

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SEDE DEL ATLÁNTICO

*EFFECTO AGUDO DE UNA CAMINATA EN UN SENDERO DE MONTAÑA
SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y PSICOMÉTRICAS EN PERSONAS
ADULTAS SANAS*

Tesis sometida a la consideración de la Comisión
de Trabajo Final de Graduación en Ciencias del Movimiento Humano
para optar al grado y título de Licenciatura en
Ciencias del Movimiento Humano

SOFÍA BOLAÑOS MARTÍNEZ

KENDALL JASIEL MONGE VÁSQUEZ


JULIO MAURICIO RETES MORA

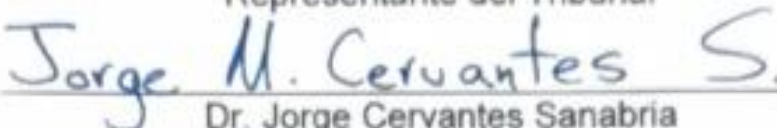
OSVALDO ACUÑA ANGULO

Recinto de Turrialba


2026

"Este proyecto fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Licenciatura en Ciencias del Movimiento Humano con Énfasis en Medio Natural".



Dr. Diego Armando Castillo Calvo
Representante del Tribunal


Dr. Jorge Cervantes Sanabria

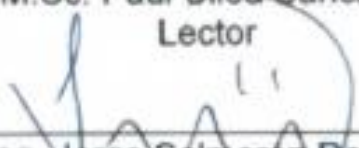
Director del Trabajo Final de Graduación


Lic. Luis Manuel Jiménez Rojas

Lector


M.Sc. Paul Ulloa Sánchez

Lector


Mag. Jorge Salmeron Ramirez
Representante del Programa de Licenciatura en Ciencias del Movimiento Humano


Sofía Bolaños Martínez


Kendall Jasiel Monge Vásquez


Julio Mauncio Retes Mora


Osvaldo Acuña Angulo

Sustentantes

Acta de presentación de Requisito Final de Graduación.

Sesión del Tribunal Examinador celebrada el día **lunes dieciseis de marzo de 2026**, con el objeto de recibir el informe presencial de los estudiantes **Kendall Jasiel Monge Vásquez** carné **B14269**, **Julio Mauricio Retes Mora** carné **B15391**, **Oswaldo Acuña Angulo** carné **A90036** y la estudiante **Sofía Bolaños Martínez** carné **B00983** quienes se acogen al Reglamento de Trabajos Finales de Graduación bajo la modalidad de Seminario de Graduación para optar al Título de Licenciatura en Ciencias del Movimiento Humano.

Dr. Diego Armando Castillo Calvo	Presidente del Tribunal
Ph. D. Jorge Cervantes Sanabria	Director del Trabajo Final de Graduación
Lic. Luis Manuel Jiménez Rojas	Miembro del Tribunal
M. Sc. Paul Ulloa Sánchez	Miembro del Tribunal
Mag. Jorge Salmerón Ramírez	Representante de la Carrera de Ciencias del Movimiento Humano

ARTÍCULO 1

El presidente informa que el expediente de los estudiantes **Kendall Jasiel Monge Vásquez** carné **B14269**, **Julio Mauricio Retes Mora** carné **B15391**, **Oswaldo Acuña Angulo** carné **A90036** y la estudiante **Sofía Bolaños Martínez** carné **B00983** contienen todos los documentos de rigor. Declara que los postulantes y la postulante cumplen con todos los demás requisitos del plan de estudios correspondiente y, por lo tanto, se les solicita que procedan a hacer la exposición.

ARTÍCULO 2

Los estudiantes **Kendall Jasiel Monge Vásquez** carné **B14269**, **Julio Mauricio Retes Mora** carné **B15391**, **Oswaldo Acuña Angulo** carné **A90036** y la estudiante **Sofía Bolaños Martínez** carné **B00983** hacen la exposición de su trabajo final de graduación titulado: *"Efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre variables fisiológicas y psicométricas en personas adultas sanas"*



ARTÍCULO 3

Terminada la disertación, los miembros del Tribunal Examinador interrogan a los postulantes y a la postulante durante el tiempo reglamentario y, una vez concluido el interrogatorio, el Tribunal se retira a deliberar.

ARTÍCULO 4

El Tribunal considera el trabajo final de graduación satisfactorio y les confiere la calificación deAprobado.....

ARTÍCULO 5

El presidente del Tribunal comunica a los postulantes y a la postulante el resultado de la deliberación y los declara acreedores y acreedora al Título Profesional de Licenciatura en Ciencias del Movimiento Humano.

Se les indica la obligación de presentarse al acto público de juramentación, al que serán oportunamente convocados y convocada.

Se da lectura al acta que firman los Miembros del Tribunal Examinador, los postulantes y las postulantes, a las 16:25 horas

Dr. Diego Armando Castillo Calvo

Presidente del Tribunal

Ph. D. Jorge Cervantes Sanabria

Director Trabajo Final de Graduación

Lic. Luis Manuel Jiménez Rojas

Miembro del Tribunal

M. Sc. Paul Ulloa Sánchez

Miembro del Tribunal

Mag. Jorge Salmerón Ramírez

Representante de la Carrera de Ciencias del Movimiento Humano



Kendall Jasiel Monge Vásquez

Postulante

Julio Mauricio Retes Mora

Postulante

Oswaldo Acuña Angulo

Postulante

Sofía Bolaños Martínez

Postulante



Dedicatoria

El inicio de esta gran aventura académica se lo debo al señor Edwin Coto Vega (q. D. p.), quien, con una llamada telefónica, me invitó a imaginar mi carrera universitaria en la Sede del Atlántico. Profesor que supo ver en una joven estudiante josefina compromiso, inteligencia y resiliencia; tutor que me habló con franqueza sobre la vida, sus dificultades y sus gozos, sobre las pilas de documentos por revisar, la fortaleza que brinda la naturaleza y, sobre todo, la importancia de conversar con las personas para conocerlas, sin dejarse llevar por las apariencias.

También, agradezco a la Profesora Lorena Mora Mora por ver más puertas que se abrían para mí cuando apenas llegaba a la primera, por impulsarme a pensar menos y hacer más y por mostrarme mis habilidades profesionales y humanas como puente entre el deporte, el movimiento humano y las personas con discapacidad.

Asimismo, a mi familia de Turri, la cual estuvo presente en cada cena, ayudándome a comprender y resolver los retos de la universidad; me vio durmiendo poco y aún así llenó mi corazón de cariño. A doña Anto por sus relatos, sus deliciosos platos caseros y su apoyo constante, que hicieron de mis días en Turri un verdadero hogar. A Mary, hermana de vida y compañera de senderos (aunque fueran en sentido contrario), fue mi primera estudiante en anatomía, fisiología y prescripción, mi pareja de dobles y quien me introdujo al bádminton. Amiga que me brindó su mano en mis terapias y hasta el servicio a domicilio en bicicleta cuando usé muletas.

Finalizo esta dedicatoria, con mi familia que nunca me permitió rendirme y me recordó siempre mis valores, capacidades y sueños. Mi hermana Amanda que me da siempre sus consejos certeros, su mirada analítica y sus abrazos. Para mi papá, David Bolaños, con su lema “si quiere celeste, que le cueste”, que me anima siempre y me acompaña en mis inventos. A mi esposa Ale, que me ayuda a poner las cosas en perspectiva, me invita a seguir construyendo cada día y a realizar las cosas con pasión. A mi tía, Ana María, que desde pequeña me ha inspirado a disfrutar y abrazar cada día.

Sofía Bolaños Martínez

Dedicatoria

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por brindarme la fortaleza, la claridad y la perseverancia necesarias para culminar este proceso académico, incluso en los momentos de mayor dificultad. Su guía ha sido fundamental a lo largo de este camino y en cada etapa de mi formación personal y profesional.

De manera muy especial, dedico este logro a mi madre, Hannia María Vásquez Chacón, la persona más importante en mi vida. Gracias a su amor incondicional, su esfuerzo y su ejemplo constantes de sacrificio, soy quien hoy culmina esta meta. Su apoyo ha sido inquebrantable, convirtiéndose en la base sobre la cual he construido mis logros personales y académicos.

Asimismo, dedico este trabajo a la memoria de mi hermano, Cristopher Monge, una persona digna de admiración por su esfuerzo, su rectitud y su compromiso. Durante mi infancia, como el menor de la familia, su presencia marcó profundamente mi vida, brindándome apoyo y cariño que manifestó a través de sus acciones y su ejemplo.

Aunque ya no está físicamente, su recuerdo y sus enseñanzas continúan acompañándome y siendo una fuente permanente de fortaleza y motivación.

De igual forma, dedico este logro a la memoria de Juan Carvajal, excompañero y amigo, quien siempre estuvo atento a brindar ayuda, orientación y apoyo para que pudiera culminar mis estudios. Su disposición desinteresada, compromiso y calidad humana dejaron una huella significativa en este proceso y en mi vida académica.

Este trabajo no solo representa el cierre de una etapa académica, sino también el reflejo del apoyo, la enseñanza y el ejemplo de las personas que han marcado mi vida.

A todos ellos, dedico este logro con profundo respeto y gratitud.

Kendall Monge Vásquez

Dedicatoria

Primeramente, dedico este trabajo a Dios, que me dio la vida, la salud, la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan importante. Por sostenerme en los momentos de dificultad y guiar cada uno de mis pasos hasta alcanzar esta meta tan significativa.

A mi prometida Karla Meléndez Mesen, por su amor, por ser mi apoyo incondicional, mi motivación constante y mi refugio en los días difíciles. Gracias por caminar a mi lado en cada etapa, por creer en mí, incluso cuando yo dudaba, por tu paciencia, comprensión y amor, que fueron pilares fundamentales durante este proceso.

A mi familia y a la de mi prometida, por su respaldo, sus consejos y sus palabras de aliento. Su apoyo ha sido clave en mi crecimiento personal y profesional, y este logro también les pertenece.

Finalmente, me la dedico a mí mismo, por el esfuerzo, la disciplina y la perseverancia demostrados a lo largo de este camino. Por no rendirme ante las dificultades y mantener firme el deseo de alcanzar este sueño, demostrando que con determinación todo es posible.

Mauricio Retes

Dedicatoria

Desde que inicié mi camino por la UCR siempre conté con el apoyo de mi familia, pero alguien que estuvo y a la fecha esta incondicionalmente para mí es mi madre, el ser que más amo y admiro en este mundo, María Luz Acuña Angulo, la mujer más fuerte y por la cual no me he rendido, este trabajo es dedicado especialmente a ella.

También, a quien en su momento me recibió con una charla que me impregnó el significado y el valor de esta institución, siendo en su momento Coordinador y profesor de la Carrera, Edwin Coto Vega (q. e. p. d.), y que aun pasados los años y ya ejerciendo mi profesión, siempre era confortante un consejo o un intercambio de palabras.

Así mismo, dedico este logro a mi novia, Mariana Paniagua Fernández, por el gran soporte que me ha brindado en los momentos de flaqueza, por escucharme y acompañarme en este proceso.

Y no pueden faltar todas esas personas que hoy en día siguen creyendo en mí y me apoyaron en el camino, quiero mencionar a tres especialmente:

A Jonathan Avendaño Leiva por prestarme su computadora muchas noches y madrugadas y ayudarme en mi primera exposición del primer año de carrera, la cual marcó un antes y un después en mi aprendizaje; a Cristopher Vargas Cordero por ser fuente de inspiración y guiarme en procesos académicos y profesionales, ambos amigos desde la infancia.

Y para culminar, dedico este trabajo a Gloriana Mejía Corrales, quien junto con su familia me acuerparon de tal manera que me sentí un miembro más, gracias por ayudarme tanto en toda la carrera.

Oswaldo Acuña Angulo

Agradecimientos

A nuestro mayor colaborador, el Refugio de Vida Silvestre La Marta y a las personas que nos abrieron sus puertas para poder visitarlas, apreciar sus riquezas y facilitarnos la visita de los participantes; el apoyo que nos brindaron fue fundamental para este proyecto.

Al profesor Cervantes, por su compromiso y acompañamiento que hicieron posible culminar este proceso de tesis.

A la Universidad Pública, la Universidad de Costa Rica, que nos permite ampliar nuestros horizontes, aportar a la sociedad y acceder a la formación profesional a quienes creemos en sus valores y reforzamos su legado; una institución que abre espacios incluso ante las dificultades económicas y sociales de muchas familias, y que se convierte en motor de oportunidades para quienes la llevamos como parte de nuestra historia.

Para las personas que participaron en este proceso de alguna u otra forma, lectores, participantes y consejeros; realmente, sin ustedes esto no sería posible. Especial mención a Andrey Mata y Jorge Salmerón, por compartir sus conocimientos y su tiempo.

A mis compañeros de tesis, Ken, Mau y Os; por el querer y el poder realizar este proyecto.

Sofía Bolaños Martínez

Agradecimientos

Agradecimiento total a Dios, por brindarme la sabiduría, la paciencia y la determinación necesarias para desarrollar y culminar este trabajo de investigación, así como por acompañarme durante todo mi proceso académico y profesional.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi profesor tutor, Jorge Cervantes, cuyo acompañamiento fue fundamental para la culminación de este trabajo. Su compromiso profesional, disposición constante y calidad humana permitieron sostener el proceso incluso en los momentos de mayor dificultad. Su guía, enseñanza y apoyo permanente marcaron de manera significativa este camino académico. Sin duda, su labor trasciende la tutoría y deja una huella valiosa en la formación de quienes tuvieron la oportunidad de trabajar bajo su acompañamiento.

Agradezco profundamente a mis padres, por su respaldo incondicional, su confianza y su constante motivación a lo largo de mi formación universitaria. Su apoyo fue clave para superar los retos académicos y personales que surgieron durante este proceso.

De igual manera, agradezco a la Universidad de Costa Rica, por brindarme la formación académica, los recursos y el espacio necesarios para mi crecimiento profesional y personal.

Se extiende un sincero agradecimiento a Luis Manuel Jiménez y Paul Ulloa por su apoyo, su disposición y sus valiosas observaciones durante el proceso de investigación. De manera especial, a Jorge Salmerón, colega, amigo y profesor, por su compromiso y generosidad al acompañar al equipo en las visitas de campo, aportando significativamente su experiencia y conocimiento. Asimismo, a Andrey Mata por su colaboración en el desarrollo de las actividades campamentales, fundamentales para este trabajo. También, expresamos nuestro profundo agradecimiento al Refugio de Vida Silvestre La Marta por abrirnos sus puertas y brindarnos el apoyo necesario para realizar la investigación en sus instalaciones.

Finalmente, agradezco a mis compañeros de tesis Sofía Bolaños, Mauricio Rettes y Osvaldo Acuña, por el trabajo en equipo, la colaboración, el respeto y el compromiso demostrados durante el desarrollo de este proyecto. Su apoyo y compañerismo fueron esenciales para alcanzar los objetivos planteados.

Kendall Monge Vásquez

Agradecimientos

En primera instancia, quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza necesarias para superar cada desafío en este camino; por guiar mis pasos y permitirme alcanzar esta meta tan importante, que por más complicada que estuviera la situación, siempre existió una manera de seguir adelante.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis compañeros de tesis, Sofía Bolaños, Osvaldo Acuña y Kendall Monge, por su compromiso, dedicación y apoyo constante a lo largo de este proceso. Su trabajo en equipo, paciencia y compañerismo fueron fundamentales para culminar con éxito esta etapa tan difícil e importante. Cada aporte, discusión y esfuerzo compartido no solo fortaleció este proyecto, sino también nuestra amistad y crecimiento profesional.

Agradezco profundamente a nuestro tutor, Ph.D. Jorge Cervantes Sanabria, por su guía, orientación y confianza durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, sus consejos y su exigencia académica fueron clave para mantener el rumbo y alcanzar los objetivos planteados.

A mi prometida, Karla Meléndez Mesén, gracias por su amor, comprensión y apoyo incondicional en cada momento, especialmente en los días más difíciles, siempre estuvo a mi lado. Su motivación y confianza en mí fueron un pilar fundamental para seguir adelante.

También, un sentido agradecimiento al Refugio de Vida Silvestre La Marta, por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de campo, ya que sin su colaboración hubiese sido imposible, así como al profesor Andrey Mata, que nos colaboró enormemente con las actividades recreativas para el grupo control.

Finalmente, agradezco a la Universidad de Costa Rica, por brindarme la formación académica y las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo y crecer tanto en el ámbito profesional como personal.

Mauricio Retes

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y por permitirme alcanzar un objetivo más.

A la Universidad de Costa Rica, por la oportunidad de poder forjarnos no solo como profesionales, sino también como personas con un horizonte más amplio.

Al Refugio de Vida Silvestre La Marta y sus colaboradores, por facilitarnos la información necesaria y permitirnos ejecutar el proyecto.

También, a los profesores y amigos, Jorge Salmerón y Andrey Mata, por aportarnos de su conocimiento y acompañarnos en nuestros estudios de campo.

Así mismo, a los lectores, Luis Manuel Jiménez y Paul Ulloa, por su disposición y sus recomendaciones durante todo este proceso.

A nuestro tutor, Jorge Cervantes Sanabria, por tanta entrega hacia nosotros, mostrando total compromiso y alimentándonos constantemente de conocimiento, gracias por hacer posible la culminación de este trabajo.

Para finalizar, sin ser menos importante, agradezco mucho a mis colegas y compañeros de tesis, Sofía, Kendall y Mauricio, por todo el esfuerzo, sacrificio, respeto y empatía que mostraron para conmigo y el trabajo.

Y a todas las personas que fueron parte de alguna u otra manera para que esta tesis se diera por concluida.

Oswaldo Acuña Angulo

Tabla de contenido

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	X
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
LISTA DE TABLAS	20
LISTA DE FIGURAS	XXI
LISTA DE ABREVIATURAS	XXII
CAPÍTULO 1	23
INTRODUCCIÓN	23
CAPÍTULO 2	27
MARCO TEÓRICO.....	27
<i>Beneficios en el desempeño físico de la caminata</i>	27
<i>Beneficios psicométricos de la caminata</i>	28
Estados de ánimo.....	29
Ansiedad	30
Autoestima	31
<i>Senderismo</i>	32
Riesgos	32
CAPÍTULO 3	35
ANTECEDENTES	35
<i>Procedimiento de búsqueda</i>	35
<i>Selección de los estudios</i>	35
<i>Criterios de elegibilidad</i>	36
<i>Selección de los estudios y codificación de la información</i>	36
<i>Calidad de estudios individuales</i>	38

<i>Resultados de la búsqueda y principales hallazgos</i>	39
CAPÍTULO 4	44
JUSTIFICACIÓN.....	44
OBJETIVOS.....	47
<i>Objetivo General</i>	47
<i>Objetivos Específicos</i>	47
CAPÍTULO 5	48
METODOLOGÍA.....	48
<i>Diseño</i>	48
<i>Sujetos</i>	49
Sendero La Marta.....	50
<i>Instrumentos</i>	52
Cuestionario sobre el historial de salud y el estilo de vida.....	52
Pruebas físicas de control.....	54
Antropometría.....	54
Estatura corporal.....	54
Impedancia bioeléctrica.....	55
Composición corporal.....	55
Pruebas de desempeño físico.....	57
Acelerometría.....	57
Deshidratación.....	57
Peso corporal total.....	59
Tiempo total.....	59
Ingesta de líquido.....	59
Consumo de alimentos sólidos.....	60
Pérdida de líquido por orina.....	60
Estrés Térmico.....	63
Esfuerzo Percibido.....	64
Pruebas psicométricas.....	64
POMS.....	64

STAI.....	66
Escala de Autoestima de Rosenberg.....	67
PROCEDIMIENTOS	67
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	70
CAPÍTULO 6.....	71
RESULTADOS.....	71
<i>Rendimiento en la caminata, esfuerzo percibido y gasto energético</i>	<i>74</i>
<i>Comportamiento de ingesta de alimentos y líquidos y cambios agudos en el estado de hidratación.....</i>	<i>77</i>
<i>Cambios basales, agudos y de seguimiento en los estados psicológicos .</i>	<i>78</i>
<i>Efectos del baño de bosque.....</i>	<i>81</i>
DISCUSIÓN	84
RENDIMIENTO EN LA CAMINATA, ESFUERZO PERCIBIDO Y GASTO ENERGÉTICO	87
COMPORTAMIENTO DE INGESTA DE ALIMENTOS Y LÍQUIDOS Y CAMBIOS AGUDOS EN EL ESTADO DE HIDRATACIÓN.....	90
CAMBIOS BASALES, AGUDOS Y DE SEGUIMIENTO EN LOS ESTADOS PSICOLÓGICOS Y EFECTOS DEL BAÑO DE BOSQUE	95
CONCLUSIONES	104
REFERENCIAS	106
ANEXOS	122
ANEXO A: SISTEMA MIDE	122
ANEXO B: RESULTADOS POR CADA BASE DE DATOS CONSULTADA	123
ANEXO C: CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS	124
ANEXO D: ESCALA PEDRO.....	125
ANEXO E: VARIABLES, INSTRUMENTOS Y DATOS A RECOLECTAR EN LA INVESTIGACIÓN	126
ANEXO F: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	127
ANEXO G: UBICACIÓN DE LA RESERVA DE VIDA SILVESTRE LA MARTA	132
ANEXO H: MAPA DEL RVSLM. RECORRIDO Y PRINCIPALES PUNTOS DE INTERÉS .	133

ANEXO I: POMS, PERFIL DE ESTADOS ANÍMICOS	134
ANEXO J: STAI- E CUESTIONARIO DE ANSIEDAD ESTADO	135
ANEXO K: ESCALA DE AUTOESTIMA DE ROSENBERG	136
ANEXO L: ESCALA ESFUERZO PERCIBIDO DE BORG	137
ANEXO M: AUTORIZACIÓN DE USO DE INSTALACIONES RVSLM.....	138
ANEXO N: IMÁGENES DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	139
ANEXO O: TOPOGUÍA	140

Resumen

Objetivos: Analizar el efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre variables fisiológicas y psicométricas en personas adultas sanas y comparar dichas respuestas con un Grupo Control (GC) que realizó actividades campamentales de baja intensidad. **Metodología:** Se evaluaron el esfuerzo percibido (escala de Borg), gasto energético, equivalentes metabólicos, niveles de actividad física y número de pasos mediante acelerometría; conducta de ingesta de alimentos y líquidos; estado de hidratación a partir de cambios en el peso corporal, porcentaje de deshidratación y déficit hídrico; condiciones ambientales (temperatura de bulbo húmedo y seco, humedad relativa y temperatura de globo); y estados psicológicos mediante el Perfil de Estados de Ánimo (POMS), Inventario de Ansiedad Estado y Escala de Autoestima de Rosenberg. **Resultados:** El tamaño muestral varió según la variable analizada y el cumplimiento del protocolo. Las personas del Grupo Experimental (GE) completaron el recorrido del sendero Fila Marta en $144,88 \pm 29,11$ min y presentaron un aumento significativo del esfuerzo percibido ($0,78 \pm 1,05$ vs $3,13 \pm 1,41$; $F = 91,840$; $p < 0,001$), así como mayores valores de gasto energético, actividad física moderada a vigorosa y número de pasos en comparación con el grupo control ($p < 0,05$). Aunque no se observaron diferencias significativas en la cantidad total de alimentos y líquidos ingeridos entre grupos ($p = 0,547$), el GE presentó mayores pérdidas hídricas, evidenciadas por un mayor porcentaje de deshidratación ($-1,83 \pm 0,96\%$), mayor déficit hídrico ($1266,23 \pm 804,93$ ml) y mayor pérdida de masa corporal ($1,79 \pm 0,91\%$) en comparación con el GC ($p < 0,001$). Las condiciones ambientales del recorrido se caracterizaron por temperaturas moderadas, alta humedad relativa (hasta 89%) y temperaturas de globo elevadas (hasta $32,33$ °C). En el ámbito psicológico, se observaron reducciones agudas en tensión, depresión, ira y confusión tras la caminata, mientras que la fatiga mostró una interacción significativa grupo \times tiempo ($F = 3,676$; $p = 0,015$). No se identificaron cambios significativos consistentes en ansiedad ni autoestima. **Conclusión:** La caminata en un sendero de montaña tropical se asocia con demandas físicas relevantes, mayores pérdidas hídricas y cambios psicológicos agudos de carácter transitorio.

Palabras clave: senderismo, rendimiento físico, deshidratación, estados psicológicos, ambiente térmico.

Abstract

Objectives: To analyze the acute effect of a mountain trail hike variables fisiológicas y psicométricas in healthy adults and to compare these responses with a control group (CG) that performed low-intensity camp activities. **Methods:** Perceived exertion (Borg scale), energy expenditure, metabolic equivalents, physical activity levels, and step counts were assessed using accelerometry; food and fluid intake behavior; hydration status based on changes in body mass, percentage of dehydration, and fluid deficit; environmental conditions (wet- and dry-bulb temperature, relative humidity, and globe temperature); and psychological states using the Profile of Mood States (POMS), the State Anxiety Inventory, and the Rosenberg Self-Esteem Scale. **Results:** Sample size varied according to the variable analyzed and protocol compliance. Participants in the experimental group (EG) completed the Fila Marta Trail in 144.88 ± 29.11 min and showed a significant increase in perceived exertion (0.78 ± 1.05 vs. 3.13 ± 1.41 ; $F = 91.840$; $p < 0.001$), as well as higher energy expenditure, moderate-to-vigorous physical activity, and step counts compared with the CG ($p < 0.05$). Although no significant differences were observed between groups in total food and fluid intake ($p = 0.547$), the EG exhibited greater fluid losses, evidenced by a higher percentage of dehydration ($-1.83 \pm 0.96\%$), greater fluid deficit (1266.23 ± 804.93 mL), and greater body mass loss ($1.79 \pm 0.91\%$) compared with the CG ($p < 0.001$). Environmental conditions along the trail were characterized by moderate temperatures, high relative humidity (up to 89%), and elevated globe temperatures (up to 32.33 °C). Psychologically, acute reductions were observed in tension, depression, anger, and confusion following the hike, while fatigue showed a significant group \times time interaction ($F = 3.676$; $p = 0.015$). No consistent significant changes were identified in anxiety or self-esteem. **Conclusion:** Hiking on a tropical mountain trail is associated with substantial physical demands, greater fluid losses, and transient acute psychological changes.

Keywords: hiking, physical performance, dehydration, psychological states, thermal environment.

Lista de Tablas

TABLA 1. RECOMENDACIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA SEGÚN TEMPERATURA AMBIENTAL.	33
TABLA 2. RESULTADOS DE LA ESCALA PEDRO.	38
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y SEGÚN SEXO DE LA MUESTRA.....	72
TABLA 5. RESULTADOS DEL PERFIL DE ESTADOS DE ÁNIMO, ANSIEDAD Y AUTOESTIMA (POMS).....	83

Lista de Figuras

FIGURA 1. FLUJOGRAMA DE LA SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	37
FIGURA 2. PUNTAJE DE ESFUERZO PERCIBIDO DE LOS GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTAL	75
FIGURA 3. NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA POR ACELEROMETRÍA EN GRUPOS EXPERIMENTAL Y DE CONTROL.	76
FIGURA 4. PORCENTAJE DE DESHIDRATACIÓN DE LOS GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTAL	78

Lista de abreviaturas

CA: Circunferencia Abdominal
CG: Grupo Control
CT: Colesterol Total
DEXA: Dual-Energy X-ray Absorptiometry (Absorciometría Dual de Rayos X)
DESH%: Porcentaje de Deshidratación
EG: Grupo Experimental
FC: Frecuencia Cardíaca
GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
HR: Humedad Relativa
IMC: Índice de Masa Corporal
Kcal: Kilocalorías
MC: Masa Corporal
METs: Metabolic Equivalents (Equivalentes Metabólicos)
MVPA: Moderate-to-Vigorous Physical Activity (Actividad Física Moderada a Vigorosa)
PAD: Presión Arterial Diastólica
PAS: Presión Arterial Sistólica
PC: Peso Corporal
PG: Porcentaje de Grasa Corporal
POMS: Profile of Mood States (Perfil de Estados de Ánimo)
RVSLM: Refugio de Vida Silvestre La Marta
STAI: State–Trait Anxiety Inventory (Inventario de Ansiedad Estado–Rasgo)
STAI-E: State Anxiety Inventory (Inventario de Ansiedad Estado)
STAI-R: Trait Anxiety Inventory (Inventario de Ansiedad Rasgo)
Temp.: Temperatura
WBGT: Wet Bulb Globe Temperature (Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo)

Capítulo 1 Introducción

Factores como los cambios demográficos, la expansión de las zonas urbanas, los altos niveles de contaminación y los pocos espacios de esparcimiento son factores que promueven las visitas a los espacios naturales (Pérez, 2014, p. 119). Del conjunto de actividades físicas que se pueden realizar en la naturaleza, las caminatas por senderos son las de mayor afluencia (Villalobos-Céspedes, Galdeano-Gómez y Toló-Becerra, 2009, p. 81; Castell, 2020, p. 194).

En este sentido, en Costa Rica existen áreas silvestres protegidas por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) en las cuales las personas asisten para realizar caminatas con el objetivo de experimentar un recorrido en un entorno natural atractivo (Chacón León, 2019, párr. 1; Ulrich, et al. 1983, p. 86; Kaplan y Kaplan, 1989, p. 1; Hartig, et al. 1991, p. 3-4). Esta tendencia ha motivado la creación de grupos dedicados a organizar caminatas en el país; los cuales ofrecen recorridos por senderos aptos para niños, jóvenes, adultos y personas adultas mayores (según su publicidad) de forma variada en destinos de montaña o playa, principalmente (Herrera, 2019, párr. 4).

Lo anterior se debe a que la práctica de la caminata es accesible y de bajo riesgo de lesión; además de que puede ser realizada en una variedad de intensidades, de forma individual o grupal, con o sin equipo especializado (Murtagh et al. 2002, p.399). Asimismo, su práctica es económica, de bajo impacto y se reconoce cada vez más como una forma sencilla y eficaz de

implementar el ejercicio físico, pues realizarla a un ritmo de al menos 100 pasos por minuto permite mantener una buena salud (Rowe et al. 2011, p. 19).

En otras latitudes, algunos beneficios individuales y colectivos que tiene caminar al aire libre y el contacto con la naturaleza han sido analizados (ten Brink et al. 2016, p. 106; Maxwell y Lowell, 2017, p. 2; Castell, 2020, p. 193). Sin embargo, la literatura científica disponible en el medio costarricense no ha estudiado los efectos que puede generar esta modalidad de actividad física en los componentes físicos y mentales de las personas que la practican dentro de un medio natural. Por ello, en el presente proyecto se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos agudos sobre el desempeño físico y la salud mental de caminar en un sendero de montaña en las personas adultas sanas?

Para responder a esta pregunta, en el presente proyecto, se diseñó una investigación que contempló evaluaciones a nivel físico y mental antes, durante y después de un recorrido en un sendero de montaña en un grupo de personas sanas, con el fin de observar los posibles cambios y comparar los resultados con personas que no realizaran este tipo de esfuerzo. Además, para un mejor análisis de las condiciones ambientales, se consideró la medición de la temperatura y humedad relativa *in situ* en diferentes ocasiones y localidades.

La investigación propuesta también caracterizó el sendero de montaña seleccionado mediante la elaboración de un perfil topográfico e incluyó un modelo de elevación digital y un mapa de pendientes del recorrido con el fin de representar visualmente los patrones en el esfuerzo físico a los cuales debían enfrentarse las personas participantes según las características del terreno.

El presente trabajo se fundamentó en la teoría de los beneficios de la caminata para la salud, tanto en el ámbito físico como mental, particularmente a través de su práctica en entornos naturales como el senderismo (Capítulo 2). Asimismo, se revisaron antecedentes relevantes vinculados con el tema de estudio, específicamente investigaciones científicas que han analizado la caminata en rutas o senderos de montaña (Capítulo 3).

La justificación se sustentó en la posible influencia que la caminata en senderos de montaña puede ejercer sobre el rendimiento físico de las personas, así como en la relación entre la exposición a entornos naturales y la mejora de estados emocionales, cognitivos y conductuales. En concordancia con lo anterior, el objetivo general del presente estudio fue analizar el efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre variables fisiológicas y psicométricas en personas adultas sanas del cantón de Turrialba, con el fin de describir el comportamiento de estas variables asociado a la práctica de dicha actividad física en el medio natural (Capítulo 4).

En el apartado metodológico, la presente investigación se estructuró en términos de diseño de investigación, sujetos, instrumentos, procedimientos y análisis estadístico, haciendo énfasis en los procedimientos desarrollados en las distintas etapas del estudio, incluyendo la fase previa, la intervención en el sendero de montaña y el seguimiento posterior (Capítulo 5).

En el apartado de resultados, se exploraron los efectos agudos de la caminata en un sendero de montaña a partir de un abordaje integral que incluyó variables físicas, ambientales y psicológicas. Específicamente, se analizaron

aspectos como: el desempeño durante el recorrido, el esfuerzo percibido, el gasto energético y los niveles de actividad física registrados mediante acelerometría. De igual forma, se examinaron los cambios agudos en el estado de hidratación, considerando la ingesta de líquidos, las variaciones en el peso corporal y los indicadores de pérdida hídrica. De forma complementaria, se describieron las condiciones ambientales presentes durante el recorrido, a partir de la medición de la temperatura y la humedad relativa en distintos puntos del sendero y se evaluaron los cambios en los estados psicológicos de las personas participantes, contemplando mediciones basales, previas, posteriores y de seguimiento.

En el apartado de discusión, se abarcaron e interpretaron los principales hallazgos del estudio a la luz de la literatura científica disponible, integrando los resultados obtenidos con antecedentes nacionales e internacionales relacionados con el senderismo, la actividad física en entornos naturales y los efectos del contacto con la naturaleza sobre la salud física y mental. Además, se discutió la exigencia física real de la caminata en senderos de montaña, la relación entre las condiciones ambientales y las respuestas de hidratación, así como los cambios observados en los estados de ánimo y la experiencia subjetiva de las personas participantes. También, se analizó brevemente el papel de la composición corporal y la variabilidad interindividual en la interpretación de los resultados, y se reflexionó sobre las implicaciones prácticas del estudio para la promoción de la actividad física, la gestión de senderos y la realización segura de caminatas en entornos naturales.

Capítulo 2

Marco teórico

El siguiente apartado se enfocó en describir los beneficios de la caminata para la salud de las personas. Los efectos mencionados se orientaron principalmente hacia variables psicométricas evaluadas en diferentes estudios. También, define el término “senderismo” y los posibles riesgos relacionados.

Beneficios en el desempeño físico de la caminata

Se ha mostrado que caminar diariamente mejora la salud y reduce el riesgo de enfermedad y mortalidad (Kelly et al. 2018, p. 3). En este sentido, las personas que reportaron una mayor cantidad de esfuerzo debido a esta actividad por semana (11.25 METs adicionales) disminuyeron hasta un 11% el riesgo de muerte por cualquier causa; en comparación con aquellas personas que no la realizaron o la practicaron muy poco (Hamer y Chida, 2008; Kelly et al. 2014, p. 10).

Caminar también ha demostrado otros beneficios en variables como la capacidad aeróbica, reducción de la Presión Arterial Sistólica (PAS), Presión Arterial Diastólica (PAD), Peso Corporal Total (PC), Porcentaje de Grasa Corporal (PG), Índice de Masa Corporal (IMC), Circunferencia Abdominal (CA), Colesterol Total (CT), glucosa en ayunas (Oja et al. 2018; Murtagh et al., 2021; Hanson y Jones, 2015; Qiu et al. 2014; Murtagh et al. 2002 y Moreau et al. 2001) y el dolor musculoesquelético crónico (O'Connor, et al. 2015). De igual forma, se ha mencionado que es la práctica más eficaz para aumentar los niveles de

Actividad Física (AF) en adultos; especialmente cuando se realiza de forma grupal y constante en un periodo no menor a los seis meses (Kassavou, et al. 2013).

Es de destacar que la caminata se encuentra dentro de las principales actividades recomendadas por el Colegio Americano de Medicina y Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés) como una de las modalidades de ejercicio aeróbico que deben ser practicadas al menos tres veces por semana durante 30 minutos o más para obtener dichos beneficios (American College of Sport Medicine, 2018, Cap. 1., p. 5).

Beneficios psicométricos de la caminata

Shin et al (2013) han planteado que las respuestas psicológicas al ejercicio físico, particularmente cuando se trata de intervenciones agudas como la caminata, son de carácter multidimensional y no pueden ser explicadas adecuadamente a partir de una única variable. De acuerdo con estos autores, la evidencia sobre los efectos positivos de la exposición a entornos naturales es limitada en estudios que integran de manera conjunta múltiples indicadores psicométricos relevantes. En este sentido, han argumentado que los entornos naturales, como los bosques, poseen un potencial restaurador capaz de reducir la ansiedad, mejorar el estado de ánimo y favorecer una percepción más positiva de sí mismo, efectos que tienden a manifestarse de forma interrelacionada y no aislada.

Estados de ánimo

Los estados de ánimo se entienden como el conjunto de sentimientos que varían en intensidad y que generalmente, involucran más de una emoción, siendo identificables mediante un autoinforme que considera siete dimensiones teóricas que son: tensión, depresión, cólera, vigor, fatiga, confusión y amistad. La depresión se define como la sensación persistente de tristeza y pérdida de interés, la tensión es la sensación continua de rigidez emocional o física, que puede provenir de pensamientos de frustración, furia o nerviosismo, la fatiga es un estado crónico de agotamiento físico y psicológico debido al exceso de exigencias personales y estrés continuado y el vigor es la activación física y mental constante, la persistencia ante las dificultades (Andrade, et al. 2013; Castañeda y Vergara, 2020).

Al respecto, Muro et al. (2023) han descrito que la práctica guiada de un “*baño forestal*” (caminata en el bosque, en silencio, prestando atención a los sentidos en conexión con la naturaleza) en los bosques mediterráneos-catalanes y la caminata en senderos campestres, generan cambios en las dimensiones del estado de ánimo; siendo la primera actividad la de mayor impacto en estas variables, mejorando los estados mentales y afectando de manera positiva a reducir la ansiedad.

Ansiedad

La ansiedad es una emoción que se caracteriza por sentimientos de tensión, preocupación y cambios físicos como el aumento de la presión sanguínea (American Psychological Association, 2020). Las personas con ansiedad presentan pensamientos intrusivos recurrentes y prefieren evitar ciertas situaciones por preocupación. Algunos síntomas físicos se pueden visualizar por medio de reacciones como sudor, temblores, mareos o una frecuencia cardíaca rápida (American Psychological Association, 2020).

En un contexto deportivo, la ansiedad es una respuesta usual a una situación en la que se evalúan las habilidades del atleta; es caracterizada por signos y síntomas de comportamiento cognitivo y fisiológico, producto de un estrés potencial hacia la competencia (Ford, et al. 2017). Los desórdenes de ansiedad tienen una presencia del 3.8% en la población mundial (cerca de 284 millones de personas), con una distribución del 2.8% en hombres y del 4.7% en mujeres. Este último dato se puede observar en países como Costa Rica, Canadá, Brasil y Estados Unidos, donde se da con mayor porcentaje en mujeres (Dattani, Ritchie y Roser, 2018).

La caminata se ha asociado con una disminución de los niveles de ansiedad (Heesch, et al. 2012; Vallance, et al. 2013; Rosenbaum, et al. 2016; Petrovic, et al. 2016; Kelly et al. 2018). Sus efectos agudos se han reportado de forma positiva (Jin, 1992; Ekkekakis, et al. 2000; Shin, et al. 2013; Niedermeier, et al. 2017; Kelly et al. 2018) y de forma negativa (Asztalos, et al. 2010), lo cual es de interés para el presente estudio. De forma crónica, estudios con

intervenciones de caminata de alrededor de 6 a 12 semanas han reportado efectos positivos en grupos mixtos de 38.7 ± 12.1 años (Merom, et al. 2008), 44.5 ± 6.1 años (Murphy, et al. 2002) y 69.4 ± 7.26 años (Pelssers et al. 2013) y en mujeres postmenopáusicas de 52.4 ± 3.8 años (Abedi, et al. 2015).

Autoestima

La autoestima es la dimensión afectiva de la imagen personal que se relaciona con datos objetivos, con experiencias vitales y con expectativas. Entonces, se puede definir como el grado de satisfacción consigo mismo o la valoración de uno mismo (Astete, 2000). En el estudio de Elavsky y McAudley (2007), se compararon los efectos de un programa de caminata en pista de una hora tres veces por semana con un programa de yoga de 90 minutos dos veces por semana en la autoestima de 164 mujeres con una edad promedio de $49,9 \pm 3,6$ años. Los autores encontraron una mejora significativa de la autoestima en el grupo de caminata respecto al programa de yoga y una muestra control.

En resumen, el estado de ánimo permite captar cambios afectivos inmediatos asociados a la experiencia de la actividad; la ansiedad, especialmente en su componente de estado, se asocia con una activación emocional negativa; y la autoestima aporta información sobre la autoevaluación personal y el bienestar psicológico general (Shin et al., 2013).

Senderismo

La caminata que se realiza en entornos naturales se conoce como senderismo. El senderismo se define como una actividad deportiva no competitiva, la cual se lleva a cabo en el medio natural (montaña, playa, bosque, entre otros) en caminos balizados y preferiblemente tradicionales. El senderismo busca tener un acercamiento al medio natural, rescatando la cultura, costumbres y elementos patrimoniales de un país (Comité de Senderos de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada, 1997, p.7).

En lo que se refiere a la relación entre caminata y la naturaleza, diferentes estudios han permitido identificar, al igual que la información presentada anteriormente, una reducción de la depresión y los niveles de estrés, principalmente por la facilidad de observar o experimentar un entorno natural atractivo (Pretty et al. 2007; Page, 2008; Ryan et al. 2010; Pasanen et al. 2014; Passmore y Howell, 2014, Lawton, et al. 2017; Ulrich, et al.1983; Kaplan y Kaplan, 1989; Hartig, et al. 1991).

Riesgos

Caminar en la naturaleza puede representar ciertos riesgos. Por ejemplo, López et al. (2019) describen los accidentes con más incidencia en este tipo de actividades como el extravío, tropiezos y caídas, problemas físicos, deslizamiento por pendiente, caídas verticales, enriscamientos, comunicaciones por meteorología, colisión con personas, rocas, raíces, entre otros. Los principales precursores de estos accidentes son la sobreestimación de las posibilidades

físicas, la inexperiencia a nivel técnico, la falta de planeación y la franja etaria, con mayor accidentabilidad las personas con un rango de edad de 30 a 40 años donde el 67,91% de los accidentes suceden en hombres.

Así mismo, la temperatura ambiental es un factor que aumenta el riesgo de deshidratación (Walker y Vance, 1997). La Tabla 1 detalla las implicaciones que tiene el aumento de la temperatura ambiental para la práctica de actividad física. La regulación de la temperatura corporal se da mediante la pérdida de calor por cuatro mecanismos: radiación, convección, conducción y evaporación. La evaporación por sudor es la más activa durante la realización del ejercicio físico y representa una pérdida de líquido y minerales en el cuerpo (Picon et al. 2020, pp.120 - 121), por lo que se requiere la ingesta de agua para reponer esta pérdida.

Tabla 1. *Recomendaciones de actividad física según temperatura ambiental.*

Temperatura ° C	Restricción de actividad
15,6	Sin recomendaciones especiales
19-21	Sin recomendaciones especiales, siempre que el consumo de agua sal y alimento sea adecuado
22-24	Posponer la práctica deportiva y evitar las caminatas.
24	Práctica más ligera y trabajar con descansos.
27	No realizar caminatas ni deportes.
28	Ejercicio intenso con precaución.
30	Las personas no aclimatadas no deben realizar ejercicio; evitar la exposición al sol.
31,5	Actividad breve limitada solo para personal bien aclimatado

Nota. Esta tabla muestra las restricciones para realizar actividad física según el aumento de la temperatura ambiental en grados centígrados. Modificado de Walker y Vance (1997).

Dado que el agua compone entre un 50-60% del peso corporal total (Silveira, 2006) y es sumamente importante para mantener la vida. Cambios agudos en el peso corporal durante la práctica de alguna actividad física ocurren principalmente por la pérdida de agua en forma de sudor, siendo necesario reponer estas pérdidas para que no resulten en efectos negativos en el rendimiento físico y en la salud. Esta cantidad de agua perdida puede ser estimada con un alto grado de confiabilidad midiendo los cambios en el peso corporal del sujeto.

Aunque el senderismo supone la opción más tranquila y menos exigente para caminar por una montaña, esta práctica no está exenta de los efectos del entorno cambiante e incierto como se ha comentado previamente. Por lo tanto, tener acceso a información bien definida y de calidad sobre ello es vital para llevar a cabo dicha actividad.

Capítulo 3 Antecedentes

Para el presente estudio se realizó una revisión sistemática de literatura previa. A continuación, se describen los aspectos más relevantes de este proceso.

Procedimiento de búsqueda

La estrategia de búsqueda, criterios de selección, extracción de los datos y calidad de los estudios descritos a continuación fueron definidos *a priori*. Esta revisión se llevó a cabo en concordancia con lo establecido en la declaración “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*” o PRISMA por sus siglas en idioma inglés (Liberati et al. 2009).

Selección de los estudios

La búsqueda de información se realizó entre los meses de agosto de 2020 y abril de 2021 utilizando términos en idioma inglés y español en las siguientes bases de datos *Web of Science, PubMed, Academic Search Ultimate, SportDiscus, Medline* (ver Anexo B). La frase booleana empleada fue deducida del siguiente conjunto de términos: 1) Caminata, 2) Medio Natural, 3) Rendimiento físico, 4) Salud Mental y 3) Adultos. La frase booleana en idioma inglés fue la siguiente: (walking OR hill walk OR trekking OR hiking) AND (mental health OR mood state OR anxiety OR self-esteem) AND (hydration OR sweat

rate) AND (physiological OR metabolic) AND (accelerometry OR physical activity OR perceive effort OR heart rate).

Los resultados obtenidos fueron limitados a los filtros del Anexo B. Los artículos que no estuvieron disponibles fueron adquiridos a través del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI) de la Universidad de Costa Rica, o bien se contactó directamente a los autores vía correo electrónico.

Criterios de elegibilidad

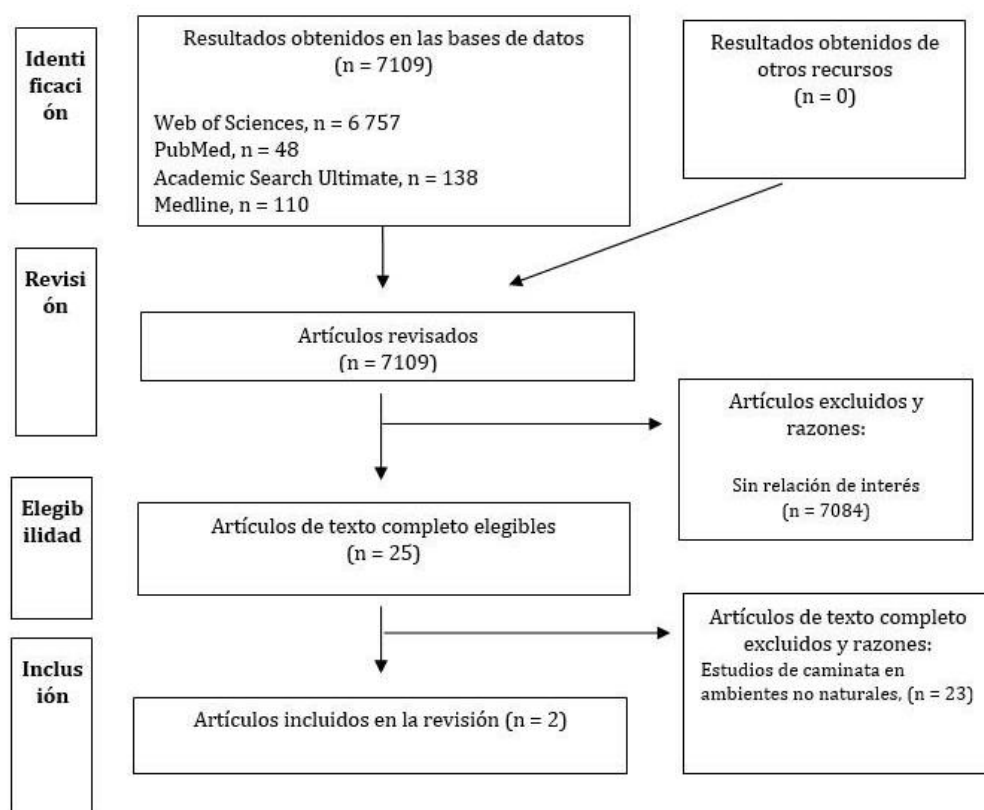
Los criterios de elegibilidad utilizados fueron los siguientes: (a) estudios experimentales o cuasiexperimentales con (b) participantes adultos sanos (c) que realizaran una sesión aguda de caminata en el medio natural (d) con el objetivo de evaluar las variables de desempeño físico y/o salud mental y (e) que compararan los resultados en un diseño intragrupos (pre-test vs post-test). Un diseño intergrupos fue de igual forma incluido. En estos casos, los trabajos no publicados son excluidos de la búsqueda, tales como las tesis de maestría, disertaciones, resúmenes de actas de congresos, informes técnicos y estudios cuyos autores optaran por no publicarlos (Kelley, et al. 2015).

Selección de los estudios y codificación de la información

El procedimiento de búsqueda y selección de los estudios fue realizado por los autores SBM, MRM, KMV, OAA y verificado por JCS con el fin de realizar una comparación y llegar a un consenso en caso de discrepancias.

Todos los estudios, tanto los incluidos como los excluidos, fueron almacenados en una carpeta de *Google Drive*. De cada artículo incluido en el análisis se extrajeron los siguientes datos según el Anexo E: (a) características de la muestra (información de los autores, año de publicación, país de publicación, cantidad total de participantes, sexo, edad y ocupación), (b) características de la intervención (duración e intensidad de la caminata) y (c) características metodológicas (distancia recorrida, inclinación y altimetría del sendero, entre otros). La Figura 1 muestra el flujograma del proceso de selección de los estudios.

Figura 1. Flujograma de la selección de los estudios.



Nota. La figura representa el proceso de escrutinio de la información obtenida en las bases de datos en las fases de identificación, revisión, elegibilidad e inclusión de los estudios.

Calidad de estudios individuales

La calidad de los estudios se evaluó por cinco revisores (SBM, MRM, KMV, OAA y JCS) utilizando la escala PEDro (Anexo D). Esta escala consta de 11 ítems y se califica como presencia (1) o ausencia (0) de cada uno de ellos para obtener una nota máxima de calidad de 10 puntos, ya que el primer criterio no se incluye en la puntuación. La confiabilidad de esta escala es de 0.40 a 0.75 (de Morton, 2009). Los estudios incluidos obtuvieron una calificación en PEDro de 4 puntos para ambos casos, considerando que se realizaron con grupos específicos, sin grupo control y sin cegar a los participantes, evaluadores ni a los investigadores.

Tabla 2. Resultados de la Escala PEDro.

Autor (año)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
	Los criterios de elección fueron especificados	Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos	La asignación fue oculta	Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	Todos los sujetos fueron cegados	Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron	Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron	Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado	El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al	
Anslie (2002)	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	4
Anslie (2003)	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	4

Nota. Esta tabla muestra la nota obtenida (4 puntos) en la Escala PEDro de 11 puntos a evaluar para la calidad de un estudio. Elaboración propia, 2021.

Resultados de la búsqueda y principales hallazgos

Como parte de la búsqueda realizada, se consultaron un total de 6 757 resultados y luego del proceso de filtrado se incluyeron 2 artículos. En el Anexo C se pueden consultar las características principales de los estudios incluidos. En el primer estudio, Ainslie et al. (2002) analizaron las respuestas fisiológicas y metabólicas de una caminata en montaña de 12 km en 13 sujetos (11 hombres y 2 mujeres) físicamente activos, con experiencia previa en caminata y un rango de edad entre los 18 a los 32 años. El Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2 pico) de la muestra reportado fue de $47,7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a $67,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Los participantes completaron una caminata de 12 km en un recorrido con elevación de los 100 a los 902 metros sobre el nivel del mar (msnm), bajo condiciones montañosas en ocasiones separadas. Cada participante despertó entre las 5 y 5.30 am para completar las evaluaciones, luego, entre las 7 y las 8 am iniciaron la caminata a su propio ritmo. Antes y después de la caminata, cada participante tomaba su propio peso (sin ropa). Los fluidos y los alimentos fueron consumidos a gusto de cada conformante, siendo ellos mismos quienes los seleccionaban. Además, estos también fueron pesados antes de la actividad.

Luego de tomar su peso, cada participante se colocó una sonda de temperatura rectal, mientras que la temperatura de la piel se tomó con termistores de temperatura en el pecho, antebrazo, muslo y espinilla. Todos los receptores térmicos se mantuvieron conectados a un registrador de datos con una frecuencia de muestreo de 6 minutos. Con cada toma de temperatura se descansaba de 1 a 3 minutos. También se incluyó un periodo de almuerzo de 30

minutos. La toma del intercambio de gases respiratorios se obtuvo por telemetría portable, que cada sujeto cargaba en un bulto a prueba de agua.

Las condiciones ambientales (aire, temperatura y velocidad del aire) fueron grabadas con un termohigrómetro psicrómetro de cabestrillo digital y un anemómetro de paletas. En cuanto a las medidas psicométricas, se utilizó la Prueba del Perfil de Estados de Ánimo (POMS, por sus siglas en inglés) y la Escala de Esfuerzo Percibido (PES, por sus siglas en inglés), las cuales se implementaron al iniciar el almuerzo y al finalizar la caminata. También, se tomaron y analizaron muestras de sangre antes, durante e inmediatamente después de completar la caminata para determinar la concentración enzimática, insulina y hemoglobina. La orina se colectó el día de la caminata y un día después en horario de 8 am a 1 pm, 1:01 pm a 6 pm y 6:01 pm a 8 pm para valorar la concentración de epinefrina, norepinefrina, creatinina y dopamina.

Los participantes realizaron el recorrido entre 245 a 490 minutos bajo condiciones climáticas de frío, humedad, viento y nieve. El aumento de la temperatura rectal fue una respuesta durante el ejercicio, el perfil POMS mostró un aumento en la tensión y confusión antes de la caminata y un aumento en la fatiga luego de esta.

La relación de intercambio respiratorio aumentó de 0.82 ± 0.03 como base hasta 0.89 ± 0.02 en los primeros 5 km ($p < 0.05$). En el tramo de descenso esta relación disminuyó hasta $< 0.84 \pm 0.02$ en los últimos 5 km ($p < 0.05$). El aumento del VO_2 y la Frecuencia Cardíaca fueron evidentes durante el aumento de la altitud luego de 4,5 km de caminata. El volumen del plasma no sufrió cambios

significativos, mientras que la insulina aumentó y el cortisol disminuyó post caminata. La caminata llevó a una elevación marcada en la epinefrina y norepinefrina urinaria comparada a la del resto del día; por lo que se evidencia un estrés fisiológico, incluyendo deshidratación, estrés térmico, metabólico y hormonal producto de la caminata.

En el año 2003, Ainslie et al. analizaron los efectos del consumo de energía en los rangos de respuesta relevantes para los caminantes de montaña. Para esta ocasión participaron 16 sujetos masculinos físicamente activos, con experiencia previa, con un rango entre los 19 a los 29 años de edad y un VO_2 pico de 43 a 64 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. La experimentación se llevó a cabo durante 3 semanas en enero, contando con un mínimo de 2 días de descanso entre cada condición. Cada participante completó información sobre la actividad física realizada y la alimentación ingerida en los dos días previos a la fecha de las pruebas.

Los sujetos completaron una caminata de 21 km bajo dos condiciones de alimentación diferentes, la actividad se realizó con una elevación entre los 100 y los 902 msnm con características montañosas. Al igual que el estudio anterior, los participantes se despertaban entre las 5 y 5.30 am e iniciaban su caminata a su propio ritmo entre las 7 y las 8 am; además, cada uno tenía que tomar su peso corporal sin ropa antes de consumir bebida o comida alguna, teniendo que orinar y defecar previamente. Al finalizar la caminata, tenían que tomar su peso nuevamente.

Luego de tomarlo, cada persona insertó una sonda de temperatura rectal, conectada al equipo que cada 6 minutos registraba los datos. Durante la caminata se daban periodos de descanso de 1 a 5 minutos cada 3,5 km aproximadamente para consumir alimentos y fluidos. También, se tomó la temperatura ambiental y cada sujeto llevaba un bulto ligero a prueba de agua, con ropa de campo, comida y agua para la caminata.

En cuanto a la dieta, los sujetos no podían consumir alimentos después de las 8 pm del día anterior hasta caminar, consumiendo un desayuno estandarizado de 595 kilocalorías (kcal) el día de la prueba. Durante la caminata los sujetos podían consumir una dieta alta o baja en energía. Las dietas fueron divididas en 3 tamaños equivalentes y se motivaba a los participantes a comerla a los 7, 14 y 21 km del recorrido. Los productos incluidos dentro de las comidas fueron barras de chocolate, galletas y sándwiches de queso y en ambas condiciones se solicitó el consumo de 400 ml/h de agua. La dieta de alta energía fue de 3 019 kcal, mientras que la de baja energía fue de 616 kcal.

La Prueba POMS también fue utilizada, además de pruebas de tiempo de reacción, flexibilidad, balance dinámico y estático, agarre y fuerza de la pierna. En añadidura, se tomaron muestras de sangre antes y después de la caminata para determinar la concentración de insulina, hormona de crecimiento y concentración de cortisol. Con la toma de muestras de orina se determinó un índice de deshidratación.

Los resultados sugieren que para finalizar los 21 km se requirieron de 7 horas y 28 minutos en promedio, sin diferencias entre las condiciones de dietas

($p > 0.05$). Todos los sujetos en la dieta de baja energía lograron consumirla; mientras que en la dieta de alta energía 3 sujetos no pudieron ingerirla en su totalidad (déficit de 334,38 kcal).

A pesar de presentar una menor temperatura rectal en el grupo de dieta de baja energía no se encontró una diferencia significativa en ningún punto ($p > 0.05$). El grupo de dieta de alta energía obtuvo un mejor tiempo de reacción en algunas de las pruebas (tiempo de reacción de uno y dos dedos, $p < 0.05$; capacidad de equilibrio, $p < 0.05$) y el grupo de dieta de baja energía mostró un deterioro en la prueba de balance estático ($p < 0.01$) y balanceo hacia adelante al compararse con los datos del inicio ($p < 0.05$).

Nueve de los 16 participantes de la dieta de baja energía mostraron cambios marcados en su comportamiento, evidentes luego de los 10 km, mostrando retiros voluntarios de las conversaciones, un ritmo menor de caminata, en cuatro casos agresividad y comportamiento negativo (síntomas considerados como exposición a la hipoglucemia) y se mostraron más afectados por la temperatura ambiental. No se dieron cambios en el plasma ($p > 0.05$).

La conclusión de este estudio señala que el grupo de baja ingesta obtuvo tiempos de reacción menores, problemas en el balance y compromisos en su habilidad para mantener la temperatura corporal al compararse con el grupo de alta ingesta. El deterioro en el rendimiento (especialmente con el balance) y la termorregulación en la condición de baja ingesta puede aumentar la susceptibilidad a la fatiga y lesiones durante las actividades recreativas en el entorno natural.

Capítulo 4

Justificación

La caminata en ambientes naturales ha sido reconocida como una práctica con impacto potencial tanto en el rendimiento físico como en variables de salud mental. Diversos estudios han documentado que la actividad física realizada en entornos naturales puede influir en aspectos fisiológicos asociados al esfuerzo prolongado, así como en dimensiones psicométricas tales como el estado de ánimo, la ansiedad y la autoestima. En este sentido, existe evidencia que respalda la interacción entre el ejercicio aeróbico prolongado, las condiciones ambientales y determinadas respuestas físicas y psicológicas en personas físicamente activas.

No obstante, pese a estos avances, el conocimiento disponible presenta vacíos importantes. En particular, se dispone de evidencia limitada que integre simultáneamente variables de rendimiento físico y de salud mental en contextos reales de senderos montañosos, especialmente en ambientes tropicales como el caso de Costa Rica. La literatura muestra que los estudios pioneros desarrollados por Ainslie et al. (2002, 2003) constituyen prácticamente los únicos antecedentes que analizaron de manera conjunta ambos grupos de variables durante caminatas prolongadas en senderos naturales. Asimismo, investigaciones más recientes, como las de Kelly et al. (2018), advierten que la evidencia existente aún es insuficiente para generalizar los efectos de la caminata en el medio natural sobre la salud mental.

A partir de estas limitaciones, se identifica la necesidad de profundizar en el análisis de la caminata en senderos naturales bajo condiciones ambientales distintas, particularmente aquellas propias de climas cálidos y húmedos, donde las respuestas fisiológicas y psicológicas podrían diferir de las reportadas en otras latitudes. En este marco, la presente investigación no pretende contrastar teorías en sentido estricto, sino contribuir a la generación de evidencia empírica que permita ampliar la comprensión de los efectos de la caminata en senderos montañosos sobre el rendimiento físico y la salud mental, considerando un contexto geográfico y ambiental poco estudiado.

Si bien el diseño propuesto no alcanza la complejidad metodológica de los estudios desarrollados por Ainslie et al. (2002, 2003), retoma algunos de sus elementos conceptuales como referencia para orientar el análisis. Estos autores reportaron que la caminata prolongada en senderos montañosos podía inducir deshidratación, estrés térmico y efectos psicológicos adversos, como aumento de la tensión, confusión y fatiga. En este sentido, el presente estudio busca complementar dichos hallazgos mediante la observación de un recorrido con características altimétricas y de distancia similares, pero bajo condiciones ambientales más cálidas y húmedas, propias del contexto costarricense.

Desde una perspectiva nacional, el senderismo se ha consolidado como una de las actividades recreativas más practicadas en Costa Rica, tendencia que se intensificó en los últimos años. Paralelamente, se ha evidenciado un aumento en los incidentes asociados a esta práctica, como extravíos y emergencias en montaña de acuerdo con la Cruz Roja Costarricense (Rodríguez, 2020), lo cual

subraya la relevancia de generar información científica que permita comprender mejor sus implicaciones físicas y psicológicas. Por ejemplo, relacionados con el senderismo, según la Cruz Roja, en el año 2019 se reportaron 74 extravíos en montaña y 136 en el 2020 (Solano, 2020).

Los resultados de esta investigación benefician principalmente a las personas vinculadas a la práctica del senderismo y a su estudio desde una perspectiva científica, al aportar información sobre las respuestas físicas y psicométricas asociadas a esta actividad y a las instancias responsables de la administración de senderos, contribuyendo a una mejor gestión y caracterización de los recorridos.

Finalmente, aunque el alcance del estudio se limita al contexto específico del Refugio de Vida Silvestre La Marta (RVSLM) y no permite la generalización de los resultados a toda la población senderista, los hallazgos constituirán un punto de partida para futuras investigaciones en este campo. En particular, permiten orientar nuevos diseños de estudio que profundicen en el análisis de variables como depresión, ansiedad, estrés, autoestima, esfuerzo percibido y deshidratación en ambientes montañosos tropicales.

Objetivos

Objetivo General

- Analizar el efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre variables fisiológicas y psicométricas en personas adultas sanas del cantón de Turrialba.

Objetivos Específicos

- Examinar los cambios en el estado de hidratación entre personas adultas sanas que realizan una caminata en un sendero de montaña y un grupo control.
- Comparar el esfuerzo físico percibido y el gasto energético entre personas adultas sanas que realizan una caminata en un sendero de montaña y un grupo control.
- Evaluar los cambios en el estado de ánimo, la ansiedad y la autoestima entre personas adultas sanas en mediciones de línea base, pretest, postest inmediato y seguimiento y un grupo control.
- Elaborar una topografía del sendero de montaña Fila Marta, basada en la caracterización obtenida en el estudio, con el fin de describir las exigencias físicas del recorrido, los riesgos asociados y los beneficios potenciales.

Capítulo 5

Metodología

Este capítulo está conformado por los siguientes apartados: diseño de investigación, sujetos, instrumentos, procedimientos y análisis estadístico. A continuación, se presenta cada una de estas partes.

Diseño

El diseño de la presente investigación correspondió a un estudio cuasiexperimental, en el cual dos grupos de personas voluntarias fueron seleccionados mediante un muestreo por conveniencia y asignados a un grupo experimental y un grupo control. Ambos grupos fueron sometidos a una secuencia de mediciones que incluyó una medición basal, una medición previa a la condición asignada, una medición posterior a la intervención o condición correspondiente y, para algunas variables, una medición de seguimiento realizada una semana después de finalizada la intervención. De acuerdo con la nomenclatura propuesta por Campbell & Stanley (2001), el diseño del estudio se representa de la siguiente manera:

G₁ R O _ O X O _ O

G₂ R O _ O O _ O

G₁ = Grupo experimental, G₂ = Grupo control, R = Aleatorización, O = Medición, X = tratamiento

Las variables por estudiar se pueden observar en el Anexo E. Debido a la situación de pandemia ocasionada por el virus SARS-COV-2, los grupos a estudiar se conformaron a través de una muestra seleccionada por conveniencia al momento de realizar el presente estudio. Todos los participantes formaron parte de burbujas sociales en la medida de lo posible y su evaluación se distribuyó dentro de un periodo de un mes. Las medidas sanitarias se acataron según lo indicado en el "*Protocolo para el desarrollo de las actividades en la Universidad de Costa Rica en el marco de la emergencia por la enfermedad COVID-19*" publicado el 15 de junio del 2020 y en las medidas propias del protocolo sanitario de la Sede del Atlántico, más lo dispuesto en el protocolo sanitario del Refugio de Vida Silvestre La Marta (ver Anexo M).

Sujetos

Un total de 55 personas participaron inicialmente en el proceso de reclutamiento (edad media = $35,96 \pm 15,32$ años), incluyendo 27 hombres (edad media = $33,41 \pm 16,12$ años) y 28 mujeres (edad media = $38,43 \pm 14,37$ años). Los participantes incluidos en el estudio cumplieron los siguientes criterios: ausencia de síntomas de enfermedad infecciosa, mayor de 18 años, independencia física, bajo riesgo cardiovascular, ausencia de problemas ortopédicos, no recibir tratamiento nutricional o médico, estado de no fumador y sin embarazo actual ni sospecha de ello. Se excluyeron a las personas que presentaran cualquier otra condición considerada un riesgo potencial para la salud debido a la naturaleza del estudio. La investigación se llevó a cabo de

acuerdo con la Declaración de Helsinki y sus enmiendas más recientes, y fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Costa Rica (CEC-508-2022, Anexo F). Todos los conformantes proporcionaron su consentimiento informado por escrito antes de participar en el estudio.

Sendero La Marta

El presente proyecto se realizó en el Refugio de Vida Silvestre La Marta, ubicado en Pejivalle de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica (ver Anexo G y Anexo H). Este sitio forma parte de la Cordillera de Talamanca y posee un alto valor histórico, cultural y socioambiental. De acuerdo con la administración del refugio, La Marta es reconocida como un territorio de relevancia histórica, al ser una de las pocas zonas del continente americano que no fue conquistada por los españoles, debido tanto a las condiciones naturales como a la resistencia de los pueblos ancestrales.

Entre finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX (aproximadamente entre 1870 y 1930), en el área se desarrollaron actividades agrícolas y pecuarias, lo que permitió la consolidación de un mercado basado en productos como café, azúcar, cacao y banano. En la actualidad, se conservan restos estructurales de lo que fue la Hacienda La Marta, los cuales son utilizados con fines educativos y culturales. Entre las estructuras destacadas se encuentran el beneficio de café, el trapiche para el procesamiento de caña de azúcar, el aserradero, la lechería y una antigua planta hidroeléctrica, que brindó iluminación de forma paralela a la ciudad de San José (Costa Rica).

Desde el punto de vista ambiental, el refugio se caracteriza por una alta disponibilidad de recursos naturales, incluyendo extensas áreas boscosas, los Ríos Gato y Marta, así como múltiples nacientes, ojos de agua y quebradas que descienden de la cordillera de Talamanca, lo que le confiere un elevado valor socioambiental.

Para efectos de esta investigación, las personas participantes realizaron el recorrido de ida y vuelta específicamente en el sendero Fila Marta, seleccionado tras un estudio piloto previo del equipo investigador. El sendero fue clasificado como una ruta de ida y vuelta, con una distancia horizontal total de 7,1 km y un desnivel positivo y negativo acumulado de 323 m, lo que refleja un patrón equilibrado de ascenso y descenso. La duración estimada del recorrido fue de 2 horas y 25 minutos, calculada bajo condiciones estándar y sin considerar pausas, conforme a la metodología MIDE (Montaña Segura, 2024).

El terreno del sendero fue predominantemente irregular, con presencia de ascensos, descensos y tramos planos. La superficie combinó tierra compactada de forma natural, secciones con troncos colocados para facilitar el tránsito en zonas complejas, así como lodo y fango arcilloso, lo que genera sectores potencialmente resbaladizos. Durante el recorrido también se identificaron raíces expuestas, que requirieron precaución para minimizar el riesgo de caídas.

De acuerdo con la clasificación MIDE (Anexo A), el sendero Fila Marta presentó una severidad del medio natural de 4 sobre 5, lo que indica la posibilidad de enfrentar condiciones ambientales exigentes, como variabilidad climática, pendientes pronunciadas o tramos remotos. Los requisitos de orientación fueron

valorados en 2 de 5, lo que sugiere que el recorrido es manejable con habilidades básicas de navegación. La dificultad de desplazamiento se calificó en 3 de 5, reflejando la presencia de superficies irregulares y obstáculos que demandan un nivel técnico moderado. Finalmente, el esfuerzo físico global requerido fue clasificado como 2 de 5, correspondiente a una exigencia moderada, adecuada para personas con condición física promedio.

Instrumentos

En el presente estudio, se emplearon instrumentos para recolectar información sociodemográfica, de rendimiento físico y psicométrica de los participantes. A continuación, se detallan los procedimientos de cada instrumento:

Cuestionario sobre el historial de salud y el estilo de vida.

Para valorar el estado de salud inicial de los participantes, se empleó el Cuestionario sobre el historial de salud y el estilo de vida que utiliza el Centro de Investigación en Movimiento Humano (CIMO HU) de la Universidad de Costa Rica. Este se aplica mediante la plataforma *Google Forms* y se envió a los participantes mediante medios electrónicos, aprovechando las herramientas tecnológicas con el fin de reducir al máximo el contacto social.

Dicho cuestionario cuenta con siete selecciones, cada una de éstas tiene preguntas específicas. La primera selección se denomina “Información

demográfica”, y recolecta datos personales (nombre, apellidos, fecha de nacimiento, lugar de residencia, entre otros). La segunda se denomina “Historial médico y enfermedades”, abarcando precisamente enfermedades cardiovasculares, metabólicas, renales, hepáticas, pulmonares, inflamatorias, inmunológicas y hematológicas, problemas ortopédicos y otras condiciones de cuidado médico que pueda presentar cada participante. La tercera se denomina “Signos o síntomas sugestivos de enfermedad”, los cuáles son parámetros importantes de advertencia de enfermedad cardíaca.

La cuarta se denomina “Factores de riesgo de enfermedad crónica”, dónde se establecen ciertas preguntas específicas que se utilizan para determinar el grado de factor de riesgo para cada persona, según sus respuestas. Como quinta selección se encuentra “Información familiar adicional”, dónde se busca la identificación de familiares cercanos con presencia de alguna enfermedad y su fecha de aparición. La sexta selección se denomina “Actividad física”, y consiste en una autoevaluación por medio de algunas preguntas, para tener un panorama del nivel de actividad física de cada persona. La séptima y última selección se denomina “Medicinas”, y se busca conocer si la persona consume algún medicamento, el motivo y la recomendación profesional o automedicación.

Para la estratificación del riesgo de enfermedad cardiovascular, se analizó la presencia de factores de riesgo de enfermedad arterial coronaria según el ACSM (Coburn y Malek, 2012). Estos factores son: edad (hombres ≥ 45 años y mujeres ≥ 55 años), historia familiar (padre o hermanos < 55 años y/o madre o hermanas < 65 años que padecieron antes de esas edades; infarto del miocardio,

revascularización coronaria o muerte súbita), consumo de tabaco (fumador actual o hasta hace menos de 6 meses), hipertensión (Presión Arterial Sistólica ≥ 140 mmHg o Presión Arterial Diastólica ≥ 90 mmHg en dos ocasiones distintas o el uso de medicamentos antihipertensivos), dislipidemia (LDL > 130 mg/dl o HDL < 40 mg/dl o CT > 200 mg/dl o tratamiento hipolipemiante), hiperglicemia (glucosa sanguínea ≥ 100 mg/dl), obesidad (IMC > 30 kg/m²), sedentarismo (personas que no participan en un programa regular de ejercicio o no cumplen con los criterios mínimos de actividad física recomendada < 90 min/semana).

Pruebas físicas de control

Antropometría

A cada participante se le realizaron mediciones, tanto en el aspecto físico como psicológico, con el fin de obtener datos de su composición corporal y de su estado de salud mental, y de esta manera formar parámetros para las siguientes mediciones post-test.

Estatura corporal

Para medir la estatura de pie de los participantes, se utilizó un tallímetro marca Seca modelo 206. Este instrumento tiene un rango de medición de cero a doscientos veinte centímetros (0 a 220cm), además tiene una precisión de 1mm. Para su uso y aplicación el sujeto deberá de estar descalzo con ropa ligera,

adoptando una posición totalmente erguida, colocándose de espaldas al instrumento, pegando los talones, glúteos, espalda y cabeza contra la pared.

Impedancia bioeléctrica

Para la recolección de datos bioeléctricos se utilizó una báscula marca InBody® modelo 270. Los sujetos limpiaron con anterioridad sus manos y sus pies con una toalla humedecida con alcohol líquido, con la finalidad de reducir agentes contaminantes y asegurar un mejor contacto, ya que tenían que subir a la plataforma del dispositivo descalzos, colocando las plantas de los pies en los electrodos; además de sujetar las manijas de la unidad considerando hacer el mayor contacto con los electrodos de esta zona, manteniendo en todo momento un contacto directo con los electrodos en pies y manos. Los sujetos se quedaron quietos durante 0,5 minutos (30 segundos) manteniendo una posición firme con los codos completamente extendidos y su articulación del hombro colocado aproximadamente en un ángulo de 30 grados. (Czartoryski, et al. 2020).

Composición corporal

Los cambios en la composición corporal fueron valorados mediante la técnica de Absorciometría Dual de Rayos X (DEXA) con un densitómetro modelo Lunar Prodigy Advance PA+350411 marca GE Healthcare. En términos de precisión, se han reportado rangos de coeficiente de variación (%CV) que pueden estar alrededor de ~0.7% a ~2.6% (Meredith-Jones et al., 2018). Este es el

método más sensible para valorar pequeños cambios en la composición corporal en un período de tiempo.

El instrumento funciona de acuerdo con el principio físico de que, a medida que los rayos X pasan a través del cuerpo, la atenuación de la señal está relacionada de manera exponencial con la duración del paso, con la densidad de los tejidos y con la energía de los rayos X. Esta técnica divide el cuerpo en tres componentes: mineral óseo corporal total, tejido blando no mineral libre de grasa y grasa. Utilizando un haz con un índice apropiado y/o valores de atenuación de referencia obtenidos de muestras de tejido, se puede determinar la masa grasa (MG) y la masa muscular libre de grasa (MMLG) a partir de los valores medidos.

El examen se realiza de cuerpo completo y se le indica, por parte de la persona administradora del densitómetro, a cada persona, que por favor se acueste en la camilla del aparato, que no se mueva y que guarde silencio durante la prueba. Otras medidas antropométricas como peso (kg), talla (m) y circunferencias de cintura y cadera (cm) también se tomaron con este instrumento. Las evaluaciones correspondientes fueron realizadas por personal debidamente autorizado ante el Ministerio de Salud Pública de Costa Rica.

Pruebas de desempeño físico

Acelerometría

Para esta investigación, se utilizaron acelerómetros (ACL) triaxiales, modelo wGT3X-BT. Este instrumento permite la recolección de datos por periodos largos de tiempo, es un método práctico, no invasivo y fácil de utilizar; sus dimensiones son: 4,6 cm x 3,3 cm x 1,5 cm, con un peso de 19 gramos y con una capacidad de almacenamiento de datos de hasta 120 días contando con 2GB de memoria interna, cuenta con una duración de la batería de 25 días máximo (Aguilar et al. 2014).

Este dispositivo se puede colocar en tres lugares: muñeca, tobillo y cadera, siendo este último el punto utilizado en la presente investigación, ya que es donde presenta mayor efectividad de medición según investigaciones anteriores (Dieu et al. 2017; Aguilar, et al. 2014). Cada acelerómetro se sujetó con una banda elástica justo en la cresta iliaca, quedando el dispositivo al lado derecho por debajo de la línea axilar del sujeto.

Deshidratación

Para medir el nivel de deshidratación, diferentes autores (Capitán-Jiménez y Aragón-Vargas, 2018; Solera Herrera y Salazar Rojas, 2001; García - Jiménez y Yuste, 2010, Velásquez, 2014), concuerdan con la utilización del peso corporal como un método válido y confiable para calcular esta variable. Algunas

recomendaciones que se deben de tomar en cuenta en una fase previa a la recolección de datos para una investigación experimental son las siguientes:

- No realizar ejercicio de alto impacto o vigoroso en las veinticuatro horas previas al día de las mediciones.
- No consumir bebidas alcohólicas en las veinticuatro horas previas al día de las mediciones.
- No consumir alimentos con alto contenido de sodio en las doce horas previas al día de las mediciones.
- No consumir algún tipo de medicamentos que afecten el funcionamiento natural de la vasopresina.
- Ingerir al menos tres litros de agua en las últimas veinticuatro horas previas al día de la recolección de los datos.
- Realizar un ayuno de ocho a diez horas antes del desayuno del día correspondiente a las mediciones.
- Realizar un desayuno balanceado y liviano.
- Dormir entre siete y nueve horas.

A cada participante se le envió un recordatorio 48 horas antes del día correspondiente al tratamiento con el protocolo anterior.

Peso corporal total

Se utilizó una báscula marca InBody modelo 270 (calibrada en kilogramos), con un nivel de precisión del 98% para medir el peso corporal justo antes de iniciar el recorrido y exactamente después de haber terminado. La medición se realizó siguiendo el protocolo de InBody® USA (2018), el cual detalla que la persona mantenga su consumo normal de líquidos el día previo, el día de la medición mantenerse erguido por lo menos durante 5 minutos y removerse las medias y demás objetos pesados como reloj, joyería, cinturón o fajas y suéteres.

Antes de la medición la persona debía evacuar de su organismo la orina y heces si fuera necesario, no comer ni realizar ejercicio por lo menos 3 horas antes, no consumir alcohol ni cafeína en exceso durante al menos 24 horas ni utilizar lociones o cremas en manos o pies 45 minutos antes de la medición, así como detener el consumo de líquidos.

Tiempo total

Para efectos de esta investigación, el tiempo (en horas, h) se midió con un cronómetro marca Casio, modelo HS-70W-1 con una precisión del tiempo de 15 s por mes para la hora y para el cronómetro de 99,9988%.

Ingesta de líquido

Para mantener un control adecuado de los líquidos ingeridos, a cada participante se le entregó una botella plástica con un litro de agua marca Alpina®, la cual en su composición química mencionaba que era agua purificada y

enriquecida con un 8% de sodio, con el fin de que fuera empleada para su respectiva hidratación durante el recorrido, si así lo requería. Se pesó a los sujetos antes y después del recorrido establecido, secos y sin ropa, con la vejiga totalmente vacía, sobre una báscula ubicada en uno de los baños privados del Refugio (Aragón, 2003).

Pesaje de botellas y alimentos sólidos

Para el pesaje de las botellas que se entregaron a los participantes, se utilizó una báscula para alimentos marca Fleco 123 con una precisión de 1 gramo (Higgins & Green, 2011), misma que fue utilizada para el pesaje de alimentos sólidos y su respectivo residuo, en el caso de frutas o alimentos que no fueran 100% comestibles.

Consumo de alimentos sólidos

Para el caso de alimentos sólidos empacados, se solicitó guardar el respectivo empaque o envoltura para el control del peso y el registro detallado de cada sujeto.

Pérdida de líquido por orina

Para efectos de la presente investigación, la orina se consideró un fluido no perteneciente al organismo, en tanto corresponde a un líquido que ya ha sido

procesado por el cuerpo y se encuentra listo para su excreción, permaneciendo únicamente almacenado de forma transitoria en la vejiga. En consecuencia, durante el proceso de recolección de datos se realizó el pesaje del sujeto inmediatamente al finalizar la caminata, siguiendo el protocolo establecido; posteriormente, se le solicitó acudir al servicio sanitario para la expulsión completa de la orina, tras lo cual se efectuó un segundo pesaje con la vejiga vacía.

Para la recolección de la orina, se dispuso de un recipiente vacío, seco y estéril, el cual fue utilizado únicamente en caso de que la persona participante requiriera realizar esta necesidad fisiológica durante el período de evaluación. El volumen de orina recolectado se consideró como pérdida de líquido por micción y no como resultado directo de la actividad física. Esta distinción fue necesaria para el cálculo adecuado de las variables de balance hídrico mediante la fórmula empleada en el estudio, dado que las pérdidas asociadas al ejercicio se atribuyen principalmente a la sudoración y a la pérdida de agua por el intercambio gaseoso durante la respiración.

Líquido total

Para el registro del consumo total de líquidos, al finalizar el recorrido se solicitó a las personas participantes entregar la botella utilizada durante la caminata, con el fin de cuantificar el volumen de agua ingerido. Esta información se utilizó posteriormente para el cálculo del porcentaje de deshidratación y de la tasa de sudoración presentada durante el recorrido, a partir de las fórmulas correspondientes.

Fórmula para la estimación del porcentaje de deshidratación

$$\text{DESH}\% = \left[\frac{\text{MC}_{\text{pos ejer}} - \text{MC}_{\text{pre}}}{\text{MC}_{\text{pre}}} \right] \times 100$$

Nota:

$\text{MC}_{\text{pos ejer}}$ = masa corporal posterior a la actividad física.

MC_{pre} = masa corporal previa a la actividad física.

Fuente: Capitán y Aragón (2018).

Estrés Térmico

Para determinar las características de temperatura y humedad presentes en el ambiente del RVSLM se utilizó un medidor de estrés térmico de la marca 3M, modelo QuesTemp°34 (3M, 2013). Este instrumento cuenta con tres termómetros, uno de Globo, uno de Bulbo Húmedo Natural y uno de Bulbo Seco. Por su parte, el Termómetro de Bulbo Húmedo Natural brinda la indicación de los efectos de la humedad en una persona, esto bajo la relación que se da entre humedad relativa y velocidad del viento al medir la cantidad de enfriamiento por evaporación que se da en el sitio en la mecha humedecida.

El Termómetro de Bulbo Seco mide la temperatura ambiental del aire y el termómetro de Globo brinda la indicación del calor radiante al que se expone la persona debido a la luz solar directa o a los objetos calientes del ambiente. La Humedad Relativa mide esta condición en el compartimento del dispositivo por el que circula el aire del entorno (Parsons, 1999).

Este instrumento se colocó donde se encontraban los “Estanques” según la Figura 6, debido a que se buscaba obtener los datos bajo luz solar directa y también bajo sombra; por lo tanto, cada 15 minutos se cambió de lugar siguiendo el protocolo de estabilización y anotando en la hoja respectiva de forma manual las temperaturas y humedad indicadas por el aparato, bajo continua supervisión de uno de los investigadores.

Esfuerzo Percibido

El instrumento utilizado para la valoración del Esfuerzo Percibido fue la Escala de Borg (ver Anexo L). Esta consiste en la asignación de la percepción del esfuerzo que se realiza coincidiendo con un puntaje que se distribuye en un rango de 6 a 20, en donde 6 representa una acción muy muy leve y 20 muy muy duro, en su versión original. Para su versión Modificada, el rango de la escala va desde cero hasta 10, donde cero corresponde a nada de nada, 1 como muy ligero y el 10 representa una actividad máxima (Moreno, Cruz y Angarita, 2013).

Mientras la persona ejecuta la actividad establecida, se le solicita que indique el puntaje de esfuerzo que percibe al realizarla. Por lo tanto, es indispensable que el participante comprenda la distribución numérica del esfuerzo para este procedimiento y también que logre identificar con certeza su propio esfuerzo, lo que requiere de la práctica de este. Castellanos y Pulido (2009), han indicado que este instrumento cuenta con una validez mayor a 0,70 y una confiabilidad de $r = 0,90$.

Pruebas psicométricas

POMS

Es un instrumento de autoinforme con el que se puede conocer de mejor forma el estado anímico de los deportistas y sus condiciones, por lo que es uno de los más usados en el área de investigación y fue desarrollado por McNair, Lorr y Droppleman (1971) para valorar el efecto de la psicoterapia y medicación en

pacientes psiquiátricos de forma ambulatoria, para luego ampliar su uso en poblaciones no psiquiátricas (Araya, 2018, pp. 78 - 84).

La versión utilizada en esta investigación fue igual al instrumento original en español, la Escala (POMS) ha demostrado validez convergente y consistencia interna en estudios previos (Fuentes et al., 2020). Cuenta con 65 adjetivos, que se agrupan en los siguientes estados anímicos o subescalas: tensión-ansiedad, depresión - melancolía - desaliento, ira-enojo-hostilidad, vigor-actividad, fatiga – inercia - inactividad y confusión – aturdimiento - perplejidad (ver Anexo I). Cada una de las dimensiones corresponde a un estado anímico y para dar el puntaje a la prueba se suman los puntajes obtenidos por cada persona participante. Los ítems corresponden a cada estado anímico de la siguiente forma:

- Tensión – Ansiedad: Ítems= 2 + 10 + 16 + 20 + 22 + 26 + 27 + 34 +41
El ítem 22 “relajado” es inverso por lo que la escala debe ser inversa también, siendo la escala inversa así 4 = 0, 3 = 1, 2 = 2, 1 = 3 y 0 = 4. El arreglo de la escala inversa se debe realizar antes de sumar los puntos.
- Depresión – Melancolía – Desaliento: Ítems: 5 + 9 + 14 + 18 + 21 + 23 + 32 + 35 + 36 + 44 + 45 + 48 + 58 + 61 + 62
- Ira – Enojo – Hostilidad: Ítems: 3 + 12 + 17 + 24 + 31 + 33 + 39 + 42 + 47 + 52 + 53 + 57
- Vigor – Actividad: Ítems: 7 + 15 + 19 + 38 + 51 + 56 + 60 + 63
- Fatiga – Inercia – Inactividad: Ítems: 4 + 11 + 29 + 40 + 46 + 49 + 65
- Confusión – Aturdimiento – Perplejidad: Ítems: 8 + 28 + 37 + 50 + 54 + 59 + 64

- El ítem 54 “eficiente” es inverso por lo que se debe invertir la escala.

Al finalizar la sumatoria, se obtiene un puntaje para cada estado anímico, 6 puntajes totales.

STAI-E

El State–Trait Anxiety Inventory (STAI), por sus siglas en inglés, es un instrumento diseñado para la evaluación de la ansiedad y cuenta con dos versiones, cada una compuesta por 20 ítems. En el presente estudio se utilizó la versión que evalúa la ansiedad estado (STAI–E), mientras que la versión complementaria mide la ansiedad rasgo (STAI–R). Desde la década de 1970, el STAI–E ha demostrado adecuados índices psicométricos, presentando una confiabilidad interna, medida mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con valores que oscilan entre 0,83 y 0,92. Asimismo, el instrumento ha evidenciado validez y confiabilidad suficientes para su uso en investigaciones científicas en diversos contextos poblacionales (Spielberger, 1980; Spielberger, Gorsuch y Lushene, 1999).

Al ser un cuestionario unidimensional se obtiene un solo valor para la variable en cuestión. Una escala tipo Likert permite dar respuesta a sus 20 ítems, siendo los valores de 0 a 3, según la categoría de respuesta escogida, correspondiendo a 0 = nada, 1 = algo, 2 = bastante y 3 = mucho. Los ítems 1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 16, 19 y 20 son opuestos, por lo que suman sus resultados con la puntuación invertida de la escala de Likert, en estos casos corresponde así: 3= nada, 2= algo, 1= bastante y 0= mucho (Ver Anexo J). Tras invertir los valores

para esos ítems, se suman los demás para obtener el valor de ansiedad sujeto, siendo entonces, la puntuación posible de 0 a 60 puntos y por lo tanto indicando mayor ansiedad las puntuaciones más altas (Araya, 2018, pp. 18 - 19).

Escala de Autoestima de Rosenberg

Esta escala fue creada por Morris Rosenberg (Rosenberg, 1965). Este instrumento mide la autoestima de una persona y consta de 10 ítems que expresan pensamientos positivos y negativos, los cuales son respondidos en una escala Likert de 4 puntos (ver Anexo K). Las respuestas son puntuables entre 1 y 4 de la siguiente manera; muy de acuerdo: 4, de acuerdo: 3, en desacuerdo: 2, y muy en desacuerdo: 1. De esta forma, se permite obtener una puntuación mínima de 10 y máxima de 40 (Mora y Lobo, 2011, Sandoval, 2019). Esta escala reporta coeficientes alfa de Cronbach entre 0,80 y 0,88 mostrando una consistencia interna adecuada (Ceballos-Ospino et al., 2017).

Procedimientos

En el presente estudio, se realizó un plan piloto que consistió en visitar el sendero Montañoso *Fila Marta* dos fines de semana seguidos para realizar sus mediciones a través de las herramientas *GPS* y *Wikiloc*. En este sentido, cada estudiante investigador completó una escala de chequeo relacionada con información de los elementos presentes en el entorno, con el fin de comparar las perspectivas y llegar a un consenso sobre su caracterización. Además, los estudiantes portaron un acelerómetro configurado para medir el gasto energético

durante el recorrido. Con esta información se obtuvieron datos para conocer el perfil topográfico del terreno (Ainslie et al. 2002).

En la siguiente etapa de la investigación, se realizó un periodo de reclutamiento de personas que tuvieran interés en formar parte del estudio y se contactó a cada una de ellas vía telefónica para una cita individual en el aula del Museo Omar Salzar de la Sede del Atlántico. Como requisito previo, se solicitó completar el *Cuestionario sobre el Historial de Salud y Estilo de Vida* para determinar el cumplimiento de los criterios de inclusión. Una vez verificado lo anterior, a cada persona se le entregó un consentimiento informado (CEC-508-2022) para su lectura y firma, posteriormente, se asignó una cita para presentarse a la *Sala de Mediciones Físicas y Antropométricas* de la Sede del Atlántico, con el fin de realizar las pruebas físicas de control. Además, se coordinó la fecha de visita al sendero.

Al realizar las pruebas de control se le solicitó a cada persona que completara los cuestionarios psicométricos impresos en papel. Luego de llenarlo, se le indicó que se retirara su calzado para colocarse sobre la plataforma de impedancia manteniendo una posición erguida. Seguidamente, a cada participante se le realizó una medición de su composición corporal en la sala de densitometría ósea tomando en cuenta las pautas a seguir para realizar la medición con seguridad. Por ejemplo, colocarse boca arriba sobre la camilla con los pies y los brazos junto a su cuerpo y no moverse mientras el brazo mecánico hacía el escaneo. Se colocaron cintas de velcro a nivel de rodillas y tobillos para ayudar a mantener esta posición. Posteriormente, se le entregó un acelerómetro

para que se lo colocara con una banda elástica en la cintura al lado derecho de la cadera, justamente debajo de la línea axilar, durante un periodo de 15 días. A cada persona se le explicó que debía usarlo de forma consecutiva, salvo cuando durmiera o se duchara.

En el RVSLM se utilizó uno de los ranchos ubicado a 400 metros de la entrada principal (Anexo N). Respecto a las pruebas psicométricas, estas se realizaron en este sitio, así como las actividades campamentiles del grupo control que incluyeron práctica de nudos, juegos de mesa, entre otros. Estas actividades representaron un esfuerzo físico de intensidad baja para el grupo control. Para la medición del peso corporal, se solicitó a cada participante quitarse su vestimenta y pesarse desnudo en dos ocasiones en un baño privado previamente acondicionado. Además, se le brindó una botella con agua de un litro como opción de consumo durante el recorrido, al igual que a las personas del grupo control.

Antes de iniciar la caminata, el grupo experimental realizó un calentamiento durante 10 min, que consistía en movimientos articulares dinámicos y ejercicios como *“jumping jacks”* y *“skipping”*. Posteriormente, se les pidió reportar la percepción de esfuerzo al iniciar y finalizar el sendero montañoso. Cada participante recibió un repaso del protocolo de seguridad propio del lugar. El peso corporal y las variables psicométricas se evaluaron antes e inmediatamente terminado el recorrido. Una semana después, los participantes completaron las evaluaciones psicométricas con el fin de dar seguimiento.

Análisis Estadístico

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los efectos agudos de la realización de una caminata en un sendero de montaña sobre diversos indicadores fisiológicos y psicométricos, así como examinar la interacción de dichas respuestas con un grupo control que desarrolló actividades campamentiles de baja intensidad. Para el análisis de los datos se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías con un factor de medidas repetidas, también denominado ANOVA mixto.

Los datos descriptivos se expresaron como media \pm desviación estándar (DS) y se calcularon de manera independiente según grupo y sexo. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SPSS, versión 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY). La normalidad de las variables se evaluó mediante inspección visual (histogramas), así como a través del análisis de asimetría, curtosis y la prueba de Shapiro–Wilk. Para evaluar el efecto de la dificultad del sendero sobre las respuestas fisiológicas, se aplicaron pruebas t para muestras independientes en las variables de acelerometría y estado de hidratación. En el caso del esfuerzo percibido y los resultados psicométricos, se realizaron análisis de varianza bidireccionales separados para grupos independientes. Las comparaciones post hoc se efectuaron mediante contrastes por pares con ajuste de Bonferroni, basados en medias marginales estimadas. El nivel de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

Capítulo 6

Resultados

En el presente estudio, inicialmente participaron 55 personas en la convocatoria realizada (edad promedio = 35.96 ± 15.32 años). De ellas, 27 fueron hombres (edad promedio = 33.41 ± 16.12 años) y 28 fueron mujeres (edad promedio = 38.43 ± 14.37 años). Tras aplicar los criterios de inclusión, 32 participantes fueron seleccionados (20 hombres y 12 mujeres). Las 22 personas restantes fueron excluidas del estudio por diversas razones, como abandono voluntario, lesiones músculo-articulares o consumo de medicamentos (anticonceptivos, antihipertensivos, entre otros).

Los 32 participantes seleccionados fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: un grupo experimental ($n = 17$; 9 hombres y 8 mujeres) y un grupo de control ($n = 15$; 10 hombres y 5 mujeres). La asignación de las personas participantes a los grupos se realizó mediante aleatorización simple, utilizando un sorteo manual. Los nombres de los sujetos fueron colocados en papeles individuales dentro de una bolsa opaca, de la cual se extrajeron de manera sucesiva para asignarlos a los diferentes grupos de estudio.

Tabla 3. Características generales y según sexo de la muestra.

Variables	GE									GC									t	p
	General			Hombres			Mujeres			General			Hombres			Mujeres				
	n	Media	DE	n	Media	DE	N	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE		
Edad (años)	16	34.96	14.43	9	34.83	16.27	7	35.14	12.95	13	29.94	14.07	8	28.04	16.36	5	33.00	10.32	0.942	0.354
Talla (cm)	16	168.81	8.70	9	175.06	5.10	7	160.79	4.59	13	167.30	7.69	8	171.38	6.40	5	160.80	4.49	0.487	0.630
Peso (kg)	16	70.10	10.56	9	74.58	11.08	7	64.34	6.81	13	78.74	14.91	8	79.91	13.40	5	76.88	18.60	-1.826	0.079
IMC (kg/m ²)	16	25.00	2.93	9	24.55	3.14	7	25.59	2.77	13	28.30	5.21	8	27.47	4.29	5	29.64	6.76	-2.154	0.057
MG (kg)	16	19.59	6.38	9	17.96	7.05	7	21.69	5.15	13	23.36	9.90	8	19.60	7.44	5	29.38	11.12	-1.241	0.225
PG (%)	16	28.76	7.80	9	24.28	6.48	7	34.54	5.19	13	30.00	9.45	8	24.66	7.06	5	38.56	5.69	-0.387	0.702
MME (kg)	16	47.95	7.72	9	53.77	4.25	7	40.49	3.06	13	52.65	9.51	8	57.49	7.23	5	44.91	7.64	-1.468	0.154
RCC	16	1.01	0.24	9	1.11	0.28	7	0.90	0.14	13	1.12	0.29	8	1.21	0.35	5	1.00	0.09	-1.142	0.263
DMO (g/cm ²)	16	1.22	0.11	9	1.29	0.09	7	1.14	0.10	13	1.30	0.12	8	1.35	0.12	5	1.23	0.12	-1.764	0.089
PT	15	0.76	0.92	8	0.94	0.93	7	0.56	0.95	12	1.51	1.16	7	1.51	1.25	5	1.52	1.17	-1.887	0.071
PZ	15	0.90	0.88	8	1.05	1.02	7	0.73	0.75	12	1.33	0.69	7	1.50	0.83	5	1.10	0.43	-1.380	0.080

GE: Grupo Experimental, GC: Grupo Control, IMC: Índice de Masa Corporal, MG: Masa Grasa, PG: Porcentaje de Grasa, MME: Masa Musculo Esquelética, RCC: Relación Cintura Cadera, DMO: Densidad Mineral Ósea, PT: Puntaje T y PZ: Puntaje Z.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En el Grupo Experimental (GE), un participante no registró de manera completa la totalidad de los alimentos ingeridos durante la caminata de forma involuntaria, por lo que fue excluido del análisis al no cumplir con el protocolo de investigación. En el Grupo Control (GC), un participante no completó los cuestionarios de seguimiento en su totalidad. Como resultado, la muestra final estuvo conformada por 32 participantes, con 16 asignados al GE y 14 al GC. La edad promedio en el GE fue de 34.97 ± 14.44 años, mientras que en el GC fue de 29.38 ± 13.68 años. La estatura fue similar en ambos grupos, con un promedio de 168.81 ± 8.70 cm en el GE y 167.93 ± 7.75 cm en el GC (ver Tabla 3). La distribución aleatoria de los participantes entre los grupos fue homogénea ($p > 0.05$).

Los datos ambientales se recolectaron durante un período de dos semanas, en tres días distintos (fines de semana), en tres puntos clave del sendero: el punto de inicio, el punto medio (1,8 km) y el punto de retorno (3,5 km). Las mediciones se realizaron mediante un monitor de ambiente térmico e incluyeron la temperatura de bulbo húmedo (BH), temperatura de bulbo seco (BS), humedad relativa (HR) y temperatura de globo.

En el punto de inicio, las condiciones ambientales reflejaron un entorno relativamente cálido y seco. La temperatura promedio de bulbo húmedo fue de $24,21$ °C, mientras que la temperatura de bulbo seco alcanzó los $25,1$ °C. La humedad relativa fue la más baja de los tres sitios, con un promedio de $68,6$ %. La temperatura de globo, indicador de la exposición al calor radiante, registró el valor promedio más alto ($32,33$ °C), lo que sugiere una mayor incidencia de radiación solar en este punto.

En el punto medio del recorrido (1,8 km), el ambiente fue notablemente más fresco y húmedo. Las temperaturas promedio de bulbo húmedo y bulbo seco descendieron a 21,62 °C y 22,92 °C, respectivamente. En este sector se registró la humedad relativa más alta, con un promedio de 89 %. Asimismo, la temperatura de globo fue la más baja de los tres puntos (23,6 °C), lo que sugiere la presencia de sombra y una menor exposición solar, probablemente asociadas a la cobertura del bosque de montaña.

En el punto de retorno (3,5 km), las condiciones ambientales se situaron en un nivel intermedio entre las observadas en el punto de inicio y el punto medio. Las temperaturas promedio de bulbo húmedo y bulbo seco fueron de 22,02 °C y 22,6 °C, respectivamente. La humedad relativa alcanzó un promedio de 85,2 %. La temperatura de globo fue superior a la registrada en el punto medio, pero inferior a la del punto de inicio, con un valor promedio de 26,27 °C.

Rendimiento en la caminata, esfuerzo percibido y gasto energético

Las personas participantes del GE completaron el recorrido por el sendero de montaña en un tiempo promedio de $144,88 \pm 29,11$ min (9 hombres = $145,78 \pm 32,37$ min; 7 mujeres = $143,71 \pm 26,79$ min). El análisis de varianza (ANOVA mixto) reveló una diferencia estadísticamente significativa ($F = 91,840$; $p = 0,000$) entre GC ($n = 14$) y el GE ($n = 16$) en la variable esfuerzo percibido. Los puntajes promedio del GE aumentaron del pretest ($0,78 \pm 1,05$) al posttest ($3,13 \pm 1,41$), mientras que el GC mostró un cambio menor (pretest = $1,00 \pm 0,95$; posttest = $1,23 \pm 1,12$). Estos resultados se ilustran en la Figura 2.

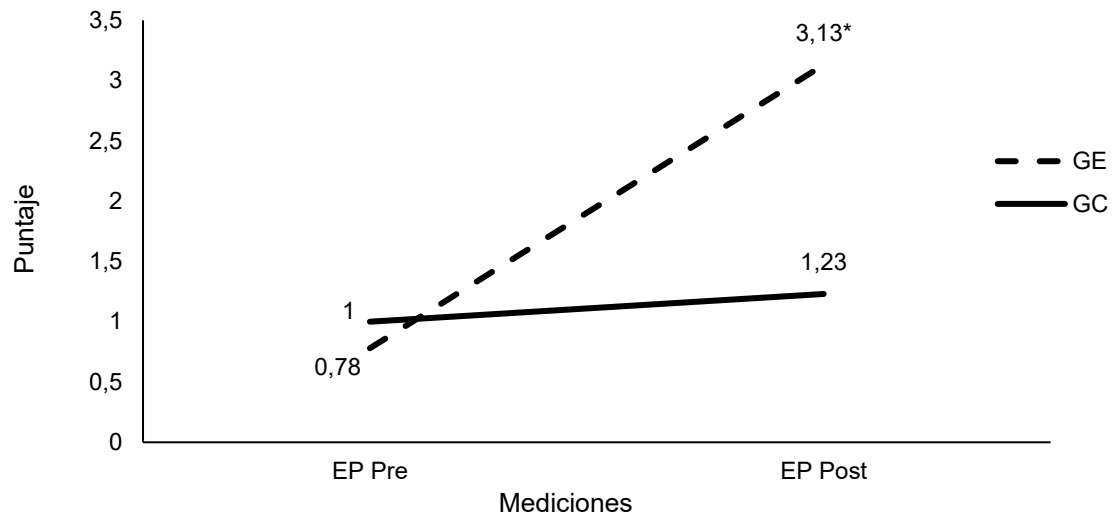


Figura 2. Puntaje de esfuerzo percibido de los grupos control y experimental

* $p < 0.05$

Durante la recolección de datos, ambos grupos portaron acelerómetros de manera continua durante cinco horas (de 8:00 a. m. a 1:00 p. m.). Los dispositivos registraron el gasto energético (kcal), los equivalentes metabólicos (METs), el tiempo dedicado a actividad física (AF) sedentaria, ligera, moderada, vigorosa y muy vigorosa, la actividad física de moderada a vigorosa (AFMV), así como el número de pasos. Un total de 26 personas participantes (GE = 14; GC = 12) fueron incluidas en el análisis final (ver Tabla 4). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en kcal), METs, AF baja, moderada y vigorosa, APMV y el número de pasos ($p < 0,05$) (ver Figura 3).

Variables	GE (n = 14)		GC (n= 12)		t	P
	Media	DE	Media	DE		
kcal	132.15	44.43	27.68	19.03	7.984	0.000
METs	2.31	0.33	1.17	0.15	11.303	0.000
Tiempo sedentario	53.49	3.24	45.15	15.15	1.869	0.087
AF Baja	35.81	2.70	55.73	1.96	-21.671	0.000
AF Moderada	21.77	3.31	3.91	1.72	17.588	0.000
AF Vigorosa	2.39	1.97	0.30	0.27	3.906	0.002
AF Muy vigorosa	0.01	0.02	0.05	0.05	-1.824	0.090
AFMV	24.18	2.70	4.26	1.96	21.671	0.000
Cantidad de pasos	2139.82	221.89	392.81	184.21	21.932	0.000

AFMV: actividad física de moderada a vigorosa.
Fuente: Elaboración propia de los autores.

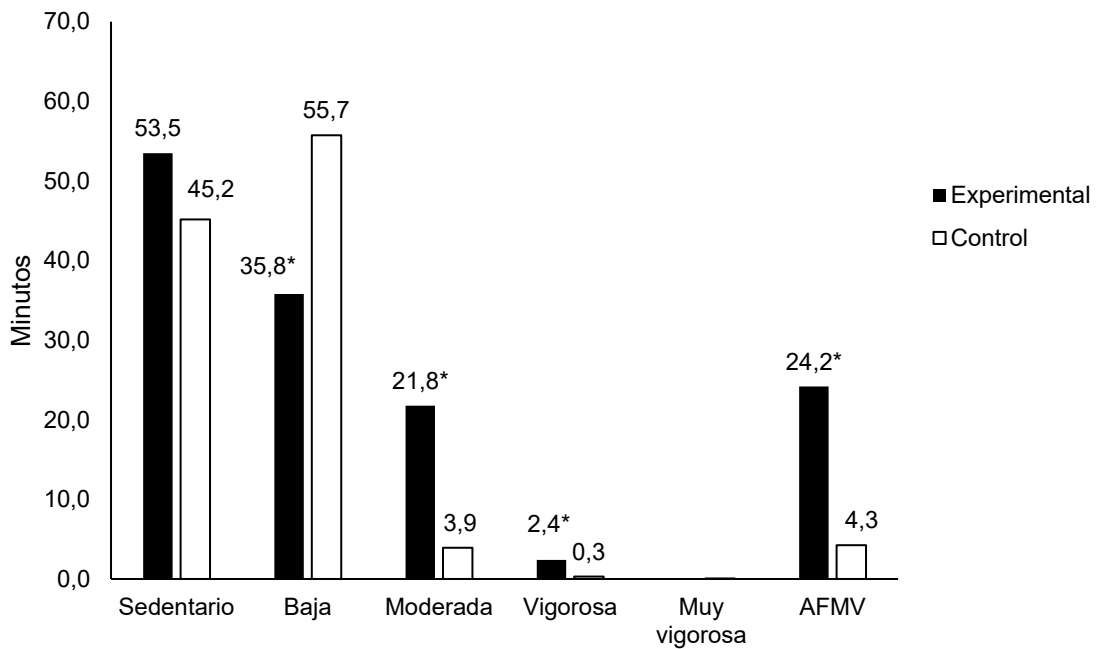


Figura 3. Niveles de actividad física por acelerometría en grupos experimental y de control.

* Diferencia entre grupos, $p < 0.05$

Comportamiento de ingesta de alimentos y líquidos y cambios agudos en el estado de hidratación

En el GE, una persona participante fue excluida del análisis por no registrar completamente la ingesta de alimentos durante la caminata, lo que constituyó una violación del protocolo de investigación. En el GC, dos personas participantes fueron excluidas por la misma razón. La cantidad promedio de alimentos y líquidos consumidos durante el período de observación fue de $581,12 \pm 491,44$ g en el GE ($n = 16$) y de $478,80 \pm 388,97$ g en el GC ($n = 13$), sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($t = 0,611$; $p = 0,547$).

El peso corporal inicial en el GE fue de $69,77 \pm 11,51$ kg, el cual disminuyó a $68,50 \pm 11,14$ kg en el postest. En contraste, el peso corporal en el GC se mantuvo relativamente estable, pasando de $78,34 \pm 14,79$ kg en la línea base a $78,05 \pm 14,79$ kg en el postest. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso corporal entre grupos ni en el pretest ($t = -1,757$; $p = 0,090$) ni en el postest ($t = -1,984$; $p = 0,067$).

El porcentaje de deshidratación fue significativamente mayor en el GE en comparación con el GC ($-1,83 \pm 0,96$ % vs. $-0,38 \pm 0,31$ %; $t = -5,166$; $p < 0,001$). De manera similar, el déficit hídrico fue significativamente más alto en el GE ($1266,23 \pm 804,93$ ml) que en el GC ($293,30 \pm 277,30$ ml; $t = 4,150$; $p < 0,001$). En concordancia con lo anterior, la pérdida de masa corporal fue de $1,79 \pm 0,91$ % ($-1,27 \pm 0,80$ kg) en el GE y de $0,38 \pm 0,31$ % ($-0,29 \pm 0,28$ kg) en el GC ($t = 5,269$; $p < 0,001$). Estos resultados se ilustran en la Figura 4.

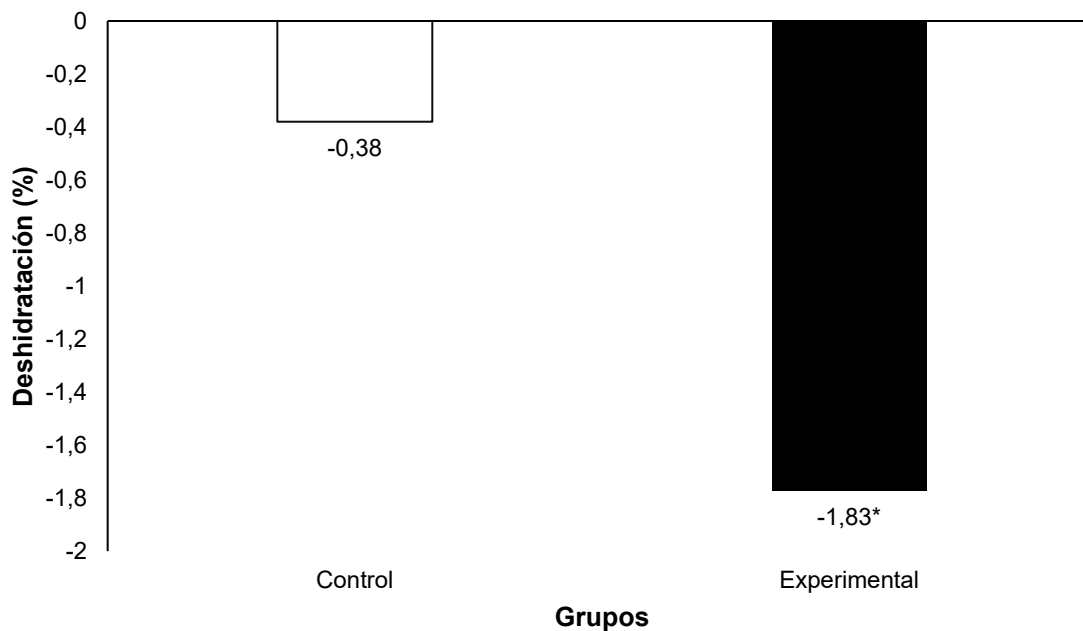


Figura 4. Porcentaje de deshidratación de los grupos control y experimental

* $p < 0.05$

Cambios basales, agudos y de seguimiento en los estados psicológicos

Los resultados de la Tabla 5 muestran la evolución de diversas variables psicológicas en el GE y GC en cuatro momentos de medición: línea base, pretest, postest y seguimiento. A continuación, se describen los principales hallazgos para cada variable. En cuanto a tensión, ambos grupos presentaron una reducción en sus niveles a lo largo del tiempo. En el GE, la media pasó de 6.56 ± 6.36 en la línea base a 5.75 ± 5.79 en el pretest, disminuyendo aún más en el postest (2.68 ± 2.12), pero aumentando ligeramente en el postest 2 (4.06 ± 4.61). En el GC, la tensión comenzó en 6.38 ± 5.04 y descendió progresivamente hasta

el seguimiento (2.46 ± 3.77). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.572$).

En la variable depresión, ambos grupos mostraron una disminución después de la intervención. En el GE, los valores bajaron de 4.81 ± 6.82 en la línea base a 1.56 ± 2.25 en el pretest ($p < 0.05$) y a 1.12 ± 1.66 en el posttest, pero volvieron a subir en el posttest 2 (4.75 ± 6.62). En el GC, los valores pasaron de 3.23 ± 2.80 en la línea base a 1.00 ± 1.47 en el pretest y 0.38 ± 0.50 en el posttest, aumentando posteriormente en el seguimiento (3.61 ± 4.92). A pesar de estas fluctuaciones, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.950$).

Los niveles de ira también disminuyeron en ambos grupos tras la intervención. En el GE, la media bajó de 4.31 ± 6.20 en la línea base a 1.31 ± 2.57 en el pretest y a 1.00 ± 1.59 en el posttest, pero aumentó nuevamente en el posttest 2 (3.43 ± 4.35). En el GC, los valores se redujeron de 3.53 ± 5.42 en la línea base a 0.84 ± 1.46 en el pretest, y aunque continuaron disminuyendo en el posttest (0.69 ± 1.65), hubo un ligero aumento en el seguimiento (2.69 ± 3.90). Sin embargo, las diferencias entre grupos no fueron significativas ($p = 0.989$).

El vigor mostró una ligera disminución con el tiempo en ambos grupos. En el GE, los valores pasaron de 19.87 ± 4.78 en la línea base a 19.75 ± 4.53 en el pretest, descendiendo a 18.56 ± 4.51 en el posttest y a 17.06 ± 4.55 en el seguimiento. En el GC, el vigor se mantuvo relativamente estable desde la línea base (18.53 ± 5.31) hasta el posttest (18.23 ± 5.77), pero disminuyó más en el seguimiento (15.46 ± 6.00 , $p < 0.05$ con respecto al pretest). A pesar de estos

cambios dentro de los grupos, las diferencias entre grupos no fueron significativas ($p = 0.678$).

En la variable fatiga, se observó una interacción significativa entre grupo y tiempo ($p = 0.015$). En el GE, la fatiga disminuyó inicialmente de 4.18 ± 5.24 en la línea base a 2.25 ± 2.11 en el pretest, pero luego aumentó significativamente en el posttest (5.43 ± 3.09 , $p < 0.05$) y se mantuvo elevada en el seguimiento (5.06 ± 4.62 , $p < 0.05$ con respecto al pretest). En el GC, los valores iniciales fueron más altos (6.38 ± 5.78), pero disminuyeron en el pretest (2.15 ± 2.19 , $p < 0.05$ con respecto a la línea base) y en el posttest (2.07 ± 2.39), aumentando nuevamente en el seguimiento (4.30 ± 3.42). Además, se encontró una diferencia significativa entre grupos en el posttest ($p < 0.05$).

Los niveles de confusión mostraron reducciones temporales en ambos grupos. En el GE, los valores bajaron de 6.12 ± 6.14 en la línea base a 4.12 ± 3.73 en el pretest y a 2.87 ± 1.96 en el posttest, pero aumentaron nuevamente en el seguimiento (5.68 ± 4.02 , $p < 0.005$ con respecto al posttest). En el GC, los valores también disminuyeron desde la línea base (6.07 ± 3.94) hasta el posttest (2.38 ± 1.75 , $p < 0.05$ con respecto a la línea base), con un ligero aumento en el seguimiento (3.76 ± 3.49). No obstante, las diferencias entre grupos no fueron significativas ($p = 0.526$).

En cuanto a ansiedad, los valores disminuyeron después de la intervención en ambos grupos. En el GE, los valores pasaron de 16.06 ± 10.56 en la línea base a 9.81 ± 7.79 en el pretest, aumentando ligeramente en el posttest (10.93 ± 4.02) y regresando a niveles cercanos a la línea base en el seguimiento (15.62 ± 9.51). En el GC, los valores iniciales fueron menores (12.92 ± 9.97),

disminuyendo en el pretest (10.00 ± 6.81) y en el posttest (10.46 ± 3.82), pero con un ligero aumento en el seguimiento (11.76 ± 7.80). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.576$).

Por último, en autoestima, los valores se mantuvieron estables a lo largo del tiempo en ambos grupos. En el GE, la media fue de 23.50 ± 2.89 en la línea base, con una leve reducción en el pretest (23.00 ± 2.55) y el posttest (23.00 ± 1.89), volviendo al valor inicial en el seguimiento (23.50 ± 2.50). En el GC, los valores iniciales fueron similares (23.69 ± 2.52) y mostraron pequeñas fluctuaciones con el paso del tiempo (23.92 ± 1.97 en el pretest, 23.07 ± 1.44 en el posttest y 23.46 ± 1.80 en el seguimiento), sin diferencias significativas entre grupos ($p = 0.774$).

Efectos del baño de bosque

Un análisis adicional de los efectos principales reveló que varias variables del POMS presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos momentos de medición. Por ejemplo, las puntuaciones de tensión fueron significativamente menores en el posttest ($2,79 \pm 2,04$) y en el seguimiento ($3,34 \pm 4,26$) en comparación con la línea base ($6,48 \pm 5,71$; $F = 6,051$; $p = 0,001$), aunque no se observaron diferencias significativas en el pretest ($4,82 \pm 4,64$).

Las puntuaciones de depresión también disminuyeron de forma significativa ($F = 7,344$; $p < 0,001$), con valores más bajos en el pretest ($1,31 \pm 1,92$) y el posttest ($0,79 \pm 1,31$) en comparación con la línea base ($4,10 \pm 5,38$) y el seguimiento ($4,24 \pm 5,85$). Un patrón similar se observó en la variable ira, con puntuaciones significativamente menores en el pretest ($1,10 \pm 2,12$) y el posttest

($0,86 \pm 1,59$) en comparación con la línea base ($3,96 \pm 5,77$) y el seguimiento ($3,10 \pm 4,10$; $F = 7,242$; $p < 0,001$).

El vigor mostró diferencias significativas entre los distintos momentos de evaluación ($F = 8,339$; $p < 0,001$), siendo las puntuaciones del seguimiento ($16,34 \pm 5,21$) significativamente menores que las del pretest ($19,72 \pm 4,75$) y el posttest ($18,41 \pm 5,02$), aunque no difirieron significativamente de la línea base ($19,27 \pm 4,98$). La fatiga también presentó diferencias significativas a lo largo del tiempo ($F = 5,075$; $p = 0,003$), con valores más bajos en el pretest ($2,20 \pm 2,11$) en comparación con la línea base ($5,17 \pm 5,50$) y el seguimiento ($4,72 \pm 4,07$), sin diferencias significativas respecto al posttest ($3,93 \pm 3,23$).

La confusión también varió significativamente ($F = 10,103$; $p < 0,001$); las puntuaciones del pretest ($3,58 \pm 3,19$) fueron significativamente menores en comparación con la línea base ($6,10 \pm 5,18$), y los valores del posttest ($2,65 \pm 1,85$) fueron significativamente menores que los de la línea base y los del seguimiento ($4,82 \pm 3,85$). Las variables de ansiedad y autoestima no mostraron cambios significativos a lo largo del tiempo.

Tabla 4. Resultados del perfil de estados de ánimo, ansiedad y autoestima (POMS).

Variables	GE (n = 16)				GC (n = 13)				F	p
	Base	Pretest	Postest	Seguimiento	Base	Pretest	Postest	Seguimiento		
Tensión	6.56 ± 6.36	5.75 ± 5.79	2.68 ± 2.12	4.06 ± 4.61	6.38 ± 5.04	3.69 ± 2.42	2.92 ± 2.01	2.46 ± 3.77	0.671	0.572
Depresión	4.81 ± 6.82	1.56 ± 2.25‡	1.12 ± 1.66	4.75 ± 6.62	3.23 ± 2.80	1.00 ± 1.47	0.38 ± 0.50	3.61 ± 4.92	0.117	0.950
Ira	4.31 ± 6.20	1.31 ± 2.57	1.00 ± 1.59	3.43 ± 4.35	3.53 ± 5.42	0.84 ± 1.46	0.69 ± 1.65	2.69 ± 3.90	0.040	0.989
Vigor	19.87 ± 4.78	19.75 ± 4.53	18.56 ± 4.51	17.06 ± 4.55	18.53 ± 5.31	19.69 ± 5.20	18.23 ± 5.77	15.46 ± 6.00¥	0.507	0.678
Fatiga	4.18 ± 5.24	2.25 ± 2.11	5.43 ± 3.09§¥	5.06 ± 4.62¥	6.38 ± 5.78	2.15 ± 2.19‡	2.07 ± 2.39§	4.30 ± 3.42	3.676	0.015*
Confusión	6.12 ± 6.14	4.12 ± 3.73	2.87 ± 1.96	5.68 ± 4.02‡†	6.07 ± 3.94	2.92 ± 2.32	2.38 ± 1.75‡	3.76 ± 3.49	0.750	0.526
Ansiedad	16.06 ± 10.56	9.81 ± 7.79	10.93 ± 4.02	15.62 ± 9.51	12.92 ± 9.97	10.00 ± 6.81	10.46 ± 3.82	11.76 ± 7.80	0.665	0.576
Autoestima	23.50 ± 2.89	23.00 ± 2.55	23.00 ± 1.89	23.50 ± 2.50	23.69 ± 2.52	23.92 ± 1.97	23.07 ± 1.44	23.46 ± 1.80	0.371	0.774

GE: grupo experimental; GC: grupo control

* interacción significativa, p < 0.05

‡ diferente de Base, p < 0.05

¥ diferente de Pretest, p < 0.05

† diferente de Postest, p < 0.005

§ diferente entre Grupos, p < 0.05

Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre variables fisiológicas y psicométricas en personas adultas sanas, comparando dichas respuestas con un grupo control que realizó actividades campamentales de baja intensidad. En términos generales, los resultados evidenciaron que la caminata en el sendero Fila Marta generó una demanda fisiológica significativamente mayor, reflejada en un incremento del gasto energético, del esfuerzo percibido y en cambios agudos en el estado de hidratación, así como modificaciones transitorias en diversos estados psicológicos.

Estos hallazgos adquieren especial relevancia al haberse obtenido en un entorno natural de características tropicales, donde las condiciones ambientales de temperatura y humedad pueden modular de forma significativa las respuestas físicas y psicométricas al ejercicio. En conjunto, los resultados aportan evidencia empírica que contribuye a llenar un vacío en la literatura nacional y permiten contextualizar los efectos del senderismo no solo como una actividad recreativa, sino como una modalidad de actividad física con implicaciones fisiológicas y psicológicas relevantes.

La evaluación de la composición corporal mediante Absorciometría Dual de Rayos X (DEXA) y Análisis por Impedancia Bioeléctrica (BIA) permitió caracterizar el perfil corporal inicial de las personas participantes y aportar un marco interpretativo para las respuestas fisiológicas observadas durante la caminata en el sendero de montaña. De acuerdo con los resultados del presente

estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control en variables de composición corporal ni en la edad, lo que indica una adecuada comparabilidad basal entre grupos. Este hallazgo fortalece la validez interna del estudio, al reducir la probabilidad de que las diferencias observadas en el rendimiento físico, el gasto energético, el estado de hidratación o los estados psicológicos se expliquen por desbalances iniciales en estas variables.

No obstante, las desviaciones estándar relativamente elevadas asociadas a las variables de composición corporal y edad evidencian una marcada variabilidad interindividual dentro de cada grupo. Este patrón es consistente con lo descrito en la literatura, donde se ha señalado que incluso en muestras aparentemente homogéneas pueden coexistir perfiles corporales diversos que modulan las respuestas fisiológicas al ejercicio (Prado et al., 2025; Silva et al., 2010). En el contexto del senderismo, esta heterogeneidad adquiere especial relevancia, ya que el costo metabólico de la locomoción en terrenos irregulares y con pendiente presenta una alta variabilidad individual, aun cuando las condiciones externas sean similares (Minetti et al., 2002; Jessup et al., 2023).

Desde el punto de vista fisiológico, la masa corporal total y la distribución de sus componentes influyen directamente en el trabajo mecánico requerido durante la caminata, lo que se traduce en diferencias en el gasto energético absoluto y en la percepción del esfuerzo (Pandolf et al., 1977; Minetti et al., 2002). Asimismo, la masa libre de grasa desempeña un papel central en la producción y sostenimiento de fuerza durante actividades prolongadas, lo que puede

propiciar una mayor eficiencia locomotora y una mejor tolerancia al esfuerzo físico (Janssen et al., 2000; Silva et al., 2010). Aunque el presente estudio no realizó análisis correlacionales específicos entre composición corporal y desempeño, la elevada dispersión observada en las variables fisiológicas y perceptuales podría estar parcialmente influida por estas diferencias individuales.

En relación con el estado de hidratación, la composición corporal también resulta relevante, dado que el contenido de agua corporal total se asocia estrechamente con la masa magra, mientras que la masa grasa presenta una menor proporción de agua (Sawka et al., 2007; Cheuvront y Kenefick, 2014). En este sentido, individuos con composiciones corporales distintas pueden experimentar pérdidas absolutas y relativas de líquido diferentes ante un mismo estímulo físico, lo que debe considerarse al interpretar las pérdidas de masa corporal y los porcentajes de deshidratación observados tras la caminata. Adicionalmente, se ha documentado que las estimaciones de composición corporal mediante BIA pueden verse afectadas por cambios agudos en el estado de hidratación, lo que refuerza la necesidad de interpretar estos resultados con cautela cuando se evalúan respuestas inmediatas al ejercicio (Kyle et al., 2004; Aburto Corona et al., 2024).

Aunque no se identificaron diferencias de edad entre grupos, la literatura indica que la edad puede modular la eficiencia de los mecanismos termorregulatorios y la tolerancia al calor, influyendo indirectamente en el esfuerzo percibido y las pérdidas hídricas durante el ejercicio en ambientes cálidos y húmedos (Périard et al., 2021 a y b). En conjunto, estos hallazgos

sugieren que, aun cuando los grupos fueron comparables en términos de composición corporal y edad, la elevada variabilidad interindividual observada debe ser considerada al interpretar las respuestas fisiológicas y psicológicas del estudio. Este aspecto resalta la pertinencia de incorporar análisis individualizados o enfoques estratificados en futuras investigaciones sobre senderismo y actividad física en entornos naturales.

Rendimiento en la caminata, esfuerzo percibido y gasto energético

Los resultados del presente estudio evidencian que la caminata en el sendero Fila Marta representó una demanda física significativamente mayor para el grupo experimental en comparación con el grupo control, lo cual se reflejó de manera consistente en el tiempo de ejecución, el esfuerzo percibido y los indicadores objetivos de gasto energético. Las personas participantes del grupo experimental completaron el recorrido en un tiempo promedio de $144,88 \pm 29,11$ minutos, sin diferencias relevantes entre hombres ($145,78 \pm 32,37$ min) y mujeres ($143,71 \pm 26,79$ min), lo que sugiere que, en este contexto, las exigencias del sendero afectaron de manera relativamente homogénea a ambos sexos.

Desde el punto de vista perceptual, el análisis de varianza de diseño mixto reveló una diferencia estadísticamente significativa entre grupos en la variable esfuerzo percibido ($F = 91,840$; $p < 0,001$). En el grupo experimental, los valores promedio aumentaron de $0,78 \pm 1,05$ en el pretest a $3,13 \pm 1,41$ en el posttest, mientras que el grupo control mostró únicamente un incremento marginal (pretest = $1,00 \pm 0,95$; posttest = $1,23 \pm 1,12$). Este patrón confirma que el aumento en la

percepción subjetiva del esfuerzo estuvo directamente asociado a la caminata en el sendero de montaña y no a factores contextuales o temporales compartidos por ambos grupos.

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Ainslie et al. (2002, 2003), quienes observaron incrementos progresivos en la percepción de esfuerzo durante caminatas prolongadas en terrenos montañosos, particularmente en tramos con ascenso y superficies irregulares. En el presente estudio, la combinación de desniveles acumulados (± 323 m), irregularidad del terreno y duración superior a dos horas probablemente incrementó el costo neuromuscular y cardiovascular del desplazamiento, aun cuando la velocidad de marcha fue autoseleccionada.

En concordancia con el esfuerzo percibido, los datos obtenidos mediante acelerometría mostraron diferencias significativas entre grupos en el gasto energético (kcal), los equivalentes metabólicos (METs), el tiempo dedicado a actividad física ligera, moderada y vigorosa, la actividad física de moderada a vigorosa (AFMV) y el número de pasos ($p < 0,05$ en todas las variables). Estos resultados confirman que la caminata en el sendero Fila Marta implicó una carga metabólica sustancialmente mayor que las actividades campamentales de baja intensidad realizadas por el grupo control.

Desde una perspectiva fisiológica, estos hallazgos respaldan la clasificación del senderismo como una modalidad de ejercicio aeróbico de intensidad variable, en la cual la demanda energética no depende únicamente de la distancia recorrida, sino de factores como la pendiente, la superficie del terreno y la necesidad constante de ajustes posturales y de equilibrio. Estudios previos

han señalado que caminar en pendientes moderadas o sobre superficies inestables incrementa el consumo de oxígeno y el costo energético en comparación con la caminata en terreno plano, incluso cuando la velocidad es similar (Minetti et al., 2002; Pandolf et al., 1977).

En este sentido, los valores elevados de METs y de AFMV observados en el grupo experimental sugieren que la caminata en este tipo de senderos puede contribuir de manera significativa al cumplimiento de las recomendaciones internacionales de actividad física para la salud, tal como lo plantean el ACSM y la OMS. Kelly et al. (2018) han señalado que actividades como el senderismo pueden alcanzar cargas semanales de actividad física suficientes para reducir el riesgo de mortalidad por todas las causas, especialmente cuando se realizan de forma regular.

No obstante, es importante destacar que el incremento simultáneo del gasto energético y del esfuerzo percibido observado en este estudio también tiene implicaciones prácticas relevantes. Una mayor percepción de esfuerzo puede actuar como un factor limitante para personas con menor condición física o sin experiencia previa en senderismo, lo que refuerza la importancia de una adecuada caracterización de los senderos y de la planificación previa de este tipo de actividades, particularmente en contextos recreativos y turísticos.

Los resultados del presente apartado confirman que la caminata en el sendero Fila Marta constituye un estímulo físico significativo, capaz de inducir respuestas metabólicas y perceptuales claramente diferenciadas respecto a actividades de baja intensidad. Estos hallazgos aportan evidencia empírica en un contexto tropical poco estudiado y permiten interpretar el senderismo no solo

como una actividad recreativa, sino como una forma efectiva de ejercicio aeróbico con demandas fisiológicas relevantes.

Comportamiento de ingesta de alimentos y líquidos y cambios agudos en el estado de hidratación

En el presente estudio, el comportamiento de ingesta de alimentos y líquidos durante la caminata no mostró diferencias estadísticamente significativas entre el GE y el GC; sin embargo, los cambios observados en el estado de hidratación evidenciaron respuestas fisiológicas claramente diferenciadas entre ambos grupos. En términos absolutos, la cantidad promedio de alimentos y líquidos consumidos durante el período de observación fue de $581,12 \pm 491,44$ g en el GE y de $478,80 \pm 388,97$ g en el GC, sin diferencias significativas ($t = 0,611$; $p = 0,547$). Este hallazgo sugiere que la ingesta voluntaria fue comparable entre grupos y que las diferencias posteriores en el estado de hidratación no pueden atribuirse a un menor consumo de líquidos o alimentos en el grupo experimental.

No obstante, al analizar los cambios en el peso corporal y los indicadores derivados, se observó que el GE presentó una disminución significativa del peso corporal, pasando de $69,77 \pm 11,51$ kg en el pretest a $68,50 \pm 11,14$ kg en el posttest, mientras que el GC mantuvo valores prácticamente estables ($78,34 \pm 14,79$ kg a $78,05 \pm 14,79$ kg). Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni en el pretest ($p = 0,090$) ni en el posttest ($p = 0,067$), la magnitud del cambio intragrupo en el GE fue sustancialmente mayor.

De forma consistente, el porcentaje de deshidratación fue significativamente más elevado en el GE ($-1,83 \pm 0,96$ %) en comparación con el GC ($-0,38 \pm 0,31$ %), diferencia que alcanzó una alta significancia estadística ($t = -5,166$; $p < 0,001$). Este valor sitúa al grupo experimental dentro del rango de deshidratación leve a moderada, umbral que ha sido ampliamente documentado como clínicamente relevante para el rendimiento físico y la percepción de esfuerzo durante el ejercicio prolongado.

El déficit hídrico absoluto refuerza esta interpretación, ya que el GE presentó una pérdida promedio de $1266,23 \pm 804,93$ ml, significativamente superior a la observada en el GC ($293,30 \pm 277,30$ ml; $t = 4,150$; $p < 0,001$). En concordancia con lo anterior, la pérdida relativa de masa corporal fue de $1,79 \pm 0,91$ % en el GE (equivalente a $-1,27 \pm 0,80$ kg), frente a $0,38 \pm 0,31$ % en el GC ($-0,29 \pm 0,28$ kg), diferencia igualmente significativa ($t = 5,269$; $p < 0,001$).

Estos resultados concuerdan con la evidencia clásica y contemporánea que señala que pérdidas de masa corporal superiores al 1–2 % durante el ejercicio se asocian con deterioro del rendimiento físico, aumento del esfuerzo percibido y mayor estrés cardiovascular y térmico (Sawka et al., 2007). En particular, durante actividades de duración prolongada realizadas en condiciones ambientales cálidas y húmedas, la tasa de sudoración puede superar ampliamente la capacidad de reposición voluntaria de líquidos, aun cuando las personas tengan acceso libre al agua.

Los hallazgos del presente estudio son consistentes con los reportados por Ainslie et al. (2002, 2003), quienes documentaron déficits hídricos significativos durante caminatas prolongadas en montaña, incluso en

participantes físicamente activos y con experiencia previa. De manera similar, Périard et al. (2021) destacan que en ambientes con alta humedad relativa la eficiencia de la evaporación del sudor se ve reducida, lo que obliga al organismo a incrementar la producción de sudor para mantener la termorregulación, aumentando así el riesgo de deshidratación.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados sugieren que la ingesta *ad libitum* de líquidos durante caminatas en senderos montañosos tropicales puede ser insuficiente para compensar las pérdidas hídricas inducidas por el ejercicio. Este aspecto adquiere relevancia práctica en el contexto del senderismo recreativo, donde la deshidratación suele subestimarse y no siempre se establecen estrategias estructuradas de hidratación.

En conjunto, los datos obtenidos confirman que la caminata en el sendero Fila Marta indujo cambios agudos significativos en el estado de hidratación del grupo experimental, independientemente del comportamiento de ingesta observado, lo que refuerza la necesidad de considerar la hidratación como un componente crítico en la planificación y gestión de actividades de senderismo en ambientes tropicales.

Las condiciones ambientales registradas durante el recorrido por el sendero Fila Marta constituyen un elemento central para interpretar los cambios agudos en el estado de hidratación observados en el grupo experimental. A lo largo de diferentes puntos del trayecto se documentaron variaciones relevantes en la temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, humedad relativa y temperatura de globo, las cuales configuran un entorno térmico

potencialmente estresante para la práctica de actividad física prolongada en el medio natural.

En el punto de inicio del sendero, las condiciones ambientales se caracterizaron por una temperatura de bulbo húmedo promedio de 24,21 °C, una temperatura de bulbo seco de 25,1 °C, una humedad relativa de 68,6 % y una temperatura de globo de 32,33 °C, siendo esta última la más elevada de los tres puntos evaluados. Estos valores sugieren una mayor exposición a radiación solar directa y una carga térmica inicial elevada, la cual pudo haber incrementado tempranamente la tasa de sudoración de las personas participantes.

En contraste, en el punto medio del recorrido (1,8 km), se registraron condiciones más frescas y húmedas, con una temperatura de bulbo húmedo de 21,62 °C, temperatura de bulbo seco de 22,92 °C, humedad relativa de 89 % y una temperatura de globo de 23,6 °C, lo que refleja un entorno con menor radiación solar, probablemente asociado a la cobertura del bosque de montaña. Finalmente, en el punto de retorno (3,5 km), las condiciones ambientales fueron intermedias, con una temperatura de bulbo húmedo de 22,02 °C, temperatura de bulbo seco de 22,6 °C, humedad relativa de 85,2 % y una temperatura de globo de 26,27 °C.

Desde el punto de vista fisiológico, la combinación de temperaturas moderadas, alta humedad relativa y exposición variable a radiación solar constituye un escenario particularmente desfavorable para la disipación del calor corporal mediante evaporación del sudor. En ambientes húmedos, la reducción del gradiente de presión de vapor entre la piel y el ambiente limita la evaporación, lo que obliga al organismo a incrementar la producción de sudor para mantener

la homeostasis térmica (Parsons, 1999; Périard et al., 2021). Este mecanismo incrementa las pérdidas hídricas totales, aun cuando la percepción subjetiva de calor no sea extrema.

Esta interacción entre condiciones ambientales y esfuerzo físico prolongado permite explicar, al menos en parte, los niveles de deshidratación observados en el grupo experimental y refuerzan los resultados de este estudio y de Ainslie et al (2002), los cuales sugieren que el consumo de agua *ad libitum* puede ser insuficiente. En el presente estudio, el grupo experimental presentó un porcentaje de deshidratación promedio de $-1,83 \pm 0,96$ %, un déficit hídrico absoluto de $1266,23 \pm 804,93$ ml y una pérdida de masa corporal de $1,79 \pm 0,91$ %, valores significativamente superiores a los observados en el grupo control ($p < 0,001$ en todas las comparaciones). Estos resultados sugieren que las pérdidas hídricas inducidas por el ejercicio no lograron ser compensadas mediante la ingesta voluntaria de líquidos durante el recorrido.

La literatura ha señalado de manera consistente que, durante actividades físicas prolongadas en ambientes cálidos y húmedos, la deshidratación puede alcanzar niveles clínicamente relevantes incluso cuando se dispone de agua *ad libitum* (Sawka et al., 2007; Cheuvront y Kenefick, 2014). En particular, Walker y Vance (1997) documentaron que la combinación de humedad elevada y ejercicio prolongado incrementa el riesgo de deshidratación y estrés térmico, especialmente en actividades recreativas al aire libre donde la reposición hídrica no sigue pautas estructuradas.

Asimismo, los resultados del presente estudio son congruentes con los hallazgos de Ainslie et al. (2002, 2003), quienes observaron que la caminata en

terrenos montañosos puede inducir déficits hídricos significativos, incluso bajo condiciones térmicas menos exigentes que las reportadas en el contexto tropical costarricense. En este sentido, la elevada humedad relativa registrada en el sendero Fila Marta podría haber amplificado los efectos del esfuerzo físico sobre el balance hídrico, incrementando la carga térmica interna y acelerando la pérdida de líquidos corporales.

Desde una perspectiva aplicada, estos hallazgos ponen de manifiesto que la evaluación de la dificultad de un sendero no debería limitarse únicamente a variables como la distancia o el desnivel, sino que debe incorporar de manera explícita las condiciones ambientales predominantes. En entornos tropicales, la humedad relativa y la radiación solar pueden constituir factores determinantes del riesgo de deshidratación, aun en senderos clasificados como de exigencia física moderada.

Las condiciones ambientales encontradas durante el recorrido por el sendero Fila Marta desempeñaron un papel relevante en los cambios agudos del estado de hidratación observados en el grupo experimental. Esta evidencia refuerza la necesidad de considerar el ambiente térmico como un componente crítico en la planificación, gestión y promoción segura del senderismo en regiones tropicales.

Cambios basales, agudos y de seguimiento en los estados psicológicos y efectos del baño de bosque

Los resultados psicométricos del presente estudio evidencian que la caminata en el sendero de montaña generó cambios agudos diferenciados en los

estados psicológicos, particularmente en el grupo experimental, mientras que el grupo control mostró modificaciones más limitadas y de menor magnitud. Estos hallazgos permiten interpretar la caminata en el entorno forestal no solo como un estímulo físico, sino también como una experiencia con efectos psicológicos transitorios, compatibles con los descritos en la literatura sobre el baño de bosque (forest bathing).

En el grupo experimental se observó una reducción estadísticamente significativa en los niveles de depresión desde la línea base ($4,81 \pm 6,82$) hasta el pretest ($1,56 \pm 2,25$), lo que sugiere un efecto positivo temprano asociado a la anticipación y/o al inicio de la experiencia en el entorno natural. Asimismo, los niveles de fatiga fueron significativamente menores en el pretest ($2,25 \pm 2,11$) en comparación tanto con el posttest ($5,43 \pm 3,09$) como con el seguimiento ($5,06 \pm 4,62$), reflejando un patrón de respuesta aguda caracterizado por un aumento posterior de la fatiga tras el esfuerzo físico prolongado. Adicionalmente, las puntuaciones de confusión en el posttest ($2,87 \pm 1,96$) fueron significativamente menores que las registradas en el seguimiento ($5,68 \pm 4,02$), lo que sugiere un efecto transitorio de claridad cognitiva inmediatamente posterior a la caminata.

En contraste, el grupo control presentó menos cambios significativos a lo largo del tiempo. No obstante, se observó una disminución significativa del vigor desde el pretest ($19,69 \pm 5,20$) hasta el seguimiento ($15,46 \pm 6,00$), así como una reducción significativa de la fatiga desde la línea base ($6,38 \pm 5,78$) hasta el pretest ($2,15 \pm 2,19$). Estos cambios podrían estar asociados a factores contextuales o al carácter pasivo y de baja exigencia física de las actividades

campamentales realizadas, más que a una exposición sistemática a estímulos restaurativos.

El análisis de interacción grupo \times tiempo reveló una interacción estadísticamente significativa para la variable fatiga ($F = 3,676$; $p = 0,015$), lo que indica que la evolución temporal de esta variable fue diferente entre grupos. Este hallazgo resulta coherente con la combinación de dos estímulos contrapuestos en el grupo experimental: por un lado, los posibles efectos restaurativos del entorno natural y, por otro, el impacto fisiológico del esfuerzo físico prolongado. En este sentido, la fatiga parece actuar como una variable sensible tanto a la carga física como a los procesos de recuperación psicológica.

Cuando se analizan los efectos principales a lo largo del tiempo, independientemente del grupo, emergen patrones claramente compatibles con los efectos descritos en la literatura sobre el baño de bosque. Las puntuaciones de tensión fueron significativamente menores en el posttest ($2,79 \pm 2,04$) y en el seguimiento ($3,34 \pm 4,26$) en comparación con la línea base ($6,48 \pm 5,71$; $F = 6,051$; $p = 0,001$). De forma similar, la depresión mostró una disminución significativa ($F = 7,344$; $p < 0,001$), con valores más bajos en el pretest ($1,31 \pm 1,92$) y el posttest ($0,79 \pm 1,31$) frente a la línea base ($4,10 \pm 5,38$) y el seguimiento ($4,24 \pm 5,85$). En la variable ira se observó un patrón análogo, con puntuaciones significativamente menores en el pretest ($1,10 \pm 2,12$) y posttest ($0,86 \pm 1,59$) respecto a la línea base ($3,96 \pm 5,77$) y el seguimiento ($3,10 \pm 4,10$; $F = 7,242$; $p < 0,001$).

El vigor presentó diferencias significativas a lo largo del tiempo ($F = 8,339$; $p < 0,001$), con valores significativamente menores en el seguimiento ($16,34 \pm$

5,21) en comparación con el pretest ($19,72 \pm 4,75$) y el posttest ($18,41 \pm 5,02$), aunque sin diferencias respecto a la línea base ($19,27 \pm 4,98$). Este descenso tardío del vigor podría estar relacionado con la fatiga residual asociada al esfuerzo físico realizado, lo que sugiere que los beneficios psicológicos del entorno natural pueden coexistir con respuestas fisiológicas de cansancio cuando la actividad implica una carga elevada.

La confusión también mostró variaciones significativas ($F = 10,103$; $p < 0,001$), con puntuaciones menores en el pretest ($3,58 \pm 3,19$) respecto a la línea base ($6,10 \pm 5,18$) y valores aún más bajos en el posttest ($2,65 \pm 1,85$), en comparación tanto con la línea base como con el seguimiento ($4,82 \pm 3,85$). Este patrón respalda la hipótesis de un efecto restaurativo cognitivo inmediato asociado a la exposición al entorno forestal, coherente con la teoría de la restauración de la atención.

Desde un marco conceptual, estos resultados se alinean con la evidencia que describe el baño de bosque como una práctica capaz de reducir estados emocionales negativos, modular el estrés psicológico y favorecer la recuperación cognitiva (Li, 2010; Hartig et al., 2014; Muro et al., 2023). No obstante, el presente estudio sugiere que, cuando el baño de bosque se combina con ejercicio físico de intensidad y duración moderadas a altas, los efectos psicológicos positivos pueden verse parcialmente modulados por la fatiga inducida por el esfuerzo.

Estos hallazgos indican que la caminata en un sendero de montaña tropical genera beneficios psicológicos agudos, particularmente en términos de reducción de tensión, depresión, ira y confusión, compatibles con los efectos del baño de bosque. Sin embargo, estos efectos parecen ser transitorios y sensibles

a la carga física acumulada, lo que resalta la importancia de considerar la intensidad y duración del ejercicio al interpretar los efectos psicológicos de la actividad física en entornos naturales.

Aunado a lo anterior, se debe comprender que los baños de bosque surgen a partir de la idea de dar valor a los bosques y de forma simultánea dar respuesta al llamado de contacto con la naturaleza que presenta la población urbana, tan involucrada a niveles altos de estrés, ansiedad y competitividad que derivan del trabajo (Sueiro-Dominguez y Campos, 2023); por lo que no se ha contemplado en la literatura la eficacia que pueda tener esa actividad en personas que vivan en espacios rurales.

Limitaciones

Este estudio, si bien aporta hallazgos valiosos sobre los efectos agudos de una caminata en el medio natural sobre variables fisiológicas y psicométricas, presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas para la interpretación de los resultados y para futuros trabajos de investigación en esta línea:

- a) Tamaño muestral reducido: La investigación se realizó con una muestra relativamente pequeña (16 participantes en el grupo experimental y 14 en el grupo control), lo cual limita la potencia estadística y la generalización de los hallazgos. La disminución del número inicial de personas voluntarias se vio influida, entre otros factores, por la falta de adherencia

al protocolo completo de seguimiento, lo que afectó la recolección de datos longitudinales en ciertas variables.

- b) Restricciones derivadas de la pandemia de COVID-19: Las condiciones sanitarias y logísticas impuestas por la pandemia dificultaron la ejecución fluida del proyecto, afectando la convocatoria, programación de actividades y libertad de desplazamiento de los participantes. Además, algunas limitaciones relacionadas con el contacto social restringieron el número de personal disponible en campo y la posibilidad de realizar sesiones presenciales de seguimiento más frecuentes.
- c) Limitaciones en recursos humanos y logísticos: El estudio contó con un equipo de investigación reducido, lo cual limitó el alcance de las mediciones y el seguimiento personalizado durante y después de la intervención. Esto tuvo impacto tanto en la logística del proyecto como en la calidad del monitoreo en campo. Dentro de este aspecto, es de valor considerar el trabajo conjunto con personas profesionales en otras áreas y así abordar con mayor profundidad aspectos como la hidratación y alimentación de los participantes y generar una topografía con mayor precisión y caracterización.
- d) Características específicas de la población participante: No se realizó un control estricto sobre la toma de medicamentos, incluyendo anticonceptivos hormonales, los cuales pueden influir en variables como

el estado de hidratación, termorregulación y percepción del esfuerzo. Este aspecto introduce un factor potencial de variabilidad fisiológica no controlada, que podría haber afectado los resultados en algunas personas.

- e) Limitaciones en la estrategia de divulgación y reclutamiento: La estrategia de difusión para reclutar participantes fue acotada y se concentró principalmente en medios digitales e institucionales, lo cual pudo limitar la diversidad de la muestra. Una mayor visibilidad en redes sociales o en espacios comunitarios pudo haber generado una convocatoria más amplia y representativa.

- f) Dificultades en la programación y logística de las visitas al sendero: La coordinación de fechas para las caminatas en el refugio natural fue un reto logístico considerable, ya que debía ajustarse a la disponibilidad del personal de investigación, condiciones climáticas favorables y la agenda de los participantes. Estas limitaciones temporales pudieron afectar la consistencia de la experiencia entre sesiones, así como la disponibilidad plena de los sujetos para todas las mediciones.

- g) Duración limitada de la intervención: El estudio se centró en una intervención aguda de corta duración, lo cual puede no ser suficiente para generar cambios profundos o sostenibles en variables como la autoestima o el estado de ánimo. Estudios previos han demostrado que los efectos

psicológicos de las caminatas en la naturaleza suelen potenciarse con exposiciones repetidas o de mayor duración.

- h) Falta de un grupo control activo: El grupo control no realizó ninguna actividad física alternativa, lo que dificulta aislar si los efectos observados se debieron al ejercicio físico en sí o al entorno natural. La inclusión de un grupo control activo (por ejemplo, caminata en banda sin fin) habría permitido comparar mejor los efectos específicos del ambiente natural.

- i) Definir un protocolo de hidratación para el tratamiento: La exposición a condiciones de calor y humedad generan modificaciones en el estado de hidratación, por lo que establecer un protocolo de hidratación puede ofrecer una base para medir las modificaciones corporales ante un tratamiento; es posible, incluso, valorar el tipo de líquido hidratante (agua, electrolitos, entre otros), el volumen y la frecuencia de consumo.

Aplicaciones prácticas

Las caminatas en senderos montañosos pueden implicar un esfuerzo percibido y una fatiga considerable, especialmente si se acompañan de restricción calórica o se realizan en terrenos con desnivel. Es fundamental ajustar la intensidad y duración según el grupo poblacional (edad y condición física) y proveer estrategias de recuperación adecuadas. Puede utilizarse la escala de Borg para el monitoreo subjetivo del esfuerzo en programas de senderismo guiado o caminatas terapéuticas.

La evidencia respalda que el contacto con la naturaleza promueve salud física, mental y emocional. Por ello, se justifica el desarrollo o mantenimiento de: senderos ecológicos accesibles, parques urbanos "salvajes" y áreas verdes en barrios densamente poblados. Estas acciones deben ser parte de una estrategia más amplia de salud pública basada en entornos, como ha propuesto la OMS. Generar rutas de los senderos del RVSLM para corroborar su distancia y dificultad con el fin de que las personas visitantes puedan decidir la ruta a realizar con consciencia de su estado físico. Además de facilitar la identificación de los riesgos constantes de los senderos y que se pueda extender a otros Refugios o Parques.

Conclusiones

El presente estudio permitió analizar los efectos agudos de la caminata en un sendero de montaña sobre variables de rendimiento físico, estado de hidratación y estados psicológicos en personas adultas sanas del cantón de Turrialba, comparando dichas respuestas con un grupo control que realizó actividades campamentiles de baja intensidad. En conjunto, los resultados evidencian que la caminata en el sendero Fila Marta constituye un estímulo físico y psicológico relevante, cuyas respuestas se ven moduladas por las características del terreno, la duración del esfuerzo y las condiciones ambientales propias de un entorno tropical. A continuación, se detallan los principales hallazgos:

- La caminata en el sendero de montaña generó una demanda física claramente superior en comparación con las actividades campamentiles de baja intensidad, evidenciando que el senderismo en este contexto constituye una modalidad de ejercicio aeróbico con exigencias fisiológicas relevantes.
- El incremento del esfuerzo percibido y del gasto energético observado en el grupo experimental confirma que las características del terreno, la duración del recorrido y la altimetría del sendero influyen de manera determinante en la carga física asociada a la caminata en montaña.
- A pesar de que la ingesta de alimentos y líquidos fue similar entre grupos, la caminata indujo cambios agudos significativos en el estado de hidratación, lo que sugiere que la reposición hídrica voluntaria puede

resultar insuficiente durante actividades prolongadas en entornos naturales.

- Las condiciones ambientales propias del entorno tropical, particularmente la elevada humedad relativa y la exposición variable a la radiación solar, desempeñaron un papel relevante en los cambios observados en el balance hídrico, al incrementar la carga térmica durante el esfuerzo físico.
- En el ámbito psicológico, la caminata en el entorno natural produjo efectos agudos favorables en diversos estados emocionales y cognitivos, compatibles con los beneficios descritos en la literatura sobre el baño de bosque.
- Dichos efectos psicológicos positivos se mostraron transitorios y coexistieron con respuestas de fatiga posteriores al esfuerzo, lo que indica que la intensidad y la duración de la actividad modulan la magnitud y persistencia de los beneficios psicológicos.
- Los resultados del estudio evidencian que el senderismo en un entorno tropical genera respuestas físicas y psicológicas relevantes, cuya interpretación requiere considerar de manera integrada las características del sendero, las condiciones ambientales y la planificación adecuada de la actividad, especialmente en lo referente a la hidratación.

Referencias

- Abedi, P., Nikkhah, P., y Najar, S. (2015). Effect of pedometer-based walking on depression, anxiety and insomnia among postmenopausal women. *Climacteric*, 18(6), 841-845.
- Aburto Corona, J. A., Calleja-Núñez, J.J., Moncada – Jiménez, J.,y de Paz. J.A. (2024). The effect of passive dehydration on BIA-derived outcomes (reporte sobre cambios por deshidratación). [PDF institucional]. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstreams/ad0d8eef-4b58-41cf-8424-7e13f9be41ff/download>
- Aguilar Cordero, M. J., Sánchez López, A. M., Barrilao, G., Rodriguez Blanque, R., Noack Segovia, J., y Pozo Cano, M. D. (2014). Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida: Revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1250-1261. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7410>
- Ainslie, P., Campbell, I., Frayn, K., Humphreys, S., Maclaren, D., y Reilly, T. (2002). Physiological and metabolic responses to a hill walk. *Journal of Applied Physiology*, 92 (1), 179-87.
- Ainslie, P., Campbell, I., Frayn, K., Humphreys, S., Maclaren, D., y Reilly, T. (2003). Physiological, metabolic, and performance implications of a prolonged hill walk: influence of energy intake. *Journal of Applied Physiology*, 94 (3), 1075-83.

- American College of Sport Medicine. (2018). *ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 10th Ed.*_(D. Riebe, J. Ehrman, G. Liguori, y M. Magal, Eds.; 10.^a ed.). Lippincott Williams y Wilkins.
- American Psychological Association (2020). Psychology Topics // Anxiety.
<https://www.apa.org/topics/anxiety>
- Andrade, E., Arce, C., De Francisco, C., Torrado, J. y Garrido, J. (2013). Versión breve en español del cuestionario POMS para deportistas adultos y población general. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 95-102.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235127552013>
- Araya, G. A. (2018). Observando la conducta humana: aplicaciones a las ciencias del movimiento humano y la salud. Colección de instrumentos de medición de variables psicológicas con fines de investigación y consejería en psicología de la actividad física, el deporte, el ejercicio y la salud.
- Astete, C. (2000). Autoestima. Lima, Perú.
- Asztalos, M., De Bourdeaudhuij, I., y Cardon, G. (2010). The relationship between physical activity and mental health varies across activity intensity levels and dimensions of mental health among women and men. *Public health nutrition*, 13(8), 1207-1214.
- Campbell, D., y Stanley, J. (2001). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. España, Amorrortu.
- Capitán-Jiménez, C., y Aragón-Vargas, LF. (2018). La percepción de la sed durante la deshidratación por ejercicio es la misma en un ambiente húmedo y en un ambiente seco.

<https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/28878/INFORME-Sed-Calor-h%c3%bamedo-y-seco-durante.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castañeda Chacón, J y Vergara Hernández, J. (2020). Análisis del perfil de estados de ánimo (POMS) de los deportistas de la UDCA. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, 2020.
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3596>

Castell C. (2020). Naturaleza y salud: una alianza necesaria [Nature and health: a necessary alliance]. *Gaceta sanitaria*, 34(2), 194–196. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31427125/>

Chacón-León, D. (29 de junio del 2019). *¿Conoce usted cuáles son los tipos de áreas silvestres protegidas del país?*. Universidad de Costa Rica-Noticias. de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/08/20/conoce-usted-cuales-son-los-tipos-de-areas-silvestres-protegidas-del-pais.html>

Cheuvront, S. N., y Kenefick, R. W. (2014). Dehydration: Physiology, assessment, and performance effects. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 257–285.
<https://doi.org/10.1002/cphy.c130017>

Ceballos-Ospino, G. A., Paba-Barbosa, C., Suescún, J., Oviedo, H. C., Herazo, E., & Campo-Arias, A. (2017). Validez y dimensionalidad de la escala de autoestima de Rosenberg en estudiantes universitarios. *Pensamiento Psicológico*, 15(2), 85–94. <https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPSI15-2.vdea>

Coburn, J. W., y Malek, M. H. (2012). *NSCA's essentials of personal training* (2nd ed.). Human Kinetics

Comité de Senderos de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (1997). *Manual del senderismo*.

<https://www3.uji.es/~sidro/personal/El%20manual%20de%20senderismo.pdf>

Czartoryski, P., Garcia, J., Manimalath, R., Napolitano, P., Watters, H., Weber, C., Alvarez-Beaton, A., Nieto, A. C., Patel, A., Peacock, C., Banks, J., Tartar, J., & Antonio, J. (2020). Body composition assessment: A comparison of the DXA, InBody 270, and Omron. *Journal of Exercise and Nutrition*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.31236/osf.io/7x9gk>

Dattani, S., Ritchie, H. y Roser, M. (2018). Mental Health. OurWorldInData.org: <https://ourworldindata.org/mental-health>

Dieu, O., Mikulovic, J., Fardy, P.S., Bui-Xuan, G., Béghin, L. and Vanhelst, J. (2017), Physical activity using wrist-worn accelerometers: comparison of dominant and non-dominant wrist. *Clin Physiol Funct Imaging*, 37: 525-529. <https://doi.org/10.1111/cpf.12337>

Ekkekakis, P., Hall, E. E., VanLanduyt, L. M., y Petruzzello, S. J. (2000). Walking in (affective) circles: can short walks enhance affect? *Journal of behavioral medicine*, 23(3), 245-275.

Elavsky, S., y McAuley, E. (2007). Exercise and self-esteem in menopausal women: a randomized controlled trial involving walking and yoga. *American journal of health promotion: AJHP*, 22(2), 83–92. doi.org/10.4278/0890-1171-22.2.83

Ford, J., Ildefonso, K., Jones, M. y Arvine - Barrow, M. (2017). Sport - related anxiety: current insights. *Open Access Journal of Sport Medicine*, 205 - 212.

- Fuentes, I., Balaguer, I., Meliá, J. L., y García-Merita, M. (2020). Adaptación y validación de la versión española del Profile of Mood States (POMS) en deportistas. *Revista de Psicología del Deporte*, 29(2), 45–54
- García-Jiménez, J. V., y Yuste, J. L. (2010). Tasa de sudoración y niveles de deshidratación en jugadores profesionales de fútbol sala durante competición oficial. *Archivos de Medicina del Deporte*, 27(140), 457–464.
- Hamer, M., y Chida, Y. (2008). Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies. *British journal of sports medicine*, 42(4), 238-243. <https://bjsm.bmj.com/content/bjsports/42/4/238.full.pdf>
- Hanson, S., y Jones, A. (2015). Is there evidence that walking groups have health benefits? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 49(11), 710-715.
- Hartig, T., Mang, M., y Evans, G. W. (1991). Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and behavior*, 23(1), 3-26.
- Heesch, K. C., van Uffelen, J. G., van Gellecum, Y. R., y Brown, W. J. (2012). Dose–response relationships between physical activity, walking and health-related quality of life in mid-age and older women. *J Epidemiol Community Health*, 66(8), 670-677.
- Herrera, W. (2019) Turismo Costa Rica: Actividades de Senderismo. Las mejores rutas de hiking en Costa Rica. *La República.net*. <https://www.larepublica.net/articulo/mejores-rutas-hiking-costa-rica>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (Eds.). (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (Version 5.1.0). The Cochrane Collaboration.

- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., y Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*, 89(2), 465–471. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.2.465>
- Jessup, L. N., Kelly, L. A., Cresswell, A. G., y Lichtwark, G. A. (2023). It is not just the work you do, but how you do it: the metabolic cost of walking uphill and downhill with varying grades. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 135(6), 1263–1267. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00349.2023>
- Jin, P. (1992). Efficacy of Tai Chi, brisk walking, meditation, and reading in reducing mental and emotional stress. *Journal of psychosomatic research*, 36(4), 361-370.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/experience-of-nature/5C9C1F5F6E61E1B7C9B2F3F4C4C5C9C5>
- Kassavou, A., Turner, A., y French, D. P. (2013). Do interventions to promote walking in groups increase physical activity? A meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 18. <https://link.springer.com/article/10.1186/1479-5868-10-18>
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., y Hootman, J. M. (2015). Effects of exercise on depression in adults with arthritis: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthritis research y therapy*, 17(1), 1-22.

- Kelly, P., Williamson, C., Niven, A. G., Hunter, R., Mutrie, N., & Richards, J. (2018). Walking on sunshine: Scoping review of the evidence for walking and mental health. *British Journal of Sports Medicine*, 52(12), 800–806. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098827>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Lawton, E., Brymer, E., Clough, P., y Denovan, A. (2017). The relationship between the physical activity environment, nature relatedness, anxiety, and the psychological well-being benefits of regular exercisers. *Frontiers in psychology*, 8, 1058.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... y Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, 6(7), e1000100.
- López García, S., Maneiro Dios, R., Moral García, J., Amatria Jiménez, M., Díez Fernández, P., Barcala-Furelos, R., y Abelairas Gómez, C. (2019). Los riesgos en la práctica de actividades en la naturaleza. La accidentabilidad en la Educación Física, en las prácticas deportivas y medidas preventivas. *Retos*, 36, 618-624. doi.org/10.47197/retos.v36i36.67111

- Maxwell, S., y Lovell, R. (2017). Evidence statement on the links between natural environments and human health (Version 1). University of Exeter.
<https://hdl.handle.net/10871/31598>
- McNair, D.M., Lorr, M. y Droppleman, L.F. (1971, 1981, 1992). Manual for the profile of mood states. San Diego: Educational and Industrial Testing Services.
- Meredith-Jones, K., Haszard, J., Stanger, N., & Taylor, R. (2018). Precision of DXA-derived visceral fat measurements in a large sample of adults of varying body size. *Obesity*, 26(3), 505-512.
<https://doi.org/10.1002/oby.22108>
- Merom, D., Phongsavan, P., Wagner, R., Chey, T., Marnane, C., Steel, Z., y Bauman, A. (2008). Promoting walking as an adjunct intervention to group cognitive behavioral therapy for anxiety disorders—a pilot group randomized trial. *Journal of anxiety disorders*, 22(6), 959-968.
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.09.010>
- Minetti, A. E., Ardigo, L. P., y Saibene, F. (2002). Mechanical determinants of gradient walking energetics in man. *Journal of Physiology*, 472(3), 725–735.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1993.sp020102>
- Montaña Segura (2024). El MIDE. Montaña Segura. Recuperado el 17 de octubre de 2024 de <https://montanasegura.com/el-mide/>
- Mora, J., y Lobo, A. (2011). Interpretación de la Escala de Autoestima de Rosenberg en población universitaria. *Revista de Psicología*, 29(2), 45–58

- Moreau, K.L., Degarmo, R., Langley, J., et al. (2001). Increasing daily walking lowers blood pressure in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.*;33(11):1825-1831. <https://doi:10.1097/00005768-200111000-00005>
- Moreno Collazos, J. E., Cruz Bermúdez, H. F., y Angarita Fonseca, A. (2013). Aplicación de la prueba de caminata de seis minutos y escala de Borg modificada en sujetos con diversos tipos de cáncer. *Archivos de Medicina (Colombia)*, 13(1), 41–46
- Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129-133.
- Muro, A., Feliu-Soler, A., Castellà, J., Devís-Devís, J., & Zaragoza, J. (2023). Psychological benefits of forest-based interventions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1894. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031894>
- Murphy, M. H., Nevill, A. M., Neville, C., Biddle, S., y Hardman, A. E. (2002). Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Medicine and science in sports and exercise*. 34. 1468-74. <https://doi:10.1249/01.MSS.0000027686.50344.77>.
- Murtagh E. M., Boreham, C. A., y Murphy, M. H. (2002). Speed and exercise intensity of recreational walkers. *Prev Med.* ;35(4):397-400. <https://doi:10.1006/pmed.2002.1090>
- Murtagh, E.M., Mair, J.L., Aguiar, E., Tudor-Locke, C. y Murphy, M. H. (2021) . Outdoor Walking Speeds of Apparently Healthy Adults: A Systematic

- Review and Meta-analysis. *Sports Med* 51, 125–141. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01351-3>
- Niedermeier, M., Einwanger, J., Hartl, A., y Kopp, M. (2017). Affective responses in mountain hiking—A randomized crossover trial focusing on differences between indoor and outdoor activity. *PLoS One*, 12(5), e0177719.
- O'Connor, S. R., Tully, M. A., Ryan, B., Bleakley, C. M., Baxter, G. D., Bradley, J. M., y McDonough, S. M. (2015). Walking exercise for chronic musculoskeletal pain: systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(4), 724-734. <https://doi:10.1016/j.apmr.2014.12.003>
- Oja, P., Kelly, P., Murtagh, E., Murphy, M., Foster, C., y Titze, S. (2018). Effects of frequency, intensity, duration and volume of walking interventions on CVD risk factors: a systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials among inactive healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 2018;52:769-775. <https://bjsm.bmj.com/content/52/12/769>
- Page, M. (2008). Gardening as a therapeutic intervention in mental health. *Nurs. Times* 104, 28–30. <https://www.nursingtimes.net/gardening-as-a-therapeutic-intervention-in-mental-health/1921374.article>
- Pandolf, K. B., Givoni, B., y Goldman, R. F. (1977). Predicting energy expenditure with loads while standing or walking very slowly. *Journal of Applied Physiology*, 43(4), 577–581. <https://doi.org/10.1152/jappl.1977.43.4.577>

- Parsons, K. C. (1999). International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments. *Annals of Occupational Hygiene*, 43(5), 297-308.
- Pasanen, T. P., Tyrväinen, P., y Korpela, K. M. (2014). The relationship between perceived health and physical activity indoors, outdoors in-built environments, and outdoors in nature. *Appl. Psychol.* 6, 324–346. <http://doi:10.1111/aphw.12031>
- Passmore, H. A., y Howell, A. J. (2014). Nature involvement increases hedonic and eudaimonic well-being: a two-week experimental study. *Ecopsychology* 6, 148–154. doi: 10.1089/eco.2014.0023
- Pelssers, J., Delecluse, C., Opdenacker, J., Kennis, E., Van Roie, E., y Boen, F. (2013). “Every step counts!”: effects of a structured walking intervention in a community-based senior organization. *Journal of aging and physical activity*, 21(2), 167-185.
- Pérez, B. M. (2014). Salud: entre la actividad física y el sedentarismo. *An Venez Nutr*, 27(1), 119-28.
- Périard, J. D., Racinais, S. y Sawka, M. N. (2021a). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation. *Comprehensive Physiology*, 11(3), 1877–1920. <https://doi.org/10.1002/cphy.c200020>
- Périard, J. D., Racinais, S., & Sawka, M. N. (2021b). Exercise under heat stress: Thermoregulation, hydration, performance implications and mitigation strategies. *Physiological Reviews*. <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00038.2020>

- Petrovic, D., Perovic, M., Lazovic, B., y Pantic, I. (2016). Association between walking, dysphoric mood and anxiety in late pregnancy: A cross-sectional study. *Psychiatry research*, 246, 360-363. DOI:10.1016/j.psychres.2016.10.009
- Picon, Y., Orozco, J., Molina, J., y Franky, M. (2020), Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia y hipotermia. *MedUNAB*. 2020;23(1):118-130. Doi: <https://doi.org/10.29375/01237047.3714>
- Prado, C. M., Gonzalez, M. C., Norman, K., Barazzoni, R., Cederholm, T., Compher, C., Jensen, G. L., Abe, T., Barbosa-Silva, T. G., Bosy-Westphal, A., ... Heymsfield, S. B. (2025). *Methodological standards for body composition—An expert-endorsed guide for research and clinical applications: Levels, models, and terminology. The American Journal of Clinical Nutrition*, 122(2), 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.05.022>
- Pretty, J., Peacock, J., Hine, R., Sellens, M., South, N., y Griffin, M. (2007). Green exercise in the UK countryside: effects on health and psychological well-being and implications for policy and planning. *J. Environ. Plann. Manage.* 50, 211–231. doi: 10.1080/09640560601156466
- Qiu, S., Cai, X., Schumann, U., Velders, M., Sun, Z., y Steinacker, J. M. (2014). Impact of walking on glycemic control and other cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis. *PloS one*, 9(10), e109767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109767>

- Rodríguez, S. (13 de agosto del 2020). Extravíos en montaña aumentan durante pandemia; Cruz Roja pide senderismo responsable. Párr 8-9. Amelia Rueda.com. <https://www.ameliarueda.com/nota/extravios-montana-aumentan-pandemia-cruz-roja-senderismo-responsable>
- Rosenbaum, S., Tiedemann, A., Sherrington, C., Curtis, J., & Ward, P. B. (2016). Physical activity interventions for people with mental illness: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Psychiatry*, 77(9), e1242–e1254. <https://doi.org/10.1177/1039856215590252>
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*. Princeton University Press.
- Rowe, D. A., Welk, G. J., Heil, D. P., Mahar, M. T., Kemble, C. D., Calabro, M. A., y Camenisch, K. (2011). Stride rate recommendations for moderate-intensity walking. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(2), 312–318. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e9d99a>
- Ryan, R. M., Weinstein, N., Bernstein, J., Brown, K. W., Mistretta, L., y Gagné, M. (2010). Vitalizing effects of being outdoors and in nature. *J. Environ. Psychol.* 30, 159–168. doi: 10.1016/j.jenvp.2009.10.009
- Sandoval, M. (2019). *Aplicación y validación de la Escala de Autoestima de Rosenberg en estudiantes latinoamericanos*. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 51(1), 67–80.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., y Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

Shin, Y. K., Kim, D. J., Jung-Choi, K., Son, Y. H., & Koo, J. W. (2013). Differences in psychological responses between forest and urban environments. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(5), 509–516.

<https://doi.org/10.1080/02827581.2013.807854>

Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2010). Body composition and power changes in elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 737–741. DOI: 10.1055/s-0030-1255115

Silveira, E. A., et al. (2024). Body composition assessment... (incluye sección sobre DXA como método de referencia). [Acceso abierto en PMC].

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11494945/>

SINAC (2008). Reglamento a la Ley de Biodiversidad. <http://www.mag.go.cr/legislacion/2008/de-34433.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2008). Reglamento a la Ley de Biodiversidad. <http://www.mag.go.cr/legislacion/2008/de-34433.pdf>

Solano, H. (13 agosto 2020). Cruz Roja reporta incremento de rescates en montañas desde que comenzaron restricciones por pandemia.

<https://www.nacion.com/sucesos/seguridad/cruz-roja-reporta-incremento-de-rescatesen/5XM36AIMGNETRGNGXRE6MV7VOI/story/#:~:text=Aunque%20se%20pensaba%20que%20cifra,igual%20que%20el%20a%C3%B1o%20pasadoytext=Desde%20marzo%2C%20cuando%20comenzaron%20las,b%C3%BAsquedas%20de%20extraviados%20en%20monta%C3%B1a.>

Solera Herrera, A., y Salazar Rojas, W. (2001). Efectos de la deshidratación y la rehidratación sobre los procesos cognitivos de velocidad de reacción,

- memoria auditiva y percepción visual. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 1(1), 1–10.
- Spielberger, C. D. (1980). Test Anxiety Inventory. Preliminary Professional Manual. Palo Alto,
- Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L. y Lushene, R.E. (1999). STAI. Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo. Manual. (5ta. ed). Madrid, : TEA Ediciones. Sports y Exercise, February - Volume 43 - Issue 2 - p 312-318 doi: <https://10.1249/MSS.0b013e3181e9d99a>
- Sueiro-Domínguez, E., y Campos, A. (2023). Pros y contras de “Baños de Bosque”: Posibilidades del modelo mediante imágenes mentales. In *XVII Congreso Internacional Gallego-Portugués de Psicopedagogía* (p. 2435).
- ten Brink, P., Mutafoğlu, K., Schweitzer, J. P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., Kuipers, Y., Emonts, M., Tyrväinen, L., Hujala, T. y Ojala, A. (2016). The health and social benefits of nature and biodiversity protection. A report for the European Commission. London/Brussels: Institute for European Environmental Policy. <https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/intro/docs/Health%20and%20Social%20Benefits%20of%20Nature%20-%20Final%20Report%20Main%20sent.pdf>
- Ulrich, R. S., I. Altman, y J. F. Wohlwill. "Behavior and the natural environment." *Aesthetic and affective response to natural environment* 4 (1983): 85-125.
- Vallance, J. K., Eurich, D., Lavalley, C., y Johnson, S. T. (2013). Daily pedometer steps among older men: associations with health-related quality of life and

psychosocial health. *American Journal of Health Promotion*, 27(5), 294-298.

<http://doi:10.4278/ajhp.120316-QUAN-145>

Villalobos-Céspedes, D., Galdeano-Gómez, E., y Tolón-Becerra, A. (2009).

Demanda turística internacional por el turismo naturaleza en Costa Rica: Indicadores socio-demográficos y de condición de viaje. *Revista de Ciencias Económicas*, 27(2).

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7110>

Velásquez, J. (2014). Evaluación de la deshidratación en deportistas mediante variaciones en el peso corporal: Un método práctico y confiable. *Revista de Ciencias de la Actividad Física*, 15(2), 45–53.

Walker, B. J., y Vance, R. D. (1997). Effects of humidity on thermoregulation and hydration during prolonged exercise. *Journal of Sports Sciences*, 15(4), 367–375. <https://doi.org/10.1080/026404197367056>

Anexos

Anexo A: Sistema MIDE

MIDE		Caminata		
horario	2h 25'	 	4	severidad del medio natural
desnivel de subida	323 m	 	2	orientacion en el itinerario
desnivel de bajada	323 m	 	3	dificultad en el desplazamiento
distancia horizontal	7,1 Km	 	2	cantidad de esfuerzo necesario
tipo de recorrido	Ida y Vuelta			
Condiciones de todo el año, tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas. Calculado sobre datos de 2024.				

Anexo B: Resultados por cada base de datos consultada

Base de datos	Frase booleana	Filtros	Resultados
Web of Sciences Fecha 18/04/2021	(Walking OR hill walk OR trekking OR hiking AND mood state OR anxiety OR self-esteem AND hydration OR sweat rate AND accelerometry OR perceived effort OR heart rate)	Categoría: Sport Sciences Tipo de documento: Artículos. Idiomas: inglés, español y portugués.	6 757
PubMed Fecha 7/06/2021	(Walking OR hill walk OR trekking OR hiking AND mood state OR anxiety OR self-esteem AND hydration OR sweat rate AND accelerometry OR perceived effort OR heart rate)	Journal Article, Randomized Controlled Trial, Humans, English, Portuguese, Spanish, MEDLINE, Adult: 19+ years, Young Adult: 19-24 years, Adult: 19-44 years, Middle Aged + Aged: 45+ years, Middle Aged: 45-64 years, Aged: 65+ years, 80 and over: 80+ years.	48
SPORTDiscus Fecha	(Walking OR hill walk OR trekking OR hiking AND mood state OR anxiety OR self-esteem AND hydration OR sweat rate AND accelerometry OR perceived effort OR heart rate)	Texto Completo	56
MEDLINE Fecha 07/06/2021	(Walking OR hill walk OR trekking OR hiking AND mood state OR anxiety OR self-esteem AND hydration OR sweat rate AND accelerometry OR perceived effort OR heart rate)	Texto Completo	110
Academic Search Ultimate Fecha 07/06/2021	(Walking OR hill walk OR trekking OR hiking AND mood state OR anxiety OR self-esteem AND hydration OR sweat rate AND accelerometry OR perceived effort OR heart rate)	Texto Completo	138
TOTAL			7109

Anexo C: Características de los artículos incluidos

Autor (año)	n	Participantes	Grupos	Edad	Distancia	Variables	Resultados
Ainslie, et al (2002)	13	11 hombres y 2 mujeres	1	18 a 32	12 km	Peso, Masa Corporal, Área Superficie Corporal, Porcentaje Grasa Corporal, Vo2 pico, Temperatura Piel y Rectal.	Variedad en la respuesta termorreguladora y balance energético negativo en la caminata. La caminata recreativa puede ser una forma de presión metabólica y termorreguladora en los participantes.
Ainslie, et al. (2003)	16	Hombres	1	19 a 29	21 km	A: Peso B: FC C: Temperatura Rectal D: Temperatura Ambiental E: Batería de pruebas psicomotoras y de rendimiento (Perfil de estados de ánimo) F: Sangre G: Orina H: Deshidratación	No diferencia entre condiciones energéticas entiendo para completar la caminata. La diferencia de tiempo por variaciones en condiciones climáticas y terreno. Los sujetos mostraron cambios marcados en el comportamiento durante la caminata. No diferencia significativa en FC y Temp., volumen plasmático durante la caminata.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo D: Escala PEDro

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

Anexo E: Variables, instrumentos y datos a recolectar en la investigación

Variable	Instrumentos	Datos
Composición Corporal	Estadiómetro (Seca, modelo 206, precisión de 1 mm). Impedancia bio-eléctrica (InBody 270, precisión y fiabilidad del 98%). Densitómetro óseo (Lunar Prodigy Advance).	<ul style="list-style-type: none"> • Peso (Kg). • Índice de masa corporal (Kg/m²). • Porcentaje de grasa corporal (%). • Masa músculo-esquelética (Kg). • Masa grasa (Kg).
Actividad Física	Acelerometría (ActiGraph, modelo wGT3X+, cadera, frecuencia de muestreo 30 Hz, ecuación de Freedson et al., 1998).	<ul style="list-style-type: none"> • Kcal (totales, día, hora). • Pasos (semana). • METs diarios. • Nivel de actividad física.
Esfuerzo Percibido	Escala de Borg modificada (Moreno, Cruz y Angarita, 2013).	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje inicio, medio y final.
Hidratación	Báscula peso corporal (Tanita Ironman BC554). Báscula de alimentos (Fleco modelo F-123).	<ul style="list-style-type: none"> • Peso (kg). • Peso (g).
Humedad y Temperatura	Monitor Portable de Estrés Térmico marca 3M, modelo QuesTespmp °34(3M, 2013).	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad relativa (%). • Temperatura seca (°C). • Temperatura de globo (°C). • Temperatura de bulbo húmedo (°C).
Salud Mental	POMS (McNair, Lorr y Droppleman, 1971) STAI (Spielberger, 1980; Spielberger, Gorsuch y Lushene, 1999) Test de Rosenberg (Sandoval, A. 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje Ansiedad. • Puntaje Depresión. • Puntaje Estrés. • Puntaje Autoestima.

Anexo F: Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Sede del Atlántico

Recinto Turrialba

FORMULARIO PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO BASADO EN LA LEY N° 9234 “LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” Y EL “REGLAMENTO ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

Efecto agudo de la caminata en un sendero natural sobre el desempeño físico y la salud de mental en personas adultas sanas

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre de el/la investigador/a principal: Jorge Cervantes Sanabria.

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

Este proyecto es un trabajo de investigación a cargo de Osvaldo Acuña Angulo, Sofia Bolaños Martínez, Kendal Monge Vásquez y Mauricio Retes Mora, estudiantes de la Licenciatura Ciencias del Movimiento Humano en el Medio Natural de la Universidad de Costa Rica, bajo la supervisión del profesor M.Sc. Jorge Cervantes Sanabria. El objetivo de esta es determinar el efecto agudo de la caminata en un sendero natural sobre el desempeño físico y la salud de mental en personas adultas sanas del Cantón de Turrialba para la descripción del comportamiento asociado a la práctica de esta actividad física en el medio natural en estas variables.

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

B. ¿QUÉ SE HARÁ?

Si usted decide participar, le solicitaremos lo siguiente:

1. El proceso del estudio consiste en participar realizando un recorrido caminando por un sendero de montaña o actividades campamentiles para evaluar el comportamiento de su peso corporal, su actividad física, su percepción de esfuerzo y su salud mental. Las etapas para realizar la actividad anterior consisten en: visitar el Reciento Turrialba de la Sede del Atlántico en dos ocasiones y trasladarse al Refugio de Vida Silvestre La Marta en una ocasión.
2. En la primera visita al recinto universitario se le realizarán medidas antropométricas y de composición corporal. Para ellos, se le pedirá que se quite los zapatos para medir su estatura. Posteriormente, le pediremos que se coloque sobre una plataforma para conocer su peso.
3. Una vez finalizado el paso anterior, le pediremos que se sienta en una silla para que responda tres cuestionarios digitales o impresos. Le proporcionaremos un lápiz para que los llene.
4. Seguidamente, le indicaremos que se coloque boca arriba sobre una camilla para medir la densidad de sus huesos. Este procedimiento tarda unos 10 minutos, por lo que le solicitaremos mantenerse quieto mientras un brazo mecánico que está encima de la camilla recorre su cuerpo.
5. Terminado este examen, le estaremos brindando un aparato similar a un reloj llamado acelerómetro para que se lo coloque en la cintura con un clip. Le solicitaremos llevarlo puesto, salvo para dormir o ducharse, durante al menos 15 días, ya que queremos medir su actividad física diaria.
6. Luego, le solicitaremos que se presente de la Sede del Atlántico para que nos entregue el acelerómetro.
7. Posteriormente, le pediremos que se presente a un sendero natural ubicado en el Distrito de Pejivalle en Turrialba (Refugio de Vida Silvestre La Marta) Allí le tomaremos su peso en un lugar privado y le colocaremos el acelerómetro una vez más.
8. Se le recomienda llevar calzado deportivo con agarre de mayor tracción, apropiadas para caminar sobre terreno lodoso, raíces, charcos, piedras y vegetación con ascensos y descensos. Además, ropa deportiva de montaña, alimentación (fruta, barras energéticas, colados, entre otros), agua y una mochila. Todos los alimentos (líquidos y sólidos) serán pesados antes de su consumo para todas las personas participantes. Es muy importante que guarde los restos de estos alimentos en una bolsa plástica rotulada que le facilitaremos.
9. En este punto se le solicitará nuevamente llenar los cuestionarios de forma digital o impresa.
10. Seguidamente si usted es asignado al grupo que le corresponde realizar el recorrido se le entregará una guía topográfica con información del lugar y le pediremos que camine a su propio paso por este sendero y que, además, nos brinde su percepción de esfuerzo en tres ocasiones. Podrá ingerir el líquido y la alimentación que desee. Si usted es asignado en el grupo de actividades campamentiles se le pedirá que se ubique en el sitio adaptado para este fin.

Firma de sujeto participante: _____

Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

11. Durante la actividad se le pedirá que trate de no orinar pero, si necesita hacerlo, se le facilitará un recipiente plástico esterilizado para que deposite el líquido, este recipiente es un cacho urinal con una capacidad de hasta 1000mL, con agarradera para facilitar la recolección y con tapa a prueba de salpicaduras; este se almacena de lado para evitar que se vuelque o se derrame accidentalmente dentro de su mochila. Le pediremos que entregue el recipiente para pesar su contenido al finalizar las actividades.
12. Tras finalizar, se le medirá su peso nuevamente y se le pedirá que llene una vez más los cuestionarios. La duración de las actividades es de aproximadamente 2 horas cada una.
13. Le pediremos que en ambas valoraciones se quede con nosotros 20 minutos para aclarar las dudas que pueda tener.
14. Se le pedirá que vuelva a asistir al Recinto universitario, una semana después para dar un seguimiento a las variables estudiadas.
15. La devolución de los resultados se realizará mediante un informe individual para su uso personal, enviándose por correo electrónico a cada participante.

C. RIESGOS

La participación en este estudio puede significar cierta molestia para usted por lo siguiente:

1. Se utilizará un densitómetro óseo, el cual emite una radiación equivalente al estar dos horas bajo el sol en un día soleado.
2. Realizar el recorrido en el sendero natural representa un riesgo moderado, ya que usted podría experimentar tropiezos, caídas, picaduras de insectos, entre otros. No obstante, el personal del lugar cuenta con la debida capacidad de asistirle en caso de que esto ocurra.
3. Después de realizar la actividad podría presentarse dolor muscular que ocurre al día siguiente o a los dos días siguientes de haber realizado un esfuerzo físico moderado. Este tipo de dolor es normal, especialmente cuando los músculos no se han usado por algún tiempo. El dolor generalmente desaparece después del tercer día.
3. Al utilizar el acelerómetro puede ser molesto para usted debido a que no está acostumbrado a tener un aparato que esté sujeto a su cuerpo.
4. Depositar su orina en un recipiente podría resultarle molesto por la manipulación que este dispositivo conlleva. Sin embargo, el mismo está diseñado para este fin.
4. Usted puede perder la privacidad de sus datos: para reducir los riesgos de que usted pierda la privacidad de los datos que nos proporciona, toda la información de los cuestionarios y pruebas será manejada confidencialmente por el investigador principal M.Sc. Jorge Cervantes Sanabria. Estos datos se analizarán estadísticamente para preparar un informe de investigación. En ningún caso su nombre aparecerá en algún documento ni se revelará a terceras personas.
5. Aunque no se esperan daños con la realización de este estudio, si sufriera algún daño como consecuencia de los procedimientos aplicados durante la realización de este estudio, el investigador a cargo del proyecto realizará una referencia al profesional apropiado para que este determine el tratamiento necesario para su recuperación.

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

D. BENEFICIOS

Como resultado de su participación en este estudio, usted conocerá cuál es su composición corporal con uno de los métodos más precisos, su nivel de condición física y su nivel de ansiedad, depresión, estrés y autoestima. Además, conocerá si el esfuerzo físico que demanda el recorrido en el sendero natural seleccionado es compatible con su estado físico.

E. VOLUNTARIEDAD

Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento, sin que esta decisión afecte la calidad de la atención médica (o de otra índole) que requiere.

F. CONFIDENCIALIDAD

Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima. Para reducir los riesgos de que usted pierda la privacidad de los datos que nos proporciona, toda la información de los cuestionarios y pruebas será manejada confidencialmente. El investigador principal M.Sc. Jorge Cervantes Sanabria guardará toda su información en una base de datos. Estos datos se analizarán estadísticamente para preparar un informe de investigación. En ningún caso su nombre aparecerá en algún documento ni se revelará a terceras personas.

G. MUESTRAS BIOLÓGICAS

Para efectos de esta investigación se obtendrán muestras biológicas, con la salvedad de que serán utilizadas únicamente para una medición de volumen (litros de orina excretada) y no se realizará algún tipo de examen de laboratorio con las mismas.

Las muestras recolectadas luego de la respectiva medición y tabulación de los datos (litros de orina por personas) se procederá a desecharlas debidamente y no serán almacenadas.

Los datos obtenidos serán del conocimiento de los participantes una vez se les entregue el informe final de la investigación que corresponde a cada uno.

H. INFORMACIÓN

Antes de dar mi autorización para este estudio debo haber hablado con el investigador principal M.Sc. Jorge Cervantes Sanabria o con alguno de los estudiantes sobre este estudio y ellos deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información más adelante, puedo obtenerla llamando al M.Sc. Jorge Cervantes Sanabria al teléfono 7260-2670 en el horario martes y jueves de 1 pm a 5 pm. Además, puedo consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación al CONIS – Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud, teléfonos 2233-3594, 2223-0333

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

extensión 292, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201 ó 2511-5839, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

I. No perderá ningún derecho legal por firmar este documento

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

***Este documento debe de ser autorizado en todas las hojas mediante la firma, (o en su defecto con la huella digital), de la persona que será participante o de su representante legal.**

Nombre, firma y cédula del sujeto participante

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la testigo

Lugar, fecha y hora

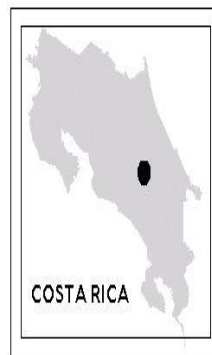
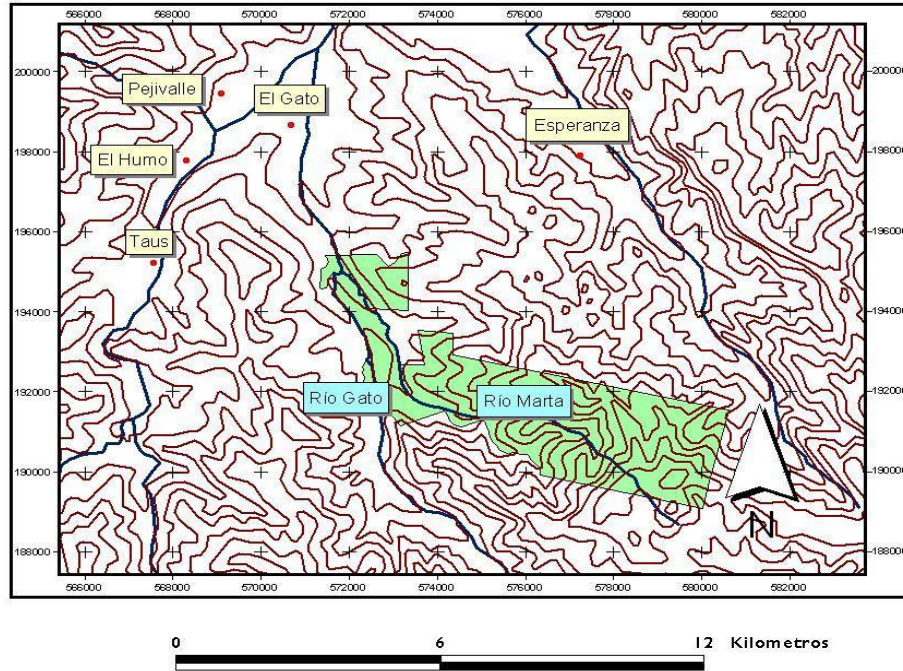
Versión junio 2017

Formulario aprobado en sesión ordinaria N° 63 del Comité Ético Científico, realizada el 07 de junio del 2017.

KAROL GABRIELA RAMIREZ CHAN (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-01-0987-0022.
Fecha declarada: 11/10/2022 02:41:41 PM
Lugar: UCR Contacto: 2511-1398

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

Anexo G: Ubicación de la Reserva de Vida Silvestre La Marta



Ubicación de la Reserva de Vida Silvestre La Marta

Fuente: Grandas (2007).

Anexo H: Mapa del RVSLM. Recorrido y principales puntos de interés



Figura 4. Mapa del RVSLM. Recorrido y principales puntos de interés

Fuente: Google Earth, (2020).

Anexo I: POMS, Perfil de Estados Anímicos

PROFILE OF MOOD STATES (POMS): Perfil de estados anímicos de McNair, Lorr y Droppleman (1971)

Versión original de 65 ítems (adaptación por Gerardo Araya Vargas, M.Sc.)

Datos generales:

Nombre / código numérico del sujeto: _____ Fecha: _____ Otros datos (se ubican aquellos que sean relevantes para el objetivo de la aplicación de la prueba, como la edad, el sexo, etc.)

El propósito de la aplicación de este instrumento es etc... La información que se colecte será confidencial y su uso se limitará al procesamiento de datos necesarios para ... Su participación es voluntaria, por lo que usted puede decidir no llenar la prueba si así lo desea. Agradecemos su participación y le pedimos ser honesto (a) en sus respuestas.

Instrucciones:

En la lista siguiente, aparecen algunos sentimientos que puede tener la gente. Por favor, lea la lista cuidadosamente y luego, seleccione un número de los que aparecen a la derecha de cada sentimiento. Elija el número que describa mejor cómo se siente usted con respecto a cada sentimiento (tome en cuenta el valor que tiene cada número en la escala que se muestra abajo). No hay respuestas correctas o incorrectas. Simplemente conteste de acuerdo a

COMO USTED SE SIENTE EN ESTOS MOMENTOS.

		Interpretación de la escala numérica:											
		0= Nada	1= Un poco	2= Moderadamente	3= Bastante	4= Extremadamente							
1)	Amistoso.....	0	1	2	3	4	34)	Nervioso.....	0	1	2	3	4
2)	Tenso.....	0	1	2	3	4	35)	Desamparado.....	0	1	2	3	4
3)	Enojado.....	0	1	2	3	4	36)	Miserable.....	0	1	2	3	4
4)	Agotado.....	0	1	2	3	4	37)	Confundido.....	0	1	2	3	4
5)	Infeliz.....	0	1	2	3	4	38)	Alegre.....	0	1	2	3	4
6)	Consciente.....	0	1	2	3	4	39)	Amargado.....	0	1	2	3	4
7)	Animado.....	0	1	2	3	4	40)	Exhausto.....	0	1	2	3	4
8)	Confuso.....	0	1	2	3	4	41)	Ansioso.....	0	1	2	3	4
9)	Arrepentido por cosas hechas.....	0	1	2	3	4	42)	Agresivo.....	0	1	2	3	4
10)	Inestable.....	0	1	2	3	4	43)	Educado.....	0	1	2	3	4
11)	Apático, sin ganas.....	0	1	2	3	4	44)	Desalentado.....	0	1	2	3	4
12)	Irritado.....	0	1	2	3	4	45)	Desesperado.....	0	1	2	3	4
13)	Considerado.....	0	1	2	3	4	46)	Perezoso.....	0	1	2	3	4
14)	Triste.....	0	1	2	3	4	47)	Rebelde.....	0	1	2	3	4
15)	Activo.....	0	1	2	3	4	48)	Abandonado.....	0	1	2	3	4
16)	A punto de estallar.....	0	1	2	3	4	49)	Cansado.....	0	1	2	3	4
17)	Malhumorado.....	0	1	2	3	4	50)	Perdido.....	0	1	2	3	4
18)	Melancólico.....	0	1	2	3	4	51)	Alerta.....	0	1	2	3	4
19)	Lleno de energía.....	0	1	2	3	4	52)	Engañado.....	0	1	2	3	4
20)	Lleno de pánico.....	0	1	2	3	4	53)	Furioso.....	0	1	2	3	4
21)	Sin esperanza.....	0	1	2	3	4	54)	Eficiente.....	0	1	2	3	4
22)	Relajado.....	0	1	2	3	4	55)	Confiable.....	0	1	2	3	4
23)	Despreciable.....	0	1	2	3	4	56)	Lleno de ánimo.....	0	1	2	3	4
24)	Rencoroso.....	0	1	2	3	4	57)	De mal genio.....	0	1	2	3	4
25)	Simpático.....	0	1	2	3	4	58)	Sin valor.....	0	1	2	3	4
26)	Incómodo.....	0	1	2	3	4	59)	Olvidadizo.....	0	1	2	3	4
27)	Intranquilo.....	0	1	2	3	4	60)	Despreocupado.....	0	1	2	3	4
28)	Desconcentrado.....	0	1	2	3	4	61)	Aterrorizado.....	0	1	2	3	4
29)	Fatigado.....	0	1	2	3	4	62)	Culpable.....	0	1	2	3	4
30)	Cooperador.....	0	1	2	3	4	63)	Vigoroso.....	0	1	2	3	4
31)	Molesto.....	0	1	2	3	4	64)	Inseguro de las cosas.....	0	1	2	3	4
32)	Desanimado.....	0	1	2	3	4	65)	Hecho polvo.....	0	1	2	3	4
33)	Resentido.....	0	1	2	3	4							

Anexo J: STAI- E Cuestionario de Ansiedad Estado

STAI - E Cuestionario de Ansiedad Estado
de Spielberger, Gorsuch y Lushene (1999).
Manual. V Edición. Madrid, España: TEA Ediciones.

Nombre: _____ Fecha: _____.

Edad: _____ Sexo: _____.

Instrucciones:

A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la puntuación de 0 a 3 que indique mejor cómo usted **SE SIENTE AHORA MISMO**, en éste momento. No hay respuestas buenas ni malas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y conteste señalando la respuesta que mejor describa su situación presente.

Interpretación de la escala numérica		0=Nada	1=Algo	2=Bastante	3=Mucho
1	Me siento calmado (a)	0	1	2	3
2	Me siento seguro (a)	0	1	2	3
3	Estoy tenso (a)	0	1	2	3
4	Estoy contrariado (a) (como irritado -a)	0	1	2	3
5	Me siento cómodo (a) (estoy a gusto)	0	1	2	3
6	Me siento alterado (a)	0	1	2	3
7	Estoy preocupado (a) ahora por posibles desgracias futuras	0	1	2	3
8	Me siento descansado (a)	0	1	2	3
9	Me siento angustiado (a)	0	1	2	3
10	Me siento confortable	0	1	2	3
11	Tengo confianza en mi mismo (a)	0	1	2	3
12	Me siento nervioso (a)	0	1	2	3
13	Estoy desasosegado (a) (como inquieto - a)	0	1	2	3
14	Me siento muy atado (a) (como oprimido -a)	0	1	2	3
15	Estoy relajado (a)	0	1	2	3
16	Me siento satisfecho (a)	0	1	2	3
17	Estoy preocupado (a)	0	1	2	3
18	Me siento aturdido (a) y sobre excitado (a)	0	1	2	3
19	Me siento alegre	0	1	2	3
20	En este momento me siento bien	0	1	2	3

Compruebe si ha contestado a todas las frases con una sola respuesta.

Anexo K: Escala de Autoestima de Rosenberg





ESCALA DE AUTOESTIMA DE ROSEMBERG

Este test tiene por objeto evaluar el sentimiento de satisfacción que la persona tiene de si misma. Por favor, conteste las siguientes frases con la respuesta que considere más apropiada.

- A. Muy de acuerdo
- B. De acuerdo
- C. En desacuerdo
- D. Muy en desacuerdo

	A	B	C	D
1. Siento que soy una persona digna de aprecio, al menos en igual medida que los demás.				
2. Estoy convencido de que tengo cualidades buenas.				
3. Soy capaz de hacer las cosas tan bien como la mayoría de la gente.				
4. Tengo una actitud positiva hacia mi mismo/a.				
5. En general estoy satisfecho/a de mi mismo/a.				
6. Siento que no tengo mucho de lo que estar orgulloso/a.				
7. En general, me inclino a pensar que soy un fracasado/a.				
8. Me gustaría poder sentir más respeto por mi mismo.				
9. Hay veces que realmente pienso que soy un inútil.				
10. A veces creo que no soy buena persona.				

Anexo L: Escala Esfuerzo Percibido de Borg

	0	Sin disnea
	0,5	Muy, muy leve. Apenas se nota
	1	Muy leve
	2	Leve
	3	Moderada
	4	Algo severa
	5	Severa
	6	
	7	Muy severa
	8	
	9	
	10	Muy, muy severa (casi máximo)
	•	Máxima

Anexo M: Autorización de uso de instalaciones RVSLM

De: Manuel Viquez Carazo <mviquez@lamarta.org>

Date: mar., 21 sep. 2021 11:47 a. m.

Subject: RE: Solicitud para uso de las instalaciones del Refugio de Vida Silvestre La Marta

To: Mauricio Rettes <mauricio.rettes@gmail.com>

Buenos días Mauricio:

Saludos cordiales y espero que se encuentre muy bien. En atención a su solicitud, mi superiora doña Mariechen Lang indica:

1. El desarrollo de su actividad es de gran interés para el plan de desarrollo de La Marta.
2. Los dos primeros grupos que confeccionarán la topografía estarán exentos del pago de ingreso y dependiendo de los resultados, se hará el análisis para los siguientes 4 grupos indicados.
3. Requerimos que a la brevedad nos envíe un plan de trabajo indicando fechas de las visitas, nombres y calidades de todos los participantes y labores a realizar en cada visita.
4. Al finalizar todo el proceso, solicitamos atentamente una copia digital de su tesis y una charla (presencial o virtual) al personal de La Marta y de la Universidad Castro Carazo con los resultados de sus investigaciones.

Consulta: tenemos el plan de colocar marcas o balizas en todos los senderos cada 100 metros para facilidad de los caminantes y visitantes en general. ¿Ustedes nos podrían colaborar con ese proyecto como parte de sus labores de campo?

Quedamos a la espera de la información requerida. Muy atentamente,

Manuel Viquez Carazo
Director del Refugio

mviquez@lamarta.org 2542-0350 Opción 2

Peñabaye de Jiménez, Cartago.
www.lamarta.org

La Marta
Refugio de Vida Silvestre

UNIVERSIDAD CASTRO CARAZO

Anexo N: Imágenes de proceso de recolección de datos



Figura 1. Documentación visual de los participantes que participan en pruebas de senderismo de montaña (A,B) y en la práctica de actividades de control (C).

Anexo O: Topoguía

Las topoguías son una herramienta que combinan la descripción cualitativa y la cartografía de un lugar para informar a quien transite por un sendero. Los fines básicos de una topoguía son informar al usuario sobre la zona donde se desarrolla la actividad; así como de los servicios existentes disponibles (Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada [FEDME], 2007, p. 22).

Por esta razón, este es un instrumento fundamental y útil para el senderista; ya que brinda información que permite planificar el recorrido en función del tiempo disponible, condición física, intereses (deportivos, recreativos, culturales, gastronómicos, entre otros) e incluso permite conocer y guiar al usuario en territorios desconocidos (Melendo, et al. 2002, pp. 151 - 154).

La creación de una topoguía puede ser variable, no existe un formato único. Sin embargo, esta debe contener aspectos como la descripción del recorrido (estimación de tiempo, desniveles y lugares de interés), datos de longitud y condiciones, análisis y descripción de los servicios básicos (médico, zonas de descanso, tomas de agua, baños, tienda, alojamiento), así como de la flora, fauna, historia del lugar, cultura, números de teléfono y un mapa (Melendo, et al. 2002, pp 151 -154). En el presente proyecto, se desarrolló una topoguía con el objetivo de integrar los resultados obtenidos en el lugar donde se encuentra el sendero visitado.

TOPOGUÍA CIENTÍFICO-TÉCNICA

SENDERO FILA MARTA

REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LA MARTA

Como parte de un proceso académico desarrollado por estudiantes de la Licenciatura en Ciencias del Movimiento Humano, se realizó una evaluación integral del Sendero Fila Marta, combinando contenidos de fisiología del ejercicio, biomecánica, salud, actividad física en la naturaleza y psicología.

A través de trabajo de campo y mediciones científicas, se analizó cómo responde el cuerpo humano —a nivel físico y psicológico— durante una caminata real en un entorno de bosque tropical húmedo de montaña.

¿Sabías que el sendero Fila Marta es más exigente de lo que parece?

El Sendero Fila Marta es un recorrido de ida y vuelta de aproximadamente 7,1 km, con un desnivel acumulado cercano a los 323 metros.

Los datos recolectados por en el estudio muestran que el tiempo real de recorrido ronda las 2 horas y 25 minutos, lo que lo convierte en una experiencia de actividad física prolongada, incluso para personas jóvenes y sanas.

El entorno combina zonas abiertas y bosque denso, lo que implica cambios constantes en el terreno y en las condiciones ambientales.

¿Sabías que el terreno obliga a trabajar más los músculos?

Durante el análisis del recorrido, se identificó que el sendero presenta:

- Tierra compactada natural,
- Tramos con lodo y fango arcilloso,
- Sectores con troncos colocados para facilitar el paso,
- Zonas con raíces expuestas.

Además, el sendero presenta ascensos y descensos continuos, con pocos tramos planos.

Desde una perspectiva académica, esto implica:

- Mayor activación muscular de miembros inferiores,

- Incremento del costo energético por inestabilidad y pendiente,
- Mayor riesgo de fatiga neuromuscular hacia el final del recorrido.

¿Sabías que esta caminata cuenta como ejercicio aeróbico exigente?

Las mediciones realizadas por el estudiantado mostraron que recorrer el sendero Fila Marta equivale a un ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa, con:

- Un alto número de pasos,
- Un gasto energético elevado,
- Un aumento significativo del esfuerzo percibido al finalizar la caminata.

¿Sabías que el ambiente influye directamente en la respuesta del cuerpo?

Durante la práctica, se midieron variables ambientales en distintos puntos del sendero. Los resultados mostraron:

- Mayor radiación solar al inicio,
- Ambientes más frescos pero muy húmedos en zonas boscosas,
- Humedad elevada durante casi todo el recorrido.

¿Sabías que hidratarse “a percepción” no fue suficiente?

A pesar de que la cantidad de líquidos ingeridos fue similar entre participantes, quienes realizaron la caminata presentaron:

- Mayor pérdida de masa corporal,
- Mayor grado de deshidratación,
- Déficit hídrico relevante.

¿Sabías que el sendero también tuvo efectos psicológicos positivos?

Además de los cambios físicos, tras la caminata se observaron mejoras agudas en el estado de ánimo, con disminuciones en:

- Tensión,

- Depresión,
- Ira,
- Confusión.

Estos efectos son compatibles con el concepto de “baño de bosque”, ampliamente discutido en cursos relacionados con salud mental, bienestar y actividad física en la naturaleza. No obstante, el aumento de la fatiga mostró que estos beneficios pueden verse modulados por la carga física acumulada.

¿Cómo se clasificó el sendero a partir del estudio?

A partir de los resultados, el sendero fue clasificado como:

- Exigencia física: Moderada–alta
- Exigencia técnica: Moderada
- Estrés térmico: Moderado, amplificado por la humedad
- Riesgo de deshidratación: Moderado–alto
- Beneficio psicológico: Alto (agudo)

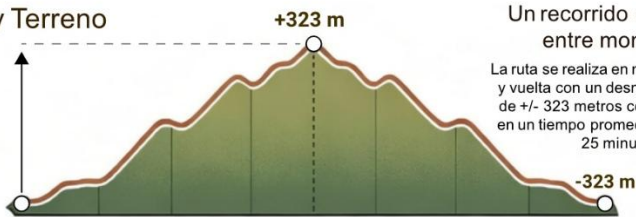
Recomendado para personas adultas sanas con condición física básica y supervisión académica adecuada.

Referencia

Bolaños Martínez, S., Monge Vásquez, K. J., Retes Mora, J. M., Acuña Angulo, O., & Cervantes Sanabria, J. (2026). *Efecto agudo de una caminata en un sendero de montaña sobre el desempeño físico y la salud mental en personas adultas sanas* [Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica].

Topografía del Sendero Fila Marta: Desafío Físico y Bienestar Mental

Ficha Técnica y Terreno



Un recorrido de 7,1 km entre montañas

La ruta se realiza en modalidad de ida y vuelta con un desnivel acumulado de +/- 323 metros contemplándose en un tiempo promedio de 2 horas y 25 minutos



Terreno técnico e irregular



Lodo/Fango arcilloso



Raíces expuestas



Tierra compactada



Severidad del medio natural

Según la clasificación MIDE, el sendero posee una severidad de 4 sobre 5, lo que implica condiciones ambientales exigentes y pendientes pronunciadas.

Impacto fisiológico y Esfuerzo



Esfuerzo moderado-severo (3,13 en escala Borg)

Los participantes perciben una carga física importante, realizando un promedio de 2,164 pasos durante el recorrido.



Gasto energético: 133,13 kcal

La caminata exige una demanda metabólica constante para vencer la resistencia del terreno y los desniveles.

Fatiga física acumulada

Al finalizar el trayecto, se registra un aumento significativo en los niveles de fatiga física producto del esfuerzo neuromuscular.



89% Humedad Relativa

32,33 °C (Globo)

El desafío de la humedad tropical:

El ambiente alcanza hasta un 89% de humedad relativa y temperaturas de globo de 32,33 °C, generando un impacto térmico moderado.

Ambiente y Riesgo de Hidratación



Deshidratación del -1,83%



Riesgo hídrico moderado-alto:

La reposición voluntaria de líquidos puede ser insuficiente ante las pérdidas por sudoración en este microclima.

Déficit hídrico promedio de 1,266.23 ml.

Contexto Cultural e Histórico



Antigua Hacienda La Marta (1870 - 1930)

El sendero recorre los restos históricos de un antiguo beneficio de café, un trapiche y una de las primeras plantas hidroeléctricas de la zona.

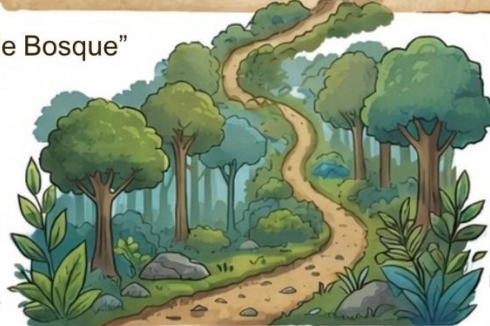
Zona de resistencia ancestral: El refugio se ubica en un territorio histórico de resistencia que nunca fue conquistado, otorgándole un valor patrimonial único.

Psicometría: El "Baño de Bosque"



Restauración del estado anímico:

El contacto directo con la naturaleza del sendero reduce significativamente los niveles de tensión, ira y depresión.



Claridad cognitiva y mental:

Los participantes reportan una disminución de la confusión mental tras completar el recorrido en el entorno forestal.



Recomendaciones de Seguridad

Protocolo de hidratación frecuente:

Se recomienda ingerir más de 405 ml de líquido por hora para compensar el alto déficit hídrico registrado.



Equipo técnico obligatorio:

Es indispensable el uso de calzado con tracción (debido al lodo y raíces) y ropa de montaña adecuada para el clima húmedo.



Gestión del esfuerzo:

Realizar pausas cortas durante los ascensos para mitigar la fatiga neuromuscular y el estrés térmico.