

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias de la Vida

Evaluación nutricional y nivel de hidratación en bomberos de brigada de incendios
forestales de Guayaquil
VIDA-400

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciado en Nutrición y Dietética

Presentado por:

Nicole Stephanie Manosalvas Constante

Sheila Geovana Carrillo Morales

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

El presente proyecto de tesis está dedicado con mucho cariño y gratitud hacia mis padres mis padres, Fátima Morales y Manuel Carrillo, y a mis hermanos, Carlos y Manuel. Su apoyo incondicional, amor y paciencia han sido mi mayor fuente de motivación e inspiración durante todo este trayecto académico.

A mis amigas Ruth, Karla, Clarisse, Iudette, Daniela, Geomary por su invaluable amistad, solidaridad y ser mi compañía a lo largo de los años. A mis abuelos, tíos y primos por su cariño constante y palabras de aliento.

Finalmente, a mi compañera de tesis y amiga Nicole, por su compromiso y colaboración en todas las etapas del proyecto. Su dedicación y apoyo han sido fundamentales para la culminación de este logro académico.

Sheila Carrillo Morales.

Dedicatoria

El presente proyecto de tesis lo dedico a mis padres, Sonia Constante y Carlos Luis Manosalvas, quiénes han sido mi soporte y motivación, por enseñarme a ser perseverante y confiar en mis capacidades.

A mis hermanas, Natalie y Nikki que me han inspirado a dar todo mi esfuerzo para seguir adelante, quienes han sido compañeras y apoyo durante este trayecto.

A mi perrita Lucy, cuya lealtad, amor, y compañerismo me acompañaron en tantas noches sin dormir.

Y a mi compañera de tesis y amiga Sheila, por su amistad, dedicación, paciencia y compromiso que hicieron de este proceso una experiencia inolvidable.

Este logro es de ustedes, por siempre haber estado en cada paso del camino.

Nicole Manosalvas Constante.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a nuestra tutora Sara Flores, M.Sc. por su guía, conocimiento y constante apoyo a lo largo del semestre durante el desarrollo del proyecto integrador. Agradezco Jestin Quiroz, M.Sc., Josseline Andrade, M.Sc. y a los técnicos docentes por su valiosa contribución durante el desarrollo de la metodología del proyecto. Agradezco a la Dra. Mariela González, su colaboración ha sido indispensable para nuestro avance.

Finalmente, a mis compañeros de carrera que participaron activamente en la ejecución de la metodología del proyecto. Su compromiso, trabajo en equipo y amistad fueron fundamentales para el éxito de esta tesis.

Sheila Carrillo Morales.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a nuestra tutora Sara Flores, M.Sc. cuyo acompañamiento, dedicación, guía y confianza fueron fundamentales durante este proceso. Gracias por su tiempo, consejos, e inspiración para afrontar todos los retos.

A nuestros tutores y docentes, por compartir sus conocimientos, por su paciencia y compromiso en nuestra formación académica. A Jestin Quiroz, M.Sc., Josseline Andrade, M.Sc., y las técnicas docentes, Melissa, Nathaly, y Rossini, por su colaboración clave en la ejecución de nuestro proyecto.

A mis amigos y compañeros de universidad, por su apoyo, amistad, y colaboración, por hacer de este camino una experiencia más llevadera.

Nicole Manosalvas Constante.

Declaración Expresa

Nosotros Nicole Stephanie Manosalvas Constante y Sheila Geovana Carrillo Morales acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 de octubre del 2024



Nicole Stephanie
Manosalvas Constante



Sheila Geovana
Carrillo Morales

Evaluadores

Valeria Johanna Guzmán Jara, M. Sc.

Profesor de Materia

Sara Carolina Flores Madrid, M. Sc.

Tutor de proyecto

Resumen

Los bomberos forestales de Guayaquil enfrentan condiciones ambientales extremas que pueden afectar su estado nutricional e hidratación, factores clave para su desempeño y salud. Este estudio tiene como objetivo evaluar estos aspectos mediante herramientas nutricionales, con el fin de crear una base de datos para futuras investigaciones y desarrollar recomendaciones adaptadas al contexto ecuatoriano. Se realizó un ensayo clínico controlado no aleatorizado con diseño transversal, en el que se caracterizó a la población según edad y etnia. Se determinaron el estado nutricional mediante parámetros antropométricos y el nivel de hidratación a través de la medición de gravedad específica en orina antes y después de un simulacro de incendio forestal controlado. Además, se identificaron factores asociados con malnutrición y deshidratación mediante cuestionarios validados. Los resultados indicaron un consumo deficiente de grupos alimenticios esenciales, un índice de masa corporal que reflejó sobrepeso y obesidad en la mayoría de los participantes, así como un alto riesgo cardio metabólico. También se evidenció un estado constante de deshidratación. Se concluye que es fundamental implementar estrategias de educación nutricional y planes de hidratación adecuados para mejorar el bienestar de los bomberos forestales de Guayaquil.

Palabras Clave: Índice de masa corporal, Riesgo cardio metabólico, Consumo alimentario, Gravedad específica en orina.

Abstract

Forest firefighters in Guayaquil face extreme environmental conditions that can affect their nutritional status and hydration, key factors for their performance and health. This study aims to evaluate these aspects using nutritional tools, in order to create a database for future research and develop recommendations adapted to the Ecuadorian context. A non-randomized controlled clinical trial with a cross-sectional design was conducted, in which the population was characterized according to age and ethnicity. Nutritional status was determined using anthropometric parameters and the level of hydration through the measurement of specific gravity in urine before and after a controlled forest fire drill. In addition, factors associated with malnutrition and dehydration were identified using validated questionnaires. The results indicated a poor consumption of essential food groups, a body mass index that reflected overweight and obesity in most participants, as well as a high cardiometabolic risk. A constant state of dehydration was also evident. It is concluded that it is essential to implement nutritional education strategies and adequate hydration plans to improve the well-being of forest firefighters in Guayaquil.

Keywords: Body mass index, Cardiometabolic risk, Food consumption, Specific gravity in urine.

Índice general

Resumen.....	I
<i>Abstract</i>	<u>III</u>
Índice general.....	III
abreviaturas.....	IV
Simbología.....	¡Error! Marcador no definido.
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	IX
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	22
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Justificación del problema.....	4¡Error! Marcador no definido.
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Marco teórico.....	6
Capítulo 2.....	144
2. Metodología.....	155
Capítulo 3.....	31
3. Resultados y análisis.....	32
Capítulo 4.....	51
4. Conclusiones y recomendaciones.....	52
4.1 Conclusiones.....	52

4.2 Recomendaciones 53

Referencias..... 55

Apéndices..... 59

Abreviaturas

BCBG	Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil
CFCA	Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos
CHO	Carbohidratos
EPP	Equipo de Protección Personal
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCV	Facultad de Ciencias de la Vida
GEO	Gravedad Específica de Orina
IMC	Índice de Masa Corporal
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAN	Proceso de Atención Nutricional

Simbología

g	Gramo
h	Hora
kcal	Kilocaloría
kg	Kilogramo
l	Litro
m	Metro
mg	Miligramo
mL	Mililitro
oz	Onzas
pH	Potencial de Hidrógeno

Índice de figuras

Figura 1. Niveles de Glucosa por tomas y grupo.....	46
Figura 2. Distribución de Hidratación Antes de Actividad Física.....	49
Figura 3. Distribución de Hidratación Después de Actividad Física.....	50
Figura 4 Gráfico de porcentaje de etnias	68
Figura 5. Gráfico de porcentaje de edades.....	68
Figura 6. Gráfico de barras de peso (kg), IMC (kg/m ²) y masa grasa corporal (kg)	69
Figura 7. Gráfico de barras sobre interpretación de nivel de grasa visceral.....	69
Figura 8. Gráfico de pastel porcentaje de frecuencia de consumo por grupo de alimento	70
Figura 9. Gráfico de pastel división de interpretación del IMC	71
Figura 10. Gráfico de barras sobre interpretación de nivel de grasa visceral.....	71
Figura 11. Gráfico de pastel sobre porcentaje de interpretación de índice Cintura-Cadera	71
Figura 12. Gráfico de barras resultado test de tabaco.....	72
Figura 13. Toma de datos antropométricos con bioimpedancia	74
Figura 14. Toma de bioimpedancia previo exclusión.....	74
Figura 15. Realización de encuesta IPAQ	75
Figura 16. Ayuda para el llenado de encuesta personal previo a tomas antropométricas	75
Figura 17. Toma de Cuestionario de Frecuencia de Alimentos por equipo capacitado	76
Figura 18. Estación de toma de glucosa previo inicio de simulacro.....	76
Figura 19. Bomberos de la BCBG durante ejercicio 3	77
Figura 20. Equipo de bomberos forestales trabajando en llenado de piscina de agua.....	77
Figura 21. Equipo de nutrición FCV y bomberos forestales camino en subido al punto del ejercicio 3.....	78
Figura 22. Equipo FCV en punto de ejercicio 3	78
Figura 23. Bomberos forestales transportando equipo pesado en túnel.....	79
Figura 24. Toma de glucosa luego de finalización del primer ejercicio.....	79
Figura 25. Estación de entrega y recolección de muestras de orina	80
Figura 26. Toma de resultados de GEO.....	80

Figura 27. Prueba de manejo de apagado de incendio a distancia.....	81
Figura 28. Equipo FCV y parte de la BCBG forestal previo a ejercicio 3	81
Figura 29. Bombero forestal durante ejercicio 3	82
Figura 30. Bomberos forestales equipo de corte de vegetación.....	82
Figura 31. Equipo FCV y BCBG forestales completo luego de finalización de simulacro.....	83
Figura 32. Folleto de recomendaciones sobre alimentación e hidratación para bomberos forestales pt.1	85
Figura 33. Folleto de recomendaciones sobre alimentación e hidratación para bomberos forestales pt.2	86

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de la población de estudio.....	16
Tabla 2. Repartición de obtención de datos antropométricos previa exclusión.....	18
Tabla 3. Parámetros antes del día del simulacro de incendio	18
Tabla 4. Parámetros para el día del simulacro	19
Tabla 5. Selección de alimentos dados durante el simulacro.....	22
Tabla 6. Caracterización de la población acorde a la etnia.....	32
Tabla 7. Caracterización de la población acorde a la edad.....	33
Tabla 8. Datos antropométricos en sujetos de estudio con edad entre 20 y 29 años	33
Tabla 9. Datos antropométricos en sujetos de estudio con edad entre 30 y 39 años	36
Tabla 10. Datos antropométricos en sujetos de estudio mayores a 40 años	39
Tabla 11. Glucosa en sujetos de estudio con edad entre 20 y 29 años	41
Tabla 12. Glucosa en sujetos de estudio con edad entre 30 y 39 años	42
Tabla 13. Glucosa en sujetos de estudio mayores a 40 años	44
Tabla 14. Resultado promedio de Frecuencia de Consumo por Grupo de Alimentos.....	47

Capítulo 1

1.1 Introducción

La lucha contra incendios es una ocupación en el cual se realizan intensos períodos de actividad física en condiciones ambientales extremas, quienes realizan esta actividad usan equipos de protección personal impermeables, pesados y restrictivos. El control de incendios forestales combina la fuerza muscular con actividades de resistencia durante largos períodos de tiempo en condiciones extenuantes. Para sobrellevarlo, se debe de estar debidamente entrenado, tener una nutrición, hidratación, estado físico y psicológico óptimos, tomando en cuenta que las condiciones ambientales extremas pueden tener graves consecuencias para la salud de los bomberos.

Estudios previos han identificado que el déficit calórico y la deshidratación son problemas comunes entre este grupo de trabajadores, lo que resalta la importancia de implementar estrategias nutricionales y de hidratación específicas para optimizar su rendimiento y prevenir complicaciones de salud ((Tur & Bibiloni, 2019)).

El estado de hidratación es un componente crítico que puede reducir significativamente la capacidad de resistencia física y cognitiva. En entornos de alta temperatura, los bomberos pierden grandes cantidades de líquidos y electrolitos a través del sudor, lo que puede llevar a una deshidratación severa y, en casos extremos, a trastornos como el golpe de calor (Cheuvront & Kenefick, 2014). Por lo tanto, la evaluación periódica del estado nutricional e hídrico se convierte en una herramienta fundamental para garantizar su bienestar.

En Ecuador, pocos estudios han abordado estas necesidades específicas en brigadas de bomberos forestales, a pesar de que Guayaquil es una región propensa a incendios en áreas periurbanas y rurales. Por esta razón, este trabajo busca evaluar el estado nutricional y el nivel de

hidratación de los bomberos de esta región, proporcionando una base para el desarrollo de intervenciones adaptadas que mejoren su rendimiento y protejan su salud.

1.2 Descripción del Problema

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), entre 1970 y 2018, la región de las Américas experimentó más de 4.500 desastres que mataron a 569.184 personas y dejaron más de tres millones de heridos. Los desastres y las emergencias de cualquier tipo pueden causar pérdidas económicas multimillonarias y reducir la capacidad de trabajo de los sistemas de (OPS, 2023).

Algunos estudios han demostrado que los bomberos pueden experimentar una disminución significativa en la capacidad aeróbica y en las habilidades cognitivas debido a un estado de deshidratación incluso leve, lo que compromete tanto su seguridad personal como la eficacia en sus labores (Montain et al., 2007). A nivel nutricional, la ingesta insuficiente de calorías y macronutrientes esenciales puede generar fatiga prematura, pérdida de masa muscular y disminución de la resistencia durante emergencias prolongadas (Ruby et al., 2003).

En Guayaquil, los incendios suelen afectar áreas de difícil acceso, donde el suministro de alimentos y agua puede ser limitado, aumentando la vulnerabilidad de los bomberos. A pesar de estas circunstancias, en Ecuador existe poca evidencia científica sobre el estado nutricional e hídrico de este grupo, lo que dificulta el diseño de intervenciones adecuadas para garantizar su salud y desempeño óptimos.

La falta de protocolos específicos para monitorear el estado nutricional y de hidratación durante las operaciones representa un desafío crítico. La identificación de estas brechas es

esencial para implementar estrategias basadas en evidencia que permitan prevenir los riesgos asociados y optimizar el rendimiento del personal de primera respuesta.

1.3 Justificación del Problema

La justificación de este estudio radica en que, pese a los retos evidentes, los bomberos de Guayaquil carecen de evaluaciones sistemáticas de su estado nutricional e hídrico. Esto deja a los expertos de área sin datos clave para implementar programas de apoyo que podrían prevenir problemas de salud, mejorar el rendimiento operativo y reducir los riesgos asociados al trabajo en incendios forestales.

En climas cálidos y húmedos, como el de Guayaquil, los niveles de sudoración aumentan significativamente, llevando a pérdidas considerables de líquidos y electrolitos. Esto afecta el rendimiento físico y aumenta la probabilidad de deshidratación severa, calambres por calor y golpe de calor (Cheuvront & Kenefick, 2014). Los datos e información recopilada indican que no sólo en Guayaquil sino en el Ecuador, no existe una alimentación específica o especializada que los bomberos sigan según su tipo de carga en su área laboral, cuando esto es sumamente necesario como ya se lo ha mencionado con anterioridad. Con ello, existe un mayor riesgo de fracaso dentro de emergencias, o resultados menos favorables en variables como rendimiento, tiempo y productividad (Westerterp, 2018).

Además, comprender las particularidades del estado nutricional e hídrico de los bomberos en este contexto puede contribuir al desarrollo de guías alimentarias y protocolos de hidratación adaptados a las condiciones locales. Estas herramientas no solo beneficiarían a los bomberos, sino que también podrían ser aplicables a otros grupos de primera respuesta que operan en

entornos similares, maximizando su impacto en la salud ocupacional y la capacidad de respuesta ante emergencias (Christison et al., 2023).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el estado nutricional y nivel de hidratación de los bomberos de la Brigada de incendios forestales de la ciudad de Guayaquil, mediante el uso de herramientas nutricionales, para la elaboración de recomendaciones de alimentación e hidratación óptimas adaptadas a un contexto ecuatoriano.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la población adulta perteneciente a la brigada de bomberos en incendios forestales de la ciudad de Guayaquil, acorde a la edad, etnia, dependencia del BCBG, y sexo.
2. Determinar el estado nutricional de la brigada de bomberos en incendios forestales de Guayaquil, mediante la medición de parámetros antropométricos.
3. Determinar el nivel de hidratación de los bomberos forestales de Guayaquil, mediante la medición de la gravedad específica en orina, antes y después de sus actividades laborales de simulacro de incendio forestal.
4. Identificar los factores asociados con la malnutrición y deshidratación en los bomberos de incendio forestal de Guayaquil, mediante la aplicación de cuestionarios validados.
5. Proponer recomendaciones de alimentación e hidratación adecuada para mejorar el bienestar de los bomberos en incendio forestales de Guayaquil.

1.5 Marco teórico

1.1.1.1 Los incendios forestales y el rol de los bomberos

Se define como incendio forestal cualquier incendio no estructural que ocurre fuera de áreas desarrolladas. Algunos incendios forestales ocurren en condiciones propicias para lograr objetivos ecológicos si se monitorean y se les permite continuar ardiendo en lugar de ser suprimidos (incendios forestales manejados) (D'Evelyn et al., 2022).

Actualmente, los bomberos forestales enfrentan una demanda cada vez mayor debido al aumento de la frecuencia y gravedad de los incendios, el clima más cálido y seco inducido por el cambio climático y el crecimiento urbano. El riesgo para la propiedad y vida humana también ha aumentado, lo que requiere personal más numeroso y mejor preparado. Debido a su trabajo físicamente exigente, deben mantener altos estándares de condición física y realizar tareas en entornos difíciles como humo, clima cálido y terreno empinado (WFCA, 2024).

Esto implica la necesidad de mantener una condición física integral que incluya una elevada capacidad cardiorrespiratoria, fuerza y resistencia muscular, así como una composición corporal adecuada. Estas capacidades no solo contribuyen al desempeño efectivo de sus funciones, sino que también son cruciales para reducir el riesgo de lesiones, mejorar la toma de decisiones bajo presión y asegurar una respuesta rápida y eficiente en situaciones de emergencia. Por lo tanto, el mantenimiento y la mejora de la condición física se presentan como elementos esenciales en la preparación de los bomberos para los desafíos de su trabajo, que, al tratarse de rescates, evacuación de personas o emergencias deben estar altamente preparados. (Lara Sánchez et al., 2013).

Para los bomberos, parte de su trabajo incluye el uso de equipos pesados como mochilas de agua, palas y motosierras, entre otros, y el periodo de actividad laboral en ocasiones puede durar de 12 a 18 horas, resultando en un gasto energético de los bomberos de 2.400-2.600 kcal/día. Debido a la combinación de factores ambientales y el esfuerzo físico, los bomberos usualmente sufren estrés térmico y deshidratación, y sin contar que puede generar una sobrecarga cardiovascular significativa que alteraría la función cardíaca y vascular (Martin et al., 2020).

1.1.1.2 Estado nutricional y necesidades energéticas

La dieta y el estado nutricional son importantes factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades ocupacionales, impactando negativamente en el desempeño de los bomberos. La malnutrición de este grupo representa un desafío importante para su salud, que puede influir negativamente en su desempeño y bienestar general. Investigaciones han revelado que los bomberos suelen tener patrones alimenticios poco saludables, caracterizados por una ingesta elevada de calorías, grasas y carbohidratos, junto con una deficiencia de vitaminas y minerales cruciales. Esta mezcla de malnutrición y el elevado estrés físico y altas temperaturas puede provocar serios problemas de salud, como obesidad, riesgo cardiovascular y deshidratación (Herrera et al., 2021).

Además de los desafíos físicos, los bomberos enfrentan riesgos significativos de malnutrición debido a sus horarios de trabajo irregulares y a la falta de acceso a alimentos saludables durante los turnos. Ellos suelen recurrir a comidas rápidas y convenientes, que a menudo son altas en calorías, pero pobres en nutrientes esenciales. Esta dieta deficiente, combinada con el estrés físico y emocional de su trabajo, puede llevar a deficiencias

nutricionales que comprometen su capacidad para realizar tareas extenuantes y recuperarse adecuadamente después de largas jornadas de trabajo.

La malnutrición no solo afecta la salud física de los bomberos, sino también su capacidad cognitiva y su estado mental. Una dieta inadecuada puede llevar a una disminución en la capacidad de concentración, tiempos de reacción más lentos y una mayor susceptibilidad al estrés y la fatiga. Estos efectos son particularmente preocupantes en un entorno de trabajo tan exigente, donde la toma de decisiones rápidas y precisas puede ser crucial para la seguridad personal y la de los compañeros. Por lo tanto, asegurar una nutrición adecuada no solo es esencial para mantener la salud física, sino también para optimizar el rendimiento mental y emocional de los bomberos (Burgos et al.,2023).

Las recomendaciones de composición corporal normal en adultos varían según el género y la edad. Para los hombres adultos, un porcentaje de masa grasa entre 15% y 17% se considera saludable, mientras que, para las mujeres, un porcentaje de 24% a 25% es considerado normal. Mantener estos porcentajes es crucial para prevenir enfermedades y asegurar un buen estado de salud (Dávila-Batista et al., 2015).

Los requerimientos de ingesta de nutrientes para ocupaciones físicamente exigentes como lo son los incendios forestales pueden exceder a la del consumo de los individuos sanos promedio. Por lo tanto, es necesario apoyar la energía adicional gastada durante episodios prolongados de actividades de fuerza y resistencia muscular.

Según Brooks et al. (2021), las recomendaciones de macronutrientes para los bomberos de incendios forestales incluyen de 6 a 10 g/kg de peso corporal de carbohidratos (CHO), de 1,2 a 1,7 g/kg de peso corporal de proteína y del 20% al 35% de la ingesta total de kilocalorías de

grasa. Es crucial que se pueda satisfacer la demanda de energía ya que en un escenario en el que este requisito no se cumpla podría resultar en un daño a la salud y seguridad de los bomberos de incendios forestales e incluso un deterioro en la recuperación post-incendio.

Dado que el estrés físico y las condiciones sanitarias en las que se pueden encontrar los bomberos durante la extinción de incendios forestales puede colocarlos en un riesgo alto de desarrollar infecciones, es importante tener en cuenta el consumo de micronutrientes como las vitaminas A, D, C, E, B6, B12, folato, zinc, cobre y selenio, que son necesarias para el apoyo del sistema inmunológico (Brooks et al., 2021).

Según el departamento de servicio forestal de agricultura en Estados Unidos, los bomberos forestales deberían consumir una dieta rica en carbohidratos y baja en grasas. Debido a que, los carbohidratos ayudan a mantener la función inmunológica, mientras que alimentos altos en grasa puede degradar la función del sistema inmunológico, aumentando así el riesgo de problemas de las vías respiratorias y otros problemas de salud (Carballo-Leyenda, 2023).

Se recomienda que los bomberos sigan las pautas dietéticas establecidas para personas activas, que incluyen una ingesta de proteínas mayor (1,4–1,6 g/kg/día) que la cantidad diaria recomendada actual para la población general (0,8 g/kg/día) para ayudar a satisfacer la necesidad de recuperación y mantenimiento de la masa corporal magra (Elstad et al., 2023).

Siguiendo lo dicho, se ha demostrado que la adición de carbohidratos (~35 g) a aminoácidos (~6 g de una mezcla equilibrada de aminoácidos) puede producir una respuesta sintética neta de proteína muscular que su equivalencia se aproxima a la suma del efecto independiente de cada nutriente de forma aislada, sugiriendo que puede existir beneficios sinérgicos de combinar proteínas y carbohidratos juntos. Estos beneficios parecen extenderse a

los atletas élite (≥ 35 años), así como el consumo de carbohidratos y carbohidratos más proteína después del ejercicio de resistencia intenso eleva el rendimiento en mayor grado que la suplementación con agua más electrolitos (Elstad et al., 2023).

1.1.1.3 Nivel de hidratación e impacto en el bombero forestal

Hidratación se lo define como la reposición de líquidos corporales perdidos a través de la exhalación, sudoración y eliminación de desechos. El cuerpo para funcionar de forma óptima necesita estar hidratado. De lo contrario, las funciones esenciales como la circulación no funcionarán con la misma fluidez y los órganos no recibirían los nutrientes necesarios, dando como resultado un rendimiento menos eficiente (Texas Health and Human Services, 2021), sin contar que, sin una ingesta adecuada de líquidos, los bomberos pueden sufrir los efectos adversos de la deshidratación. Entre ellos, se encuentran la disminución del control de la temperatura corporal central, la reducción del tiempo de tolerancia al calor, la disminución del gasto cardíaco con frecuencias cardíacas más altas y la reducción de la potencia aeróbica y la resistencia muscular. Entre los efectos psicológicos, se incluyen el aumento de la percepción subjetiva del esfuerzo y la reducción de la atención, la vigilancia y la memoria a corto plazo. Estos efectos pueden tener efectos perjudiciales para la salud, la seguridad y el rendimiento de los bomberos (Walker et al., 2019).

Los incendios forestales requieren que los bomberos realicen intensos episodios de actividad física en condiciones ambientales extremas, como altas temperaturas y humo denso, mientras usan equipos de protección personal (EPP) impermeables, pesados y restrictivos. La naturaleza físicamente exigente de la lucha contra incendios combinada con la permeabilidad al agua sustancialmente reducida, la capacidad de calor por evaporación y las mayores demandas

de energía que implica el uso de EPP pueden resultar en una capacidad de enfriamiento reducida y una probable deshidratación debido a las altas tasas de sudoración, esto aumentado a lo previamente mencionado, darían como resultado no solo a una deshidratación, si no, a un problema a futuro (Walker et al., 2019).

En cuanto cantidades, las investigaciones han demostrado que una reducción $> 2\%$ de la masa corporal debido a la sudoración puede afectar el rendimiento cognitivo y aeróbico (Merritt et al., 2024).

Actualmente, las guías sugieren una ingesta de líquidos de consumir una taza de agua (8 oz o 250 ml), cada 15 a 20 minutos o aproximadamente 1 L/h. Por otro lado, se recomienda que se consuma las bebidas deportivas que contengan electrolitos y $< 8\%$ de carbohidratos en lugar de agua cuando los trabajadores estén expuestos a un entorno caluroso durante períodos prolongados (≥ 2 horas) (Merritt et al., 2024).

En cuanto a técnicas de evaluación para hidratación se incluyen: agua corporal total medida por dilución de isótopos o estimada por análisis de impedancia bioeléctrica; marcadores plasmáticos, como osmolalidad, sodio, hematocrito y cambios de hemoglobina; marcadores de orina, como osmolalidad, gravedad específica o color; cambios en la masa corporal; y otras variables.

Todas las técnicas de evaluación de la hidratación varían mucho en su aplicabilidad debido a limitaciones metodológicas, como las circunstancias necesarias para la medición, la facilidad y el costo de la aplicación, la sensibilidad para detectar cambios pequeños, pero significativos en el estado de hidratación y el tipo de deshidratación anticipada (Cheuvront & Sawka, 2006).

1.1.1.4 Evaluación del estado nutricional y nivel de hidratación

La evaluación nutricional es el primer paso del proceso de atención nutricional (PAN). Donde se recolectan datos para utilizar en los demás pasos del PAN. Esto conduce a la identificación de un problema nutricional. Durante la evaluación nutricional, se recopila, clasifica y sintetiza datos importantes y relevantes necesarios para identificar los problemas relacionados con la nutrición y sus causas (Academy of Nutrition and Dietetics, 2024).

Una evaluación nutricional completa consiste en 4 pasos, la valoración nutricional, diagnóstico, intervención, monitoreo y seguimiento. En la valoración se realiza la historia clínica y dietética de cada participante, una exploración física, evaluación antropométrica y composición corporal (Carbajal et al., 2020). Luego, se hace una evaluación de lo obtenido, un cálculo del gasto energético, definir la cantidad de actividad física que realiza al día, y el aporte energético de cada uno de los individuos de estudio, además de cantidad de ingesta de agua al día.

En la ciudad de Guayaquil este tipo de evaluación no forma parte de la valoración médica que se le debería realizar a todo el cuerpo de bomberos, a pesar de que, si ha existido proyectos que han querido involucrar el tipo de alimentación a seguir de los bomberos, pero no han tenido resultados favorecedores que mantengan esta evaluación como algo primordial.

Para la evaluación se utiliza la antropometría que es el estudio de la medición del cuerpo humano en términos de las dimensiones de los huesos, músculo y el tejido adiposo (grasa).

En la actualidad, la antropometría incluye técnicas sencillas, de fácil aplicación, no invasivas y económicas para evaluar el tamaño y la composición del cuerpo humano, reflejando el estado de salud nutricional (Lara-Pérez et al., 2022). Las mediciones de los pliegues, circunferencias cutáneas y la bioimpedancia eléctrica permiten un análisis transversal de la

relación entre la obesidad y el riesgo de enfermedades como hipertensión, diabetes, cardiovasculares, etc.

Su utilidad también ayuda a evaluar la relación con la condición física y un estilo de vida activo/inactivo, así como el declive de la capacidad física y la incidencia de sarcopenia. Por lo tanto, las mediciones antropométricas son necesarias como parte de los métodos para desarrollar estrategias para la identificación temprana del declive de la condición física e intervenciones apropiadas para evitar deficiencias y promover la calidad de vida (Tur & Bibiloni, 2019).

Capítulo 2

2. Metodología.

La investigación fue definida como un ensayo clínico controlado no aleatorizado, con un diseño de evaluación transversal.

Después de una exhaustiva búsqueda de protocolos, equipos, suministros, y otros recursos (Ver apartado 2.3), finalmente se definió el planteamiento adecuado para llevar a cabo el simulacro de incendio forestal controlado de manera eficaz.

Una vez aclarado lo previo, el proyecto se lo dividió de siguiente manera:

2.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por el equipo de bomberos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil (BCBG), ellos cuentan con una población de 200 bomberos que laboran en el BCBG. El estudio fue realizado en el bosque Protector Prosperina de Guayaquil, cercano a la Academia de Bomberos de Guayaquil “Crnl. Gabriel Gómez Sánchez”, en las áreas con infraestructura Poliductos. Además, se debe recalcar que el simulacro no causó afectación alguna a la vegetación del Bosque Protegido Prosperina y fue aceptado por el Comité Científico de Manejo del Bosque bajo el manejo de la Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Cada sujeto fue estudiado durante una fase preoperatoria, en la que se recogieron parámetros nutricionales básicos una semana antes del simulacro para lograr la estimación de su ingesta habitual tanto de nutrientes como micronutrientes.

2.1.1 Cálculo de población (muestra)

Para el cálculo del tamaño de la muestra de una población finita de 200 bomberos forestales, se utilizó la fórmula del Tamaño de Muestra para Poblaciones Finitas STIGA (2014):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot E^2 \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población (655 en este caso)
- Z = nivel de confianza del 95%
- E = error de estimación

Donde el resultado que generó la fórmula fue un total de 80 sujetos, sin embargo, se trabajó con 32 bomberos entre rentados y voluntarios, en los cuáles se los dividió en 2 grupos:

Grupo A: Participantes que recibieron nutrición operativa (Grupo control)

Grupo B: Participantes que no recibieron nutrición operativa (Grupo no control)

Cada grupo se lo dividió en 17 sujetos para el grupo A y 15 sujetos para el grupo B.

2.1.2. Criterios de selección

Las variables que se consideraron para la inclusión y exclusión del estudio fueron las siguientes:

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión de la población de estudio

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Bomberos en servicio activo en Guayaquil.	Bomberos en servicio administrativo
Participantes entre 18 y 55 años	Bomberos con enfermedades crónicas severas
Bomberos que hayan aprobado las	(diabetes, enfermedades cardiovasculares no

evaluaciones físicas anuales necesarias para el servicio.	controladas, etc.).
Bomberos que participen voluntariamente en el simulacro específico de diciembre de 2024.	Bomberos que consumen medicamentos que afecten el metabolismo energético, la glucosa o la presión arterial.
Bombero sin enfermedades crónicas severas (diabetes, enfermedades cardiovasculares no controladas, etc.).	Bomberos que hayan sufrido lesiones o que estén en proceso de rehabilitación física en los últimos 6 meses.
Bomberos con experiencia previa en ejercicios forestales.	Bomberos con intolerancia al calor extremo o a las actividades de alta intensidad física.
	Bomberos que no autoricen su consentimiento informado para participar en el estudio.

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Luego, se lo dividió por estaciones u etapas y los implementos a usar en cada una de ellas.

2.2. Metodología del simulacro y etapas del proyecto

Según la revisión de evidencia científica, se tomó en consideración la valoración de parámetros que permitan identificar los datos necesarios según el enfoque nutricional operativo.

El registro de datos nutricionales se dividió en etapas:

1. Semana antes del simulacro (09 al 13 de diciembre de 2024)
2. El día del simulacro (14 de diciembre de 2024)
 - a. Previo al inicio del simulacro: 07h00 a 08h00
 - b. Durante el simulacro 08h00 a 12h00

c. Después del simulacro 12h00 a 14h00

2.2.1. Etapa 1. Semana antes del simulacro de incendio forestal (09 al 13 de diciembre de 2024)

En esta etapa, una semana antes del simulacro de incendio forestal controlado se realizó la recolección de datos sobre la antropometría (bioimpedancia), cuestionario de frecuencia de alimentos, y cuestionario de actividad física (IPAQ). Para esto se citó a los 80 bomberos en 5 días distintos.

Tabla 2

Repartición de obtención de datos antropométricos previa exclusión

Día	1	2	3	4	5	Total
Cantidad	12	13	20	18	17	80

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Los parámetros realizados fueron:

Tabla 3

Parámetros antes del día del simulacro de incendio

Datos demográficos	Composición corporal	Cuestionarios
• Edad	• Talla (cm)	• Consumo de
• Sexo	• Peso (kg)	Frecuencia de
• Género	• Masa grasa (kg)	Alimentos
• Etnia	• Grasa corporal (%)	• Cuestionario de
	• Agua Corporal Total (L)	Actividad Física
	• Agua total (%)	(IPAQ)

-
- Masa músculo esquelética
(kg)
 - Nivel Grasa Visceral
 - IMC (kg/m²)
-

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Para llevar a cabo esta actividad se necesitó 4 antropometristas capacitados por día, con el fin de obtener datos con un mínimo margen de error y en la menor cantidad de tiempo.

Durante esta fase, los participantes fueron evaluados de la siguiente manera:

1. Encuesta de datos personales: Edad, cargo, nivel de educación, antecedentes patológicos personales, antecedentes patológicos familiares.
2. Registro de peso, y talla de cada participante.
3. Evaluación nutricional para obtener datos antropométricos con equipo de bioimpedancia: Inbody 120.

2.2.2. Etapa 2. El día del simulacro de incendio forestal (14/12/2024)

En esta etapa, se llevó a cabo la recopilación de datos durante el simulacro, lo que condujo a una nueva subdivisión. Estos datos fueron evaluados según los siguientes parámetros:

Tabla 4

Parámetros para el día del simulacro

Antes del simulacro	Durante el simulacro	Después del simulacro
Estado de hidratación	Alimentación:	Estado de hidratación
Muestra de orina	Ingesta de alimentos (tabla 5)	Muestra de orina

Alimentación:	Test de glucosa	Test de glucosa
Ingesta de alimentos		

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

***Recolección de muestra de orina:**

La recolección de muestra de orina se utilizó para conocer el estado de hidratación bajo el uso de la fórmula de tasa de sudoración.

A cada participante se le entregó un vaso recolector de orina rotulado con su código personal, el cual debía ser manejado por cada uno y entregado al líder de estación. Una vez entregada, la muestra de orina se analizó con un refractómetro para determinar la gravedad específica de la orina, siguiendo el protocolo elegido para medir los niveles de hidratación.

2.2.2.1. Descripción de tiempos

I. Previo a iniciar el simulacro (07H00 a 08h00)

Los grupos A y B, se le hizo seguir la siguiente recomendación alimentaria previo al simulacro.

- Comidas grandes: comer 2 horas antes de la AF (6 am).

El controlar la ingesta de alimentos antes del ejercicio físico es fundamental. Así que se recomendó optar por alimentos ricos en carbohidratos, como una taza de cereales, un sándwich de mantequilla de maní o un batido.

Para realizar este procedimiento, el equipo de investigación se dividió en 4 estaciones, detallado de la siguiente manera:

- 1) Estación para la toma de signos vitales: temperatura corporal, presión arterial, frecuencia cardiaca, a cargo del personal médico del BCBG.
- 2) Estación para identificar el grupo que pertenece cada sujeto de investigación.
- 3) Estación para la entrega de alimentos y líquidos, a cargo de FCV-ESPOL.
- 4) Estación de toma de glucosa, a cargo de FCV-ESPOL.
- 5) Estación para la entrega de vaso recolector de orina y recepción de muestras de orina, a cargo de FCV-ESPOL.

II. Durante el simulacro (08h00 a 13h00)

Durante esta fase, se evaluó a los participantes de la siguiente manera:

- I. Control de ingesta de alimentos:
 - a. Participantes que recibieron nutrición operativa:
 - i. Ingesta de 3 comidas
 - ii. Ingesta de 3-4 tomas de líquidos, equivalente a 3000 ml.
 - b. Grupo no control (participantes que no recibieron nutrición operativa)
 - i. Ingesta de líquidos: según su consumo habitual
- Control de glucosa (test rápido de glucosa):
 - a. Grupo A (intervención):
 - i. Previo a cada ingesta de alimentos y una vez al final del simulacro.

- b. Grupo B:
 - i. Previo al simulacro
 - ii. Final del simulacro

Tabla 5*Selección de alimentos dados durante el simulacro*

Alimentos	Información Nutricional	Horarios	Observación
Miel	Por cada 15 ml Energía: 40 kcal CHO: 10 g Proteína: 0 g Lípidos: 0 g	08h45	Se entregó a los participantes previo al ejercicio 1
Banano	Banano (1U mediana) 110 g Energía: 90 kcal CHO: 20 g Lípidos: 0 g Proteína: 1 g	09h50	Previo al ejercicio 2 (ver operaciones forestales)
Sánduche de mermelada (frutimora)	Sánduche mermelada (1 rebanada de pan con mermelada) (60g): Calorías: 190 kcal Proteínas: 4 g Grasas: 1 g Carbohidratos: 45 g	10h30	Previo al último ejercicio (3), 15 minutos antes

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Durante el simulacro el sujeto de estudio del BCBG realizó los siguientes ejercicios descritos a continuación:

Operaciones Forestales

Se realizó de manera simultánea 1 ejercicio de rendimiento físico y resistencia y 2 ejercicios operacionales con 80 combatientes forestales repartidos en 4 cuadrillas.

El sábado 14 de diciembre del 2024 se realizó estos ejercicios en la Academia de Bomberos "CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ".

Ejercicio 1:

Se llevó a cabo un circuito de resistencia que consistía en recorrer 5 kilómetros con un peso de 25 kg, este ejercicio se realizó con EPP FORESTAL que disponían los participantes.

Ejercicio 2:

Se realizó la implementación de líneas de defensa 300 metros x 3 de suelo mineral en 45 minutos, este ejercicio requirió la utilización de EPP-F de todos los participantes.

Ejercicio 3:

Se realizó un simulacro de ataque ofensivo a un IF donde se realizó la implantación de una línea de rebombeo continua de agua con piscinas y bombas de mochila de 800 metros en 45 minutos (montaje y desmontaje).

III. Después del simulacro

Durante esta fase:

- Se realizó la recolección de orina.

- Se realizó nuevamente la medición de glucosa, pero en este caso al grupo A y B.

2.3. Protocolos, instrumentos y técnicas de medición

1. Técnicas de medición

Descripción del procedimiento utilizado para la toma de datos descritos en la metodología del protocolo de investigación:

1) Talla

Medida que se utilizó como punto de referencia para analizar la proporcionalidad del cuerpo desde la cabeza hasta los pies.

- Equipo utilizado
 - o Tallímetro SECA 213 - Estadiómetro Móvil.
- Método para instalación de equipo:
 - o Localizar una pared y piso liso, sin gradadas, sin inclinaciones o desniveles. La pared y el piso deben formar un ángulo recto de 90°.
- Procedimiento para la toma de datos:
 - o Se informó al participante sobre el procedimiento a realizar para la toma de estatura utilizando un tallímetro (procedimiento no invasivo).
 - o El participante debió utilizar vestimenta ligera para la toma de datos.

- o Se solicitó al participante que se coloque debajo del tallímetro, de espalda a la pared y con la mirada al frente, sobre una línea imaginaria vertical que dividía su cuerpo en dos hemisferios.
- o Se verificó que los pies se encuentren en la posición correcta y el talón debió tocar la base trasera del tallímetro.
- o Se rectificó que los talones estuvieron en contacto con el tallímetro y sus brazos caían naturalmente a lo largo del cuerpo.
- o Se procedió a acomodar la cabeza en posición recta. Se debe trazar una línea imaginaria (Plano de Frankfurt) que va del orificio del oído a la base de la órbita del ojo. Esta línea debe ser paralela a la base del tallímetro y formar un ángulo recto con respecto a la pared.
- o Se indicó al paciente que inhale y exhale.
- o Una vez realizado este procedimiento, se tomó la lectura de la talla del participante.

2) Bioimpedancia

La bioimpedancia (BIA) es un método que permitió medir la composición de corporal y sus principales componentes. Es una técnica simple, rápida y no invasiva. El método de estimación se basó en la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad, originada por el paso de electricidad a diferentes frecuencias sobre las regiones cutáneas que se encuentran posicionadas en los electrodos, registrando la resistencia que ejercen los tejidos contra la corriente.

- Equipo utilizado:

- o Equipo de bioimpedancia
Marca: Inbody 120
- Método para instalación del equipo:
 - o Se colocó el equipo sobre una superficie plana
 - o El equipo estuvo conectado a corriente eléctrica
- Procedimiento para la toma de datos:
 - o Se informó al participante el procedimiento para la toma de bioimpedancia (procedimiento no invasivo).
 - o Para la toma de datos, el sujeto de estudio contó con el uso de vestimenta ligera.
 - o Se informó al participante que no debe tener utensilios, prendas o artículos metálicos externos o internos.
 - o Se solicitó al participante retirarse calzado y medias con la finalidad de que sus pies hagan contacto con los electrodos del equipo.
 - o Los brazos deben estar separados ligeramente del cuerpo y los pulgares deben estar en contacto con los electrodos, ejerciendo ligera presión.
 - o Una vez realizado este procedimiento, se realizó la lectura de datos.

3) Gravedad específica en orina (GEO)

La medición de GEO se realizó a través del uso de un refractómetro digital, que fue una técnica rápida y precisa que se utilizó para evaluar la concentración de solutos en la orina.

- Materiales:
 - o Muestra de orina fresca.

- o Refractómetro digital “Milwaukee MA871”.
 - o Vaso recolector de orina
 - o Agua destilada (para la calibración).
 - o Pipetas pasteur.
 - o Paño suave o papel para limpiar el refractómetro.
 - o Alcohol
 - o Guantes quirúrgicos (o nitrilo)
 - o Marcador permanente
- Procedimiento:
- o La muestra de orina debió ser reciente y se recolectó en un recipiente estéril.
 - o Se recolectó la orina al final de todos los ejercicios realizados.

Calibración del refractómetro:

- Se aplicó una gota de agua destilada en la placa de medición del refractómetro y se verificó que la lectura sea 1.000 (equivalente a la densidad del agua pura).

Aplicación de la muestra:

- Se limpió la superficie del refractómetro para asegurar una lectura precisa.
- Se colocó una o dos gotas de la muestra de orina fresca sobre la placa de medición del refractómetro.

Lectura de la gravedad específica:

- Se esperó que el refractómetro digital arroje los resultados.

Interpretación de los resultados:

- Gravedad específica normal: Entre 1.005 y 1.030. Sugiere que la función renal y la capacidad de concentración de la orina son normales.
- Gravedad específica baja (<1.005): Puede ser indicativa de orina muy diluida, debido a una ingesta excesiva de líquidos o una condición como la diabetes insípida.
- Gravedad específica alta (>1.030): Indica deshidratación o la presencia de solutos anormales en la orina, como glucosa en pacientes con diabetes.

Limpieza del refractómetro:

- Después de cada uso, se limpió la superficie del refractómetro con agua destilada y se secó con un paño suave para evitar residuos que interfieran con las mediciones posteriores.

4) **Test de medición de glucosa capilar**

La prueba de glucosa aleatoria midió la cantidad de glucosa o azúcar que circuló en la sangre de una persona. No es necesario que esté en ayunas antes de realizar la prueba. Esta información se la obtuvo mediante el uso de un glucómetro (aparato que mide la glucosa en sangre), en el cual se realizó una punción en el lóbulo de la oreja o en los pulgares e índices, lo que como consecuencia arrojó una pequeña cantidad de sangre que se colocó en una trilliza y lo analizó el medidor.

- Materiales:
 - o Glucómetro “Accu Check Instant”
 - o Tirillas de prueba rápida

- o Lancetas
 - o Torundas de algodón
 - o Alcohol
 - o Guantes quirúrgicos (o nitrilo)
 - o Tacho de desechos infecciosos/peligrosos (guardianes)
- Procedimiento:
- o Se dispuso al paciente que se encuentre de manera confortable.
 - o Se rectificó la limpieza y el funcionamiento correcto del glucómetro, la fecha de caducidad de las tiras reactivas y que correspondiesen con el modelo del glucómetro a utilizar.
 - o Higiene de manos.
 - o El encargado de realizar la toma de glucosa se colocó guantes.
 - o Se seleccionó la zona de punción (zona lateral de la yema de los dedos o lóbulo de la oreja).
 - o Se aseguró de que la zona de punción esté limpia y seca.
 - o Se colocó la tira reactiva en el medidor.
 - o Se puncionó al paciente con una trayectoria recta en la zona elegida. El dispositivo de punción y el lateral del dedo debió formar un ángulo de 90°.
 - o Se desechó la primera gota de sangre y cuando se obtuvo una gota suficiente, se colocó sobre el área reactiva de la tira (la absorción fue por capilaridad).

- o Se presionó con algodón la zona de punción.
- o Se esperó el tiempo fijado por cada medidor para que arroje el resultado.
- o Se registró el resultado.
- o Se retiró la tirilla del glucómetro.
- o Se desechó el material y se limpió el glucómetro siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- o Cuando se finalizó con la lectura de glucosa, la persona encargada de realizar la lectura se retiró y desechó los guantes.
- O Higiene de manos.

Capítulo 3

3. Resultados y análisis

Los resultados obtenidos ofrecen una visión integral sobre los aspectos evaluados, proporcionando respuestas claras y fundamentadas a los objetivos planteados. A continuación, se detallan los principales descubrimientos y su relevancia en el contexto del problema de investigación.

Los participantes del estudio fueron 100% del sexo masculino, por lo cual se decidió categorizar a los sujetos de estudio según su etnia y edad, obteniendo lo siguiente:

Tabla 6

Caracterización de la población acorde a la etnia

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Afroecuatoriano	2	6,25%
Montubio	3	9,38%
Mestizo	27	84,38%
Total	32	100

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

- De los 32 sujetos de estudios, el 6,25% de los participantes son afroecuatorianos, el 9,38% representa a los montubios y el 84,34% pertenece al grupo mestizo. Los datos corresponden a la cantidad de 2, 3 y 27 sujetos de estudio por grupo respectivamente. Cabe recalcar que, al no ser un porcentaje representativo del grupo afroecuatoriano y montubio, no se considera esta variable para realizar comparaciones con los demás datos obtenidos.

Tabla 7*Caracterización de la población acorde a la edad*

Rangos	Cantidad	Porcentaje
20- 29 años	3	9,38%
30-39 años	17	53,13%
Más de 40 años	12	37,50%
Total	32	100

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo**Interpretación:**

- La mayor cantidad de participantes se encuentra en un rango de 30 a 39 años, lo cual representa un 53,13% de la población de estudio, mientras un 37,50% de los sujetos de estudio pertenecen al rango de edad mayor a 40 años. Finalmente, un menor porcentaje de 9,38% es perteneciente al grupo que se encuentra en un rango de edad de 20 a 29 años.
- Al contar con una buena distribución con la cantidad de sujetos de estudio por rango, estos datos son más significativos para poder realizar comparaciones con los datos que se obtuvieron con los participantes.

3.1 Medidas antropométricas**Tabla 8***Datos antropométricos en sujetos de estudio con edad entre 20 y 29 años*

Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo

Peso (Kg)	100,06	90,85	91,5	105	90,2	118,5
Talla (cm)	177,96	175,45	175,9	179,45	175	183
IMC (Kg/m²)	31,5	29,55	29,9	32,65	29,2	35,4
Agua corporal total (L)	51,73	48,35	49,9	54,2	46,8	58,5
Masa grasa corporal (Kg)	29,33	24,7	26,2	32,4	23,2	38,6
Índice cintura cadera	0,96	0,96	0,97	0,97	0,95	0,98
Nivel de grasa visceral	12,33	10	11	14	9	17
p-value	0,083					

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

En bomberos con el rango de edad de 20 a 29 años se encontró que:

- El peso promedio es de 100,06 Kg. Entre ese rango de edad el peso mínimo es 90,2 Kg, mientras que el peso máximo es de 118,5 Kg. El 25% de los sujetos pesa menos de 90,85 kg. El 50% de los participantes pesa menos de 91,5 kg, lo que indica que la distribución de pesos está sesgada hacia valores mayores que la media. Finalmente, el 75% de los sujetos pesa menos de 105 kg.
- Con respecto a la talla, tenemos que el promedio es de 177,66cm teniendo en cuenta que la altura mínima en este rango de edad es de 175cm y

la altura máxima es de 183cm. El 25% de los bomberos mide menos de 175,45 cm, el 50% mide menos de 175,9cm y el 75% mide menos 179,45 cm.

- En el Índice de Masa Corporal (IMC) promedio es de 31,5 lo que indica una Obesidad tipo I. El valor mínimo de IMC en los sujetos de estudio de 20 a 29 años es de 29,2 lo que sugiere sobrepeso. El valor máximo de IMC es 35,4. Este último valor refiere a Obesidad tipo II. El 25% de los sujetos tiene un IMC menor a 29,55 el cual es un indicador de sobrepeso. El 50% tiene un IMC menor a 29,9, lo que se sitúa justo en el límite superior del sobrepeso y el 75% de los sujetos tiene un IMC menor a 32,65.

- En promedio los bomberos de este rango de edad cuentan con 51,73 litros de agua corporal total. El 25% tiene menos de 48,35 L de agua corporal. La mitad de los bomberos de este rango tiene menos de 49,9 L de agua y el 75% tiene menos de 54,2 L. El valor mínimo es de 40,8L y el valor más alto de agua corporal es 58,5 L.

- En promedio, los sujetos de estudio tienen 29,33 kg de masa grasa corporal, lo que indica que esta se encuentra acrecentada. El 25% tiene menos de 24,7 kg de masa grasa, la mitad tiene menos de 26,2 kg de grasa y el 75% tiene menos de 32,4 kg de grasa. El valor más bajo de masa grasa corporal es 23,2 kg, mientras que el valor más alto es 38,6 kg. Todos los sujetos de este rango de edad cuentan con una masa grasa corporal acrecentada.

- El promedio del índice de cintura- cadera es de 0,96, lo que puede indicar un riesgo moderado de enfermedades cardiovasculares en esta

población. El 25% tiene un índice de 0,96 o menos. La mitad de los bomberos tiene un índice menor o igual a 0,97 y 75% tiene un índice de 0,97 o menos. El valor más bajo es 0,95, mientras que el valor más alto es 0,98.

- En promedio, los bomberos tienen un nivel de grasa visceral de 12,33 el cual es alto, lo que puede implicar un riesgo para la salud. El 25% tiene un nivel de grasa visceral menor o igual a 10. La mitad tiene un nivel menor o igual a 11. El 75% tiene un nivel de grasa visceral menor o igual a 14. El nivel más bajo es 9, lo que califica como un nivel saludable y el nivel más alto registrado es 17.

- El nivel promedio de grasa visceral y el índice cintura-cadera indican un riesgo significativo de enfermedades metabólicas o cardiovasculares.

Tabla 9

Datos antropométricos en sujetos de estudio con edad entre 30 y 39 años

	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo
Peso (Kg)	85,69	74,6	83,7	97,3	68,4	107
Talla (cm)	171,6	164,5	172	179	156,3	182,5
IMC	29,28	24,40	30,4	31,9	22,9	43,8
Agua corporal total (L)	43,87	40,4	43	44,6	38	58,8
Masa grasa corporal (Kg)	25,85	16,9	22,7	31,5	9,9	53,9

Índice cintura cadera	0,94	0,91	0,95	0,98	0,86	1,06
Nivel de grasa visceral	11,11	7	10	14	3	20
p-value	0,083					

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Dentro del rango 30 a 39 años en los bomberos:

- El peso promedio de los sujetos es de 85,69 kg. El 25% de los sujetos pesa menos de 74,6 kg. El 50% de los sujetos pesa menos de 83,7 kg, lo que indica que la distribución del peso es cercana a la media. El 75% de los sujetos pesa menos de 97,3 kg. El peso más bajo registrado es 68,4 kg y el peso más alto registrado es 107 kg.
- La altura promedio de los bomberos en este rango de edad es de 171,6 cm. El 25% de los sujetos mide menos de 164,5 cm. La mitad de los bomberos mide menos de 172 cm. El 75% de los sujetos mide menos de 179 cm. La altura más baja registrada es 156,3 cm y la altura más alta registrada es 182,5 cm.
- El promedio del IMC es 29,28, lo que se clasifica como sobrepeso. El 25% de los sujetos tiene un IMC menor o igual a 24,40 lo que indica que se encuentran dentro de un peso normal. La mitad de los sujetos tiene un IMC menor o igual a 30,4, que es el límite inferior de obesidad. El 75% de los sujetos tiene un IMC menor o igual a 31,9. El valor más bajo de IMC es 22,9 y se encuentra dentro del rango de peso normal, mientras que el valor máximo

o más alto de IMC es 43,8 lo que indica obesidad severa. La mayoría de esta población se encuentra en el rango de sobrepeso.

- En promedio, los sujetos de estudio tienen 43,87 litros de agua corporal total. El 25% tiene menos de 40,4 L de agua corporal. La mitad tiene menos de 43 L. El 75% tiene menos de 44,6 L. El valor mínimo y máximo muestran cierta variabilidad ya que el valor más bajo es 38 L, mientras que el valor más alto es 58,8L.

- En promedio, los sujetos evaluados tienen 25,85 kg de masa grasa corporal. El 25% tiene menos de 16,9 kg de grasa corporal. La mitad tiene menos de 22,7 kg de grasa y el 75% tiene menos de 31,5 kg de grasa. El valor más bajo registrado es 9,9 kg y el valor más alto es 53,9 kg.

- Con respecto al índice de cintura-cadera, el promedio es 0,94, lo que sugiere un riesgo moderado de enfermedades cardiovasculares. El 25% de los bomberos tiene un índice menor o igual a 0,91. El 50% tiene un índice menor o igual a 0,95. El 75% tiene un índice menor o igual a 0,98. El valor más bajo registrado es 0,86 y el más alto es 1,06, lo que indica un mayor riesgo cardio metabólico.

- En este grupo el promedio de grasa visceral se encuentre en un nivel de 11,11, lo que puede considerarse alto. El 25% tiene un nivel de grasa visceral menor o igual a 7. La mitad del grupo tiene un nivel menor o igual a 10. El 75% tiene un nivel de grasa visceral menor o igual a 14. El nivel más

bajo registrado es 3 lo que indica que se encuentra dentro de un rango saludable y el nivel más alto registrado es 20.

Tabla 10**10***Datos antropométricos en sujetos de estudio mayores a 40 años*

	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo
Peso (Kg)	87,37	81,2	87,75	93,2	69	105,2
Talla (cm)	169,34	166,85	171,8	173,12	175	176,5
IMC	30,58	28,12	30,3	32,9	23,1	36,4
Agua corporal total (L)	44,01	40,05	43,5	47,57	36,4	51,8
Masa grasa corporal (Kg)	27,39	23,1	26,7	30,72	14	38,6
Índice cintura cadera	0,96	0,96	0,96	0,98	0,89	1,04
Nivel de grasa visceral	12	10	11	13,75	6	19
p-value	0,083					

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

En bomberos con una edad mayor a 40 años se encontró que:

- El peso promedio es de 87,37 kg, lo que indica un ligero descenso respecto al grupo de 30 a 39 años. El 25% de este grupo de bomberos pesa menos de 81,2 kg. La mitad de los participantes pesa menos de 87,75 kg. El 75% de los sujetos de estudio pesa menos de 93,2 kg. El peso más bajo registrado es de 69 kg, mientras que el peso más alto registrado es de 105,2 kg.

- La estatura promedio el mayor a 40 años de 169,34 cm, observándose un descenso respecto a los grupos más jóvenes, probablemente relacionado con la edad. El 25% mide menos de 166,85 cm. La mitad de los sujetos mide menos de 171,8 cm.

El 75% mide menos de 173,12 cm. La estatura más baja es de 165 cm y la estatura más alta es de 176,5 cm.

- El promedio del IMC es 30,58, situándose en el rango de obesidad. El 25% tiene un IMC menor o igual a 28,12 lo que indica que se encuentran en sobrepeso. La mitad tiene un IMC menor o igual a 30,3 los clasifica en el rango de obesidad lo que sugiere que están. El 75% tiene un IMC menor o igual a 32,9. El valor más bajo de IMC registrado es 23,1 que dentro de la clasificación del IMC sería un peso normal. El valor más alto de IMC es 36,4 lo que indica que obesidad severa. El valor más alto de IMC es 36,4 lo que indica que en este rango de edad obesidad severa.

3.2 Glucosa

A los participantes del estudio se le realizaron tomas de glucosa en diferentes momentos el día del simulacro. Es importante destacar que los participantes no se encontraban en ayunas y previo a los ejercicios se le entregó una dosis de carbohidratos. Se descartó la tercera toma de glucosa.

Tabla 11*Glucosa en sujetos de estudio con edad entre 20 y 29 años*

	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo
GL1	123,3	112	129	137,5	95	146
GL2	93	91,5	92	94	91	96
GL4	92,33	98	99	105	84	112

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Para los bomberos en un rango de edad de 20 a 29 años:

- Los niveles promedio GL1 son más altos en comparación con las otras. El primer cuartil indica que el 25% de los participantes tiene niveles de glucosa menores o iguales a 112 mg/dL. La mitad de los bomberos que se encuentran en este rango de edad tiene niveles de glucosa menores o iguales a 129 mg/dL. El 75% tiene niveles menores o iguales a 137,5 mg/dL. El valor más bajo registrado es de 95 mg/dL y el nivel más alto registrado es de 146 mg/dL,
- En la segunda toma de glucosa los niveles promedio de glucosa son normales y significativamente menores que en GL1. El 25% tiene niveles de glucosa menores o iguales a 91,5 mg/dL. La mitad de los participantes tiene niveles de glucosa menores o iguales a 92 mg/dL. El 75% tiene niveles menores o iguales a 94 mg/dL. El nivel más bajo registrado es 91 mg/dL. mientras que el

valor más alto es 96 mg/dL. En esta toma, los participantes se encuentran dentro de los valores normales para glucosa posprandial.

- En GL4 los valores son similares a GL2, los niveles promedio están dentro del rango normal y muy por debajo de los de GL1. El 25% tiene niveles menores o iguales a 98 mg/dL. La mitad tiene niveles de glucosa menores o iguales a 99 mg/dL. El 75% tiene niveles menores o iguales a 105 mg/dL. El nivel más bajo registrado es 84 mg/dL y el nivel más alto registrado es 112 mg/dL.
- GL1 tiene los niveles más altos de glucosa promedio (123,33 mg/dL), posiblemente debido a la proximidad de la toma después de la ingesta de alimentos. GL2 y GL4 presentan valores significativamente menores y dentro del rango normal, lo que podría deberse a un intervalo más largo después de la ingesta alimentaria o a una recuperación de los niveles normales por la acción de la insulina.
- En GL2 y GL4, los niveles máximos no superan los 112 mg/dL, lo que refleja un control adecuado de glucosa posprandial. Estas tomas sugieren que los niveles de glucosa se estabilizan después de un período de tiempo, lo que indica una respuesta metabólica eficiente en los sujetos.

Tabla 12

Glucosa en sujetos de estudio con edad entre 30 y 39 años

	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo
GL 1	110,7	94	111	122	90	144

GL2	130,76	103	111	128	90	241
GL4	98,7	98	99	105	79	113

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Para los bomberos en un rango de edad de 30 a 39 años:

- En GL1 la mayoría de los datos se encuentra dentro del rango saludable. El promedio de GL1 es 110,7 mg/dL, esto indica que los niveles de glucosa se encuentran dentro de lo esperado para la glucosa postprandial (<140 mg/dL). El 50% de los sujetos tiene niveles iguales o inferiores a este valor, reflejando una distribución centrada en valores normales. El valor máximo es 144 mg/dL y está ligeramente por encima del límite postprandial normal, señalando posible alteración en algunos individuos, mientras que el valor mínimo es 90 mg/dL, lo que indica que se encuentra dentro de los valores saludables y cercano a los límites de ayuno.
- La segunda toma de glucosa tiene un promedio de 130,76 mg/dL, próximo al límite superior normal para glucosa postprandial, lo que puede indicar respuestas elevadas en algunos participantes del estudio. La mediana nos arrojó un valor de 111 mg/dL, la cual es similar a GL1, la mayoría de los valores están alrededor de 111 mg/dL, pero el promedio es más alto debido a valores extremos. El valor mínimo o más bajo es 90 mg/dL. El valor más alto es 241 mg/dL, este nivel de glucosa es elevado y sugiere hiperglucemia

postprandial, probablemente asociada a resistencia a la insulina o alteraciones metabólicas.

- En GL4 el promedio fue de 98,7 mg/dL, es más bajo que GL1 y GL2, lo que indica un mejor control glucémico postprandial. El 50% de los participantes tiene un nivel de glucosa menor a 99 mg/dL, lo que señala que se encuentran dentro del rango saludable. El valor más alto de glucosa es 113 mg/dL siendo un nivel mucho más bajo que en GL1 y GL2, indicando ausencia de valores extremos elevados. El valor mínimo o más bajo es 79 mg/dL, este valor se encuentre por debajo de los demás grupos, pero dentro de los límites seguros.

Tabla 13

Glucosa en sujetos de estudio mayores a 40 años

	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Mínimo	Máximo
GL 1	115	109,5	112	119,5	105	131
GL2	138,16	98,75	106	110,5	87	503
GL4	107	99	101	108,75	70	190

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Para los bomberos mayores a 40 años:

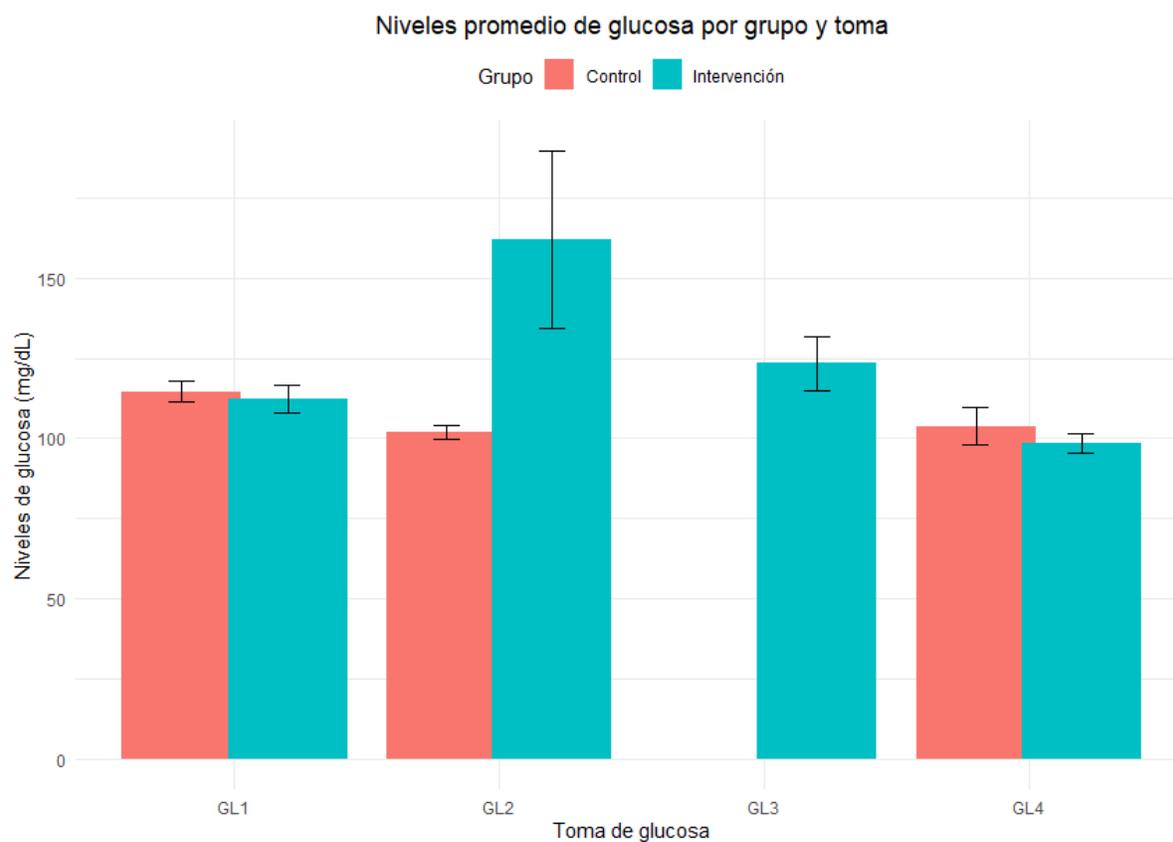
- En GL1 el promedio de glucosa es 115 mg/dL, indicando que son normales para la glucosa postprandial lo cual sugiere que existe un buen control glucémico en este grupo. El 50% de los participantes tienen un nivel

de glucosa en torno a 112 mg/dL, lo que señala que están dentro de un rango saludable. El valor más bajo es 105 mg/dL y el más alto 131 mg/dL, ambos valores se encuentran dentro los niveles normales.

- Para la segunda toma, el nivel de glucosa más alto es 503 mg/dL, este valor es extremadamente elevado y puede representar un caso de hiperglucemia severa, posiblemente relacionado con diabetes o desregulación metabólica. El valor más bajo es 87 mg/dL, un nivel dentro del rango saludable. La mediana indica el 50% de los participantes tiene un nivel de glucosa menor a 106 mg/dL, aunque refleja niveles normales en la mayoría de los sujetos, la presencia de valores extremos eleva significativamente este valor.

- En la cuarta toma de glucosa el promedio es 107 mg/dL, indicando un valor normal y más bajos que los de GL1 y GL2, lo que sugiere un mejor control glucémico. El 50% de los sujetos de estudio en este rango de edad tiene una glucosa menor a 101 mg/dL. El valor más bajo de glucosa es 70, se encuentra dentro de un rango normal saludable, mientras que el valor más alto es 190 mg/dL.

- GL2 destaca por su gran variabilidad y un valor extremo de hiperglucemia, lo que sugiere la presencia de individuos con desregulación metabólica severa.

Figura 1*Niveles de Glucosa por tomas y grupo*

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Según las 4 tomas realizadas a los grupos control e intervención podemos interpretar que:

- Toma GL1:
 - Ambos grupos presentan niveles promedio de glucosa similares, no existe mucha variabilidad.
 - Es decir que no hay una diferencia significativa entre los grupos al inicio de la medición.

- Toma GL2 (luego del primer ejercicio y 30 g de CHO):
 - El grupo intervención muestra una diferencia de aumento considerable en los niveles de glucosa en comparación con el grupo control.
 - Este incremento podría ser resultado de diferencias en las condiciones de intervención o respuesta fisiológica.
- Toma GL3:
 - Solo el grupo intervención presenta datos en esta medición.
 - Los niveles promedio del grupo intervención se mantienen elevados, solo que con una leve disminución en comparación con la toma GL2.
- Toma GL4:
 - Ambos grupos muestran una disminución en los niveles promedio de glucosa.
 - Esta convergencia puede indicar una estabilización de los niveles hacia el final del período de medición.

3.3 Frecuencia de Consumo de Alimentos

Tabla 14

Resultado promedio de Frecuencia de Consumo por Grupo de Alimentos

	Promedio	Categoría
Cereales, Panes, Tubérculos	0,0416	1 a 3 veces al mes

Frutas	0,254	1 vez a la semana
Verduras y Legumbres	0,272	1 vez a la semana
Proteínas	0,145	1 vez a la semana
Grasas	0,0916	1 a 3 veces al mes
Azúcares	0,0594	1 a 3 veces al mes
Misceláneos	0,0594	1 a 3 veces al mes

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Según los Cuestionarios de Frecuencia de Consumo de Alimentos realizados a los bomberos se obtuvo las siguientes respuestas como población:

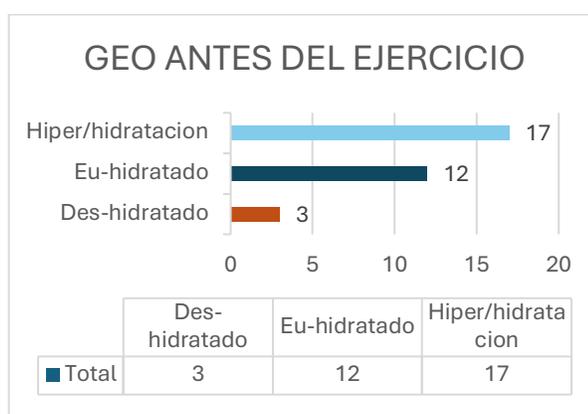
- Los cereales, panes, y tubérculos tienen un consumo bajo, significando que pueden no ser parte de su dieta diaria.
- El consumo de frutas está limitado a aproximadamente una vez a la semana, lo cual estaría por debajo de las recomendaciones generales del consumo diario de frutas.
- Las verduras y legumbres al igual que las frutas se consumen con poca frecuencia.
- Las proteínas tienen un consumo bajo comparado a las recomendaciones diarias, al ser 1 vez a la semana.
- El consumo del grupo de las grasas es bajo al ser 1 a 3 veces al mes.

- Los azúcares tienen un bajo consumo de 1 a 3 veces al mes siendo no significativo dentro de la dieta habitual
- Misceláneos incluye alimentos y bebidas diversas, este tiene una baja frecuencia de consumo, reflejando que no es un componente significativo dentro de la dieta habitual.

3.4 Nivel de hidratación

Figura 2

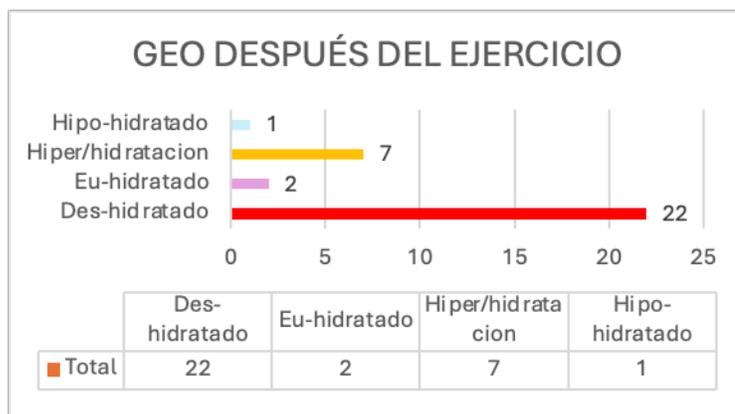
Distribución de Hidratación Antes de Actividad Física



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 3

Distribución de Hidratación Después de Actividad Física



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Interpretación:

Según los valores de GEO obtenidos:

- Los sujetos que empezaron deshidratados, la mayoría permanece deshidratada después del ejercicio (rojo) con un valor del 6,2%, pero algunos alcanzaron un estado de hiperhidratación (azul) con un valor del 3,1%.
- Los sujetos eu-hidratados antes del ejercicio, predominó la transición a deshidratación después del ejercicio (rojo), con un 34,4% y una pequeña cantidad de participantes estuvieron hiper-hidratados (el 3,1%).
- Los sujetos hiper-hidratados antes del ejercicio, en su mayoría los participantes terminaron deshidratados, el 28,1% de ellos, eu-hidratados (verde) el 6,2% e hiper-hidratados (azul) el 15,6%.
- Por último, no hubo participantes que empezaran hipo-hidratados antes del ejercicio.

Capítulo 4

4.1 Conclusiones y recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

Tras aplicar las fases necesarias de la propuesta se obtienen las siguientes conclusiones primordiales:

- La población adulta de estudio de la brigada de bomberos en incendios forestales de Guayaquil presenta una diversidad en términos de edad, dependencia del BCBG, lo cual es crucial para personalizar las recomendaciones nutricionales y de hidratación. No presenta una gran diversidad en etnias, ni sexo, ya que 100% de población de estudio es de sexo masculino.
- El estado nutricional de la brigada de bomberos en incendios forestales de Guayaquil está caracterizado por un IMC elevado, nivel de grasa visceral alta, riesgo cardiometabólico y buen control glucémico. Este grupo pudo ser evaluado eficazmente mediante parámetros antropométricos, proporcionando una base sólida para intervenciones nutricionales.
- El nivel de hidratación de los bomberos forestales de Guayaquil es de deshidratación, antes y después de los ejercicios físicos. Se subraya la necesidad de desarrollar estrategias de hidratación específicas durante sus labores.
- Existen varios factores alimentarios asociados con la malnutrición y deshidratación en los bomberos de incendio forestal de Guayaquil, identificados a través del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, entre ellos se

identificó el bajo consumo de los grupos de alimentos como cereales, panes, tubérculos, frutas, verduras, legumbres y proteínas a 1 vez a la semana; y los grupos de azúcares, grasas y misceláneas tuvieron una frecuencia de 1 a 3 veces al mes.

- Con base en el análisis de las demandas nutricionales de los bomberos durante incendios forestales en Guayaquil, se han desarrollado recomendaciones generales de alimentación e hidratación. Estas estrategias buscan optimizar su rendimiento, prevenir la deshidratación y reducir la fatiga. Se enfatiza el consumo adecuado de líquidos, carbohidratos de fácil absorción y proteínas para la recuperación muscular. La implementación de estas recomendaciones puede contribuir significativamente al bienestar y desempeño del personal en condiciones extremas.

4.1.2 Recomendaciones

Luego de haber culminado con todo lo planificado en el proyecto se obtienen las siguientes recomendaciones primordiales:

- Incrementar el tamaño de la población.
- Agregar pruebas fisiológicas a la población de estudio.
- Evaluar las condiciones climáticas del lugar de estudio.
- Se recomienda realizar un análisis estadístico de otros factores que puedan influir en el estado nutricional de los participantes, con el fin de que futuras investigaciones puedan determinar su grado de significancia y su impacto en los resultados

- Se recomienda que los bomberos forestales cuenten con el acompañamiento de un nutricionista, quien pueda evaluar sus necesidades nutricionales, diseñar planes de alimentación adecuados y optimizar su rendimiento y bienestar durante las jornadas de trabajo en condiciones extremas.
- Organizar talleres educativos enfocados en la importancia de elegir las fuentes adecuadas de alimentos y el protocolo de hidratación eficaz para actividades físicas vigorosas y ambientes extremos.

Referencias

- Barraza-Gómez, F., Rodríguez-Canales, C., Henríquez, M., Miranda-Montaña, J., Toro-Salinas, A., Hecht-Chau, G., García-Pelayo, S., & Alvear-Ordenes, I. (2023). Características antropométricas, capacidad de salto vertical y resistencia de carrera de bomberos, en servicio activo, con relación a la edad. *International Journal of Morphology*, 41(2), 577-582. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000200577>
- Brooks, S. J., West, M. R., Domitrovich, J. W., Sol, J. A., Holubetz, H., Partridge, C., Ruby, B. C., Brown, A. F., & Roe, A. J. (2021). Nutrient intake of wildland firefighters during arduous wildfire suppression. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 63(12), e949-e956. <https://doi.org/10.1097/jom.0000000000002413>
- Burgos, A., Ortega, I., Fontes, F., Valdés, V., Camaño-Cacó, E., & Ríos-Castillo, I. (2023). Malnutrición e inadecuados hábitos de alimentación en bomberos de Panamá. *Revista Chilena de Nutrición*, 50(4), 413-423. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000400413>
- Carballo-Leyenda, B. (2023, julio). Estrés térmico, hidratación y nutrición del personal de extinción de incendios forestales. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/377485477_Estres_termico_hidratacion_y_nutricion_del_personal_de_extincion_de_incendios_forestales_Revista_Incendios_y_Riesgos_Naturales_n_10_julio_2023
- Carbajal, Á., Sierra, J. L., López-Lora, L., & Ruperto, M. (2020). Proceso de atención nutricional: Elementos para su implementación y uso por los profesionales de la nutrición

y la dietética. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 172-186.

<https://doi.org/10.14306/renhyd.24.2.961>

Christison, K. S., Sol, J. A., Gurney, S. C., & Dumke, C. L. (2023). Wildland firefighter critical training elicits positive adaptations to markers of cardiovascular and metabolic health. *Wilderness and Environmental Medicine*, 34(3), 328-333.

<https://doi.org/10.1016/j.wem.2023.04.003>

CTIF. (2021). Nutrition and hydration for firefighters: Challenges and recommendations.

Recuperado de [https://ctif.org/sites/default/files/2021-](https://ctif.org/sites/default/files/2021-07/2021%20CTIF%20HC%20article.%20Nutrition%20and%20hydration.pdf)

[07/2021%20CTIF%20HC%20article.%20Nutrition%20and%20hydration.pdf](https://ctif.org/sites/default/files/2021-07/2021%20CTIF%20HC%20article.%20Nutrition%20and%20hydration.pdf)

Da Mata, K. L., Caldas, R. B., Rodrigues, F. C., & Dias, J. V. F. (2020). Análise das temperaturas de um compartimento durante treinamentos de combate a incêndio.

Ambiente Construído, 20(2), 245-260. [https://doi.org/10.1590/s1678-](https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200398)

[86212020000200398](https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200398)

Elstad, K., Malone, C., Luedke, J., Jaime, S. J., Dobbs, W. C., Almonroeder, T., Kerksick, C. M.,

Markert, A., & Jagim, A. R. (2023). The effects of protein and carbohydrate

supplementation, with and without creatine, on occupational performance in firefighters.

Nutrients, 15(24), 5134. <https://doi.org/10.3390/nu15245134>

Freitas, F. Z., Rodrigues, M. E. D. C., Lorentz, W., Maestri, E., Massaroli, A., & Conceição, V.

M. (2023). Repercussões laborais no autocuidado em saúde de bombeiros militares brasileiros. *Enfermería Actual de Costa Rica*, (45), 56069.

<https://doi.org/10.15517/enferm.actual.cr.i45.51713>

Herrera, D., Ng, C., Durán-Agüero, S., & Ríos-Castillo, I. (2021). Patrón de sueño, estado nutricional e ingesta dietética en agentes de seguridad de la Ciudad de Panamá: Un estudio transversal. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 25(1), 48-57.
<https://doi.org/10.14306/renhyd.25.1.1062>

Lara-Pérez, E. M., Pérez-Mijares, E. I., & Cuellar-Viera, Y. (2022). Antropometría, su utilidad en la prevención y diagnóstico de la hipertensión arterial. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 26(2). Recuperado de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-31942022000200026

Martin, D. R. F. S., Segedi, L. C., De Melo Keene Von Koenig Soares, E., Nogueira, R. M., Cruz, C. J. G., Fontana, K. E., Molina, G. E., & Porto, L. G. G. (2020). Nível de atividade física e sobrecarga cardiovascular em bombeiros militares durante combate a incêndio florestal: Um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 45.
<https://doi.org/10.1590/2317-6369000037718>

Merritt, J. R., Davis, J.-K., Heaton, L. E., & Hinkley, J. M. (2024). Hydration and nutrition requirements for physically demanding occupations. *Gatorade Sports Science Institute*. Recuperado de <http://www.gssiweb.org:80/sports-science-exchange/article/hydration-and-nutrition-requirements-for-physically-demanding-occupations>

Miranda, A. I., Martins, V., Cascão, P., Amorim, J. H., Valente, J., Tavares, R., Tchepel, O., Borrego, C., Viegas, D. X., Ribeiro, L. M., Pita, L. P., Cordeiro, C. R., & Ferreira, A. J. (2011). Qualidade do ar e exposição de bombeiros ao fumo em fogos florestais

experimentais. *Silva Lusitana*, 19(1), 23-40. Recuperado de

http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-63522011000100003

Quintana-Peña, P., Aravena-Martinovic, P., & Retamal-Matus, H. (2024). Aptitud física y hábitos alimentarios en bomberos chilenos durante el año 2023: Estudio observacional y analítico. *Revista Chilena de Nutrición*, 51(3), 232-238. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182024000300232>

Sánchez, A. J. L., Franco, J. M. G., Torres-Luque, G., & Sánchez, M. L. Z. (2012). Análisis de la condición física en bomberos en función de la edad. *Apunts Medicina de l'Esport*, 48(177), 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.11.006>

Tur, J. A., & Bibiloni, M. del M. (2019). Anthropometry, body composition and resting energy expenditure in humans. *Nutrients*, 11(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/nu11081891>

Walker, A., Pope, R., Schram, B., Gorey, R., & Orr, R. (2019). The impact of occupational tasks on firefighter hydration during a live structural fire. *Safety*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/safety5020036>

Westerterp, K. R. (2018). Exercise, energy balance and body composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72, 1246–1250. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0180-4>

Apéndice A.-
Consentimiento Informado
IPAQ
CFCA

Consentimiento Informado para la Participación en el Proyecto Nutriope, Evaluación Nutricional

Título del Proyecto de Tesis:

"Evaluación nutricional y nivel de hidratación en bomberos de brigada de incendios forestales de Guayaquil"

Co Investigador(a):

Nombre: Nicole Manosalvas Constante

Teléfono: 0981062767

Correo Electrónico: nimacons@espol.edu.ec

Co Investigador(a):

Nombre: Sheila Carrillo Morales

Teléfono: 0961166133

Correo Electrónico: shgcarri@espol.edu.ec

Tutor encargado:

Nombre: Sara Flores Madrid. M. Sc.

Correo: scflores@espol.edu.ec

Institución:

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Facultad de Ciencias de la Vida (FCV)

Propósito de la Investigación

El objetivo de este proyecto es evaluar el estado nutricional y niveles de hidratación del personal del cuerpo benemérito de bomberos durante un simulacro de incendio forestal y observar con un correcto protocolo el rendimiento durante y después del incendio. De esa forma, su participación contribuirá al desarrollo de este trabajo de investigación con fines académicos.

Procedimiento

Si usted decide participar, se le solicitará llenar unos documentos y encuestas con información pertinente para conocimiento del proyecto y asistir un día específico previo al simulacro de incendio para la fase de recolección de datos sobre su historial médico personal, frecuencia de consumo de alimentos, y antropometría (peso, talla, % masa magra, %masa grasa, etc.). Y durante el día del simulacro se le solicitará muestras fisiológicas (orina) antes y después del ejercicio para analizar su

nivel de hidratación, y pruebas de glucosa luego de ingerir alimentos que le serán proporcionados para evaluar la acción del alimento.

Riesgos y Posibles Incomodidades

Participar en este estudio no conlleva riesgos significativos; sin embargo, si experimenta cualquier molestia, tiene derecho a retirarse en cualquier momento.

Beneficios Esperados

Su participación puede contribuir a un plan mayor acerca de la creación de una guía a beneficio del cuerpo benemérito de los bomberos sobre su estado nutricional y específico para las necesidades que tienen como personal de apoyo en catástrofes y emergencias. Sin contar, que sería de la poca información en la que se podrá empezar a investigar y comparar según el contexto ecuatoriano, más acercado a nuestra realidad.

Confidencialidad

Todos los datos que proporcione serán tratados con estricta confidencialidad. Su identidad no será revelada en ningún informe o publicación que surja de este estudio. Los datos serán almacenados de manera segura y solo el equipo investigador tendrá acceso a ellos.

Voluntariedad y Derecho a Retirarse

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede decidir no participar o retirarse en cualquier momento sin que esto le ocasione perjuicio alguno.

Consentimiento del Participante

Por la presente, declaro que:

- He leído y comprendido la información proporcionada sobre este estudio.
- Mis preguntas fueron respondidas de manera satisfactoria.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin repercusiones.

Por lo tanto, acepto participar en este estudio.

Fecha: _____

Nombre del Participante: _____

Firma del Participante: _____

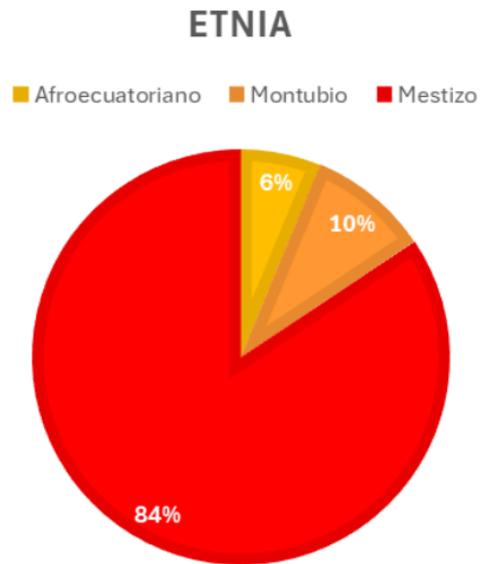
CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ)

<p>Piense en todas las actividades VIGOROSAS que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades físicas intensas se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucha más intensamente que lo normal. Piense sólo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.</p>	
<p>1. Durante los últimos 7 días ¿En cuántos realizo actividades físicas vigorosas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?</p>	<input type="checkbox"/> Días por semana <input type="checkbox"/> Ninguna actividad física intensa (vaya a la pregunta 3)
<p>2. Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días? (ejemplo: si practicó 20 minutos marque 0 h y 20 min)</p>	<input type="checkbox"/> Horas por día <input type="checkbox"/> Minutos por día <input type="checkbox"/> No sabe/no está seguro
<p>Piense en todas las actividades MODERADAS que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.</p>	
<p>3. Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días hizo actividades físicas moderadas como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar a dobles en tenis? No incluya caminar.</p>	<input type="checkbox"/> Días por semana <input type="checkbox"/> Ninguna actividad física intensa (vaya a la pregunta 5)
<p>4. Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días? (ejemplo: si practicó 20 minutos marque 0 h y 20 min)</p>	<input type="checkbox"/> Horas por día <input type="checkbox"/> Minutos por día <input type="checkbox"/> No sabe/no está seguro
<p>Piense en el tiempo que usted dedicó a CAMINAR en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.</p>	
<p>5. Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos caminó por lo menos 10 minutos seguidos?</p>	<input type="checkbox"/> Días por semana <input type="checkbox"/> Ninguna actividad física intensa (vaya a la pregunta 7)
<p>6. Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?</p>	<input type="checkbox"/> Horas por día <input type="checkbox"/> Minutos por día <input type="checkbox"/> No sabe/no está seguro

**Apéndice B.-
Análisis estadístico.**

Figura 4

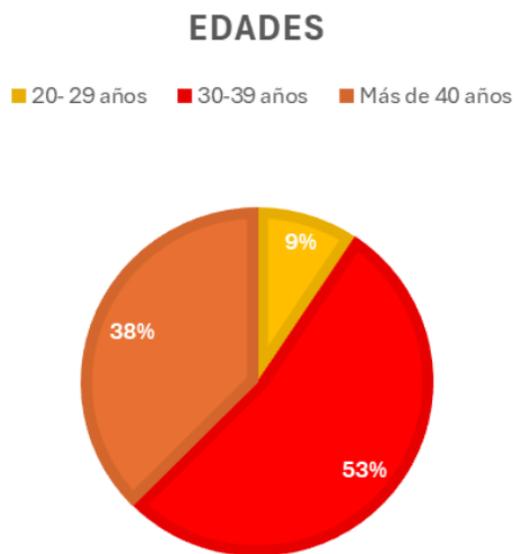
Gráfico de porcentaje de etnias



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 5

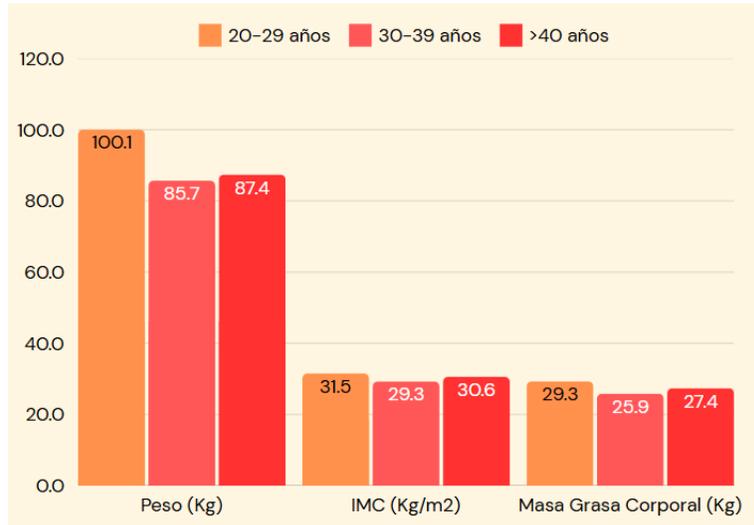
Gráfico de porcentaje de edades



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 6

Gráfico de barras de peso (kg), IMC (kg/m²) y masa grasa corporal (kg)



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 7

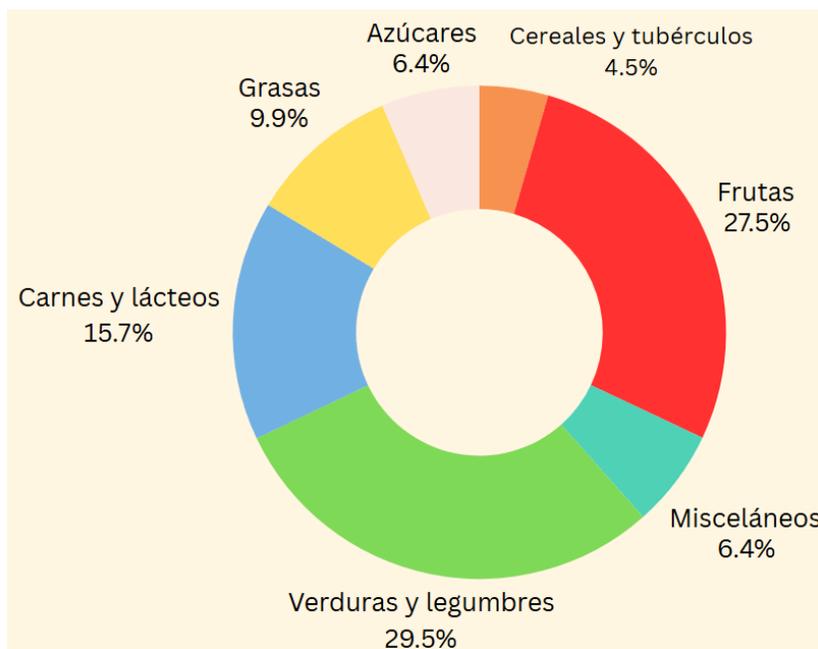
Gráfico de barras sobre interpretación de nivel de grasa visceral



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 8

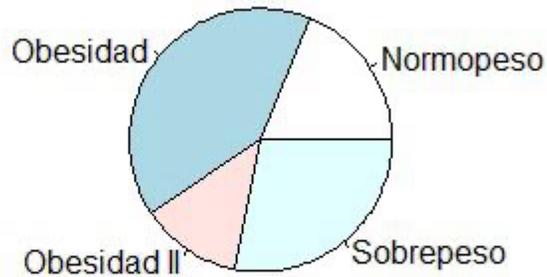
Gráfico de pastel porcentaje de frecuencia de consumo por grupo de alimento



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 9

Gráfico de pastel división de interpretación del IMC



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 10

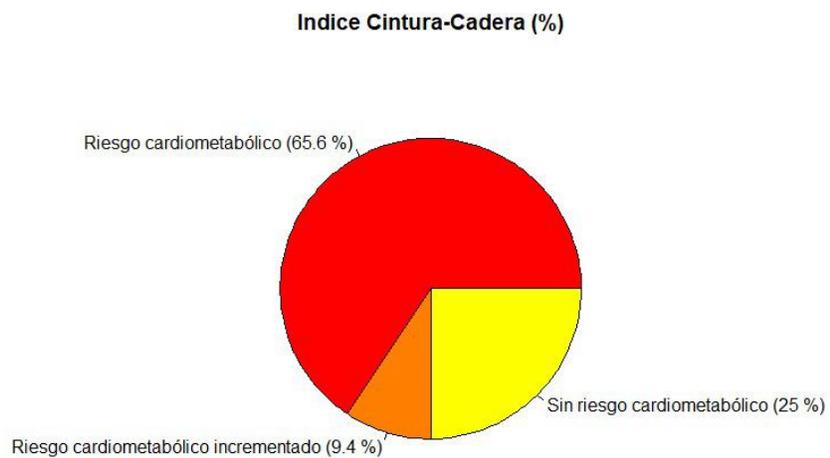
Gráfico de barras sobre interpretación de nivel de grasa visceral



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 11

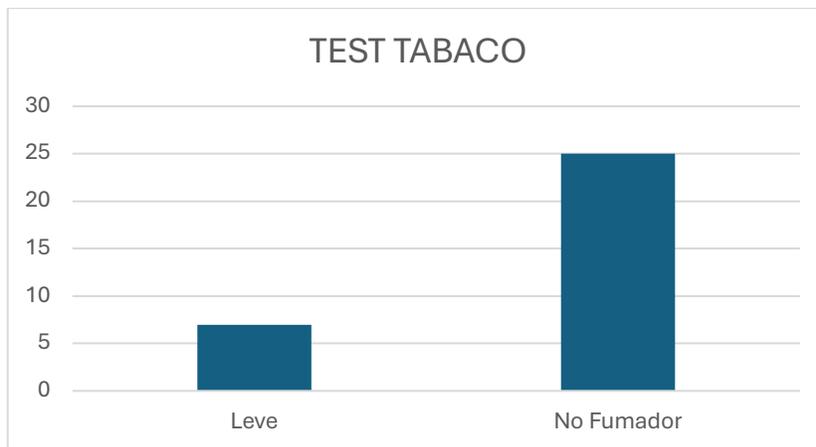
Gráfico de pastel sobre porcentaje de interpretación de índice Cintura-Cadera



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 12

Gráfico de barras resultado de test de tabaco



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

**Apéndice C.-
Fotos**

Figura 13

Toma de datos antropométricos con bioimpedancia



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 14

Toma de bioimpedancia previo exclusión



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 15

Realización de encuesta IPAQ



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 16

Ayuda para el llenado de encuesta personal previo a tomas antropométricas



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 17

Toma de Cuestionario de Frecuencia de Alimentos por equipo capacitado



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 18

Estación de toma de glucosa previo inicio de simulacro



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 19

Bomberos de la BCBG durante ejercicio 3



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 20

Equipo de bomberos forestales trabajando en llenado de piscina de agua



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 21

Equipo de nutrición FCV y bomberos forestales camino en subida al punto del ejercicio 3



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 22

Equipo FCV en punto de ejercicio 3



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 23

Bomberos forestales transportando equipo pesado en túnel



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 24

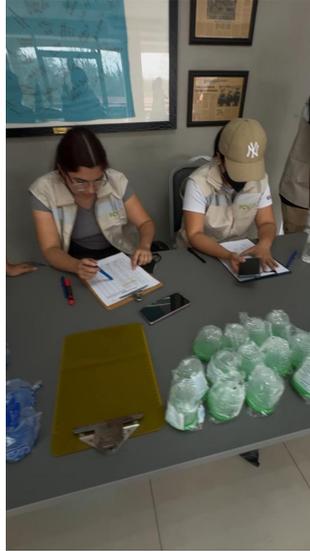
Toma de glucosa luego de finalización del primer ejercicio



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 25

Estación de entrega y recolección de muestras de orina



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 26

Toma de resultados de GEO



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 27

Prueba de manejo de apagado de incendio a distancia



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 28

Equipo FCV y parte de la BCBG forestal previo a ejercicio 3



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 29

Bombero forestal durante ejercicio 3



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 30

Bomberos forestales equipo de corte de vegetación



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 31

Equipo FCV y BCBG forestales completo luego de finalización de simulacro



Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Apéndice D.-

Folleto de recomendaciones

Figura 32

Folleto de recomendaciones sobre alimentación e hidratación para bomberos forestales pt.1

Recomendación #7
Hidratación

- Antes del ejercicio: Consumir 500-750 ml de agua o bebida deportiva al menos 2-4 horas antes de iniciar la actividad.
- Durante el ejercicio: Beber entre 400-800 ml por hora de actividad dependiendo de las condiciones climáticas y el nivel de sudoración. Consumir líquidos cada 15-20 minutos, incluso si no se siente sed.
- Después del ejercicio: Consumir entre 1.25-1.5 litros de líquidos por cada kilogramo de peso perdido durante el trabajo.

EXTRA: Alternar agua y bebidas deportivas para evitar fatiga por el sabor dulce y asegurar una ingesta adecuada de líquidos.

- Optar por bebidas deportivas, sopas, caldos o snacks salados en el periodo de recuperación para reponer las pérdidas de minerales.



¿Qué tan hidratado estoy según mi orina?

1	HIDRATADO
2	HIDRATADO
3	HIDRATADO
4	DESHIDRATADO
5	DESHIDRATADO
6	DESHIDRATADO
7	SEVERAMENTE DESHIDRATADO
8	SEVERAMENTE DESHIDRATADO

ESPOL-FCV



Nutrición para Bomberos Forestales



Nicole Manosalvas, Sheila Carrillo

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

Figura 33

Folleto de recomendaciones sobre alimentación e hidratación para bomberos forestales pt.2

The infographic is divided into six colored panels, each with a recommendation number, a title, a list of bullet points, and an illustration of related food items.

- Recomendación #1 (Grey background):** **Cereales, Panes y Tubérculos**. Includes whole grains like oat, quinoa, and whole wheat bread, and tubers like potatoes and sweet potatoes. Illustration shows a sandwich and various grains/tubers.
- Recomendación #2 (Light Green background):** **Frutas**. Advises consuming 2-3 servings of fresh fruits like apples, bananas, oranges, and mangoes. Illustration shows a variety of fresh fruits.
- Recomendación #3 (Red background):** **Verduras y Legumbres**. Recommends 3-5 servings of vegetables (spinach, kale, broccoli, cauliflower, carrots, peppers) and legumes (lentils, beans, chickpeas) at least 3 times a week. Illustration shows a plate of colorful vegetables and a bowl of legumes.
- Recomendación #4 (Light Blue background):** **Proteínas**. Suggests 2-3 servings daily from animal (chicken, fish, eggs, lean meat) and plant (tofu, nuts, seeds, legumes) sources. Illustration shows two hard-boiled eggs.
- Recomendación #5 (Light Purple background):** **Grasas**. Encourages healthy fats like olive oil, avocado, and nuts. Illustration shows a bottle of olive oil, an avocado, and nuts.
- Recomendación #6 (Light Orange background):** **Azúcar y Misceláneos**. Advises limiting refined sugars and ultra-processed foods like candy, donuts, and sugary drinks. Illustration shows various sugary snacks and drinks.

Nota: Autores Nicole Manosalvas y Sheila Carrillo

