que en el tamaño del efecto la proteína de *Tenebrio molitor* mostró de moderado a grande en variables como la Fuerza prensil y la masa muscular.

La presencia de tamaños del efecto grandes en ambos grupos demuestra que las reducciones observadas no sólo fueron estadísticamente significativas, sino también clínicamente relevantes. Considerando que el exceso de grasa corporal constituye uno de los principales factores de riesgo para enfermedades cardiometabólicas, inflamación crónica de bajo grado y deterioro de la función muscular, las modificaciones observadas representan un beneficio potencial para la salud de las participantes y respaldan la utilidad del entrenamiento HIFT acompañado de una suplementación proteica como estrategia para mejorar la composición corporal en mujeres adultas con sobrepeso y obesidad.

En cuanto a la suplementación entre la proteína de suero de leche y la proteína a base de *Tenebrio molitor*, no hubo mayores diferencias estadísticamente, lo cual sugiere que puede ser una alternativa viable dentro de los programas de entrenamiento para la mejora de la masa y función muscular. Y ofrece ventajas relacionadas con la sostenibilidad ambiental y alternativas de fuentes proteicas.

Los resultados deben de ser interpretados con precaución ya que el tamaño de muestra y baja adherencia probablemente limitaron la potencia estadística para detectar cambios de mayor dimensión.

Concluyendo así que los resultados aportan evidencia sobre la viabilidad de usar la proteína de *Tenebrio molitor* como alternativa de suplemento proteico en acompañamiento del entrenamiento HIFT. También establece bases metodológicas para la mejora de intervenciones en futuras investigaciones, como periodos de intervención más prolongados, mayor control nutricional y estrategias de apego para observar cambios estadísticamente significativos en la composición corporal y función muscular.

Se recomienda que futuras investigaciones consideren muestras de mayor tamaño que permitan incrementar la potencia del estudio. Asimismo, ampliar la duración de la intervención a 12 o 16 semanas, dado que podría generar cambios mas pronunciados en la composición corporal y la hipertrofia muscular. También se sugiere implementar un control en la ingesta dietética. Finalmente se recomienda evaluar el efecto de la proteína de *Tenebrio Molitor* en diferentes poblaciones, para

extrapolar resultados, e incorporar indicadores adicionales para el rendimiento físico, marcadores bioquímicos, con le fin de ampliar la evidencia sobre la eficacia y potencial como fuente proteica.

6. Referencias

Alejo, A., Montiel, R., Roa, J., Perales, A., & Castillo, O. (2020). Consumo de suplementos nutricionales en personas que se ejercitan en gimnasios del norte de México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 58(6), 650–656. <https://doi.org/10.24875/RMIMSS.M20000097>

American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11.^a ed.). Wolters Kluwer.

American College of Sports Medicine. (2022). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.

Asociación Médica Mundial. (2024). *Declaración de Helsinki de la AMM: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>

Asociación Médica Mundial. (2024). *Declaración de Helsinki de la AMM: Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos*. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Trejo-Valdivia, B., Martínez-Tapia, B., Aguilar-Salinas, C., Galván-Valencia, O., Chávez-Manzanera, E., Rivera-Dommarco, J., & Campos-Nonato, I. (2024). Obesity in adults. *Salud Publica de Mexico*, 66(4), 414–424. <https://doi.org/10.21149/15863>

Barquera, S., Rivera, J. A., Espinosa-Montero, J., Safdie, M., Campirano, F., & Monterrubio, E. A. (2003). Energy and nutrient consumption in Mexican women 12-49 years of age: Analysis of the National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica de Mexico*, 45(SUPPL. 4). <https://doi.org/10.1590/s0036-36342003001000009>

Beaudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J. Y., & Bruyère, O. (2017). Health outcomes of sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169548>

Bemben, M. G., Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Rossow, L. M., & Thiebaud, R. S. (2013). Resistance training for older adults. *Resistance Training for the Prevention and Treatment of Chronic Disease*, 235–256. <https://doi.org/10.1249/fit.0b013e3182a06890>

Bernal, F., Peralta, A., Gavotto, H., & Palencia, L. (2014). *Principles of Sports Training for Improving the Physical Capacity*. 16(1665–1456), 42–49. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971121007.pdf>

Blásquez, J. R.-E., Moreno, J. M. P., & Camacho, V. H. M. (2012). Could Grasshoppers Be a Nutritive Meal? *Food and Nutrition Sciences*, 03(02), 164–175. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.32025>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). *Código Penal Federal*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPF.pdf>

Carnero, E. A., Alvero-Cruz, J. R., Giráldez, M. A., & Sardinha, L. B. (2015). La evaluación de la composición corporal “in vivo”; Parte I: Perspectiva histórica. *Nutricion Hospitalaria*, 31(5), 1957–1967. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.5.8570>

Carrillo Linares Enrique, Aguilar Hernández Vadim, & González Blanco Yudelmis. (2020). El desarrollo de las capacidades físicas del estudiante de Mecánica desde la Educación Física. *Revista de Educación MENDIVE*, 18(4), 794–807. <http://scielo.sld.cu/pdf/men/v18n4/1815-7696-men-18-04-794.pdf>

Christopher McCuller; Rishita Jessu; Avery L. Callahan. (2023). *Physiology, Skeletal Muscle*.

Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas. (2017). *Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos* (4.^a ed.). CIOMS. <https://cioms.ch/publications/product/pautas-eticas-internacionales-para-la-investigacion-relacionada-con-la-salud-con-seres-humanos/>

Cuesta Hernández, M., & Calle Pascual, A. L. (2013). Benefits of exercise in healthy population and impact on disease occurrence. *Endocrinología y Nutricion*, 60(6), 283–286. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2013.03.003>

Damas, F., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2018). The development

of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European Journal of Applied Physiology*, 118(3), 485–500. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3792-9>

El-Nashaar, H. M., Griffith, S. M., Steiner, J. J., & Banowetz, G. M. (2009). Mineral concentration in selected native temperate grasses with potential use as biofuel feedstock. *Bioresource Technology*, 100(14), 3526–3531. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.02.051>

Instituto Nacional de Salud Pública. (2024). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2023: Informe de resultados*. Instituto Nacional de Salud Pública. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2023/informes.php>

Eraso-Checa, F., Rosero, R., González, C., Cortés, D., Hernández, E., Polanco, J., & Díaz-Tribaldos, C. (2023). Body composition models based on anthropometry: systematic literature review. *Nutricion Hospitalaria*, 40(5), 1068–1079. <https://doi.org/10.20960/nh.04377>

Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Carlos Poston, W. S. (2018). High-intensity functional training (Hift): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/sports6030076>

Foran, B. (Ed.). (2007). *High-performance sports conditioning* (2nd ed.). Human Kinetics.

Francisco, L., Gonz, T., & Unidad, L. E. Z. (2021). *LICEO FRANCISCO TELLO GONZÁLEZ Unidad Técnica Pedagógica 2021*. 1–3.

Franco, M. R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., & Ferreira, M. L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: A systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1268–1276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015>

García, A. M. G., Bermúdez, S. R., & Aguirre, O. D. (2016). Scientific quality of field tests to calculate VO2max: Systematic review. *Revista Ciencias de La Salud*, 14(2), 247–260. <https://doi.org/10.12804/revsalud14.02.2016.09>

García Manso, J. M., Navarro Valdivieso, M., & Ruiz Caballero, J. A. (2013). *Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia*. Editorial Síntesis

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>

Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (2000). *Principios del entrenamiento deportivo*. Editorial Martínez Roca.

Hackshaw, A. (2008). Small studies: Strengths and limitations. *European Respiratory Journal*, 32(5), 1141–1143. <https://doi.org/10.1183/09031936.00136408>

Haun, C. T., Vann, C. G., Roberts, B. M., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., & Roberts, M. D. (2019). A critical evaluation of the biological construct skeletal muscle hypertrophy: Size matters but so does the measurement. *Frontiers in Physiology*, 10(MAR). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00247>

Helmerhorst, H. J. F., Brage, S., Warren, J., Besson, H., & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9, Article 103. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-103>

Instituto Nacional de Salud Pública. (2021). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre COVID-19: Resultados nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública.

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>

Janssen, R. H., Vincken, J. P., Van Den Broek, L. A. M., Fogliano, V., & Lakemond, C. M. M. (2017). Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Three Edible Insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(11), 2275–2278. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00471>

Julieta Ramos-Elorduy, Avila González, E., Rocha Hernández, A., & Pino, J. M. (2002). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95(1), 214–220. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.214>

José Sánchez Torralvo, F., Patricia Alonso Gallardo, S., & García Olivares, M. (2021). La masa muscular: métodos de valoración e importancia actual. *Nutr Clin Med*, XV(2), 100–108. <https://doi.org/10.7400/NCM.2021.15.2.5100>

Joseph D. Buckley, Thomson, R. L., Coates, A. M., Howe, P. R. C., DeNichilo, M. O., Rowney, M. K., & Brinkworth, G. D. (2010). *Supplementation*

with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(1), 178–181.

Johan Bustos-Viviescas, Alfredo Durán Luna, & colaboradores. (2021). *Association between body fat percentage and cardiorespiratory fitness in adults: A cross-sectional study. Retos, 41, 886–892.*

Kapsis, D. P., Tsoukos, A., Psarraki, M. P., Douda, H. T., Smilios, I., & Bogdanis, G. C. (2022). *Changes in body composition and strength after 12 weeks of high-intensity functional training with two different loads in physically active men and women: A randomized controlled study. Sports, 10(1), 7.* <https://doi.org/10.3390/sports10010007>

KM, H., PM, P., JL, O., & BS, H. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health, 14, 789.* http://linker.worldcat.org/?ft.institution_id=129954&spage=789&pkgName=nhsospital&PQUEST.WAYFlessID=48506&issn=1471-2458&linkclass=to_article&jKey=44782&provider=PQUEST&date=2014-08&aulast=Heinrich+KM%3B+Patel+PM%3B+O%27Neal+JL%3B+Heinrich+BS&atitle=Hig

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 36(4), 674–688.* <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>

Labott, B. K., Bucht, H., Morat, M., Morat, T., & Donath, L. (2019). *Effects of exercise training on handgrip strength in older adults: A meta-analytical review. Gerontology, 65(6), 686–698.* <https://doi.org/10.1159/000501203>

Laroche, M., Perreault, V., Marciniak, A., Mikhaylin, S., & Doyen, A. (2022). Eco-Efficiency of Mealworm (*Tenebrio molitor*) Protein Extracts. *ACS Food Science and Technology, 2(7), 1077–1085.* <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00014>

Lopez, P., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). *Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews, 23(5), e13428.* <https://doi.org/10.1111/obr.13428>

Maghbooli, Z., Mozaffari, S., Dehghani, Y., & Amiriasar, P. R. (2022).

The lower basal metabolic rate is associated with increased risk of osteosarcopenia in postmenopausal women. 22(1), 4–11. <https://doi.org/10.1186/s12905-022-01754-6>

Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., Layman, D. K., & Paddon-Jones, D. (2014). Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. *Journal of Nutrition*, 144(6), 876–880. <https://doi.org/10.3945/jn.113.185280>

Manske, R. C., & Reiman, M. P. (2007). *Physical Rehabilitation*.

Martínez, E. G. (2010). Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte*, 26(1), 98–116.

McKendry, J., Currier, B. S., Lim, C., McLeod, J. C., Thomas, A. C. Q., & Phillips, S. M. (2020). Nutritional supplements to support resistance exercise in countering the sarcopenia of aging. *Nutrients*, 12(7), 1–29. <https://doi.org/10.3390/nu12072057>

Medina, C., Jáuregui, A., Hernández, C., Shamah, T., & Barquera, S. (2021). Physical inactivity and sitting time prevalence and trends in Mexican adults. Results from three national surveys. *PLoS ONE*, 16(7 July), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253137>

Michaela C. Devries, & Stuart M. Phillips (2015). *Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey.* *Journal of Food Science*, 80(Suppl. 1), A8–A15. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12802>

Montero, C., Morales, C. C., Rodrigo, R. C., Nicolás, A. F., Álvarez Cristian, & Fernando, R. R. (2015). ¡Sedentarismo e inactividad física no son lo mismo!: una actualización de conceptos orientada a la prescripción del ejercicio físico para la salud. *Revista Médica de Chile*, 143(8), 1089–1090.

Moreira, O. C., Alonso-Aubin, D. A., De Oliveira, C. E. P., Candia-Luján, R., & De Paz, J. A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: Una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 32(6), 387–394.

Morton, R. W., Murphy, K. T., Mckellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>

Molinari, T., Radaelli, R., Rech, A., Brusco, C. M., Markarian, A. M., & Lopez, P. (2024). *Moderators of resistance training effects in healthy young women: A systematic review and meta-analysis*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(4), 804–814. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004666>

Nasso, R., D'Errico, A., Motti, M. L., Masullo, M., & Arcone, R. (2024). Dietary Protein and Physical Exercise for the Treatment of Sarcopenia. *Clinics and Practice*, 14(4), 1451–1467. <https://doi.org/10.3390/clinpract14040117>

Organización Mundial de la Salud. (1948). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/about/governance/constitution>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/about/governance/constitution>

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/about/governance/constitution>

OpenStax, L. M. B. S. B. S. D. A. H. R. H. J. K. M. L. P. M. K. M.-G. K. O. D. Q. J. R. O. O. and. (2019). *Anatomy & Physiology*. OpenStax/Oregon State University. <https://open.oregonstate.edu/aandp/>

Ortín, E. J. O. (n.d.). *Guía Para La Prescripción De Ejercicio Físico En Pacientes Con Riesgo Cardiovascular*.

Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N., & Bunko, K. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.035>

Paulsen, G., Mikkelsen, U. R., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). *Leucocytes, cytokines and satellite cells: What role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise?* *Exercise Immunology Review*, 18, 42–97.

Pérez, L. H. (2015). *Relación entre la fuerza y la masa muscular esquelética en un grupo de ancianos institucionalizados*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/13666>

Phillips, S. M. (2012). Nutrient-rich meat proteins in offsetting age-related muscle loss. *Meat Science*, 92(3), 174–178. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.027>

Phillips, S. M. (2014). A brief review of critical processes in exercise-

induced muscular hypertrophy. *Sports Medicine*, 44(SUPPL.1), 71–77. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0152-3>

Phillips, S. M. (2017). Current Concepts and Unresolved Questions in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults. *Frontiers in Nutrition*, 4(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00013>

Ramos-Campo, D. J., Andreu-Caravaca, L., Carrasco-Poyatos, M., Benito, P. J., & Rubio-Arias, J. Á. (2022). *Effects of circuit resistance training on body composition, strength, and cardiorespiratory fitness in middle-aged and older women: A systematic review and meta-analysis*. *Journal of Aging and Physical Activity*, 30(4), 725–738. <https://doi.org/10.1123/japa.2021-0204>

Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>

Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Kibler, W. B., Kraemer, W. J., & Triplett, N. T. (2009). *American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>

Sánchez, I. A. (2009). Entrenamiento de la fuerza muscular como coadyuvante en la disminución del riesgo cardiovascular: una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Cardiología*, 16(6), 239–248.

Santana, S., & Espinosa, A. (2003). Composición corporal. *Acta Médica*, 11, 26–37.

Brad J. Schoenfeld, Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689–1697. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>

Schoenfeld, B. (2020). Mechanisms of Hypertrophy 2. *Science and Development of Muscle Hypertrophy*, 24(10), 29–50. <https://doi.org/10.5040/9781492595847-ch002>

Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523.

Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., & Pahua-Díaz, D. (2016). Epidemiological overview of Mexico's leading causes of morbidity and mortality. *Revista de La Facultad de Medicina (México)*, 59(6), 8–22. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-

17422016000600008

Stefan H. M. Gorissen, S. H. M., Crombag, J. J. R., Senden, J. M. G., Waterval, W. A. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C. (2018). *Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates*. *Amino Acids*, 50(12), 1685–1695. <https://doi.org/10.1007/s00726-018-2640-5>

Strasser, B., & Schobersberger, W. (2011). Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *Journal of Obesity*, 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/482564>

Subirats Bayego, E., Subirats Vila, G., & Soteras Martínez, I. (2012). Exercise prescription: Indications, dosage and side effects. *Medicina Clinica*, 138(1), 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.12.008>

Tribunal Militar Internacional. (1949). *Código de Núremberg*. En *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals under Control Council Law No. 10* (Vol. 2, pp. 181-182). U.S. Government Printing Office.

Valbuena García, R. (2007). Evaluación y normas para la clasificación de la capacidad física “Flexibilidad” considerando personas entre 9 y 50 años de edad. *Revista de Investigación*, 61, 121–141. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140375005>

van Huis, A. (2021). Prospects of insects as food and feed. *Organic Agriculture*, 11(2), 301–308. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00290-7>

Van Huis, A., Itterbeeck, J. Van, Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., And, & Vantomme, P. (2013). Edible insect Food and Agriculture Organization of the United Nations. Future prospects for food and feed security. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations and Wageningen University and Research* (Vol. 171).

Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Johansson, J., Nordström, A., Hult, A., & Nordström, P. (2019). Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.011>

Wang, Z., Pierson, R., & Heymsfield, S. (1992). El modelo de cinco niveles: un nuevo enfoque para organizar la investigación sobre la composición corporal. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19–28. <https://academic.oup.com/ajcn/article/56/1/19/4715618>

Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209–216. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>

Wewege, M. A., Desai, I., Honey, C., Coorie, B., Jones, M. D., Clifford, B. K., Leake, H. B., & Hagstrom, A. D. (2022). *The effect of resistance training in healthy adults on body fat percentage, fat mass and visceral fat: A systematic review and meta-analysis*. *Sports Medicine*, 52(2), 287–300. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01562-2>

Yaddanapudi, L. (2016). The American Statistical Association statement on P- values explained. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 32(4), 421–423. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.194772>

Yi, L., Van Boekel, M. A. J. S., Boeren, S., & Lakemond, C. M. M. (2016). Protein identification and in vitro digestion of fractions from *Tenebrio molitor*. *European Food Research and Technology*, 242(8), 1285–1297. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2632-6>

7. ANEXOS

10.1 Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio: Evaluación de un programa de hipertrofia y suplementación con proteína de Tenebrio vs suero de leche sobre la masa y función muscular en mujeres de 20 a 45 años.

Propósito del estudio: Este proyecto tiene como objetivo evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza junto con la suplementación con proteína de Tenebrio molitor comparada con proteína de suero de leche sobre la masa y función muscular en trabajadoras de 20 a 45 años de edad.

Procedimientos: Las participantes recibirán entrenamiento supervisado, suplementación proteica de dos diferentes fuentes proteína de suero de leche y proteína a base de harina de Tenebrio molitor. Plan de alimentación gratuito durante la intervención. Se realizarán mediciones de masa muscular, fuerza y hábitos alimentarios antes, durante y después del programa.

Riesgos y beneficios: Los riesgos son mínimos y se relacionan con el ejercicio físico supervisado, entre ellos lesiones físicas por un mal movimiento o desempeño del mismo ejercicio, otro riesgo podría ser la intolerancia a alguno de los suplementos, que aun que ya son aptos para consumo humano se podría generar en algunos pacientes. Los beneficios incluyen la mejora de la masa y fuerza muscular, así como orientación nutricional personalizada, y la mejora de salud.

Confidencialidad: Toda la información será resguardada conforme a lo establecido en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, garantizando su integridad, privacidad y seguridad. Bajo ninguna circunstancia los datos serán divulgados, compartidos o utilizados con propósitos ajenos a los objetivos de la investigación.

Voluntariedad: La participación en este estudio es completamente voluntaria. El participante podrá retirar su consentimiento y solicitar la eliminación de sus datos en cualquier momento, sin que ello implique perjuicio alguno.

Aprobación ética: Este estudio se rige los lineamientos establecidos en la Declaración de Helsinki y las Normas Oficiales Mexicanas para investigación en seres humanos.

Contacto: Para cualquier duda o aclaración puede comunicarse al correo nutriologajimenagd@gmail.com

Agradecemos su confianza y colaboración en el desarrollo de este trabajo, comprometidos siempre con los más altos estándares éticos y científicos.

Maestrante Jimena García Dávila

Dra. Alicia Fonseca González

Mtro. Rodrigo Meza Segura

X

Firma de participante

10.2 Historia Clínica

Historia clínica

Nombre completo

Correo electrónico

Fecha de nacimiento

¿Lugar de trabajo?

¿Actividad principal donde labora?

(Dar clases, trabajo de escritorio, limpieza del hogar, etc.)

¿Con que presupuesto cuenta para sus comidas de la semana? (Colocar una cantidad promedio o específica)

¿Tiene la disponibilidad para preparar sus alimentos en casa?

¿Alguno de tus familiares tiene cáncer? (Marque las casillas correspondientes)

¿Alguno de tus familiares tiene Dislipidemias (alteraciones en los niveles normales de lípidos/grasas)? (Marque las casillas correspondientes)

¿Alguno de tus familiares tiene Diabetes Mellitus? (Marque las casillas correspondientes)

¿Alguno de tus familiares tienen Enfermedades Cardiovasculares? (Marque las casillas correspondientes)

¿Alguno de tus familiares tienen Hipertiroidismo o Hipotiroidismo? (Marque las casillas correspondientes)

¿Tienes alguna alergia alimentaria? (especifica el alimento)

¿Tienes alguna enfermedad diagnosticada? (Si es así favor de especificar cual es y si llevas algún tratamiento actualmente.)

¿Cuántos litros de agua simple tomas al día?

¿Cuántas veces a la semana llegas a consumir algún tipo de bebida alcohólica? (cerveza, vino u algún otro licor)

¿A qué hora del día te da más hambre?

¿Consumes algún suplemento? (creatina, proteína, colágeno, multivitamínico, si es así por favor especificar marca y cantidad)

10.3 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.

Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (FFQ)

Instrucciones: Marque la frecuencia con la que consume cada alimento en los últimos tres meses. Considere el tamaño habitual de porción que consume. Marcando nunca, 1 vez al mes, 1 a 3 veces por semana, 4 a 6 veces por semana, 1 vez al día, 2 o más veces al día.

1. Tortilla de maíz (porción: 1 pieza)
2. Pan blanco o bolillo (porción: 1 rebanada p 1/2 pieza)
3. Arroz cocido (porción: 1/2 taza)
4. Pollo sin piel (porción: 90gr)
5. Carne de res (porción: 90gr)
6. Huevo (porcion:1 pieza)
7. Leche (porcion:1 taza)
8. Fruta fresca (porcion:1 pieza)
9. Verduras cocidas o crudas (porcion:1/2 taza)
10. Refrescos o bebidas azucaradas (porción: 1 vaso)

10.4 Cuestionario de hábitos alimentarios

Cuestionario de Hábitos Alimentarios

Conteste si o no a las siguientes preguntas.

1. ¿Desayuna todos los días?
2. ¿Cuántas comidas principales realiza al día?
3. ¿Consume verduras diariamente?
4. ¿Consume alimentos fritos o empanizados más de 3 veces por semana?
5. ¿Consume refrescos o bebidas azucaradas con frecuencia?
6. ¿Bebe al menos 1.5 litros de agua al día?
7. ¿Come fuera de casa más de 3 veces por semana?
8. ¿Suele agregar sal adicional a los alimentos?
9. ¿Realiza colaciones saludables entre comidas?

10.5 Cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ, por sus siglas en inglés)

Cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ- Global Physical Activity Questionnaire)

Instrucciones: Este cuestionario se refiere a las actividades físicas que realiza en una semana habitual. Responda considerando la duración y frecuencia de las actividades físicas realizadas por al menos 10 minutos continuos.

Escribe cuantos días a la semana y cuánto tiempo por día.

Ejemplo: lunes 30 minutos, martes 45 minutos y miércoles 15 minutos continuos.

1. ¿En su trabajo, realiza usted tareas que impliquen un esfuerzo físico intenso que cause respiración rápida o aumento considerable del ritmo cardíaco?

1.1 ¿Cuántos días a la semana lo hace?

1.2 ¿Por cuántos minutos en un día típico lo hace?

Solo actividades que duren más de 10 min continuos.

2. En su trabajo, ¿realiza usted tareas que impliquen un esfuerzo físico moderado, que cause ligera aceleración de la respiración o del corazón?

2.2 ¿Cuántos días a la semana lo hace?

2.3 ¿Por cuántos minutos en un día típico lo hace?

Solo actividades que duren más de 10 min continuos.

3. ¿Se desplaza usted a pie o en bicicleta durante al menos 10 minutos continuos para ir de un lugar a otro?

3.1 ¿Cuántos días a la semana lo hace?

3.2 ¿Por cuántos minutos en un día típico lo hace?

Solo actividades que duren más de 10 min continuos.

4. ¿Realiza usted actividades vigorosas como deportes intensos, correr, nadar rápido, ciclismo rápido, subir cuevas, etc., durante al menos 10 minutos continuos en su tiempo libre?

4.1 ¿Cuántos días a la semana lo hace?

Solo actividades que duren más de 10 min continuos.

4.2 ¿Por cuántos minutos en un día típico lo hace? |

5. ¿Realiza usted actividades moderadas en su tiempo libre como caminar rápido, nadar suave, bailar, ciclismo a ritmo moderado, deportes recreativos, etc., durante al menos 10 minutos continuos?

5.1 ¿Cuántos días a la semana lo hace?

Solo actividades que duren más de 10 min continuos.

5.2 ¿Por cuántos minutos en un día típico lo hace?

6. ¿Cuánto tiempo pasa usted sentado(a) en un día típico?

(Incluye tiempo en el trabajo, escuela, hogar, leyendo, mirando TV, usando computadora, etc.)

10.6 Índice de Hooper

Índice Hooper |

Instrucciones: Marque con una X o escriba el número que mejor describa cómo se ha sentido en las últimas 24 horas para cada ítem (1 = Muy bueno / Nada, 7 = Muy malo / Muchísimo).

1. Calidad del sueño:

1 2 3 4 5 6 7

2. Fatiga (sensación de cansancio general):

1 2 3 4 5 6 7

3. Estrés (nivel de tensión o preocupación):

1 2 3 4 5 6 7

4. Dolor muscular / Agujetas (DOMS):

1 2 3 4 5 6 7

Puntuación:

- Sumar los valores de los 4 ítems. Rango: 4 (mejor estado) a 28 (peor estado).
- Interpretación orientativa: 4–8 bienestar óptimo, 9–14 ligera alteración, 15–20 notable alteración, 21–28 posible fatiga/estado comprometido (revisar carga de entrenamiento y recuperación).

8. PRODUCTOS DE LA TESIS OBTENIDOS Y/O ESTANCIAS ACADÉMICAS



FACULTAD DE NUTRICIÓN

Secretaría de Docencia

La que suscribe la Mtra. Jesica López Bucio Fabián, directora de la Facultad de Nutrición de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos,

HACE CONSTAR

Que la **C. JIMENA GARCÍA DÁVILA**, participó con la plática: "*Tenebrio Molitor Como Proteína Alternativa*", en el Centro de Investigación en Biotecnología para los alumnos de la Facultad de Nutrición, los días 13 y 21 de mayo del 2025.

A petición de la interesada y para los usos legales a que haya lugar, se expide la presente en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos a los veinticuatro días del mes de junio del dos mil veinticinco.

Atentamente

Por una humanidad culta

MTRA. JÉSICA LÓPEZ BUCIO FABIÁN

Directora

C.i.p. – Archivo. EMC/JLBF/yrv*



Calle Iztaacihuatl Núm. 100 Col. Los Volcanes, Cuernavaca, Mor., C.P. 62350 Tel. (777) 329 70 00, Ext. 4107,

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

JESICA LOPEZ BUCIO FABIAN | Fecha: 2025-06-25 15:38:22 | FIRMANTE

QUUMKVsTGGoRxQs5O8iQn5D45o+Jmh3ArpuipHm56APGdLRm+FOguO+b0n6BZnHJa947ZD3x+JyHKym49wh4fESHUnG+FYXmYzf1KePDulBnbzAI9egSgBTetZecb3YkkgEK
CVYgAbA7oWldwoYosV9AQGzRISJby4M5p9PJLava30zoKBynAKjzOfgs3a8ceudLHhZE2eFTLxWwWdNuFIQq+KT+2rfKxVldsLH2PI7J1t9jb0chi77nBCaOI+-WTnbbBEhiZU5b+H
XBAHe9gPI9KwvaRx39b9AzLjA5+Nk3yF5cSgDEu378pgfIR/XCHrQw6S2rfB744ln/71Qw--

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



1nTEkw0Y2

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/AISMxuQOMcAI6GcdKf5EdvlyXBZmSKVW>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



MCAAFD

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

A TRAVÉS DE LA:

FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

OTORGAN EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

a la: **LIC. JIMENA GARCÍA DÁVILA**

POR HABER IMPARTIDO LA CONFERENCIA "COMPARACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO CON SUPLEMENTACIÓN DE PROTEÍNA DE TENEBRIO VS PROTEÍNA DE SUERO DE LECHE EN LA GANANCIA DE MASA MUSCULAR EN MUJERES" EN EL MARCO DEL PROGRAMA CAFÉ CON-CIENCIA.


MTRO. FRANCISCO EDUARDO BRAVO REYES
DIRECTOR
FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE




MTRO. RODRIGO MEZA SEGURA
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

CUERNAVACA, MORELOS A 10 DE SEPTIEMBRE DE 2025
CIUDAD UNIVERSITARIA UAEM

"INNOVACIÓN EN LA CIENCIA PARA LA SALUD Y EL DESARROLLO DEL DEPORTE"



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

"Innovación en la Ciencia para la Salud y el Desarrollo del Deporte"

Cuernavaca, Morelos, 01 de julio de 2026

**COMISIÓN ACADÉMICA DE LA
MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS
A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

P R E S E N T E

Como miembro del jurado y después de haber evaluado a profundidad la tesis titulada: **Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT, estudio piloto.** que es producto del proyecto realizado en el posgrado que lleva por título: "Maestría en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte" (MCAAFD), por la estudiante: **García Dávila Jimena**, con número de matrícula **10079017**, aspirante al grado de **Maestra en las Ciencias aplicadas a la Actividad Física y Deporte**, considero que la tesis reúne los requisitos y la acepto para su réplica oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO.**

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Miembro del jurado

FIRMA ELECTRÓNICA

Dra. Norma Lilia González Jaimes



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209,
Tel. (777) 329 70 00, Ext/ 2280,2283

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

NORMA LILIA GONZALEZ JAIMES | Fecha:2026-07-03 11:46:39 | FIRMANTE

AVSu7BFWjwZoWfyh5mO/PzmBrYJ6cZL84qQpbrbk6DVuig51wKG+tVp63YRb1NP9NeRN0k/8t3NmOMc3exiOYLqzKWPE/QsWSszaWSNJpwle1M9EooQp/+AlnFXhT41BiPcj8nAO62jJj/x3XnLkW5Mplfzv0Nq0FWJqArs2W3PIHeiSc9do3Sr/82/ZmWZTSg/MVxSPSRzfvmno26xzR6o/qIW7Qfzrs1D/PPRqEEp5dWbYQrezDavzZ4L/f2mIGLd8T9JIhWOwr/CXfBbz5c9elPHvoJEcbu/WvJn6K0MjRYPwBh9aohpkVCrfrfRx11vPG45iRhG52O4fgVrRcQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



MofB9DdVE

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/jY95qOtNyc0ayvOgky51VkvoyPcevXII>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

“Innovación en la Ciencia para la Salud y el Desarrollo del Deporte”

Cuernavaca, Morelos, 01 de julio de 2026

**COMISIÓN ACADÉMICA DE LA
MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS
A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

P R E S E N T E

Como miembro del jurado y después de haber evaluado a profundidad la tesis titulada: **Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT, estudio piloto.** que es producto del proyecto realizado en el posgrado que lleva por título: “Maestría en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte” (MCAAFD), por la estudiante: **García Dávila Jimena**, con número de matrícula **10079017**, aspirante al grado de **Maestra en las Ciencias aplicadas a la Actividad Física y Deporte**, considero que la tesis reúne los requisitos y la acepto para su réplica oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Miembro del jurado

FIRMA ELECTRÓNICA

Dr Mishael Sánchez Pérez



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209,
Tel. (777) 329 70 00, Ext/ 2280,2283

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

MISHAEL SANCHEZ PEREZ | Fecha:2026-07-02 14:38:54 | FIRMANTE

Hw+cEoBqhl9nBOQbFz1ukC5+bg6OROz+n1H9rzVR7/17IGK1ZWKimGWphaLvvMiGWC/DfPrurOVz9gm+eYmNzGEddMTqcmU79AzXJJh6huJkgpRc3nGxtKsARxo2So6NS
8YxXwKgKnMjjnH29z85YPLyv2PtuybbHKjd1lwKRPa1Obzm8AYEbDnufl3/9kZCzi9Rbnmz+98eG0j7KEHgBQHIWW4OrxQDystJ5pTYFVs1avKz6sujU57Mw5bjrlPglTo406S37b
cdSVzWL9nDxJN0ksxRq68Vm50NciWEq2oPV2ew4GQEpZgUZBpmD1OH9whBtCKnVBAQdHSNjvPw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[kGYfpmvWL](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/plwW6TziPWxs74ly30p4B30rNymUb94q>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

"Innovación en la Ciencia para la Salud y el Desarrollo del Deporte"

Cuernavaca, Morelos, 01 de julio de 2026

**COMISIÓN ACADÉMICA DE LA
MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS
A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

P R E S E N T E

Como miembro del jurado y después de haber evaluado a profundidad la tesis titulada: **Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT, estudio piloto.** que es producto del proyecto realizado en el posgrado que lleva por título: "Maestría en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte" (MCAAFD), por la estudiante: **García Dávila Jimena**, con número de matrícula **10079017**, aspirante al grado de **Maestra en las Ciencias aplicadas a la Actividad Física y Deporte**, considero que la tesis reúne los requisitos y la acepto para su réplica oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO.**

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Miembro del jurado

FIRMA ELECTRÓNICA

Mtro. Eduardo Quintín Fernández



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209,
Tel. (777) 329 70 00, Ext/ 2280,2283

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

EDUARDO QUINTIN FERNANDEZ | Fecha:2026-07-02 21:37:23 | FIRMANTE

sE4M1GumMi9xt3+0oiXrD2FRZiM3mx6/ASwgCJ38SxVppBSBubHhIHUjnxkgObf7el3PaYBth+IJCd52l+Y6nfVt3VwZAh7bahg6TlyvC4oi48Rt/ftACKkR//ALIOMVYfzekOWi6Sf5p
JL5XgsKpCIR6JSp7VMkpcq1tsmh1NlvvC15D8zzUHqt9CgIkGgWs2XfsySJYndU6ZW1gOtPx3mWx5BP0XTBsL0nAlN98lJTcZPJNiAyn+FMa9XPCd9AB+8elmWl8aHefpmqsq80
kRnKHdk2gNx+vYqjkgc9zaKXOpzE7ayGitLg0x/AdWis2R7lqkcZ69Rn/kM4P73Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[kKXpxblMo](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/4nWBefigbet63LV9E4NOu16XMRSSFx0f>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

“Innovación en la Ciencia para la Salud y el Desarrollo del Deporte”

Cuernavaca, Morelos, 01 de julio de 2026

**COMISIÓN ACADÉMICA DE LA
MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS
A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

P R E S E N T E

Como miembro del jurado y después de haber evaluado a profundidad la tesis titulada: **Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT, estudio piloto.** que es producto del proyecto realizado en el posgrado que lleva por título: “Maestría en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte” (MCAAFD), por la estudiante: **García Dávila Jimena**, con número de matrícula **10079017**, aspirante al grado de **Maestra en las Ciencias aplicadas a la Actividad Física y Deporte**, considero que la tesis reúne los requisitos y la acepto para su réplica oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO**.

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Miembro del jurado

FIRMA ELECTRÓNICA

Mtro. Rodrigo Meza Segura



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209,
Tel. (777) 329 70 00, Ext/ 2280,2283

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

RODRIGO MEZA SEGURA | Fecha:2026-07-02 14:09:00 | FIRMANTE

bMXLMBm1n3PivifkAHYLty5JzyJJfncz6PYKlrpmNjL4/MAMK0d6qADCakN9k/Sogt18w1LLopHM1GjJAbgo0gpgBXLrN3GBnyRGrwzqDhxaj5NYMRvroQKNF0o/tSLYSp0mcORLi
gRpp2+wHWh1fq6A7kEqQtUzV2e0gu0ejDtymgRU2eyHaOhNh2e3DZsAcINm1yOFfNwlAapA9IXpvF98T3MIJyR8SWj5rO3IJdKXj8eenviP1gGUjsoyS1ua1z6EELJbrWomZSkuM
KkZsbhBCaf1GJBSSZPHp5WrOxBcpPHBUu2Hwiz4Kr1Pa6UWppMAi2rdufBM4FWiYzo1vA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



8mWqG9yBI

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/vumgyjAfzzDfUL4fhidDbsNhpzmVjCXw>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN

"Innovación en la Ciencia para la Salud y el Desarrollo del Deporte"

Cuernavaca, Morelos, 01 de julio de 2026

**COMISIÓN ACADÉMICA DE LA
MAESTRÍA EN LAS CIENCIAS APLICADAS
A LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

P R E S E N T E

Como miembro del jurado y después de haber evaluado a profundidad la tesis titulada: **Efecto de la suplementación con proteína de *Tenebrio molitor* y suero de leche, en mujeres adultas sometidas a entrenamiento HIFT, estudio piloto.** que es producto del proyecto realizado en el posgrado que lleva por título: "Maestría en las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte" (MCAAFD), por la estudiante: **García Dávila Jimena**, con número de matrícula **10079017**, aspirante al grado de **Maestra en las Ciencias aplicadas a la Actividad Física y Deporte**, considero que la tesis reúne los requisitos y la acepto para su réplica oral en el examen de grado. Por lo tanto, emito mi **VOTO APROBATORIO.**

Agradezco de antemano la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente
Miembro del jurado

FIRMA ELECTRÓNICA

Mtra. Alicia Fonseca González



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209,
Tel. (777) 329 70 00, Ext/ 2280,2283

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

ALICIA FONSECA GONZALEZ | Fecha:2026-07-03 08:20:07 | FIRMANTE

OgblX+dNArk4R12yjnVpixEJEf5NmepTEDZ9JeNct9SgO2wi1ZrMY1LKTqCq6nbBfmn0EDd3uWtbmvNlwSVV8KYZVumEH4l3UH6WVaBJl+akoLBe7VSTECwyqiZ/8H23FqjLwi2bak8MSeiyh2vmOYWExOM+JtQRAtcaz0oc8JINYxxliWLN8XxWAnF5C7Pe8MGRjNMNinPrxAXHyDtcQf8agv9y6ine+BLPLbcKkzbfREDQ4pSA1ReG+PYnMun6bcDoHfDdixyE5xMZ4BUI45sjcefRMOstaGushgj0858zHBTcPNW/rVYfxwcYdNQrbv2gPIWyx5JoPNNgDReg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



JCuba1scN

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/iAakNFGRYKkWayRLMJ4oqiUzKjs9ytN7>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029