GASTRONOMÍA

FACULTAD DE BUSINESS SCHOOL

Tesis previa a la obtención del título de Magister en Gastronomía con mención en gestión e innovación.

Magister en Gastronomía con mención en Gestión e innovación

AUTOR: Francisco Javier Chalen Moreano

TUTOR: Lic. David Rodolfo Guambi Espinosa MBA. MsC.

"DESARROLLO DE UNA BARRA ALIMENTICIA ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE GRILLOS ACHETA DOMÉSTICUS COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL PARA LA DIETA DE MILITARES EN SITUACIONES DE COMBATE"

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN

Yo, FRANCISCO JAVIER CHALEN MOREANO declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre Desarrollo de una barra alimenticia enriquecida con proteína de grillos *acheta domésticus* como complemento nutricional para la dieta de militares en situaciones de combate, como requisito para optar al grado de **Maestría en gastronomía con mención en gestión e innovación** y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Internacional del Ecuador, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UIDE).

Los usuarios del RDI-UIDE podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Internacional del Ecuador no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Internacional del Ecuador, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 6 días del mes de junio de 2025 firmo conforme:

Autor: Francisco Javier Chalen Moreano

Teléfono: 0979003537

Número de Cédula: 0603006529

Dirección: Riobamba- Ecuador

Correo Electrónico: (institucional)

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación DESARROLLO DE UNA BARRA ALIMENTICIA ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE GRILLOS *ACHETA DOMÉSTICUS* COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL PARA LA DIETA DE MILITARES EN SITUACIONES DE COMBATE, presentado por el/la estudiante Francisco Javier Chalen Moreano, para optar por el Título Maestría en gastronomía con mención en gestión e innovación

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 2 de julio del 2025

Firmado electrónicamente por:
DAVID RODOLFO GUAMBI ESPINOSA
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. David Guambi Espinosa MBA. MsC.
Cedula: 1715308845

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Francisco Javier Chalen Moreano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela de Business School de la Universidad Internacional del Ecuador, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Nombre: Francisco Javier Chalen Moreano
Autor del proyecto de investigación

Yo, Lic. David Rodolfo Guambi Espinosa MBA. MsC., certifico que conozco al autor del presente trabajo de titulación que lo ha desarrollado bajo los preceptos de originalidad y autenticidad, tomando en consideración los lineamientos para su divulgación pública del contenido sin perjuicio a terceros.

Nombre: Lic. David Rodolfo Guambi Espinosa MBA. MsC.
Tutor del proyecto de investigación

Firmado electrónicamente por:
DAVID RODOLFO GUAMBI ESPINOSA
Validar únicamente con FirmaEC

Quito, 2 de Julio de 2025

Lic. David Guambi Espinosa MBA. MsC.
CI: 1715308845

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DESARROLLO DE UNA BARRA ALIMENTICIA ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE GRILLOS *ACHETA DOMÉSTICUS* COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL PARA LA DIETA DE MILITARES EN SITUACIONES DE COMBATE, previo a la obtención del Título de Maestría en gastronomía con mención en gestión e innovación, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 14 de Julio de 2025

Firmado electrónicamente por:
DAVID RODOLFO GUAMBI ESPINOSA
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. David Guambi Espinosa MBA. MsC.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO ALBERTO CORONEL SEMPERTEGUI
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. Santiago Coronel Sempértegui. MgS
VOCAL

Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO JAVIER MENA GALARRAGA
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. Santiago Coronel Sempértegui. MgS
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profunda gratitud a mis padres y familia, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en cada etapa de mi formación. Su respaldo emocional y motivación fueron pilares fundamentales para alcanzar esta meta. También extiendo esta dedicatoria a todas las personas que me brindaron su apoyo de distintas maneras, ya sea con su tiempo, conocimientos, palabras de aliento o colaboración técnica. Cada uno, desde su rol, contribuyó significativamente a la realización de este proyecto académico.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por el respaldo institucional durante el desarrollo de este trabajo de titulación. Expreso mi especial gratitud a mi tutor de tesis, cuya guía, paciencia y orientación fueron fundamentales para la culminación de esta investigación. Asimismo, extiendo mi agradecimiento a los docentes de la Maestría en Nutrición por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, que enriquecieron significativamente mi formación profesional y personal a lo largo de este proceso.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar una barra alimenticia funcional enriquecida con proteína de grillo (Acheta domesticus) como alternativa nutricional, para cubrir los requerimientos del personal militar que realiza misiones en condiciones hostiles de combate, quienes consumen altas demandas energéticas de 4200 Kilocalorías. Para lo cual, se realizó una revisión bibliográfica para establecer las necesidades nutricionales del grupo objetivo y analizar el perfil nutricional de la proteína alternativa propuesta. Se formularon y desarrollaron tres variantes de barras de 100 gramos cada una, diseñadas para ofrecer energía rápida, resistencia y balance nutricional. Los análisis bromatológicos, demostraron que las formulaciones cumplieron con los parámetros nutricionales establecidos destacando su alto aporte proteico. Se aplicó un test sensorial en una muestra a conveniencia de 10 soldados, obteniendo respuestas satisfactorias a las tres fórmulas. Según el etiquetado estándar y el uso del semáforo nutricional, se evidenció que la variante NB presentó niveles altos de azúcar, grasa y sal, siendo adecuados para las necesidades energéticas del personal militar. En conclusión, se demostró que la viabilidad técnica y nutricional de la barra alimenticia enriquecida con proteína de grillo, no solo cumple con los requerimientos de kilo calorías del grupo objetivo, si no que, representa una propuesta sostenible frente a las limitaciones logísticas en entornos operativos exigentes.

Palabras clave: BARRA ALIMENTICIA, PROTEÍNA DE GRILLOS, ACHETA DOMÉSTICUS, COMPLEMENTO NUTRICIONAL, DIETA MILITAR, SITUACIONES DE COMBATE

Abstract

The objective of this research was to develop a functional food bar enriched with cricket protein (Acheta domesticus) as a nutritional alternative to meet the requirements of military personnel engaged in missions under hostile combat conditions, who consume high energy demands of up to 4,200 kilocalories. To achieve this, a literature review was conducted to establish the nutritional needs of the target group and to analyze the nutritional profile of the proposed alternative protein. Three variants of 100-gram bars were formulated and developed, designed to provide quick energy, endurance, and nutritional balance. Proximate analyses demonstrated that the formulations met the established nutritional parameters, highlighting their high protein content. A sensory test was conducted on a convenience sample of 10 soldiers, yielding satisfactory responses to the three formulas. According to standard labeling and the use of the nutritional traffic light system, it was found that variant NB had high levels of sugar, fat, and salt, appropriate for the energetic needs of military personnel. In conclusion, it was demonstrated that the technical and nutritional viability of the food bar enriched with cricket protein not only meets the kilocalorie requirements of the target group but also represents a sustainable proposal in the face of logistical limitations in demanding operational environments.

Keywords: FOOD BAR, CRICKET PROTEIN, ACHETA DOMESTICUS, NUTRITIONAL SUPPLEMENT, MILITARY DIET, COMBAT SITUATIONS

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA
AUTORIZACIÓN i
APROBACIÓN DEL TUTOR..... ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... iii
APROBACIÓN TRIBUNAL iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
RESUMEN..... vii
Abstract viii
INTRODUCCIÓN
Importancia 2
Actualidad 3
Justificación..... 4
Planteamiento del Problema..... 5
Pregunta de Investigación 5
Árbol de Problemas..... 5
Causas: 5
Consecuencias:..... 5
Objetivos 6
General 6
Específicos 6
Alcance..... 6
Hipótesis..... 7
CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO..... 8
Acheta domésticus 8
Barra alimenticia 13
Dieta de militares en combate 20
CAPÍTULO II

METODOLOGÍA 27
Enfoque de la Investigación 27
Diseño Experimental 27
Fórmula Base (Referencia): 27
Variante 1 (Mayor Enfoque en Energía Rápida): 28
Variante 2 (Mayor Enfoque en Resistencia y Saciedad 28
Recolección de Datos 29
Revisión bibliográfica de las necesidades nutricionales del personal militar: 29
Análisis bromatológicos de las barras alimenticias: 29
Análisis bromatológicos: 29
Análisis de humedad (Método de Desecación): 30
Análisis bromatológico de proteínas (Método Kjeldahl): 30
Análisis de grasas: 30
Análisis de carbohidratos (por diferencia): 30
Análisis de cenizas (minerales): 30
Procedimiento de Evaluación y Análisis de Resultados 30
Validación de los Resultados 31
Justificación de los Nutrientes Elegidos 31
Harina de Avena (Avena sativa) 31
Miel 31
Almendras (Prunus dulcis) 32
Proteína de Grillo (Acheta domesticus) 32
Aceite de Coco 32
Semillas de Chía o Linaza 32
Electrolitos y Vitamina C 33
Justificación de los Porcentajes en la Fórmula 33
Fórmula Base (Referencia) 33
Variante 1 (Enfoque en Energía Rápida) 34
Variante 2 (Enfoque en Resistencia y Saciedad) 34
Muestra 34
Técnicas de recolección de datos 35
Diseño de la encuesta 35
Variables 35
Independiente 35

Dependiente 35
Operacionalización de las Variables 35
CAPITULO III
RESULTADOS 38
Diagrama de Procesos 40
Viabilidad Técnica 40
Viabilidad técnica para la Producción de la Barra Energética 40
Etiquetado Frontal de Advertencia 41
Localización y diseño de la planta 41
Infraestructura Requerida 42
Área de recepción de materias primas 42
Almacenamiento de materias primas y aditivos 42
Área de procesamiento (mezclado, formado, prensado) 42
Área de empacado 42
Área de almacenamiento del producto terminado 43
Servicios higiénicos y vestidores 43
Oficina de control de calidad (mínima o tercerizada) 43
Gestión de residuos 43
Equipamiento Técnico 43
Personal Requerido 44
Escalabilidad 44
Análisis Bromatológicos 48
Comparación de medias mediante Tukey 50
Comparación de medias mediante Tukey 54
Pruebas de aceptabilidad 56
Costo del producto 57
Empaque 59
CONCLUSIONES 61
RECOMENDACIONES 62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Referencia de fórmula base 27
Tabla 2. Formula Variante 1 28
Tabla 3. Formula variante 2 28
Tabla 4. Equipamiento 44
Tabla 5. Aporte calórico de las formulaciones propuestas 45
Tabla 6. Semáforo Nutricional de las preparaciones propuestas 47
Tabla 7. Anova de los parámetros (pH, Humedad, Grasa, Ceniza) 49
Tabla 8. Comparación de medias de los parámetros 50
Tabla 9. Comparación de medias de los parámetros según sus diferencias 50
Tabla 10. Comparación de medias de los bloques (Código) 52
Tabla 11. Comparación de medias de los bloques según sus diferencias 52
Tabla 12. Anova de los parámetros (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas) 54
Tabla 13. Comparación de medias de los parámetros 54
Tabla 14. Comparación de medias de los parámetros según sus diferencias 55
Tabla 15. Grado de aceptación de las muestras 56
Tabla 16. Costo del producto 57

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Acheta domésticus adultos: a) Macho, b) Hembra. 10
Imagen 2. Morfología de los grillos. 11
Imagen 3. Barras energéticas. 17
Imagen 4. Modelo de ración moderna (Ejército danés) 22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de proceso 40
Gráfico 2. Diferencias significativas entre pH, Humedad, Grasa, Ceniza 51
Gráfico 3. Comparación de medias de los bloques según sus diferencias 52
Gráfico 4. Diferencias significativas de Azúcares, Carbohidratos y Proteínas. ... 55

INTRODUCCIÓN

En un mundo donde la sostenibilidad y la eficiencia de los alimentos se están convirtiendo en factores importantes para el desarrollo de productos nutricionalmente funcionales, la exploración de fuentes alternativas para la obtención de proteína cada vez es más importante. Entre las fuentes innovadoras de proteína, insectos como el grillo *Acheta domesticus,* han despertado el interés de la comunidad científica y la industria alimentaria debido a su perfil nutricional y producción sostenible.

La creación de una barra alimenticia con proteína proveniente de grillos y diseñada específicamente para satisfacer las exigentes necesidades nutricionales de los militares en situaciones de combate, puede convertirse en una alternativa para optimizar el rendimiento físico en condiciones extremas del personal militar. Este planteamiento no solo se enfoca en las necesidades energéticas y de recuperación rápida a nivel de regeneración de tejidos musculares y reservas de glucógeno, sino que también responde indirectamente a la preocupación actual sobre la sostenibilidad en la producción y la lucha contra la inseguridad alimentaria global.

La proteína de insectos, particularmente de la especie *Acheta domesticus,* tiene un perfil nutricional similar al de la proteína tradicional. Su elevado contenido de proteínas varía entre el 64.4% y el 70.8%, el contenido de lípidos entre 18% al 22%, en combinación con su perfil de ácidos grasos como ácido palmítico del 24% al 30%, ácido oleico entre 23%-27% y fibra 16.4% al 19.1%

En relación con su consumo, la Autoridad de Seguridad Alimentaria de la Unión Europea en el año 2023, determinó que los grillos domésticos son seguros para el consumo humano, por este precedente se han desarrollado estrictas evaluaciones científicas y de seguridad alimentaria convirtiendo a este tipo de insectos como una fuente alternativa de proteína segura para la alimentación humana. (Agencia española de Seguridad Alimentaria AESAN, 2023).

El personal militar desplegado en zonas de conflicto, enfrentan condiciones que ponen al límite su rendimiento físico y mental lo cual demanda una nutrición

adaptada a las exigencias del entorno. Operaciones extensas y la necesidad de movilizaciones rápidas implican que su alimentación no debe ser solo nutritiva, sino también ligera, fácil de transportar y que proporcione un suministro energético prolongado (Gaffney-Stomberg & McClung, 2019, p.48).

Para estos propósitos, el consumo de macronutrientes en especial la proteína con su efecto reparador facilita la recuperación muscular, especialmente después de realizar esfuerzos físicos intensos comunes en situaciones de combate. (Farina et al., 2017) mencionan que los Aminoácidos como la leucina presente en la proteína del grillo, son esenciales para una rápida y óptima síntesis proteica facilitando la recuperación muscular

Al poder obtener un producto alto en densidad calórica y enriquecido con proteína de grillo *Acheta domesticus*, permitiría al personal militar complementar el requerimiento calórico necesario para mantener actividades físicas intensas sin la necesidad de consumir grandes cantidades de alimentos. Además, la adición de ácidos grasos como omega-3 y omega-6 pueden ser beneficiosos para la salud cardiovascular y la función cognitiva esencial para la toma de decisiones bajo presión. Shamsi et al. (2020) mencionan que estos nutrientes juegan un papel clave al momento de mantener la agudeza mental y resistencia física factores importantes para el éxito en las operaciones militares.(Gaffney-Stomberg & McClung, 2019, p. 51).

Importancia

En los últimos años la investigación de fuentes alternativas de macronutrientes como la proteína a captado el interés de la comunidad científica, especialmente en el contexto de seguridad alimentaria y sostenibilidad. El insecto *Acheta domesticus* ha sido identificado como una fuente de proteína eficiente que puede desempeñar un rol importante en la nutrición militar.

Autores como (Bawa et al., 2021) muestran la capacidad de esta especie de insectos para proporcionar un contenido proteico representativo mayor al 76% en condiciones óptimas de alimentación convirtiéndolo en una alternativa viable en comparación a las fuentes de proteína animal tradicionales(p. 2).

El aumento de enfermedades metabólicas como obesidad, diabetes, hiperlipidemias entre las más comunes han impulsado investigaciones sobre el uso de insectos como alimentos funcionales para ayudar a controlar estas patologías. (Escobar-Ortiz et al., 2022, p.45). Su perfil nutricional comparado con la carne y los productos lácteos han demostrado ser particularmente útiles en la mejora del rendimiento y la recuperación física en entornos deportivos extremos (Kipkoech, 2023, p. 117).

En un contexto práctico el desarrollar una barra alimenticia enriquecida con proteína de grillo *Acheta domesticus* aparte de complementar el requerimiento nutricional en situaciones extremas de desgaste físico, también aborda la necesidad del desarrollo de productos que sean ligeros y portátiles (Hammer et al., 2023, p. 10), demostraron que el consumo de proteína de grillos puede mejorar considerablemente la digestibilidad de los nutrientes mejorando su biodisponibilidad en entornos donde los alimentos deben ser compactos y altamente efectivos.

A pesar de los avances, la nutrición militar sigue enfrentando desafíos importantes como la necesidad de proporcionar una dieta equilibrada y rica en nutrientes que se acople a las necesidades del personal militar en condiciones adversas. Fuentes alternativas de proteína como el *Acheta domesticus* puede convertirse en una solución para solventar dificultades como mantener el valor nutricional de un alimento por largos periodos de tiempo sin necesidad de refrigerarlo, (Marzoli et al., 2023, p.5) además de sus facilidades para el transporte y almacenamiento adaptándose a las necesidades logísticas militares.

Actualidad

Investigaciones recientes muestran que los alimentos enriquecidos con proteína de insectos *Acheta domesticus* mejoran la digestibilidad y la biodisponibilidad de nutrientes clave como: proteínas, ácidos grasos y minerales como magnesio, hierro, zinc y fósforo, convirtiéndolos en una fuente de energía densa y fácilmente absorbible para mantener la resistencia física.

Trabajos como los de (Montowska et al., 2019, p. 132) (Kępińska-Pacelik et al.,

2023, p. 12) demostraron que el *Acheta domesticus* puede proporcionar un perfil de ácidos grasos polisaturados como el EPA y DHA que son beneficiosos para las enfermedades de tipo inflamatorio como las cardiovasculares.

(Papastavropoulou et al., 2022) sugieren que la inclusión de la proteína de grillo en la dieta no solo cumple con los requerimientos nutricionales básicos, sino que también ofrecen ventajas en términos de conservación y facilidad de transporte, características necesarias para los alimentos utilizados en ambientes hostiles como los entornos de combate (p. 5147)

Trabajos como los de (Nissen et al., 2020, p. 4) han explorado formulaciones de nuevos productos energéticos enriquecidos con harina de grillos que tienen cierta aceptabilidad en atletas, debido a sus beneficios nutricionales y perfil sensorial mejorado. La proteína proveniente de insectos contiene compuestos bioactivos los mismos que pueden ser enriquecidos para aumentar su capacidad antioxidante.

Justificación

La falta de acceso a alimentos frescos del personal militar desplegado en las zonas de combate es limitada. En estas condiciones extremas, es importante el consumo de alimentos que sean altamente nutritivos, fáciles de transportar, conservar y almacenar. Estas características convierten a la dieta militar en todo un desafío en vista que los soldados requieren un régimen alimentario que favorezca la recuperación muscular y mantener un rendimiento cognitivo óptimo para la toma de decisiones en condiciones de estrés, lo que implica un balance adecuado entre proteínas, carbohidratos, ácidos grasos (omega-3), vitaminas y minerales.

En busca de promover el bienestar general del personal militar, este trabajo de investigación plantea soluciones innovadoras a través de la identificación de fuentes de proteína alternativas que sean sostenibles y eficaces. Al centrarnos en la proteína del grillo *Acheta domesticus*, y su potencial para para mejorar la nutrición y el rendimiento se abren nuevas oportunidades para el desarrollo nuevos productos funcionales que cubran las necesidades nutricionales de los militares en situación de combate.

Planteamiento del Problema

El presente trabajo de investigación aborda la necesidad de optimizar la nutrición de los soldados en combate, quienes enfrentan un desgaste físico constante y condiciones adversas que limitan el acceso a alimentos frescos y nutritivos. Las dietas que consumen no siempre satisfacen sus necesidades nutricionales, de lo que surge la necesidad de investigar nuevos productos sostenibles como la proteína del grillo *Acheta domesticus* y su aplicación en barras alimenticias.

Pregunta de Investigación

¿Cómo desarrollar una barra alimenticia que supla las necesidades nutricionales de los militares en situaciones de combate de manera efectiva y sostenible?

Árbol de Problemas

Problema Central: Necesidad de optimizar la nutrición del personal militar en situaciones de combate.

Causas:

Falta de acceso a alimentos frescos y nutritivos: En situaciones de combate, el personal militar tiene acceso limitado a alimentos frescos.

Altas demandas nutricionales debido al desgaste físico: Los militares en combate experimentan un desgaste físico constante, lo que aumenta sus requerimientos calóricos y proteicos.

Dificultades logísticas para transportar y almacenar alimentos: Los alimentos tradicionales no siempre son fáciles de transportar o almacenar sin refrigeración.

Consecuencias:

Desgaste físico y mental: La falta de una adecuada nutrición afecta el rendimiento físico y mental de los soldados.

Problemas de recuperación muscular: La insuficiencia de proteínas y

nutrientes adecuados dificulta la regeneración muscular después de esfuerzos intensos.

Reducción del rendimiento en combate: La falta de energía y nutrientes adecuados puede disminuir el rendimiento de los soldados, afectando sus capacidades en el campo de batalla.

Objetivos

General

Desarrollar de una barra alimenticia enriquecida con proteína de grillos *acheta domésticus* como complemento nutricional para la dieta de militares en situaciones de combate

Específicos

- Identificar las necesidades energéticas y nutricionales de militares en combate mediante una revisión bibliográfica de estudios y pautas científicas.
- Evaluar las características nutricionales del grillo *Acheta domésticus* para determinar su uso como ingrediente para el desarrollo de una barra alimenticia.
- Desarrollar la formulación de una barra alimenticia que cumpla con los parámetros nutricionales identificados para los militares en situaciones de combate utilizando al grillo *Acheta domésticus* como aditivo alimentario.

Alcance

La presente investigación estudia las necesidades nutricionales del personal militar que opera en condiciones extremas, donde el acceso a alimentos frescos y nutritivos es limitado, para esto se determinarán las demandas energéticas y proteicas de los individuos para diseñar un producto que se adecúe a sus requerimientos nutricionales.

Se evaluará el perfil nutricional de la proteína de *Acheta domesticus* y su viabilidad como fuente alternativa de proteínas en comparación con las fuentes tradicionales. Este análisis incluirá una revisión de su composición de

macronutrientes, particularmente su contenido proteico.

Con respecto producto, se desarrollará la formulación de una barra alimenticia que se ajuste a los parámetros nutricionales identificados los que serán evaluados en términos de densidad calórica, considerando las exigencias de movilidad y las condiciones extremas a las que se enfrentan los militares en situaciones de combate. Además de abordar las necesidades nutricionales del personal militar, esta investigación contribuirá a la sostenibilidad alimentaria mediante el uso de proteínas alternativas. La proteína de insectos, como la del *Acheta domesticus*, requiere menos recursos para su producción que las fuentes tradicionales de proteína animal, lo que ofrece una solución nutricional eficiente y ambientalmente responsable al problema planteado.

Hipótesis

Para el presente trabajo se plantea la siguiente pregunta de investigación dado al carácter exploratorio y aplicado enfocado en el desarrollo de una barra alimenticia que sirva de complemento para satisfacer las necesidades nutricionales de los militares en situaciones de combate.

¿Cómo desarrollar una barra alimenticia enriquecida con proteína de grillos como complemento alimenticio que satisfaga las necesidades nutricionales de los militares en situaciones de combate?

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

Acheta domésticus

En la situación alimentaria actual, donde la sostenibilidad, el desarrollo y la eficiencia en los sistemas de producción de alimentos se han convertido en una prioridad a nivel mundial, a causa de la creciente demanda y consumo de nutrientes; estudiar, reconocer y emplear nuevas fuentes de recursos alimenticios es crucial para brindar alternativas innovadoras a la sociedad. En el caso específico de la presente investigación, el uso de insectos comestibles, como el grillo *Acheta domésticus*, exhibe una opción prometedora como un **nuevo alimento** que, según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria "EFSA", esta categoría o denominación comprende alimentos que provienen de nuevas fuentes, sustancias, formas y tecnologías para elaborarlos como los insectos aptos para el consumo humano.

A esta práctica también la conocemos como entomofagia humana o, consumo de insectos, que es reconocida como una experiencia ancestral, además de estar ampliamente aceptada en diversas culturas alrededor del mundo, especialmente en países como Tailandia, China, Japón y México. (Ramos-Elorduy, 2009, p. 66) A esta consideración hay que agregarle que se estima que cerca de 2 mil millones de personas incluyen insectos en su alimentación del día a día, ya sea en un estado crudo, entero, combinados con otros ingredientes o procesados en productos que poseen su respectiva preparación. (Melgar-Lalanne et al., 2019, p. 1168)

Cabe recalcar que entre las especies de insectos más consumidas destacan aquellas pertenecientes al orden Coleóptera[1], que tiene que ver con los escarabajos, seguidas por las de tipo Lepidóptera[2], que se refieren a las mariposas y polillas,

[1] **Coleóptera**: que tiene boca dispuesta para masticar, caparazón consistente y dos élitros córneos que cubren dos alas membranosas, plegadas al través cuando el animal no vuela; p. ej., el escarabajo, el cocuyo, la cantárida o el gorgojo. Fuente: www.rae.es

[2] **Lepidóptera**: que tiene boca chupadora con una trompa que se arrolla en espiral, cuatro alas cubiertas de escamas imbricadas y metamorfosis completa; p. ej., la mariposa y la polilla. Fuente: www.rae.es

continuando con las conocidas Himenóptera[3], en donde se ubican las abejas, avispas y hormigas. De forma general y a nivel mundial, el grillo doméstico o *Acheta domésticus*, del orden Orthoptera, además del gusano amarillo de la harina, conocido llamado Tenebrio molitor, son considerados los insectos más cultivados específicamente para el consumo humano, lo que evidencia y ratifica su creciente popularidad como una alternativa alimentaria sostenible y nutritiva. (Liceaga et al., 2022, p. 17)

Para la EFSA estos nuevos alimentos ofrecen múltiples ventajas para el desarrollo de opciones innovadoras que cuenten con perfiles nutricionales optimizados o con una calidad nutricional superior, convirtiéndose en una fuente que engloba un mayor contenido de proteínas; lo dicho se relaciona con lo manifestado por (Pilco-Romero et al., 2023, p.5) quienes señalan que los factores generales que caracterizan al grillo *Acheta domésticus* es que es un tipo de insecto que posee un alto contenido proteico, pudiendo ser empleado en diversas aplicaciones y, un rasgo alentador acerca de su consumo es el bajo impacto ambiental que requiere su utilización al momento de procesarlo como un alimento.

Según la investigación realizada por (Melgar-Lalanne et al., 2019, p. 1169) el *Acheta domésticus*, conocido comúnmente como grillo doméstico, es un insecto del orden Orthoptera[4] cuyo origen se atribuye a regiones ubicadas en Asia, Europa y el norte de África. Sin embargo, en la actualidad, su distribución se ha convertido en algo global gracias a su adaptabilidad en diferentes regiones del mundo. Asimismo, se conoce que este insecto ha sido tradicionalmente utilizado como fuente de alimento para otro tipo de especies, entre las que constan anfibios, artrópodos, aves y reptiles, lo que resalta y confirma su valor nutricional.

Al referirnos a su **morfología y características físicas**, el grillo doméstico tiene

[3] **Himenóptera**: que es masticador y lamedor a la vez, por estar provista su boca tanto de mandíbulas como de una especie de lengüeta, que tiene en el extremo del abdomen, un aguijón en el que desemboca el conducto excretor de una glándula venenosa; p. ej., la abeja y la avispa. Fuente: www.rae.es

[4] **Orthoptera**: los Ortópteros (Orthoptera, del griego ορθός orthós, "recto, derecho", y de πτερον pteron, "alas") constituyen un orden de Insectos neopteros, exopterigotos, con aparato bucal masticador. Pertenecen a este orden los saltamontes, las langostas, los grillos y el alacrán cebollero.

una longitud promedio de 25 a 30 mm, sin contar y/o medir sus antenas, que pueden alcanzar la misma extensión que su cuerpo. Este tipo de insecto presenta una coloración marrón amarillenta con tonalidades más oscuras en el abdomen y la cabeza, mientras que sus alas, que son más largas que su cuerpo, cubren el abdomen y terminan en dos puntas. Además, existe un marcado dimorfismo[5] sexual: las hembras son más grandes y poseen un oviscapto[6] de aproximadamente 20 mm, que lo emplean principalmente para la puesta de huevos, mientras que los machos son de menor tamaño. (Apolo-Arévalo, 2015, p.168)

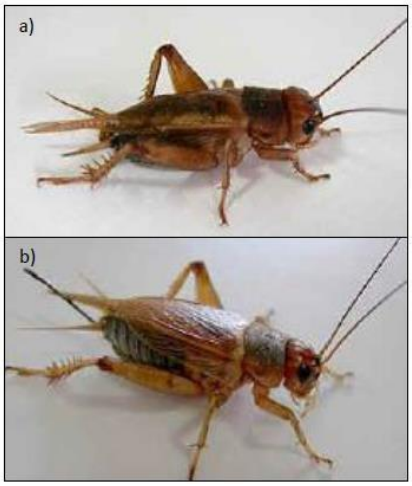


Imagen 1. Acheta domésticus adultos: a) Macho, b) Hembra.
Fuente: Gaua (2012).

Al hablar de su **anatomía**, se puede señalar que los insectos, incluido el *Acheta domésticus*, se caracteriza por una fisiología dividida en tres regiones principales: cabeza, tórax y abdomen. A pesar de esta estructura común, presentan una notable diversidad morfológica. En el caso del grillo doméstico, su cabeza cuenta con un par de ojos compuestos llamados ocelos y unas antenas cuya longitud equivale en la mayoría de los casos a la de su cuerpo, las cuales funcionan como órganos táctiles,

[5] **Dimorfismo**: condición de las especies animales o vegetales que presentan dos formas o dos aspectos anatómicos diferentes. Fuente: www.rae.es
[6] **Oviscapto**: órgano perforador que llevan en el extremo del abdomen las hembras de muchos insectos, con el que abren lugar en la tierra o al través de los tejidos vegetales y aun animales, para depositar con seguridad los huevos que han de poner. Fuente: www.rae.es

olfativos e incluso auditivos. (Garibay, 2007, p.3)

En el mismo sentido, el tórax de los insectos está compuesto por tres segmentos principales: protórax, mesotórax y metatórax, cada uno de los cuales aloja un par de patas. En el caso de los grillos domésticos, las patas delanteras presentan una especialización que les permite excavar en ciertas superficies, una característica que compromete parcialmente su capacidad para realizar saltos rápidos en determinadas situaciones. (Garibay, 2007, p.3)

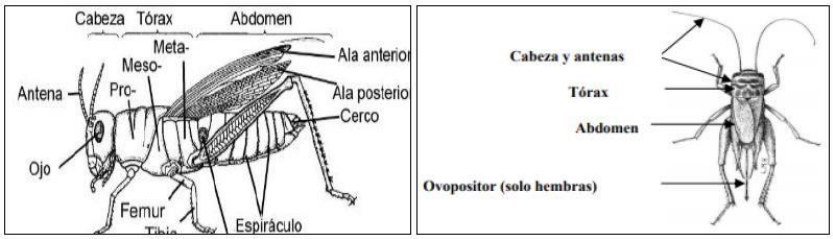


Imagen 2. Morfología de los grillos.

Fuente: Lozano (2005).

Existe un rasgo distintivo del *Acheta domésticus* el cual se refiere al sonido peculiar que emiten conocido como estridulación[7]. Este fenómeno se produce por la interacción entre sus alas. Los grillos poseen dos pares de alas: las anteriores, que son duras y resistentes, que cumplen una función protectora al cubrir las alas posteriores, las cuales son más delgadas y membranosas; por tanto, el mencionado proceso ocurre cuando las alas anteriores se frotan entre sí, generando un sonido que es un medio de comunicación entre su especie, sino también una herramienta para de cortejo y defensa frente a otros insectos o cualquier tipo de amenaza. (Apolo-Arévalo, 2015, p.168).

Al hablar de su **ciclo de vida**, el grillo doméstico experimenta una metamorfosis incompleta, que es característica de los insectos hemimetábolos[8], misma que pasa

[7] **Estridulación**: producción o emisión de sonidos por parte de ciertos animales, pero no con el uso de órganos guturales, sino frotando una parte del cuerpo contra otra, produciéndose cierto tipo de chirrido, pero no necesariamente desagradable, por ejemplo, la fricción entre las alas en los grillos o el fémur de las patas traseras sobre el abdomen en las langostas. Fuente: www.etimologias.dechile.net

[8] **Hemimetábolos**: se utiliza en entomología para referirse a los insectos cuya metamorfosis es gradual o incompleta, es decir, cuando los estados juveniles son semejantes al adulto. Fuente:

por tres etapas fundamentales: huevo, ninfa y adulto. Su esperanza de vida puede alcanzar hasta un año, durante el cual atraviesa siete mudas que marcan su crecimiento y desarrollo.

El *Acheta domésticus* destaca por su elevada capacidad reproductiva, pues las hembras pueden ovipositar entre 30 y 100 huevos cada dos semanas en un espacio húmedo, siempre que las condiciones ambientales y alimenticias sean favorables. La incubación de los huevos requiere temperaturas entre 28 y 32 °C, que garantizar su eclosión en un aproximado de dos semanas, lo que refleja la dependencia de factores externos para el ciclo reproductivo sea óptimo y se complete de forma correcta. (Gaua, 2012, p. 10).

Al referirnos a su **alimentación** este insecto es de naturaleza omnívora; es decir, se alimenta de toda clase de sustancias orgánicas, lo dicho facilita que pueda adaptarse a diversas fuentes de sustento que dependerán de las condiciones externas en las que se encuentre.

Si esta especie permanece o es criada en cautiverio, su dieta puede ser manejada exclusivamente con nutrientes de origen vegetal, siempre y cuando estos sean suministrados en cantidades suficientes para evitar el comportamiento caníbal, como respuesta a la falta de alimento. Frutas como manzanas, peras y guayabas son opciones frecuentes, ya que no solo aportan nutrientes esenciales, sino también el agua necesaria para su hidratación. (Melgar-Lalanne et al., 2019, p. 1187)

Según (Pilco-Romero et al., 2023, p. 3) el *Acheta domésticus* puede alimentarse por diversos tipos o fuentes de dietas: las de tipo holídicas, que consisten en nutrientes completamente definidos, las merídicas, que son parcialmente definidas y, las naturales, que se basan en alimentos tal como se encuentran en el medio. Este manejo dietético, adaptado por un aparato bucal masticador que les permite consumir distintos tipos de alimentos, ayuda a optimizar las condiciones de crecimiento y reproducción del grillo doméstico.

Por las múltiples particularidades descritas sobre el *Acheta domésticus*, se deduce que su **valor nutricional** es en la actualidad ampliamente reconocido, destacando especialmente su alto contenido de proteínas, que constituyen la mayor

www.etimologias.dechile.net

parte de su composición corporal y presentan una calidad comparable o superior a otras fuentes tradicionales de alimento, como el pescado y el pollo; proteínas que cuentan con un óptimo balance en su perfil de aminoácidos esenciales, lo que permite una alta digestibilidad y confirma su valor biológico. (Belluco et al., 2013, p. 310)

Para (Ramos-Elorduy et al., 2012) este tipo de insectos se consideran ricos en ácidos grasos, vitamina B y minerales como el calcio y magnesio, nutrientes que son esenciales para una dieta equilibrada.

Los autores señalan que estas especies poseen una elevada capacidad para aportar una nutrición de calidad al ser humano, en donde resalta su sostenibilidad y bajo impacto ambiental, subrayando su potencial como un recurso clave para enfrentar los desafíos alimentarios actuales, de manera especial en comunidades rurales y en zonas y/o situaciones determinadas en donde se requiere una producción de alimentos más eficiente y sustentable.

Lo manifestado confirma la biodiversidad y adaptabilidad biogeográfica del *Acheta domésticus*, validando su importancia en la búsqueda de alternativas sostenibles en la alimentación humana, como es el caso específico de la presente investigación en donde se desarrollará una barra alimenticia enriquecida con la proteína del grillo doméstico.

Barra alimenticia

Las barras alimenticias, creadas inicialmente en el siglo XX por investigadores de la NASA para las actividades de los astronautas en el espacio y, en otros escenarios, por el ejército norteamericano para los soldados que se encontraban en diferentes puntos de combate; se han consolidado como un producto práctico y versátil dentro de la industria alimentaria y en la dieta diaria de miles de personas alrededor del mundo, esto gracias a su capacidad para combinar nutrición y comodidad al momento de consumirlas. Este tipo de productos pueden ser enriquecidos con diversos ingredientes que incrementan su valor nutricional, uno de ellos y el más recurrente al momento de elaborarlas son los cereales, lo cual transforma y fortalece sus propiedades en alimentos funcionales que contienen una variedad de beneficios

específicos para la salud humana.

Como se mencionó en líneas anteriores, las barras alimenticias predominantes son aquellas formuladas a base de cereales, mismas que responden a una demanda del mercado actual y global, lo cual hace que su preparación inicial se diversifique con ingredientes comunes como la avena, arroz, pasas y especias, que favorecen y complementan sus propiedades organolépticas, así como su perfil nutricional general. La particularidad de estas barras es que dentro de su composición podemos encontrar múltiples elementos, en especial cereales como el trigo, maíz, avena y arroz, mismos que en ciertos casos están combinados con frutas, nueces y diferentes tipos de azúcares como sacarosa, glucosa y fructosa. La innovación de este producto lo hallamos en su diseño y en su *packaging*[9], ya que responde a la creciente demanda de alimentos prácticos y funcionales, ofreciendo una gran variedad de opciones que se enfocan en ser fuentes de proteína, fibra o que cumplen funciones específicas dentro de la dieta de personas que lo requieren. (Zenteno, 2014, p. 33)

No obstante, (Zenteno, 2014) señala que las barras compuestas exclusivamente de cereales suelen presentar limitaciones a nivel nutricional, especialmente si nos referimos a términos de contenido proteico y perfil de aminoácidos. Esta insuficiencia podría ser superada a través de la inclusión de germinados, semillas, subproductos o ingredientes proteicos de bajo costo y alto valor nutricional como los nuevos alimentos, mejorando de manera significativa su calidad y contribución dietética. Igualmente, el uso de ingredientes autóctonos o propios de una región en particular ofrece una oportunidad para desarrollar productos más sostenibles y culturalmente relevantes, con un impacto positivo y sostenido en las comunidades locales y en la biodiversidad alimentaria (p. 65)

Cuando hablamos de barras alimenticias, se puede encontrar a las mundialmente reconocidas **barras energéticas**, que se destacan principalmente por su contenido proteico y su fortificación con vitaminas, minerales y carbohidratos, lo que las convierte en una fuente concentrada de energía. Así también, la formulación de

[9] **Packaging**: papel que envuelve un producto o la caja en la que se almacena. El objetivo es que el packaging proteja al producto en cuestión durante su traslado a los centros de venta, su permanencia en un depósito o en un local y su manipulación. Fuente: www.definicion.de

este tipo de productos puede incluir suplementos dietéticos que refuerzan y optimizan su aporte nutricional.

Estos alimentos, al proporcionar calorías mediante una mezcla equilibrada de carbohidratos y proteínas simples y complejas, ofrecen una alternativa práctica para el consumo habitual, de manera especial en contextos sociales y/o realidades laborales en donde la rapidez y la eficacia en la ingesta nutricional son esenciales para satisfacer una de las fundamentales necesidades básicas del ser humano. (Henao Montoya, 2018, p. 16)

A pesar de lo expuesto y de las diversas posibilidades que se presentan al momento de elaborar este tipo de producto, la industria de barras alimenticias ha priorizado en la mayoría de los casos características organolépticas, técnicas y económicas sobre el valor nutricional de la barra en sí, lo que ocasiona que se limite el desarrollo de productos accesibles con una calidad nutricional óptima.

Zenteno (2014) menciona que aquellas barras que cumplen con estándares nutricionales de una calidad superior suelen comercializarse a precios elevados, lo que impide y en ciertos casos restringe su alcance a un público más amplio y de diferentes niveles socioeconómicos (p. 66)

Entonces, las barras alimenticias son productos que cuentan con una gran versatilidad y que se **clasifican** según diversos criterios relacionados con su composición y funcionalidad, lo cual permite que puedan llegar a satisfacer diferentes necesidades nutricionales y preferencias de consumo. Según (Ruiz, 2019) estas clasificaciones circunscriben tanto el contenido principal de nutrientes como los ingredientes prioritarios utilizados para su producción y/o elaboración, lo que determina el propósito de la barra y perfil sensorial.

En cuanto al **contenido principal de nutrientes**, las barras se dividen principalmente en dos categorías:

- **Barras hidrocarbonadas**: que se destacan por su alto contenido de carbohidratos, mismo que puede representar hasta más del 70% del total de macronutrientes. Este tipo de barras son ideales para proporcionar energía de rápida disponibilidad y se orientan a actividades que requieren un incremento inmediato en la ingesta calórica.

- **Barras proteicas**: a pesar de que también contienen una proporción de carbohidratos, su característica específica es su alto contenido de proteínas, el cual puede oscilar entre el 5% y el 20% del total. Estas barras están diseñadas para satisfacer necesidades concretas de recuperación muscular o aumento de la ingesta proteica en dietas especializadas.

De igual manera, las barras alimenticias se pueden clasificar según el **ingrediente prioritario** utilizado en su formulación, dando como resultado:

- **Barras de cereales**: tienen como base ingredientes como avena, trigo, maíz o arroz, lo que les otorga un perfil nutricional balanceado y una textura característica.
- **Barras con chocolate**: en este ejemplar, el chocolate es el ingrediente principal, aportando tanto sabor como energía, pensado en consumidores que buscan un producto amigable, indulgente sin perder el enfoque energético.
- **Barras multifrutas**: combinan una gran variedad de frutas en su formulación como plátano, fresas, naranja, uvillas y otras de temporada, lo que las convierte en opciones atractivas para consumidores interesados en un aporte de nutrientes naturales complementados con un sabor distintivo.

La amplia diversidad presentada en los tipos de barras alimenticias disponibles en el mercado actual permite satisfacer un espectro de demandas específicas del mercado, adaptándose tanto a las necesidades de consumo general como a las exigencias de dietas especializadas. Este nivel de personalización no solo responde a las preferencias de distintos grupos de consumidores, sino que también facilita su incorporación en estilos de vida diversos y actividades particulares, desde aquellas que buscan alimentos funcionales para complementar rutinas altamente activas, hasta quienes requieren alternativas nutricionales específicas debido a restricciones dietéticas o condiciones de salud individuales. La versatilidad de las barras alimenticias amplía su funcionalidad y alcance, consolidándolas como una opción práctica y adaptativa dentro de la alimentación moderna.

Al hablar de sus **principales características**, las barras energéticas se han afianzado como un complemento nutricional y calórico de gran utilidad en ciertas

situaciones que requieren un incremento en la ingesta de energía o nutrientes. Este tipo de productos, acentúan su importancia por ofrecer una alta densidad energética en un formato compacto y ligero, con unidades de presentación que suelen pesar entre 25 y 70 gramos comúnmente.

Ruiz (2019) indica que su facilidad de transporte, conservación y consumo las transforma en el alimento ideal para satisfacer necesidades energéticas puntuales sin que esto signifique que van a ocupar mucho espacio o requerir de un gran esfuerzo logístico, particularidades que han impulsado su popularidad y preferencia en contextos como el deportivo y otros escenarios que conllevan a una alta demanda física (p. 4).

Otra importante cualidad de las barras energéticas es la versatilidad que presenta, la cual se ve reflejada en la variedad de elaboraciones y presentaciones disponibles en el mercado, que varían de acuerdo con la región en la que se encuentre en particularidades como: textura, sabor y formulación. Este dinamismo responde y está al tanto de las exigencias de los consumidores, que continuamente buscan productos con enfoques diferenciados para posicionarse como una nueva alternativa o un nuevo alimento.

Imagen 3. Barras energéticas.
Fuente: www.freepik.es

Henao Montoya (2018) señala que, a pesar de los beneficios descritos, resulta imperante destacar que estas barras no están diseñadas para sustituir una dieta equilibrada, sino que sirven para complementar la alimentación en situaciones específicas donde las necesidades calóricas del organismo superan lo que puede

cubrirse con una dieta convencional. Se puede deducir entonces que un gran porcentaje de las barras energéticas aportan entre 3 y 5 kilocalorías por gramo, convirtiéndose en una fuente concentrada de energía para momentos críticos, tal como se ha planteado la hipótesis del presente trabajo (p. 17).

Si hablamos del **contenido nutricional** presente en las barras energéticas, se indica que su elaboración está pensada en proveer un aporte calórico eficiente y adaptado a diversas necesidades del ser humano, siendo los carbohidratos el principal macronutriente responsable del suministro de energía. Ahora bien, los carbohidratos que hallamos en estas barras pueden ser simples o complejos, y su proporción influye de manera directa en la velocidad y duración del aporte energético en una persona.

Se entiende entonces que los carbohidratos simples, al ser metabolizados de forma rápida o automática, genera un aumento inmediato de energía al convertirse en glucosa, con el excedente almacenado como glucógeno. Por otro lado, los carbohidratos complejos se procesan de una manera lenta, liberando energía de forma prolongada y sostenida, una peculiaridad bastante útil en actividades personales que requieren de una buena resistencia física y estar expuestos a una larga duración.

Asimismo, las barras energéticas incluyen grasas y proteínas, las cuales desempeñan funciones complementarias en el proceso alimenticio. En este caso los lípidos, que se transforman en energía de forma más lenta que los carbohidratos, ofrecen un efecto prolongado, lo que resulta bastante útil en contextos donde se busca mantener el rendimiento de la persona por períodos extendidos de tiempo. Por su parte, las proteínas, no solo contribuyen al desarrollo y a la reparación muscular, sino que también coadyuvan en procesos metabólicos que resguardan la producción de energía en el cuerpo humano. El equilibrio descrito entre macronutrientes permite adaptar el uso de cada tipo de barra según las demandas y/o requerimientos específicos del consumidor (Ruiz, 2019, p. 5)

Resulta necesario indicar que el perfil nutricional de este tipo de barras se complementa con micronutrientes como vitaminas y minerales; muchas presentaciones y fórmulas incluyen vitaminas del grupo B y vitamina C, esenciales

en el metabolismo energético, así también hallamos minerales que refuerzan el equilibrio nutricional y el funcionamiento corporal. Esta visión integral convierte a las barras energéticas en una opción versátil, capaz de adaptarse a diferentes escenarios, desde actividades físicas intensas hasta situaciones específicas y/o determinantes en los que se requiere un soporte calórico y nutricional práctico y eficiente. (Henao Montoya, 2018, p. 8)

En este contexto, resulta fundamental impulsar la investigación y el desarrollo de nuevas formulaciones de barras alimenticias y energéticas que logren un equilibrio óptimo entre funcionalidad, sabor y accesibilidad dentro del mercado. La presente investigación se enmarca en esta necesidad, proponiendo alternativas con nuevos alimentos como el grillo doméstico que no solo cumplen con un perfil nutricional real y equilibrado, sino que también responden a las exigencias de los consumidores modernos y, añadido a eso, pueden ser creadas a partir de requerimientos particulares con innovadoras formulaciones.

En línea con los desafíos que plantea la seguridad alimentaria a nivel global, las iniciativas orientadas al desarrollo de productos innovadores, como las barras alimenticias funcionales, representan una estrategia clave para enfrentar estas problemáticas y los retos de situaciones específicas como las de los militares en combate. Estas soluciones se enfocan en ser sostenibles y asequibles, maximizando el aprovechamiento de recursos y garantizando el acceso a alimentos que contribuyan al bienestar de la población en general.

En síntesis, lo planteado señala que las barras alimenticias desempeñan un papel crucial en contextos donde las necesidades energéticas y nutricionales se ven incrementadas por diversos factores. Escenarios como entrenamientos intensos, actividades físicas de alta exigencia o limitaciones temporales en la ingesta de alimentos, acentúan la importancia de estos productos como una alternativa práctica y efectiva para compensar ciertos desequilibrios nutricionales. Su formulación, orientada a proporcionar una densidad energética significativa junto con nutrientes esenciales, como los nuevos alimentos, robustece su funcionalidad y las posiciona como un instrumento versátil para compensar las demandas del organismo en condiciones específicas.

Dieta de militares en combate

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una barra alimenticia funcional enriquecida con proteína de grillos *Acheta domésticus*, orientada como complemento nutricional para la dieta de militares en situaciones de combate. Este enfoque innovador responde a la necesidad de suministrar una alternativa alimenticia altamente nutritiva, práctica y adecuada para contextos extremos donde los requerimientos energéticos y nutricionales son elevados y, el acceso a alimentos convencionales puede ser limitado o, en ciertas circunstancias nulo.

La alimentación dentro de las tropas militares ha representado históricamente un desafío complejo, influenciado por limitaciones económicas de los gobiernos y la disponibilidad de alimentos que depende de factores externos y medioambientales. En épocas pasadas, las conocidas tiendas o campamentos para el ejército padecían de una infraestructura sanitaria adecuada, con alimentos que contaban con una composición nutricional deficiente, marcada por la escasez de carne, productos frescos, frutas de temporada y micronutrientes esenciales, lo que causaba en primer lugar enfermedades del sistema digestivo o del organismo en general y, en segundo lugar, reducía las capacidades físicas de los soldados, reflejando una precariedad a nivel organizacional, logístico, alimenticio y financiero (Arcarazo, 2014, p. 294)

A pesar de aquello, desde finales del siglo XIX inició una mayor preocupación por una adecuada nutrición militar, lo cual incentivó a la creación de nuevos tratados en esta materia, marcando un punto de inflexión en la gestión alimentaria castrense; esto ha motivado a que a partir de la década de los noventa y a través de los años se vaya dando un avance significativo con la creación e implementación de las mundialmente conocidas **raciones de previsión**. Estas innovaciones han facilitado el proceso alimenticio en representaciones nacionales y en misiones internacionales, mejorando de manera notable la calidad de vida y el rendimiento de los contingentes militares. (Arcarazo, 2014, p. 298)

Según (Marx de Salcedo, 2015) cuando se activan las diferentes operaciones militares, los soldados pueden llegar a enfrentarse a condiciones extremas que

requieren de un gasto energético elevado, alcanzando en ciertos casos hasta 4,200 calorías diarias. Estas demandas metabólicas, que se ajustan a las exigencias físicas y mentales del campo de batalla, contrastan con las limitaciones prácticas y de territorio que enfrentan para alimentarse de manera convencional, esto debido a que, en medio de situaciones críticas, como el combate, los soldados no disponen del tiempo o las condiciones apropiadas para una comida estructurada (p. 21).

Esta realidad subraya la necesidad de buscar y plantear nuevas soluciones alimenticias prácticas y altamente energéticas que puedan consumirse fácilmente, con el objetivo de garantizar el aporte calórico adecuado para mantener el rendimiento del cuerpo militar y la resistencia de las tropas en condiciones adversas.

La mencionada autora manifiesta que el riguroso trabajo de las tropas militares en misiones de combate requiere de una alimentación cuidadosamente diseñada para satisfacer las demandas físicas y psicológicas que enfrentan los soldados de diferentes rangos en condiciones extremas. Las raciones de combate, de las que se hablaba en líneas anteriores, deben contener y ser ricas en proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales, lo cual asegure un equilibrio nutricional que permita mantener, fortalecer e incrementar el rendimiento en escenarios adversos de vigilancia, confrontación y/o ataque. Las raciones de previsión están acondicionadas para resistir altas temperaturas, ser consumidas frías y cumplir con estrictos requisitos de condiciones, que comprenden desde el aporte energético, peso y diseño de los envases, hasta los términos en el uso de transgénicos y otros de relevancia para las Fuerzas Armadas de distintas naciones. (Marx de Salcedo, 2015, p. 23)

Imagen 4. Modelo de ración moderna (Ejército danés)
Tomada de "BBC News Mundo" [Fotografía] Greenwood, 2017,
https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-40006506

Rubio Bastida (2014) indica que las raciones de previsión dispuestas están minuciosamente calculadas para fundamentar un aporte energético diario de entre 3,600 calorías, distribuidas en tres comidas que, en conjunto, no superan el kilo y medio de peso, insumo que claramente debe llevar cada soldado de tropa por lo que no puede representar una gran carga (p. 2).

Lo dicho se relaciona con los estándares planteados de la Organización del Tratado del Atlántico Norte "OTAN", que indica que las raciones deben cumplir con al menos un 10% de proteínas, un 35-40% de grasas y el resto en hidratos de carbono. Así también, los productos como las conservas son sometidas a rigurosos controles de calidad y resistencia a altas temperaturas para evitar riesgos alimentarios que se podrían presentar en el periodo de tiempo que dure el combate. Los menús que se diseñan con variedad y equilibrio pueden llegar a incluir carnes, pescados, legumbres, verduras, cereales y frutas, presentados en diversos formatos como cremas, barras o en almíbar, asegurando la funcionalidad de cada alimento y un aporte nutricional óptimo para cada uno de los militares.

Los insumos no son los únicos que lleva la tropa, pues dentro de los paquetes de suministro proporcionados a cada soldado en este tipo de misiones de combate, se incluyen también elementos esenciales que van más allá de los alimentos básicos; estos kits contienen un hornillo portátil, pastillas potabilizadoras de agua, pan galleta, suplementos vitamínicos, materiales de aseo personal y artículos para

el cuidado bucal. Este suministro compromete tanto la supervivencia en condiciones adversas como la higiene y el mantenimiento de la salud del combatiente. (Rubio Bastida, 2014, p. 3)

Adicional a lo señalado, dentro del combate se presentan ciertas situaciones que demandan un mayor desgaste físico o son casos concretos en donde se requiere de un aporte nutricional extra, en estos momentos las tropas disponen de raciones especiales de emergencia. Estas raciones están elaboradas para sustentar la capacidad operativa del soldado durante un periodo de 24 horas e incluyen productos como geles energéticos y/o barras alimenticias enriquecidas con proteínas y vitaminas. Este tipo de producto asegura una respuesta eficaz a las exigencias extremas de las operaciones militares, suministrando energía rápida y sostenida en un formato práctico y ligero. (Rubio Bastida, 2014, p. 5)

Ahora bien, cada uno de los menús que se diseñan para las raciones militares varían ampliamente entre los ejércitos de diferentes países, reflejando no solo las necesidades nutricionales de los soldados, sino también las tradiciones culturales y gastronómicas de cada nación, incluso, en la actualidad se presentan dietas especificas tomando en cuenta aspectos de salud o de religión. Estos contrastes permiten adaptar las raciones a los gustos y hábitos alimenticios regionales/locales, así como asegurar un suministro adecuado de energía y nutrientes esenciales en situaciones reales de combate.

En la investigación realizada por la BBC Mundo (Rubio Bastida, 2014, p. 2) encontramos la siguiente categorización de menús que responden a su lugar de origen:

Las tropas de Estonia incluyen en sus raciones paté de pollo, un alimento práctico y energético. En España, las raciones son notablemente variadas e incorporan opciones como calamares en aceite y granos verdes con jamón, integrando productos característicos de la cocina española.

En el caso de las tropas alemanas, se ofrece pan de centeno, un alimento rico en fibra, acompañado de goulash[10], un guiso típico de Europa Central. Si hablamos del ejército francés este mantiene su identidad culinaria proporcionando

[10] **Goulash**: estofado picante de carne originario de Hungría. Fuente: www.rae.es

cassoulet[11], un tradicional guiso a base de frijoles y carne; mientras que los soldados australianos consideran esencial incluir un tubo de *Vegemite*[1212], un producto rico en vitaminas del complejo B.

Por otro lado, la infantería italiana recibe, además de los alimentos básicos, un toque distintivo con un trago de *grappa*, un aperitivo alcohólico derivado de la uva, que cumple la función de mejorar el ánimo en circunstancias desafiantes.

Lo dicho también lo podemos ver en el conteniente americano, en donde la innovación en alimentos para el consumo militar ha llevado al desarrollo de productos que combinan durabilidad, practicidad y preferencia de los soldados, como es el caso de la denominada "pizza eterna".

Este producto, creado en 2014 por científicos del Laboratorio Militar de Massachusetts – Estados Unidos, está diseñado para conservarse durante casi tres años sin necesidad de refrigeración o congelación, manteniendo intactas sus propiedades organolépticas y nutricionales. La inclusión de la pizza en las raciones de los soldados norteamericanos responde a la alta demanda de este alimento incluso en contextos de movilización, lo que subraya la necesidad de diversificar los menús militares para adaptarlos a las preferencias de las tropas. Si bien no cuenta con una apariencia exacta, este logro alimenticio se consiguió mediante la incorporación de humectantes como azúcar, sal y jarabes, que hidratan la pizza mientras previenen la transferencia de agua a la masa, privando el crecimiento de moho y bacterias. (Marx de Salcedo, 2015,p. 25)

Ecuador no se ha quedado atrás, a pesar de que en años anteriores las raciones para militares se importaban de otros países, a partir del presente año esta realidad cambio y las Fuerzas Armadas han contratado a empresas ecuatorianas para que se encarguen de esta labor, generando nuevas fuentes de empleo y procurando que los menús mantengan una identidad nacional. Es así como, la producción local de raciones de combate en el país representa un avance significativo en la

[11] **Cassoulet**: base de alubias cocidas en una olla con corteza o piel de cerdo, condimentos y aromatizantes, acompañadas de carnes y gratinadas al finalizar la cocción. Fuente: www.laroussecocina.mx

[12] **Vegemite**: pasta de untar, de textura similar a la mantequilla, pero de color marrón oscuro y elaborado con extracto de levadura. Fuente: www.abc.es

autosuficiencia alimentaria y en el fortalecimiento de la economía. Estos emprendedores tienen la capacidad de elaborar anualmente más de doscientas mil raciones, mismas que han sido diseñadas específicamente para cubrir las necesidades nutricionales y calóricas de los militares en operaciones e incluyen desayuno, almuerzo y cena, garantizando un balance adecuado de nutrientes. (Higuera, 2024, p. sn)

Algo que destacar de la entrevista (Higuera, 2024, p. sn) es el proceso de producción que combina técnicas innovadoras con recetas tradicionales ecuatorianas, incorporando alimentos como locro de cuero, seco de pollo, menestra con arroz, entre otros. Asimismo, los empresarios afirman que todos los ingredientes son de origen nacional y carecen de químicos añadidos, lo que asegura calidad y aceptación por parte del personal militar. La utilización de insumos locales ha fomentado el crecimiento de pequeñas empresas, como aquellas que producen granola y purés de frutas y verduras, promoviendo así una trasformación en la industria alimentaria y un abastecimiento constante en tiempos de crisis.

Estas particularidades y preferencias en los menús no solo acentúan la diversidad cultural, sino que también destacan la importancia de garantizar una alimentación que equilibre las necesidades funcionales con los aspectos emocionales y culturales de los soldados en combate. Los avances que realiza cada nación a través de investigaciones y prueba-error, además de representar cada vez una mejora en la calidad de las raciones militares, también demuestra cómo la ciencia alimentaria puede abordar desafíos logísticos y funcionales en escenarios extremos, promoviendo el bienestar y la moral de las tropas.

Es así como, con el fin de sintetizar las teorías expuestas, la inclusión de la proteína de grillos en las barras alimenticias otorga un alto contenido proteico, un perfil equilibrado de nutrientes con una fácil digestibilidad, que brinda al producto un valor agregado significativo y, además, se convierte en una opción práctica de alimento y consumo para los militares.

Este ingrediente que se considera un nuevo alimento no solo mejora el aporte nutricional de la barra, sino que también se alinea con principios sostenibles por el bajo impacto ambiental asociado a la cría de insectos. Asimismo, el diseño

funcional de la barra busca compensar posibles desequilibrios alimentarios al integrar nutrientes clave, contribuyendo al rendimiento físico y cognitivo de los soldados en escenarios de alta demanda energética.

Por tanto, el proyecto de investigación pretende posicionar este producto como una alternativa innovadora en el mercado de alimentos funcionales, promoviendo la aceptación de los insectos como una fuente alimentaria sostenible y viable. A través del estudio de esta propuesta, se espera satisfacer las necesidades específicas de un segmento importante de consumidores como las Fuerzas Armadas y, al mismo tiempo, fomentar el desarrollo de soluciones alimenticias innovadoras que combinen nutrición, sostenibilidad y funcionalidad en contextos críticos.

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

La investigación se desarrolla bajo un enfoque experimental y descriptivo, con un componente cuantitativo, y tiene como objetivo principal el desarrollo de una barra alimenticia enriquecida con proteína de *Acheta domesticus* destinada a cubrir las necesidades nutricionales del personal militar en escenarios de combate. Esta investigación se lleva a cabo en tres fases: la identificación de las necesidades nutricionales del personal militar, la formulación experimental de las barras alimenticias con variantes de ingredientes, y el análisis nutricional de los prototipos desarrollados.

Diseño Experimental

El diseño experimental de la investigación se basa en el desarrollo de tres variantes de barras alimenticias utilizando los mismos ingredientes, pero con diferentes proporciones para cumplir con las necesidades energéticas y de saciedad del personal militar en combate. Las tres fórmulas están diseñadas para una barra de 100 gramos de peso total por unidad.

Fórmula Base (Referencia):

Esta fórmula busca un balance equilibrado entre los ingredientes para proporcionar energía constante. Los ingredientes y sus proporciones son:

Tabla 1.

Referencia de fórmula base

Ingrediente	**Porcentaje (%)**
Harina de grillo	25
Avena	21
Miel	15
Frutos secos (almendras, nueces)	12
Cacao en polvo	8
Aceite de coco	8

Semillas de chía	6
Extracto de vainilla	2
Sal marina	2
Ácido ascórbico	1

Nota. Hace referencia a la fórmula base, Chalén Francisco, 2025

Variante 1 (Mayor Enfoque en Energía Rápida): Esta fórmula aumenta la cantidad de miel y aceite de coco para proporcionar energía rápida, y reduce ligeramente la fibra.

Tabla 2.

Formula Variante 1

Ingrediente	**Porcentaje (%)**
Harina de grillo	23
Avena	18
Miel	18
Frutos secos (almendras, nueces)	12
Cacao en polvo	7
Aceite de coco	10
Semillas de chía o linaza	5
Extracto de vainilla	2
Sal marina	3
Ácido ascórbico	2

Nota. Hace referencia a la fórmula de la Variante 1, Chalén Francisco, 2025

Variante 2 (Mayor Enfoque en Resistencia y Saciedad): Esta fórmula incrementa la cantidad de proteína de Acheta domesticus y avena, reduciendo la miel y el aceite de coco, para proporcionar una liberación de energía más prolongada y mayor saciedad.

Tabla 3.

Formula variante 2

Ingrediente	**Porcentaje (%)**
Harina de grillo	28
Avena	22
Miel	12

Frutos secos (almendras, nueces)	12
Cacao en polvo	8
Aceite de coco	6
Semillas de chía o linaza	6
Extracto de vainilla	2
Sal marina	2
Ácido ascórbico	2

Nota. Hace referencia a la fórmula de la Variante 2, Chalén Francisco, 2025

Las proporciones de los ingredientes en cada variante se ajustan con base en los requerimientos energéticos específicos, con un enfoque en proporcionar energía rápida o prolongada y mejorar la saciedad.

Recolección de Datos

Para esta investigación, los datos se recopilarán a través de dos métodos principales:

Revisión bibliográfica de las necesidades nutricionales del personal militar:

Se realizará una revisión de literatura científica sobre las necesidades nutricionales y energéticas del personal militar en condiciones de combate. Esta revisión guiará el desarrollo de las barras alimenticias, asegurando que los ingredientes seleccionados sean adecuados para cubrir las necesidades de energía rápida y sostenida, así como los micronutrientes esenciales.

Análisis bromatológicos de las barras alimenticias:

Una vez formuladas las barras, se llevarán a cabo los siguientes análisis:

Análisis bromatológicos:

Se realizarán análisis bromatológicos para determinar el perfil nutricional de cada variante de la barra alimenticia, que incluyen la medición de los siguientes componentes:

Análisis de humedad (Método de Desecación):

Se determinará el contenido de agua en las barras alimenticias mediante el método de desecación a 105°C. La muestra se pesará antes y después del secado y se calculará el contenido de humedad utilizando la fórmula:

$$Humedad\ (\%) = \frac{Peso\ inicial - Peso\ final}{Peso\ inicial} x100$$

Análisis bromatológico de proteínas (Método Kjeldahl):

El contenido de proteínas se determinará mediante el análisis bromatológico usando el método Kjeldahl, que mide el nitrógeno total en la muestra y lo convierte en una estimación de proteína. Este análisis es clave para verificar que las barras alimenticias cumplan con los requisitos proteicos establecidos.

Análisis de grasas:

Se realizará el análisis de grasa total utilizando el método Soxhlet, que permite extraer las grasas de la muestra con un solvente adecuado. El contenido de grasa total se calcula a partir de la cantidad extraída.

Análisis de carbohidratos (por diferencia): El contenido de carbohidratos se calculará por diferencia, restando los porcentajes de proteínas, grasas, humedad y cenizas del 100%.

Análisis de cenizas (minerales): Se determinará el contenido mineral total (cenizas) mediante la incineración de la muestra a 550°C, lo cual permite medir la cantidad de minerales presentes.

Procedimiento de Evaluación y Análisis de Resultados

Análisis de los resultados nutricionales: Los datos de los análisis de humedad, proteínas, grasas, carbohidratos y cenizas se analizarán para verificar que las barras

cumplan con los requisitos nutricionales establecidos. El contenido de humedad se comparará con los estándares de calidad para asegurar que las barras tengan una vida útil adecuada y estabilidad. El contenido de proteínas se verificará para asegurar que cada fórmula cumpla con los requisitos proteicos necesarios para el rendimiento físico del personal militar.

Validación de los Resultados

La validación de los resultados se basará en la comparación de los perfiles nutricionales de las barras con las necesidades energéticas y nutricionales del personal militar identificadas en la fase de revisión bibliográfica. Además, se verificará que el contenido de cada componente (proteínas, grasas, carbohidratos y humedad) cumpla con los requisitos establecidos para garantizar que el producto final sea adecuado y funcional para su uso en condiciones extremas.

Justificación de los Nutrientes Elegidos

Harina de Avena (Avena sativa)

La harina de avena se selecciona por su alto contenido en carbohidratos complejos, lo que garantiza una liberación sostenida de energía, ideal para condiciones de alta exigencia física (Gupta et al., 2024, p. 268). Además, contiene beta-glucanos, fibras solubles que mejoran la salud digestiva y ayudan a regular la glucosa en sangre, manteniendo un aporte energético constante (Gupta et al., 2021, p. 268). La avena también aporta proteínas vegetales, hierro y magnesio, nutrientes esenciales para la función muscular y la recuperación post ejercicio.

Miel

La miel se incorpora en la formulación para ofrecer una fuente inmediata de energía, ya que sus azúcares simples (fructosa y glucosa) se absorben rápidamente, favoreciendo la respuesta energética en situaciones críticas (Ahluwalia et al., 2020; Zamri et al., 2023). Además, la presencia de antioxidantes y flavonoides en la miel fortalece el sistema inmunológico y mejora la función cognitiva, lo que es

fundamental para reducir la fatiga mental durante esfuerzos intensos (Ahluwalia et al., 2020).

Almendras (Prunus dulcis)

Las almendras se eligen por su alto contenido en proteínas y grasas saludables, así como por su aporte de vitamina E, un potente antioxidante que protege las células del estrés oxidativo (Barreca et al., 2020; Dreher, 2021). Además, son una fuente importante de minerales como el magnesio y el fósforo, los cuales son fundamentales para la función muscular y ósea, apoyando la recuperación tras actividades de alta intensidad (Dreher, 2021).

Proteína de Grillo (Acheta domesticus)

La proteína de grillo se selecciona por su elevada calidad y biodisponibilidad, superando en algunos casos el 76% de contenido proteico, lo que la hace altamente eficiente para la recuperación y el mantenimiento muscular (Abdalbasit et al., 2017). Este ingrediente aporta también ácidos grasos esenciales y micronutrientes, contribuyendo a un perfil nutricional robusto que favorece la resistencia física y la recuperación en entornos exigentes (Abdalbasit et al., 2017; Shamsi et al., 2020).

Aceite de Coco

El aceite de coco es incluido por ser una fuente rica en ácidos grasos de cadena media (MCT), que se metabolizan rápidamente para proporcionar energía inmediata (Formulaciones Barras, 2021). Esta característica lo hace ideal para complementar la energía rápida necesaria en situaciones de alta actividad física, ayudando a estabilizar el aporte energético del producto (Formulaciones Barras, 2021).

Semillas de Chía o Linaza

Las semillas de chía o linaza aportan ácidos grasos omega-3, esenciales para el funcionamiento cognitivo y la reducción de procesos inflamatorios (Formulaciones Barras, 2021; Zamri et al., 2023). Asimismo, su contenido en fibra contribuye a una

digestión regulada y prolonga la sensación de saciedad, lo que resulta beneficioso en contextos donde el acceso a alimentos es limitado (Formulaciones Barras, 2021).

Electrolitos y Vitamina C

La adición de electrolitos (sal marina) y vitamina C se justifica para mantener el equilibrio hídrico y prevenir la fatiga, aspectos críticos en situaciones de combate (Formulaciones Barras, 2021; Zamri et al., 2023). La vitamina C, además, actúa como un antioxidante que protege contra el estrés oxidativo y facilita la recuperación muscular (Zamri et al., 2023).

Justificación de los Porcentajes en la Fórmula

Las proporciones de cada ingrediente se han establecido mediante pruebas experimentales y análisis nutricionales, buscando equilibrar la liberación de energía, la saciedad y la recuperación muscular, adecuándose a las necesidades específicas del personal militar.

Fórmula Base (Referencia)

- **Proteína (25%):** Se selecciona para garantizar un aporte adecuado que favorezca la reparación y mantenimiento muscular (Formulaciones Barras, 2021; Marx de Salcedo, 2015).
- **Avena (20%):** Contribuye con energía de liberación sostenida y fibra dietética, esencial para mantener niveles de glucosa estables (Formulaciones Barras, 2021).
- **Miel (15%):** Aporta energía de rápida absorción, complementada por sus propiedades antioxidantes (Ahluwalia et al., 2020).
- **Frutos secos (12%):** Proveen grasas saludables y minerales esenciales, mejorando el perfil nutricional global (Barreca et al., 2020).
- **Cacao en polvo (8%):** Incorpora antioxidantes y mejora las características sensoriales del producto (Formulaciones Barras, 2021).
- **Aceite de coco (8%):** Ofrece energía rápida mediante MCT, estabilizando la mezcla (Formulaciones Barras, 2021).

- **Semillas de chía/linaza (6%):** Aportan omega-3 y fibra, contribuyendo a la saciedad y a la regulación digestiva (Formulaciones Barras, 2021).
- **Extracto de vainilla (2%):** Mejora el sabor y aporta compuestos antioxidantes (Formulaciones Barras, 2021).
- **Sal marina y electrolitos (2%):** Esenciales para la prevención de la deshidratación y el mantenimiento del balance de líquidos (Formulaciones Barras, 2021).
- **Vitamina C (1%):** Actúa como un antioxidante que protege las células y apoya la recuperación muscular (Zamri et al., 2023).

Variante 1 (Enfoque en Energía Rápida)

Miel aumentada a 18% y aceite de coco a 10%: Se prioriza una fuente de energía inmediata para escenarios de alta demanda, reduciendo levemente ingredientes que favorecen la liberación prolongada (Ahluwalia et al., 2020; Formulaciones Barras, 2021).

Variante 2 (Enfoque en Resistencia y Saciedad)

Incremento de proteína a 28% y avena a 22%: Se busca una liberación prolongada de energía y mayor aporte proteico para la recuperación muscular, mientras se reduce la cantidad de miel (12%) y aceite de coco (6%) para evitar picos glucémicos y prolongar la saciedad (Marx de Salcedo, 2015, p. 25).

Muestra

Se optó por realizar un muestreo no probabilístico a Soldados de la brigada de caballería numero 11 Galápagos de la ciudad de Riobamba, debido a la accesibilidad de los participantes al momento de la recolección de datos.

Estos soldados fueron seleccionados intencionalmente bajo un muestreo por conveniencia, dado que todos se encontraban recientemente retornados de operaciones de patrullaje fronterizo en la zona norte del país que limita con Colombia durante el mes de diciembre de 2024. Esta condición los convirtió en sujetos idóneos para ser evaluados

Según autores como Hernández, Fernández y Baptista (2014), el muestreo por conveniencia es válido cuando los participantes representan adecuadamente las características del grupo objetivo, especialmente en estudios exploratorios o de validación sensorial como es el caso de la presente investigación., además al tratarse de un estudio preliminar la muestra de 10 participantes permitió obtener percepciones iniciales relevantes sobre la aceptación y características sensoriales del producto propuesto que pueden guiar a futuras mejoras o estudios posteriores.

Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se aplicó una encuesta con escala hedónica para a posterior ser tabuladas y analizadas a través de Excel

Diseño de la encuesta

Para evaluar el nivel de aceptabilidad de la barra energética propuesta, se diseñó y aplico una encuesta utilizando la escala hedónica de 5 puntos. En esta escala el puntaje de 5 corresponderá a “me gusta mucho”, 4“me gusta ligeramente”, 3 “ni me gusta ni me disgusta”, 2 “me disgusta ligeramente”, 1 “me disgusta”

El instrumento fue aplicado a soldados de la Brigada de Caballería Blindada Galápagos, para el análisis se tomó una muestra a conveniencia de 10 soldados que estaban en misión en la frontera con Colombia.

Variables

Independiente

Desarrollo y composición de una barra energética enriquecida con proteína de grillos

Dependiente

Aporte nutricional para la dieta de los militares en situaciones de combate

Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Instrumento
Dependiente: Necesidades energéticas y nutricionales de militares en combate	Requerimientos de energía y nutrientes necesarios para mantener el desempeño físico y mental de militares en situaciones de combate	Energía y macronutrientes	Requerimiento calórico diario/ Gramos de proteínas, carbohidratos y lípidos necesarios	Valores recomendados para militares en combate según estudios científicos	Kcal/día, g de macronutrientes/día	Revisión bibliográfica, guías
Independiente : Valor nutricional del grillo Acheta	Composición nutricional del grillo Acheta *domésticus* respecto a proteínas, grasas, carbohidratos y micronutrientes	Composición química	% de proteína % de grasas % de carbohidratos Contenido de minerales	Análisis de la composición del grillo Acheta *domésticus* basado en evidencia científica	Porcentaje (%) por 100 g de muestra	Análisis documental de literatura científica
Independiente: Desarrollo de la barra alimenticia	Proceso de formulación de un producto alimenticio usando proteína de grillos,	Formulación alimenticia	Cumplimiento del requerimiento calórico Cumplimiento del requerimiento proteico	Cantidad de energía, proteínas y aceptabilidad sensorial que ofrece la barra por porción	Kcal, g de proteína por porción, puntuación sensorial (escala hedónica)	Ficha técnica de formulación, análisis nutricional,

	enfocado en satisfacer requerimientos nutricionales de militares		Aceptabilidad sensorial			encuesta sensorial

CAPITULO III

RESULTADOS

Los procesos para la elaboración de la barra energética enriquecida con proteína de grillo *(Acheta domesticus*) se llevó a cabo a través de una serie de etapas organizadas que garantizan la calidad nutricional y la inocuidad del producto. A lo largo del proceso se identificaron varios puntos críticos en los que podría producirse contaminación de tipo biológico, físico o químico, que lo mencionaremos a lo largo del desarrollo de cada una de las etapas.

El proceso de producción inicia con la compra y recepción de materias primas donde se realizará una inspección visual y documental, esta fase constituye un punto crítico de contaminación (PCC), ya que existe riesgo biológico por la posible presencia de microorganismos en ingredientes como la miel o la harina de grillo, químico por residuos de pesticidas o aditivos, y físico por partículas extrañas. Es indispensable verificar certificados sanitarios y condiciones de transporte de los ingredientes.

Seguidamente las materias primas son almacenadas en un ambiente seco y ventilado, entre 18°C y 22°C. Un almacenamiento inadecuado de los ingredientes puede favorecer el desarrollo de mohos (contaminación biológica) o provocar la degradación oxidativa de grasas (contaminación química), especialmente en frutos secos y aceites como el de coco.

La siguiente fase implica picar y pesar los ingredientes, particularmente frutos secos, dicha acción puede presentar riesgo físico si fragmentos de cáscaras o materiales de los utensilios de corte ingresan a la mezcla o riesgo biológico si las superficies de trabajo no están debidamente desinfectadas.

Luego, los ingredientes secos como la avena, nueces, almendras y chía son tostados a 150°C durante 8 a 10 minutos. Esta etapa reduce la carga microbiana, disminuyendo el riesgo biológico del proceso.

Posteriormente se incorpora el aceite de coco derretido, aunque el riesgo es bajo en este proceso es importante garantizar que los utensilios empleados estén limpios para evitar contaminación física o biológica.

La mezcla de miel, ácido ascórbico y sal marina se calienta sin superar los 60°C para preservar sus propiedades funcionales.

A continuación, se añade el cacao en polvo y se retira del fuego para evitar degradación de compuestos sensibles. Luego se incorpora la harina de grillo, otro punto crítico de contaminación (PCC) ya que si no fue tratada adecuadamente podría contener bacterias, esporas o residuos físicos no comestibles.

Se procede a mezclar completamente todos los ingredientes para garantizar una distribución homogénea, los riesgos en esta etapa son biológicos si existe contaminación cruzada por el ambiente o herramientas.

Una vez obtenida la mezcla, se pesa y se pasa a moldes de 100 gramos. Los moldes deben estar perfectamente higienizados para evitar riesgos físicos o biológicos. Posteriormente, se realiza el prensado para compactar las barras lo que presenta bajo riesgo si los equipos están desinfectados.

Las barras se refrigeran a 4°C por un período de 2 a 3 horas. Si se rompe la cadena de frío, podría reactivarse el crecimiento microbiano representando un potencial riesgo biológico.

En la fase final de empaque se considerada otro punto crítico (PCC) la utilización de materiales de grado alimenticio ya que puede existir riesgo físico en forma de fragmentos del empaque y biológico por la contaminación del entorno.

Finalmente, el producto es almacenado entre los 18°C y 22°C en un lugar seco y sin exposición directa a la luz, el mal almacenamiento podría facilitar el crecimiento de hongos o el deterioro del producto por oxidación.

Diagrama de Procesos

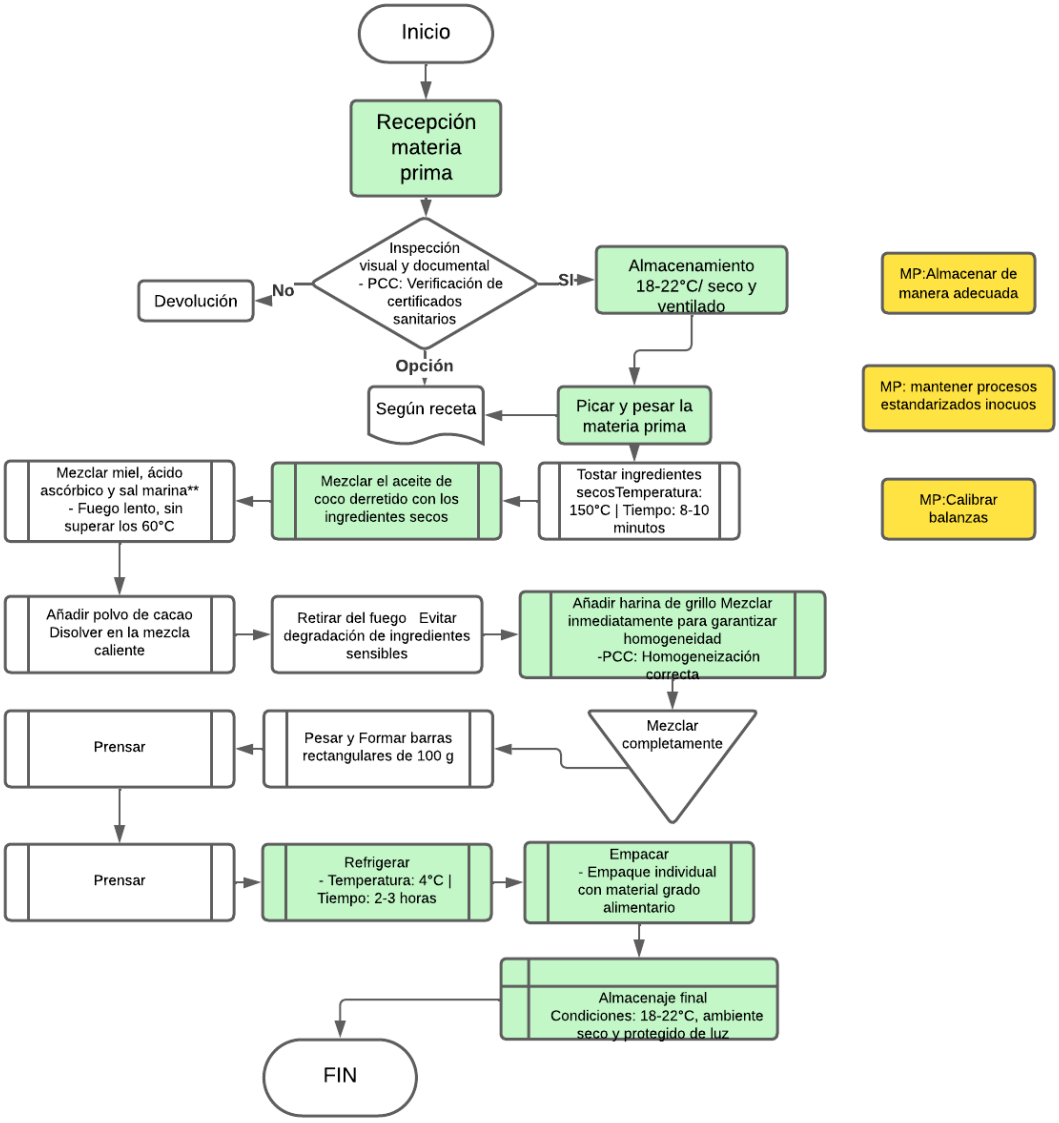


Gráfico 1. Diagrama de proceso

Viabilidad Técnica

Viabilidad técnica para la Producción de la Barra Energética

La viabilidad técnica para el desarrollo y producción de la barra alimenticia enriquecida con proteína de grillos (Acheta domesticus) implica considerar aspectos primordiales que cumplan con los normativos de los órganos de control de

regulación sanitaria y de inocuidad dispuestas en:

- Normativa General de Alimentos Procesados – ARCSA-DE-067-2022-MAFG
- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 (2017): Requisitos de etiquetado para productos alimenticios procesados.
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), exigidas por ARCSA.

Para lo cual se requiere:

- Notificación Sanitaria emitida por la ARCSA.
- Certificado de BPM (Resolución ARCSA-DE-057-2021-GGG).
- Control de calidad microbiológica y fisicoquímica del producto final.

"Todo alimento procesado debe garantizar su inocuidad, trazabilidad y calidad nutricional, cumpliendo con las BPM y etiquetado nutricional obligatorio" (ARCSA, 2022).

Etiquetado Frontal de Advertencia

- Implementado mediante el Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano, vigente desde 2014, actualizado en 2020.
- Las barras energéticas deben incluir el etiquetado tipo semáforo nutricional si tienen niveles altos de azúcar, grasa o sal.

Cumpliendo los normativos se debe además considerar los siguientes aspectos que respaldan la producción de barra energética: recursos materiales, infraestructura, procesos, equipo, personal que garantizarán su fabricación a escala piloto o semi-industrial. A continuación, se detalla cada uno de estos aspectos:

Localización y diseño de la planta

Según las BPM, la planta debe estar ubicada en una zona no expuesta a contaminantes (ej. industrias contaminantes, basureros, zonas inundables), tener zonificación municipal autorizada para uso industrial alimentario y contar con un diseño higiénico-sanitario que evite la contaminación cruzada, con un flujo lineal

de proceso (de materia prima a producto final) y con áreas claramente separadas.

Infraestructura Requerida

La infraestructura mínima alineada con los principios de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), debería tener un espacio dividido en areas separadas y funcionales que permita la recepción de materias primas, procesamiento, empacado y almacenamiento del producto final, que se describen a continuación:

Área de recepción de materias primas

El área de recepción debe considerar que el piso sea impermeable, antideslizante, de fácil limpieza. Las Puertas deben ser herméticas o tipo vaivén para evitar ingreso de plagas. Su techado y ventilación debe ser naturales o mecánica y se requiere una zona de lavado/desinfección de materia prima, en caso de que se requiera.

Almacenamiento de materias primas y aditivos

Esta área debe tener un espacio de separación de ingredientes secos y húmedos con estanterías de acero inoxidable o plástico grado alimenticio (mín. 15 cm del suelo). El control de temperatura y humedad (T < 25°C, HR < 60% para polvo de grillo) e identificación clara (sistema FIFO).

Área de procesamiento (mezclado, formado, prensado)

El área de procesamiento debe tener piso y paredes lisas, sin grietas, lavables, lavamanos con dispensador de jabón, toalla desechable y pedal, campanas de extracción si hay generación de vapores y superficies en contacto con alimentos en acero inoxidable grado alimenticio (AISI 304).

Equipos: mezcladora, dosificadora, formadora, deshidratadora (opcional), con certificación sanitaria o manuales de limpieza.

Área de empacado

El área de empacado debe estar separado físicamente del área de producción por puertas o cortinas sanitarias con control de ambiente (filtrado de aire y presión

positiva ideal), empacadora manuales con sellado térmico y protección contra contaminación física y biológica.

Área de almacenamiento del producto terminado

Finalmente, el área de almacenamiento debería tener estanterías adecuadas (mín. 15 cm del suelo), con control de plagas (trampas, monitoreo) y separación de productos listos para despacho.

Servicios higiénicos y vestidores

Deben estar separados de las áreas de producción, donde se requiere mínimo 1 baño y 1 vestidor para hombres y 1 para mujeres, con lockers individuales, lavamanos, dispensadores de papel y cartelería visible de prácticas higiénicas.

Oficina de control de calidad (mínima o tercerizada)

Esta área debe tener una balanza, medidor de humedad, equipos de muestreo, fichas técnicas, con el fin de verificar:

- Humedad del polvo de grillo (<8% ideal)
- Actividad de agua del producto final (<0.6)
- Análisis microbiológicos periódicos.

Gestión de residuos

Dicha área delimitada para residuos orgánicos e inorgánicos, con contenedores con tapa, codificados y lavables y un plan de recolección y disposición final según ordenanza municipal.

Equipamiento Técnico

Se requiere el siguiente equipamiento básico:

- Mezcladora industrial con el fin de integrar homogéneamente los ingredientes secos y húmedos.
- Horno o deshidratador
- Básculas de precisión para dosificar los ingredientes en cada lote.

- Moldes de acero inoxidable o silicona grado alimentario para dar forma uniforme a las barras.
- Mesas de trabajo de acero inoxidable aptas para uso alimentario.
- Selladora térmica o empacadora al vacío: para el cierre hermético del empaque primario.
- Etiquetadora manual o automática, según la escala de producción.
- Cámaras o refrigeradores (en caso de almacenamiento temporal de ingredientes perecibles como la harina de grillo).

Personal Requerido

Se requiere de personal capacitado con funciones específicas:

- Operarios de producción (mínimo 2 por turno): encargados del mezclado, formado y empacado.
- Responsable técnico o supervisor de calidad: con conocimientos en higiene alimentaria y control de procesos.
- Encargado de logística y almacenamiento: para la correcta distribución de materias primas y productos terminados.

El personal deberá recibir capacitación constante en BPM, seguridad alimentaria, control de alérgenos y limpieza del área de producción.

Escalabilidad

La viabilidad técnica incluye la posibilidad de escalar la producción desde una fase piloto (20–50 barras/día) hasta una fase semi-industrial (>200 barras/día), dependiendo de la demanda institucional o comercial. Este escalamiento solo requeriría aumentar la capacidad del equipo sin necesidad de rediseñar todo el proceso.

Tabla 4.

Equipamiento necesario para la producción piloto de barras energéticas y su costo estimado

Equipo	Descripción	Costo Estimado (USD)

Mezcladora industrial	Capacidad 10–20 L para masa densa	1.200 – 2.000
Horno o deshidratador industrial	Capacidad 8–12 bandejas, 60–90°C	1.000 – 1.500
Moldes de silicona (x10 unidades)	Formato barra 100g	80 – 120
Básculas digitales (2 unidades)	Precisión 0,01g – 5kg	50 – 100
Selladora térmica de barra	Empaque hermético	150 – 250
Etiquetadora manual	Aplicación de etiquetas autoadhesivas	100 – 150
Mesa de trabajo de acero inoxidable	Preparación y moldeado	300 – 500
Estanterías o anaqueles	Almacenamiento seco de ingredientes	200 – 300

Nota. Elaboración propia con base en cotizaciones locales y plataformas comerciales (2025).

Tabla 5.

Aporte calórico de las formulaciones propuestas

Aspecto	Fórmula Base (TH)	Variante 1 (NB)	Variante 2 (N2)
Total Kcal	490.10 kcal	487.91 kcal	**478.29 kcal**
Tipo Nutrientes	+ balanceada (grasas, carbohidratos, proteínas)	Enfocada en carbohidratos simples y grasas (miel aceite de coco)	+ proteína y fibra, - grasas
Absorción	Lenta (+contenido de fibra y proteína)	Rápida (+azúcares simples y MCTs)	Absorción prolongada
Objetivo Funcional	Energía equilibrada	Impulso energético rápido	Energía prolongada y mayor saciedad

Nota. Hace referencia al aporte calórico de las formulaciones propuestas, Chalén Francisco, 2025

Con el fin de determinar el aporte energético del producto elaborado, se realizó el cálculo de las kilocalorías que aporta cada ingrediente en las tres formulaciones **TH**, **NB** y **N2**. Los valores en kilocalorías de cada ingrediente se obtuvieron de las tablas de composición de alimentos de Ecuador (INCAP-FAO, 2012), y de la base de datos de composición de alimentos ESDA FoodData Central (USDA, 2020).

La fórmula base tiene un total de 490,10 kilocalorias con un porcentaje relativamente equilibrado alto en fibra y proteína. La variante 1 (muestra **NB**)

contienen 487.91 kiloclorias, cuya formulación se diseñó para proporcionar energía de absorción rápida. NB tiene menor cantidad de kilocalorías en relación con la fórmula base TH; sin embargo, su alto porcentaje de azúcares simples y grasas de cadena media MCTs pueden ser absorbidos y metabolizados rápidamente, como glucosa en sangre y carbohidratos rápidos por no requerir digestión completa en el caso de las gasas de cadena corta (Gantner et al., 2024).

La variante 2 (**N2**) se formuló para mejorar la resistencia física y provocar sensación de saciedad. N2 presenta un aporte de 478,29 kilocalorias debido al incremento en el porcentaje de harina de grillo y una ligera disminución de grasas vegetales. Estas diferencias numéricamente que no representan ser altas son relevantes al momento de analizar la función metabólica de la barra; por lo que el análisis representa que tanto TH, NB y N2 mantienen niveles de energía que podrían ser adecuados para complementar las necesidades calóricas del personal militar en situaciones de combate.

La harina de grillo (Acheta domesticus) se destaca por su aporte proteico y calórico de la harina de grillo, el cual en la presente investigación representa porcentajes de entre el 22% y 28% del total de kilocalorías, lo que ratifica que es una fuente rica en proteínas de alta calidad, grasas saludables y micronutrientes esenciales (Escobar-Ortiz et al., 2022).

Ingredientes como el aceite de coco con una densidad energética de 900 kilocalorías por 100 gramos determinó el aporte total de energía en función de las variaciones establecidas en las recetas.

El utilizar miel de abeja y frutos secos en las fórmulas complementó el perfil energético proporcionando carbohidratos simples y grasas para la rápida disponibilidad de energía durante esfuerzos físicos intensos.

Los ingredientes como la sal y el ácido ascórbico no aportaron un valor calórico considerable, sin embargo, su presencia funcional de los electrolitos es indispensable para la hidratación y el rendimiento muscular. En conjunto con la vitamina C y su capacidad antioxidante que puede contribuir a la recuperación física y la conservación del producto.

Los resultados del análisis energético, respalda la viabilidad nutricional del

producto propuesto ya que combina aspectos como la densidad calórica, funcionabilidad metabólica y propósito fisiológico.

Tabla 6.

Semáforo Nutricional de las preparaciones propuestas

Variante	Azúcar total estimada	Grasa total estimada	Sal añadida	Semáforo de Azúcar	Semáforo de Grasa	Semáforo de Sal
TH	15% (aprox. 12,3 g)	20% (aprox. 20 g)	2% (800 mg Na)	Medio	Medio	Medio
NB	18% (aprox. 14,8 g)	22% (aprox. 22 g)	3% (1200 mg Na)	Alto	Alto	Alto
N2	12% (aprox. 9,8 g)	18% (aprox. 18 g)	2% (800 mg Na)	Medio	Medio	Medio

Nota. Basado en el Semáforo Nutricional de las preparaciones propuestas, Chalén Francisco, 2025

Los valores de azúcar para la formulación estuvieron en función de los ingredientes como la miel de abeja, la cual aporta aproximadamente 82g de azucares por cada 100 gramos. El contenido de sal se calculó considerando que 1 gramo de sal equivale a 400 mg de sodio. Estos rangos de referencia fueron tomados del sistema de etiquetado nutricional ecuatoriano y la Guía de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020).

En la muestra **NB** se evidencia que su semáforo se mantiene en rojo para azúcar, sal y grasa, superando los límites establecidos por el ARCSA y la OPS para cada 100 gramos de producto. Estos valores se deben a su alto contenido de miel de abeja, aceite de coco y sal añadida; sin embargo, los criterios referentes al semáforo nutricional están diseñados para la población en general. En el caso del personal militar que actúa en el frente, sus requerimientos nutricionales pueden rodear las 4200 kcal diarias, lo que representa una mayor ingesta de energía, grasas y sodio necesarias para mantener un rendimiento físico optimo. Por lo tanto, los semáforos en rojo de la muestra elegida, no representa riesgo ya que estos resultados responden a las necesidades específicas de un grupo determinado por sus características sensoriales y nutricionales.

Análisis Bromatológicos

Se desea conocer si los distintos tratamientos influyen en el porcentaje de proteínas, para ello realizamos el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$$

$$H_1: \tau_i \neq \tau_j \; para \; algun \; i \neq j$$

Previamente hay que comprobar si la presencia del factor bloque está justificada. Para ello, realizamos el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$$

$$H_1: \beta_i \neq \beta_j \; para \; algun \; i \neq j$$

Este modelo matemático busca validar si el producto varía nutricionalmente según los factores que intervienen en los diferentes tratamientos, como cambios en la cantidad de ingredientes o temperaturas aplicadas que podrían influir en la cantidad de proteína del producto terminado.

Para el contraste de hipótesis se utilizó el análisis estadístico comparativo de la proteína las distintas formulaciones del producto. La hipótesis nula (H_0) supone que no hay diferencias entre los tratamientos todos aportan la misma cantidad de proteína.

La hipótesis alternativa (H_1) plantea que al menos uno de los tratamientos sí tiene un efecto diferente sobre el contenido proteico, en este caso si los bloques o condiciones bajo las que se hicieron los tratamientos como el lote, marca o equipos para la producción influyeron en los resultados.

Este contraste de hipótesis fue aplicado con la finalidad de comprobar si los resultados se mantienen estables o si hubo diferencias entre bloques. Este paso fue importante desarrollarlo porque si los bloques influyen en el resultado eso puede generar variaciones no deseadas en la proteína del producto afectando su calidad.

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} es la proteína medida con el parámetro *i*, del bloque (Código) *j*

μ un efecto medio global

τ_i efecto parámetro (efecto del factor principal sobre las proteínas),

$\beta_i$efecto bloque (Código) (efecto del factor secundario sobre las proteínas)

ε_{ijk} error atribuible

Este planteamiento previo nos permitió analizar de manera estructurada si los cambios observados en el contenido de proteínas de la barra energética elaborada con harina de grillo (Acheta domesticus) están relacionadas con las modificaciones en los tratamientos aplicados o si podrían estar influenciados por algún tipo de variante entre los bloques de producción. Al ejecutar un diseño completo en bloques al azar garantizaría el efecto de los tratamientos pueda evaluarse de forma limpia, minimizando la interferencia de factores externos.

En el contexto de nuestro trabajo, el asegurar la homogeneidad del contenido de proteína es importante, en vista que el producto está destinado a ser utilizado en condiciones de alta exigencia física y la capacidad de mantener un nivel nutricional constante independientemente de las condiciones de procesamiento o del lote de producción aumenta la viabilidad del producto en escenarios reales de aplicación.

Variable respuesta: *Proteínas*

Factor: ***Parámetro*** que tiene cuatro niveles (pH, Humedad, Grasa, Ceniza)

Bloque: Código que tiene 3 niveles (TH, NB, N2)

Modelo completo: Los cuatro parámetros se prueban en cada bloque exactamente

Tamaño del experimento: Número total de observaciones (36).

Tabla 7.

Anova de los parámetros (pH, Humedad, Grasa, Ceniza)

	Df	**Sum**	**Mean Sq**	**F value**	**Valor p**	**Signif.**
Parámetro	3	2473,1	824,4	88,567	5,29E-15	***

Bloque	2	124,8	62,4	6,707	0,00391	**
Residuals	30	279,2	9,3			
Signif. codes: 0 '*' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**						

Nota. Parámetros (pH, Humedad, Grasa, Ceniza), Chalén Francisco, 2025

Para el efecto del parámetro (pH, Humedad, Grasa, Ceniza), se observó que el valor p ($5{,}29 \times 10^{-15}$) es menor que el nivel de significancia del 5 %, lo que indica que la proteína difiere significativamente en función del parámetro evaluado.

En cuanto al efecto del bloque, el valor p (0,00391) también resultó inferior al nivel de significancia del 5 %, por lo que se concluye que existen diferencias significativas entre los bloques.

Comparación de medias mediante Tukey

Tabla 8.

Comparación de medias de los parámetros

Parámetro	Observaciones	Grupos
Grasa (G)	24,230	a
Humedad (H)	11,208	b
pH	7,198	c
Ceniza (C)	1,764	d

Nota. Parámetros (pH, Humedad, Grasa, Ceniza), Chalén Francisco, 2025

Tabla 9.

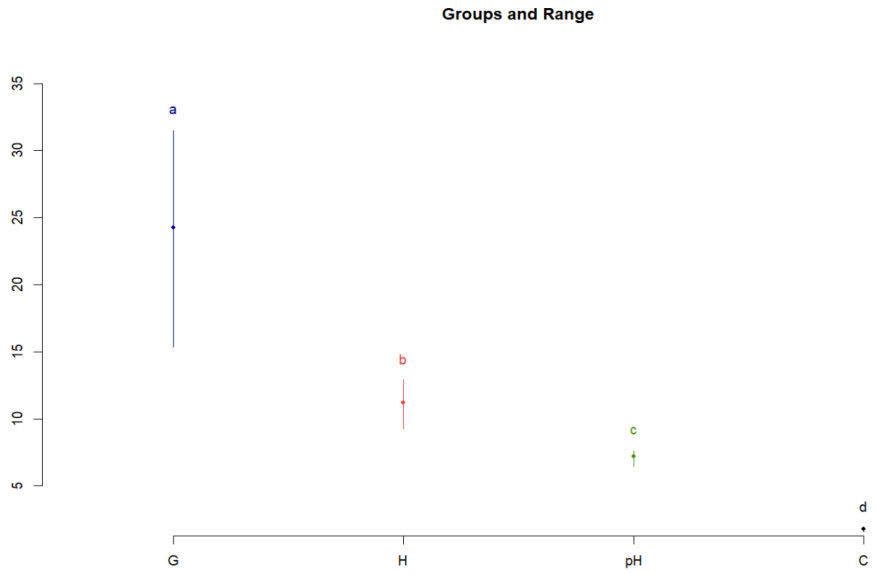
Comparación de medias de los parámetros según sus diferencias

	diferencia	Valor p	signif.	LCL	UCL
Ceniza-Grasa	-22,465556	0	***	-26,3761668	-18,554944
Ceniza-Humedad	-9,443444	0	***	-13,3540557	-5,532833
Ceniza-pH	-5,433333	0,0037	**	-9,34394456	-1,522722
Grasa-Humedad	13,022111	0	***	9,11149988	16,932722
Grasa-pH	17,032222	0	***	13,121611	20,942833
Humeda-pH	4,010111	0,0428	*	0,09949988	7,920722

Nota. Parámetros según sus diferencias, Chalén Francisco, 2025

Gráfico 2.

Diferencias significativas entre pH, Humedad, Grasa, Ceniza



La comparación de medias permitió identificar diferencias significativas entre los parámetros (pH, Humedad, Grasa, Ceniza). Esto se visualiza en la representación gráfica y se corrobora mediante el contraste estadístico, que evidencia diferencias significativas entre los tratamientos analizados. Dichos resultados son coherentes con los obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA), lo que se contrasta la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros considerados.

Esta diferencia de medias observada en el test de Tukey confirma la influencia del tipo de parámetro evaluado en la expresión final del contenido proteico de la barra. En particular, la grasa destaca no solo por su aporte calórico, sino también por su papel estructural, lo que puede favorecer la retención o concentración de proteínas durante el procesamiento. Este aspecto es especialmente relevante en productos destinados a personal militar, donde se requiere alta densidad nutricional, facilidad de transporte y estabilidad del producto en condiciones variables.

Además de confirmar la existencia de diferencias significativas entre los

parámetros analizados (grasa, humedad, pH y ceniza), es importante destacar el valor funcional que representa esta variabilidad en el diseño de alimentos específicos para entornos militares. Por ejemplo, el contenido graso, que mostró una mayor relación con el porcentaje de proteína, podría no solo contribuir a un mayor valor energético, sino también mejorar la textura y palatabilidad del producto, aspectos cruciales en situaciones de combate donde el apetito puede verse reducido por el estrés o la fatiga.

Así mismo, la diferencia entre bloques en el primer experimento sugiere que el proceso de formulación podría verse afectado por factores operativos, lo que destaca la necesidad de desarrollar un protocolo de estandarización para asegurar que cada lote del producto mantenga un perfil nutricional constante.

Tabla 10.

Comparación de medias de los bloques (Código)

Código	**Observaciones**	**grupos**
TH	12,925833	a
N2	11,830833	a
NB	8,543417	b

Nota. medidas de grasa, humedad, pH y ceniza, Chalén Francisco, 2025

Tabla 11.

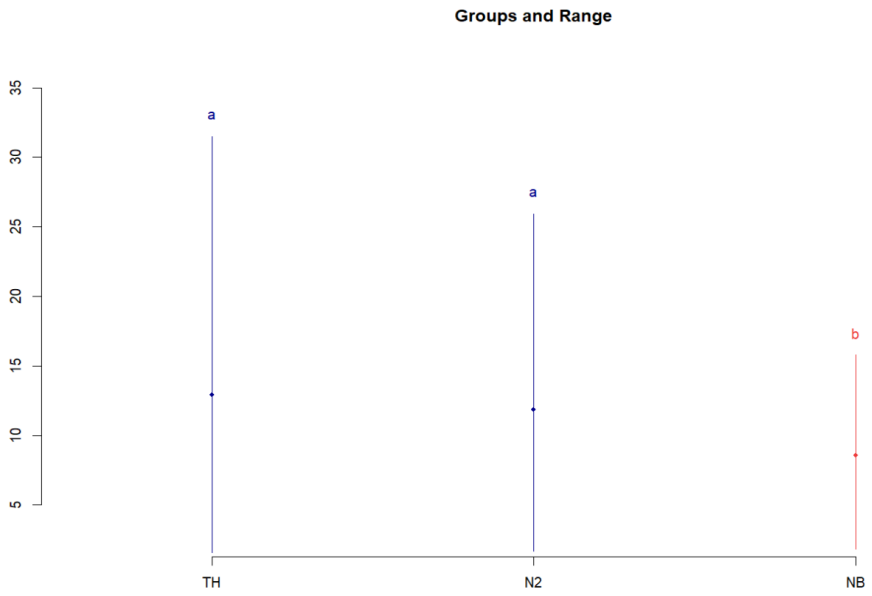
Comparación de medias de los bloques según sus diferencias

	difference	pvalue	signif.	LCL	UCL
N2-NB	3,287417	0,0339	*	0,2168869	6,357946
N2-TH	-1,095	0,6574		-4,1655298	1,97553
NB-TH	-4,382417	0,0039	**	-7,4529464	-1,311887

Nota. Diferencias entre bloques, Chalén Francisco, 2025

Gráfico 3.

Comparación de medias de los bloques según sus diferencias



Mediante la comparación de medias con la prueba de Tukey, se observó que el bloque NB difiere significativamente de los demás. Esta diferencia también se aprecia en la gráfica, así como en el contraste estadístico, lo que evidencia la existencia de una diferencia significativa entre dicho bloque y los demás. Estos resultados son consistentes en el análisis de varianza, el cual confirma la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los bloques.

La variabilidad detectada entre bloques sugiere que la estandarización del proceso productivo debe considerarse como parte del diseño del alimento. En contextos militares, donde la confiabilidad y repetitividad del producto son esenciales, garantizar que cada lote tenga las mismas propiedades nutricionales es tan importante como el valor nutricional en sí. Por tanto, los datos refuerzan la necesidad de optimizar las condiciones de formulación para asegurar homogeneidad entre unidades.

Variable respuesta: *Proteínas*

Factor: ***Parámetro*** que tiene cuatro niveles (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas)

Bloque: Código que tiene 3 niveles (TH, NB, N2)

Modelo completo: Los cuatro parámetros se prueban en cada bloque exactamente

Tamaño del experimento: Número total de observaciones (27).

Tabla 12.

Anova de los parámetros (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas)

	Df	Sum	Mean Sq	F value	Pr(>F)	Signif.
Parametro	2	4087	2043,6	323,74	<2e-16	***
Bloque_	2	4	2,1	0,33	0,722	
Residuals	22	139	6,3			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota. parámetros (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas), Chalén Francisco, 2025

Para el efecto del parámetro (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas), se observó que el valor p ($2 \times 10^{-1}6$) es menor que el nivel de significancia del 5 %, lo que indica que la proteína difiere significativamente en función del parámetro evaluado. La diferencia marcada entre estos tres macronutrientes revela que la barra no solo cumple con el rol de aportar proteína, sino que tiene un perfil de energía inmediata (azúcares) y sostenida (carbohidratos), lo cual es vital para misiones prolongadas. Esta dualidad energética permite sostener el rendimiento físico durante las primeras horas de acción, sin sacrificar la recuperación muscular posterior, gracias al aporte proteico de Acheta domesticus.

En cuanto al efecto del bloque, el valor p (0,722) es superior al nivel de significancia del 5 %, por lo que se concluye que no existen diferencias significativas entre los bloques.

Comparación de medias mediante Tukey

Tabla 13.

Comparación de medias de los parámetros

Parámetro	Observaciones	Groups
Carbohidratos (C)	39,76667	A
Azúcares (A)	16,83333	B
Proteínas (P)	11,36667	C

Nota. Comparación de medias de los parámetros, Chalén Francisco, 2025

Tabla 14.

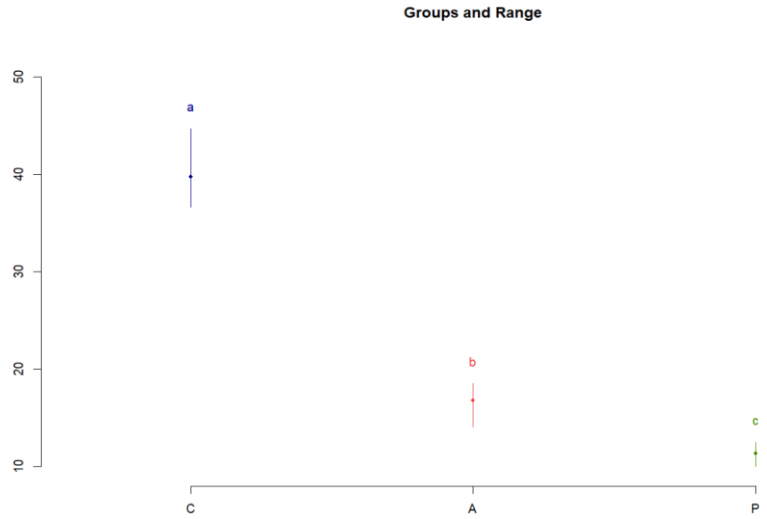
Comparación de medias de los parámetros según sus diferencias

	difference	pvalue	signif.	LCL	UCL
Azúcares - Carbohidratos	-22,933333	0,00E+00	***	-25,908576	-19,958091
Azúcares-Proteínas	5,466667	4,00E-04	***	2,491424	8,441909
Carbohidratos - Proteínas	28,4	0,00E+00	***	25,424757	31,375243

Nota. Hace referencia a la comparación de medias de los parámetros, Chalén Francisco, 2025

Gráfico 4.

Diferencias significativas de Azúcares, Carbohidratos y Proteínas.



La comparación de medias mediante Tukey permitió identificar diferencias significativas entre los parámetros (Azúcares, Carbohidratos y Proteínas). Esto se visualiza en la gráfica y se corrobora mediante el contraste estadístico, que evidencia diferencias significativas entre los tratamientos analizados. Dichos resultados son coherentes con los obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA), lo que se contrasta la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros considerados.

Al observar que los carbohidratos tienen el valor medio más alto, seguidos por azúcares y proteínas, se valida que la barra energética responde a un diseño

intencional: prioriza energía disponible y sostenida, ideal en situaciones de combate donde el acceso a alimentos puede estar limitado. La inclusión de proteína de insecto, aunque en menor proporción, complementa este diseño con un aporte funcional orientado a mantener masa muscular y prevenir fatiga extrema en campo.

Pruebas de aceptabilidad

Se aplicó la encuesta para la evaluación sensorial en las instalaciones de la Brigada de Caballería Galápagos, ubicada en la ciudad de Riobamba Provincia del Chimborazo. La muestra estuvo conformada por 10 soldados en servicio activo, quienes participaron voluntariamente en la degustación y análisis sensorial de las tres formulaciones de barras energéticas elaboradas a base de proteína de grillo *(Acheta domesticus).*

La recolección de datos se realizó de manera individual en un entorno controlado asegurando que cada participante pudiera degustar las muestras (TH, NB y N2) en igualdad de condiciones siguiendo una ficha estructurada con una escala hedónica de 5 puntos que consta en el apartado de anexos.

Tabla 15.

Grado de aceptación de las muestras

Parámetro	TH	NB	N2
Apreciación del sabor	4.2 (Gusta levemente)	4.7 (Gusta mucho)	3.1 (Ni gusta ni disgusta)
Brillo	3.4 (Ni gusta ni disgusta)	4.0 (Gusta levemente)	2.7 (Ni gusta ni disgusta)
Calidad del aroma	4.0 (Gusta levemente)	4.3 (Gusta levemente)	2.9 (Ni gusta ni disgusta)
Color	3.9 (Gusta levemente)	4.4 (Gusta levemente)	3.3 (Ni gusta ni disgusta)
Intensidad del aroma	3.3 (Ni gusta ni disgusta)	3.6 (Gusta levemente)	2.5 (Ni gusta ni disgusta)
Textura en la boca	4.3 (Gusta levemente)	4.9 (Gusta mucho)	3.0 (Ni gusta ni disgusta)

Nota. Hace referencia al grado de aceptación de las muestras, Chalén Francisco,

Los resultados obtenidos demostraron un grado de aceptación general de todas las muestras analizadas, con ciertas diferencias lo que nos permitió identificar los patrones de preferencia de los evaluadores. La muestra codificada momo NB fue positivamente valorada en casi todos los parámetros en especial en el de apreciación del sabor con una valoración de 4.7 y de textura en boca 4.9 calificados como *"gusta mucho"* siendo la preferida en términos de sabor y textura al masticar. No fueron rechazadas en esta muestra cualidades como color, brillo, calidad e intensidad del aroma llegando a "gustar levemente" lo que podríamos interpretar que de manera general esta muestra fue aceptada de manera general.

La muestra con el código TH los resultados de su valoración fueron favorables especialmente para el parámetro de textura en boca 4.3 y en apreciación del sabor 4.2 lo que nos indica que "gustó levemente", lo que sugiere que según estos valores no fue la favorita, aunque sigue siendo una opción sensorialmente aceptable podría ajustarse ligeramente la fórmula para mejorar su percepción global.

En contraste con las muestras anteriores, los parámetros de la N2 fueron bajos en su valoración, si bien no fue rechazada su promedio se encuentra dentro de la categoría de "ni me gusta no me disgusta", lo que nos indica una respuesta neutral de los participantes, este resultado nos indica que se deben hacer ajustes a la fórmula.

Costo del producto

Una vez que se obtuvo el costo total de producción del producto propuesto, calculamos el precio de venta al público (PVP), el beneficio bruto y su relación con el Food Cost que representa el porcentaje de PVP destinado a cubrir los costos de los ingredientes utilizados.

Tabla 16.

Costo del producto

Ingrediente	Gramos requeridos	Costo total (USD)

Harina de grillo	23	1,04
Avena	18	0,07
Miel	18	0,23
Frutos secos (almendras, nueces)	12	0,21
Cacao en polvo	7	0,1
Aceite de coco	10	0,24
Semillas de chía o linaza	5	0,02
Extracto de vainilla	2	0,01
Sal marina	3	0,03
Ácido ascórbico	2	0,01
TOTAL		1,96
PVP		4,36
BENEFICIO BRUTO		2,40
FOOD COST %		45%

Nota. Hace referencia a los costos de cada ingrediente del producto, Chalén Francisco, 2025

Una vez que se obtuvo el costo total de producción, calculamos el precio de venta al público (PVP), determinando que el beneficio bruto y su relación con el Food Cost representa el porcentaje de PVP destinado a cubrir los costos de los ingredientes utilizados.

El costo de producción de cada barra funcional fue de $1,96 USD. Para determinar el precio de venta al público se utilizó un Food Cost del 45%, esta decisión se basa en estudios publicados donde se sostienen que se aplican márgenes comerciales, en las pequeñas y medianas empresas alimentarias y de manera específica en aquellas que trabajan con productos diferenciados o funcionales con porcentajes cercanos al 40% - 45% para obtener rentabilidad sin comprometer la competitividad del producto (Sundari et al., 2023). Este porcentaje representa un equilibrio adecuado entre costos y rentabilidad ya que permite destinar el 55% restante del precio de venta a cubrir otros gastos operativos y generar utilidad.

PVP= Costo de producción / Food Cost

PVP= 1,96 / 0,45= 4,36 USD

Con el PVP se procedió a calcular el beneficio bruto como la diferencia entre el PVP y el costo de producción

Beneficio bruto= 4,36 – 1,96 = 2,40 USD

Los resultados indican que bajo un Food Cost del 45%, la comercialización de la barra permitiría un margen de utilidad bruta del 55%, el cual representa un valor adecuado para un producto de diseño y consumo específico para personal militar.

En función al análisis del costo y guardando la reserva de la información que no es de acceso público, en cuanto al valor de las raciones de combate para las 24 horas que utiliza las Fuerzas Armadas del Ecuador para la gestión interna de producción y distribución. Se consideró como referencia los kits de alimentación militar internacionales, como por ejemplo las raciones estadounidenses las cuales tienen un costo de 20 a 30 dólares por unidad, mientras que raciones europeas registran un costo de 6,50 dólares.

Bajo dicha perspectiva, el precio aproximado de producción para la barra energética propuesta, su aporte energético y funcionalidad no desentona respecto a los precios observados internacionalmente. Tomando en cuenta su formulación, densidad calórica, contenido proteico, y facilidad de consumo, justifica el precio en el mercado objetivo.

Empaque

Para garantizar la adecuada conservación, transporte y funcionabilidad del producto elaborado, se propone el uso de empaques individuales termo-sellados de material trasminado compuesto de polietileno, aluminio y polipropileno. Este tipo de empaque ejerce una barrera contra la humedad, el oxígeno, luz y contaminantes externos lo que mantiene la estabilidad nutricional y organoléptica del producto durante su almacenamiento, transporte e incluso a condiciones ambientales adversas.

El material trasminado brinda resistencia mecánica al empaque evitando desgarraduras o perforaciones accidentales, permitiendo un sellado hermético, diseño compacto ligero y flexible, que lo hace óptimo para incluirlo en kits de

raciones de combate, lo cual favorece la portabilidad y facilita el acceso en operaciones militares y cumple con la recomendación de un acabado opaco, de baja reflectancia que minimiza la visibilidad del empaque y etiqueta en el entorno operativo.

Imagen 5.

Empaque de barra energética propuesta

CONCLUSIONES

La revisión de literatura científica nos permitió identificar que los requerimientos kilocalóricos de los militares en situaciones de combate son significativamente elevados, llegando a alcanzar las 4200 kcal diarias, evidenciando la necesidad de un alto consumo de proteínas, grasas saludables y micronutrientes que favorezcan la resistencia física. Estos hallazgos sustentaron la necesidad de diseñar un alimento funcional que responda a dichas exigencias fisiológicas y operativas.

El análisis teórico demostró que el Acheta domésticos posee un perfil nutricional relevante con un contenido de proteína superior al 70% , además de ácidos grasos esenciales, fibra, vitaminas y minerales como las del complejo B, calcio y magnesio. Por su alto valor biológico, biodisponibilidad y bajo impacto ambiental en su producción reafirmaron su viabilidad como una fuente proteica alternativa apta para incluirse dentro de la línea de alimentos funcionales enfocados en el personal militar.

Se formularon y elaboraron tres variantes de barra alimenticia de 100 gramos cada una con diferentes porcentajes en sus ingredientes buscando que estas diferencias nos proporcionen energía rápida, resistencia o balance nutricional. Los análisis bromatológicos realizados demostraron que las formulaciones cumplieron con los parámetros nutricionales establecidos, en especial el aporte de proteína. Las pruebas de aceptabilidad sensorial aplicada a los soldados arrojaron resultados positivos respaldando la viabilidad del producto tanto a nivel funcional como perceptual, por lo que podemos concluir que si es posible desarrollar un producto funcional innovador y además sostenible, gracias a su formulación con un tipo de proteína alternativa como es la de Acheta domésticas, el cual cumple con los requerimientos nutricionales del personal militar en combate, presentándose como una posible solución innovadora frente a las limitaciones logísticas de la alimentación en estos contextos extremos.

RECOMENDACIONES

Escalar con la producción piloto de la barra alimenticia desarrollada con el objetivo de evaluar su comportamiento nutricional y logístico en condiciones reales en operaciones militares prolongadas o con limitaciones en el consumo de alimentos.

También se considera que sería importante realizar estudios con una muestra más amplia del personal militar con el fin de validad estadísticamente la aceptabilidad del producto y poder observar los posibles efectos sobre el rendimiento físico, recuperación muscular y satisfacción alimentaria en escenarios reales.

Analizar estrategias de conservación y diseño de empaque del producto de manera que se pueda garantizar su estabilidad nutricional y sensorial a lo largo del tiempo favoreciendo su distribución en entornos de escasa infraestructura.

Promover el uso de proteínas alternativas dentro de las políticas de alimentación funcional de la institución, destacando sus beneficios nutricionales y su bajo impacto ambiental como una posible solución sostenible e innovadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdalbasit, A., Elwathig, M., & Hussein, I. (2017). Chapter 48 - Acheta domesticus House Cricket. *Unconventional Oilseeds and Oil Sources*, *9780128094358*, 323–325.

Ahluwalia, R., et al. (2020). Propiedades energéticas y antioxidantes de la miel en aplicaciones deportivas. Journal of Food Science and Technology. [Detalles de la publicación no disponibles].

Agencia española de Seguridad Alimentaria AESAN. (2023, January 30). El consumo de insectos como nuevos alimentos. Aclaraciones de la Comisión Europea respecto a su seguridad. Noticias y Actualizaciones.

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2022). *Normativa general de alimentos procesados ARCSA-DE-067-2022-MAFG*.

Apolo-Arévalo, Luis & Iannacone, Jose. (2015). Crianza del grillo (Acheta domesticus) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. Scientia (Lima). 17(1), 155-167. 10.31381/scientia.v17i17.389.

Arcarazo García, L. (2014). La alimentación del Ejército de Tierra en operaciones. La ración individual de combate. Sanidad Militar. 70(4): 293-306 https://www.defensa.gob.es/Galerias/gabine te/red/2015/Sanidad-70-4-alimentacion-ejercito-tierra.pdf

ARCSA. (2024). En vigencia el reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. https://www.controlsanitario.gob.ec/reglamento-sanitario-de-etiquetado-de-alimentos-procesados-para-el-comsumo-humano/

Belluco, S.; Losasso, C.; Maggioletti, M.; Alonzi, C.C.; Paoletti, M.G. & Ricci, A. 2013. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12: 296-313.

Bawa, M., Songsermpong, S., Kaewtapee, C., & Chanput, W. (2021). Effect of diet on the growth performance, feed conversion, and nutrient content of the house cricket. Journal of Insect Science, 20(2):10.

https://doi.org/10.1093/JISESA/IEAA014

Barreca, D., et al. (2020). Impacto de los frutos secos en la salud cardiovascular y muscular. Nutrición Clínica y Dietética Experimental. [Detalles de la publicación no disponibles].

Codex Alimentarius. (2009). *Code of hygienic practice for low-moisture foods (CAC/RCP 75-2015)*.

Dreher, M. (2021). Beneficios nutricionales de las almendras en la recuperación muscular. Revista Internacional de Nutrición Deportiva. [Detalles de la publicación no disponibles].

Formulaciones Barras. (2021). Documento interno de formulación de barras energéticas.

Escobar-Ortiz, A., Hernández-Saavedra, D., Lizardi-Mendoza, J., Pérez-Ramírez, I. F., Mora-Izaguirre, O., Ramos-Gómez, M., & Reynoso-Camacho, R. (2022). Consumption of cricket (Acheta domesticus) flour decreases insulin resistance and fat accumulation in rats fed with high-fat and -fructose diet. Journal of Food Biochemistry, 46:9 . https://doi.org/10.1111/jfbc.14269.

FAO. (2019). *Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la industria alimentaria*.

Farina, E. K., Taylor, J. C., Means, G. E., Murphy, N. E., Pasiakos, S. M., Lieberman, H. R., & McClung, J. P. (2017). Effects of deployment on diet quality and nutritional status markers of elite U.S. Army special operations forces soldiers. Nutrition Journal, 16(1):46. https://doi.org/10.1186/s12937-017-0262-5

Gaffney-Stomberg, E., & McClung, J. P. (2019). Nutrition, Genetics, and Human Performance During Military Training. In Human Performance Optimization. 45-61. https://doi.org/10.1093/oso/9780190455132.003.0003

Gantner, Magdalena, Sadowska, Anna, Piotrowska, Anna, Kulik, Klaudia, Sionek, Barbara, & Kostyra, Eliza. (2024). Wheat Bread Enriched with House Cricket Powder (Acheta domesticus L.) as an Alternative Protein Source. Molecules, 29(3):711. https://doi.org/10.3390/MOLECULES29030711

Gaua, E. (2012). Guía sobre la cría de grillos (Acheta domesticus L.). 71 https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10548/2/03%20AGP%20272

%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Lozano, J. (2005). Entomología, morfología y fisiología de los insectos. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. https://etimologias.dechile.net/?estridulacio.n

Garibay, A. (2007). Zootecnia del grillo. Universidad Michoacan de San Nicolás de Hidalgo. Michoacan: Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Morelia, 45. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/12674/FMVZ-L-2007-0214.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Greenwood, Veronique. (2017). Cómo las raciones militares de guerra cambiaron la comida. BBC News Mundo. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-40006506

Gupta, A., et al. (2024). Efectos de la avena en la liberación sostenida de energía. Springer Naturale Link. 53(1):261–273. https://doi.org/10.1007/s42976-024-00537-z.

Peterson, J., et al. (2023). Aporte de la avena en dietas para alta exigencia física. Nutrición y Rendimiento Deportivo.

Hammer, L., Moretti, D., Abbühl-Eng, L., Kandiah, P., Hilaj, N., Portmann, R., & Egger, L. (2023). Mealworm larvae (Tenebrio molitor) and crickets (Acheta domesticus) show high total protein in vitro digestibility and can provide good-to-excellent protein quality as determined by in vitro DIAAS. Frontiers in Nutrition, 10(1):16. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1150581

Henao Montoya, Y. (2018). Formulación de una barra energética con alta capacidad antioxidante dirigida a ciclistas recreativos. 46. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2273/1/Formulacion_barra_energ etica_ciclistas_recreativos.pdf

Higuera, Hernán. (2024). Empresas ecuatorianas elaborarán comida de combate, especializada para militares. Ecuavisa. Obtenido de https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/militares-comida-especializada-combate- YJ6902643

INCAP-FAO. (2012). Tablas de composición de alimentos para Ecuador.

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá y Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación. https://fdc.nal.usda.gov/

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2017). *RTE INEN 022: Requisitos de etiquetado de alimentos procesados*.

Kępińska-Pacelik, J., Biel, W., Podsiadło, C., Tokarczyk, G., Biernacka, P., & Bienkiewicz, G. (2023). Nutritional Value of Banded Cricket and Mealworm Larvae. Foods, 12(22):16. https://doi.org/10.3390/foods12224174

Kipkoech, C. (2023). Beyond Proteins—Edible Insects as a Source of Dietary Fiber. In Polysaccharides. 4(2):116-128 https://doi.org/10.3390/polysaccharides4020009

Liceaga, Andrea & Aguilar-Toalá, J.E. & Vallejo-Cordoba, Belinda & González- Córdova, Aron F. & Hernandez, Adrian. (2022). Insects as an Alternative Protein Source. Annual Review of Food Science and Technology. 13(1):19-34. 10.1146/annurev-food-052720- 112443.

Marzoli, F., Tata, A., Zacometti, C., Malabusini, S., Jucker, C., Piro, R., Ricci, A., & Belluco, S. (2023). Microbial and chemical stability of Acheta domesticus powder during one year storage period at room temperature. Frontiers in Sustainable Food Systems, 7(1), 10. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1179088

Marx de Salcedo, Anastacia. (2015). Combat-Ready Kitchen. How the U.S. Military Shapes the Way You Eat. chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.melusina.com/rcs_gene/0174- E_Cocina_de_combate.pdf

Melgar-Lalanne, Guiomar & Hernandez Alvarez, Alan Javier & Salinas, Alejandro. (2019). Edible Insects Processing: Traditional and Innovative Technologies. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 18(4): 1166-1191, 10.1111/1541-4337.12463.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2020). *Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo Humano*.

Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I., & Fornal, E. (2019). Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders.

Food Chemistry, 289(1):130-138. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.062

Nissen, L., Samaei, S. P., Babini, E., & Gianotti, A. (2020). Gluten free sourdough bread enriched with cricket flour for protein fortification: Antioxidant improvement and Volatilome characterization. Food Chemistry, 333:8 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127410

OPS. (2020). Etiquetado frontal. Organización Panamericana de La Salud. https://www.paho.org/es/temas/etiquetado-frontal

Papastavropoulou, K., Koupa, A., Kritikou, E., Kostakis, M., & Proestos, C. (2022). Edible insects: Benefits and potential risk for consumers and the food industry. Biointerface Research in Applied Chemistry, 12(4):5131 - 5149. https://doi.org/10.33263/BRIAC124.51315149

Pilco-Romero, G., Chisaguano-Tonato, A. M., Herrera-Fontana, M. E., Chimbo-Gándara, L. F., Sharifi-Rad, M., Giampieri, F., Battino, M., Vernaza, M. G., & Álvarez-Suárez, J. M. (2023). House cricket (Acheta domesticus): A review based on its nutritional composition, quality, and potential uses in the food industry. Trends in Food Science and Technology, 142, Article 104226. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104226.

PROECUADOR. (2021). *Estudio de mercado de alimentos saludables en Ecuador y América Latina*.

Ramos Elorduy, j., & Pino Moreno, J. M. (2009). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. Anales Del Instituto De Biología Serie Zoología, 69(1): 65-104. Recuperado a partir de https://www.revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7201

Ramos-Elorduy B.J.; Pino-Moreno, J.M. & Martínez-Camacho, V.H. 2012. Could Grasshoppers be a nutritive meal? Food and Nutrition Sciences, 3: 164-175.

Rubio Bastida, Concha. (2014). El menú más exigente de las tropas de combate. EFE: Agro. Obtenido de https://efeagro.com/el-menu-mas-exigente-de-las-tropas-de-combate/

Ruiz, A. (2019). Nutricion Deportiva: Barras energéticas. (P. plus, Ed.)

Salud y bienestar. https://www.webconsultas.com/ejercicioy-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145

Shamsi, M. M., Bazgir, B., Valadiathar, M., & Dehaghani, A. Y. (2020). Physiological components and physical combat readiness in warm, cold, and high altitude extreme environmental conditions: Narrative review. Journal of Military Medicine, 22(1):87-99. https://doi.org/10.30491/JMM.22.4.87

Sundari, Mei, Sundari, Mei Tri, Rahayu, Endang Siti, Irianto, Heru, Handayani, Sugiharti Mulya, & Setyowati, Setyowati. (2023). FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF FOOD SMES: A CASE STUDY IN SUKOHARJO REGENCY. SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis, 20(1):124–130. https://doi.org/10.20961/sepa.v20i1.65047

USDA. (2020). FoodData Central. U.S. United States Department of Agriculture. https://fdc.nal.usda.gov/

Walker, T. (2007). Featured Creatures. University of Florida/IFAS. House cricket, Acheta domesticus L.

Zenteno, S. (2014). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. Universidad Peruana Unión, E.P. Ingeniería de Alimentos, 3 (2): 58-66. https://doi.org/10.17162/riu.v3i2.522

Zamri, F., et al. (2023). Propiedades antioxidantes y energéticas de la miel y las semillas en formulaciones deportivas. Revista de Ciencias Alimentarias. [Detalles de la publicación no disponibles].