

# Influencia de la altitud y el estado de hidratación en los soldados de la VIII Brigada de Montaña al nivel de alta montaña

## Influence of altitude and hydration status on soldiers of the VIII Mountain Brigade at high mountain level

Lic. Parrucci Samira , Lic. Guida Roxana Noemi 

Universidad Maimónides, Buenos Aires, Argentina

### Resumen

**Introducción:** realizar ejercicio en altitudes elevadas merece consideraciones especiales a la hora de determinar las necesidades de líquidos en los deportistas y más aún en las tropas de montaña del ejército. Mantener un estado de euhidratación durante la actividad física es imprescindible para evitar complicaciones en la salud. Esta investigación tiene como objetivo identificar el estado de hidratación en los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza, Argentina en el año 2021.

**Materiales y método:** estudio descriptivo, observacional, longitudinal. La muestra fue conformada por 87 soldados masculinos. Los datos recopilados incluyeron la cantidad y tipo de ingesta de líquidos, la gravedad específica urinaria mediante un refractómetro manual, el porcentaje de cambio de peso y la percepción subjetiva de sed. El análisis estadístico para variables cualitativas se realizó con la prueba  $\chi^2$  y con IC 95%, las cuantitativas se compararon mediante la prueba t-Student.

**Resultados:** el 96,5% de los soldados se hidrataron con agua. La ingesta media de líquidos fue  $1,34 \pm 0,74$  litros (L), con una ingesta máxima de 4 L y un mínimo de 0,5 L. El 36% de la muestra presentó una pérdida de peso corporal superior al 2% al finalizar la actividad, la diferencia relativa referida al peso inicial medio fue  $1,7 \pm 1,4\%$ . Al finalizar, el 43% clasificó como euhidratado y 29% como hipohidratado severo según la gravedad específica urinaria. Según la percepción subjetiva de sed al finalizar solo un 14% de los soldados no tenía sed.

**Conclusión:** el estudio reflejó que el 64% de los soldados mantuvo una estrategia de reposición de líquidos óptima, dado que las pérdidas de peso se limitaron a lo esperable.

**Palabras clave:** hidratación, deshidratación, ejercicio físico, soldados, altitud, altura.

### Abstract

**Introduction:** exercising at high altitudes deserves special considerations when it comes to determining fluid requirements in athletes, especially in Army mountain troops. Maintaining a state of euhydration during physical activity is essential to avoid health complications. The aim of this research is to identify the hydration status of soldiers of the VIII Mountain Brigade of the Argentine Army based in Mendoza, Argentina in 2021.

**Materials and method:** descriptive, observational, longitudinal study. The sample consisted of 87 male soldiers. The data collected included the amount and type of fluid intake, urinary specific gravity by using a manual refractometer, percentage of weight change and subjective perception of thirst. Statistical analysis for qualitative variables was done with the  $\chi^2$  test and 95% CI, quantitative variables were compared using the t-Student test.

**Results:** 96,5% of soldiers hydrated themselves with water. The mean fluid intake was  $1,34 \pm 0,74$  liters (L), with a maximum intake of 4 L and a minimum of 0,5 L. 36% percent of the sample presented a body weight loss of more than 2% at the end of the activity, the relative difference referred to the mean initial weight was  $1,7 \pm 1,4\%$ . At the end, 43% were classified as euhydrated and 29% as severely hypohydrated according to specific urinary gravity. According to the subjective perception of thirst at the end, only 14% of the soldiers were not thirsty.

**Conclusion:** the study showed that 64% of the soldiers maintained an optimal fluid replacement strategy, given that weight losses were limited to what was expected.

**Key words:** hydration, dehydration, physical exercise, soldiers, altitude, high altitude.



**AADYND**

DIAETA es propiedad de la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas y mantiene la propiedad intelectual.

ISSN 0328-1310

ISSN 1852-7337 (En línea)

### Contacto:

Samira Parrucci  
samiraparrucci@gmail.com

Recibido: 24/02/2023. Envío de revisiones al autor: 17/07/2023. Aceptado en su versión corregida: 21/08/2023

### Declaración de conflicto de intereses:

las autoras declaran no poseer conflicto de intereses.

### Fuente de financiamiento:

no recibió financiamiento.

Este es un artículo open access licenciado por Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0. Para conocer el alcance de esta licencia, visita <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>



Indizada en LILACS, Scielo y EBSCO; catálogo del sistema LATINDEX. Incorporada al Núcleo Básico Revistas Científicas Argentinas, CONICET

## Introducción

El agua es el componente principal del cuerpo humano. El agua metabólica, proveniente de los alimentos ingeridos es insuficiente para cubrir la demanda hídrica corporal (1). Mas del 60% del peso del cuerpo humano está constituido por agua, de la cual aproximadamente el 61% es intracelular y resto extracelular (2). Como consecuencia, para compensar las pérdidas y mantener un equilibrio hídrico adecuado, el consumo diario de agua vía alimentos y bebidas es esencial (3). La hidratación es un componente crítico de la nutrición y una gran cantidad de evidencia ha respaldado que la baja ingesta de líquidos o la hipohidratación (4-6) tiene efectos profundos tanto en el rendimiento físico como en el mental, consecuentemente el rendimiento deportivo se ve gravemente afectado (7).

Mantener un estado óptimo de hidratación durante el ejercicio difiere según el deporte, el tipo de actividad y la disponibilidad de líquidos (8). La hidratación óptima depende de muchos factores, pero generalmente se puede definir durante el ejercicio al evitar pérdidas superiores al 2-3% de la masa corporal, así como, la sobrehidratación (9). Sin embargo, no siempre las personas realizan un plan adecuado de hidratación, de realizarlo efectivamente se puede prevenir o limitar la deshidratación (10).

La hidratación de los soldados es un desafío logístico y fisiológico al que se enfrentan todos los ejércitos y combatientes. El requerimiento de agua del cuerpo humano aumenta con la carga de trabajo y las condiciones ambientales estresantes y no puede reducirse mediante el entrenamiento o la aclimatación (11). Estudios previos en entornos militares indican claramente que el estado de hidratación de los soldados no siempre es óptimo (12,13). Un estado de hidratación inadecuado en los militares puede tener consecuencias negativas en la preparación para el desempeño de los soldados y el éxito de la misión (14). Se ha demostrado que la hipohidratación

≥2% de la masa corporal afecta el rendimiento y la capacidad de resistencia en una variedad de modalidades y duraciones de ejercicio (5,15), lo que resulta ser contraproducente debido a que las tareas militares requieren una combinación única de esfuerzo físico y cognitivo en entornos impredecibles y estresantes. Las consecuencias del bajo rendimiento por hipohidratación pueden resultar catastróficas (16).

Los entornos de gran altitud conllevan un desafío fisiológico significativo y procesos patológicos que pueden poner en peligro la vida (17). El clima cambia progresivamente con el aumento de la altitud, caracterizado por la disminución de la presión barométrica y la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) inspirado, la disminución de la temperatura ambiente y una radiación solar ultravioleta más intensa (18). La exposición a la altura desencadena de forma aguda varios procesos fisiológicos, que pueden afectar el estado de los fluidos corporales (19). En altitudes moderadas de hasta 4000 msnm, la pérdida de agua por respiración puede aumentar a 1900 ml por día en hombres (20) y 850 ml por día en mujeres (21,22), llevando a una hipohidratación en altura (23). Además, los ambientes hipóxicos imponen desafíos únicos al sistema cardiovascular, particularmente durante el ejercicio, cuando hay una demanda adicional de oxígeno en un ambiente que está relativamente privado del mismo en comparación con el nivel del mar (24).

El despliegue rápido de tropas en entornos de gran altitud presenta problemas importantes (25), pues deben soportar numerosas tensiones fisiológicas (por ej., agotamiento del sustrato, deshidratación, daño muscular, estrés oxidativo) que pueden tener implicaciones para la salud tanto agudas como crónicas (26). Por otro lado, las funciones cognitivas pueden verse influenciadas negativamente por la altitud, por ejemplo, pérdida parcial de la visión, de la memoria a corto plazo, de la memoria espacial, de la velocidad/precisión motora, del tiempo de reacción complejo, de la toma de decisiones y la función cerebral (27,28).

Curiosamente, cada dominio puede verse influenciado negativamente por la hipohidratación con disminuciones independientes o sinérgicas en la capacidad cognitiva (29). La literatura reciente sugiere que incluso la deshidratación leve (una pérdida de agua corporal del 1 al 2%) puede afectar el rendimiento cognitivo (30).

La combinación de estos factores estresantes puede conducir a alteraciones fisiológicas graves y disminuir el rendimiento físico y militar en el campo de combate (31,32). Por lo que, realizar ejercicio en altitudes elevadas merece consideraciones especiales a la hora de determinar las necesidades de líquidos de los deportistas (8) y en especial en las tropas de montaña, debido a que, el estado de hidratación de los soldados tiene un impacto directo en el cumplimiento de la misión, la eficacia y la protección de la salud de la fuerza (33). Indudablemente, la población militar es vulnerable y está frecuentemente expuesta a un estado de hipo o deshidratación debido al constante entrenamiento físico, inesperados traslados para desempeñar sus funciones y cambios de zonas climáticas con poco tiempo de aclimatación (34), con períodos prolongados de actividad física casi continua (frecuentemente con un transporte de carga de más de 30 kg) (35,36). Teniendo en cuenta que, para los soldados, la pérdida de rendimiento puede tener ramificaciones críticas y aumenta el riesgo de lesiones o incluso la muerte, el uso de herramientas para evaluar y categorizar con precisión el estado de hidratación de los soldados en un entorno de campo puede ser una estrategia operativa que podría prevenir los déficits de rendimiento (33).

Las técnicas de laboratorio comúnmente utilizadas para evaluar el equilibrio de líquidos incluyen cambios en la masa corporal, la osmolalidad del plasma, la orina (la gravedad específica de la orina y el color de la orina) (38), la saliva y las lágrimas (39,40). Los métodos para evaluar la hidratación durante las operaciones militares o el entrenamiento de campo deben ser portátiles, fáciles de usar, rápidos y precisos.

Por ello, los métodos de campo más comúnmente reconocidos son la medición de los cambios de peso corporal, la evaluación del color de la orina y la medición de la gravedad específica de la orina (USG) (9,33). Además, debe tenerse en cuenta el control de la ingesta de líquidos, ya que es de gran importancia debido a la amenaza de una hidratación excesiva que ha mostrado efectos de disminución de la adaptación a la hipoxia (37) y riesgos de hiponatremia (41).

El objetivo general del estudio presentado fue evaluar el estado de hidratación de soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza, después de una actividad en la alta montaña. Se plantearon como objetivos específicos, determinar el porcentaje de pérdida de peso, conocer las estrategias de hidratación, medir la USG y conocer la percepción de sed. El propósito de la investigación fue colaborar con la conducción de la fuerza militar en el mantenimiento de la salud de su personal a los efectos de evitar o disminuir las bajas que se pueden producir en las tropas de montaña del Ejército Argentino.

## Materiales y método

Se realizó un diseño longitudinal, descriptivo y de observación. Se buscó observar a los soldados antes y durante una de sus actividades en la alta montaña, para luego medir el grado de asociación que se exige entre las variables. La población de estudio abarcó a los soldados pertenecientes al Ejército Argentino, la unidad de análisis que se seleccionó fueron los soldados pertenecientes a la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: ser soldados masculinos pertenecientes a la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza, expresar el consentimiento informado para participar en

el estudio. Se excluyeron aquellos que tenían indicación de consumir medicamentos que induzcan la pérdida de líquidos como diuréticos, antiácidos, corticoides, antibióticos, entre otros. Se eliminaron los que no completaron toda la encuesta o no terminaron la actividad.

El estudio se llevó a cabo en una posta atlética que consistía en una marcha en ruta de 40 km. Esta actividad militar consiste en una marcha rápida de montaña con uniforme de combate de dotación de la fuerza (bombacha de combate, borceguís, remera y una mochila de hidratación). La actividad inició a una altitud aproximada de 2800 msnm para finalizar en Uspallata, a 2039 msnm. Las condiciones meteorológicas fueron a una temperatura ambiente inicial de 7°C y 15°C como temperatura final, con un índice UV de 2, vientos del sector sureste de 3,2 km/h. La marcha rápida se llevó a cabo por el valle del río Mendoza, de oeste a este, por momentos a orillas de la ruta nacional 7 y en otros a campo traviesa, se utilizaron los puentes de vialidad para el cruce del río y túneles existentes. El desnivel entre Inca y Penitentes fueron de 200 m negativos, en Punta de vaca se cruzó la cota de 2400 m, sumando 200 m negativos, luego de Polvaredas, la pendiente es suave perdiendo hasta Uspallata otros 350 m de desnivel negativo. Cabe aclarar que, como todo terreno montañoso si bien la cota general marca un descenso, existen lugares llanos y lugares con desniveles positivos alcanzando esto hasta 100 m, esto ocurre principalmente entre Puente del Inca y Polvaredas. En total, la duración de la actividad fue de 7 horas y 30 minutos.

La recolección de datos se registró mediante una hoja de registro, en la que se plasmaron datos como identificación, edad, tipo de líquido consumido, los datos que se tomaron pre - actividad y post - actividad son los siguientes: masa corporal (kg), USG, escala de sensación de sed, peso de la mochila de hidratación. Estos datos se obtuvieron a través de los siguientes procedimientos:

**Masa corporal.** La medición de la masa corporal se registró en kilogramos y se tomó en una balanza digital de marca *Creation*, modelo CR-2005D, en la cual el soldado se colocaba con su uniforme de combate y sin la mochila de hidratación.

Una vez obtenidos los pesos pre y post actividad se calculó el porcentaje de pérdida de peso. Los puntos de corte empleados fueron: dentro de lo esperado y sin impacto en el rendimiento (0-1%); dentro de lo aceptable y con impacto leve en el rendimiento (1-2%); desaconsejado y con impacto significativo sobre el rendimiento (>2%) (42).

**Cantidad y tipo de líquido.** Se evaluó el consumo de líquidos mediante el pesaje de la mochila de hidratación, pre y post actividad. La balanza que se utilizó fue la misma con la que se midió el peso corporal de los participantes. Además, se les preguntó el tipo de líquido consumido (43).

**Gravedad específica urinaria (USG).** Para la medición de la USG se utilizó un refractómetro marca ATC modelo RHC-32, el cual mide la concentración de sólidos disueltos en la orina, principalmente una medida de sales excretadas en la orina final. Se recolectaron muestras de orina pre y post actividad, en frascos estériles. La primera micción del día se clasificó como muestra 1 (pre-actividad) y muestra 2 (post-actividad). Se tomaron los puntos de corte establecidos por la Posición de la Academia de Nutrición y Dietética, Dietistas de Canadá y el Colegio Americano de Medicina Deportiva, Nutrición y Rendimiento Atlético (2016), esta organización estipula como euhidratado (<1,025 g/L), hipohidratado (1,026-1,029 g/L), hipohidratado severo (>1,030 g/L) (44).

**Percepción subjetiva de sed.** Se evaluó utilizando una escala Likert de sensación de sed mediante “no tengo sed”, “un poco sediento”, “moderadamente sediento”, “mucho sed”, “mucho, mucho sed”. Esta tabla es ampliamente utilizada por investigadores (45).

### Limitaciones

Al ser una actividad militar en campo, no se pudo medir a la población con la mínima cantidad de ropa como sugieren los estudios para evaluar la masa corporal, sin embargo, el uniforme de combate se pesó posteriormente y se restó del peso corporal tomado en el campo. Otra limitación fue el hecho de pedir la muestra de orina antes de pesar a los soldados, puesto que no se tuvo en cuenta que la pérdida de orina provoca una sobreestimación de la pérdida de masa corporal (46).

### Análisis estadístico

El software utilizado para el análisis estadístico fue la planilla de cálculo Excel 2013, provisto por la Universidad Maimónides.

Las variables cualitativas se expresaron en porcentaje, las cuantitativas mediante medidas descriptivas como la media y el desvío estándar. El análisis estadístico para variables cualitativas se realizó con la prueba  $\chi^2$  y con el intervalo de confianza del 95% de la razón de prevalencia (RP). Las variables cuantitativas se compararon mediante la prueba t-Student. Todas las comparaciones se llevaron a cabo con un nivel de significación  $\alpha$  del 5% (0,05).

### Resultados

Se evaluaron en total 98 soldados masculinos, de los cuales se eliminaron 11 soldados por no

completar la misión, por lo que la muestra final se conformó por 87 soldados. En relación con la edad de la muestra, la media fue de  $26,9 \pm 6,23$  años con un valor mínimo de 18 años y un valor máximo de 46 años.

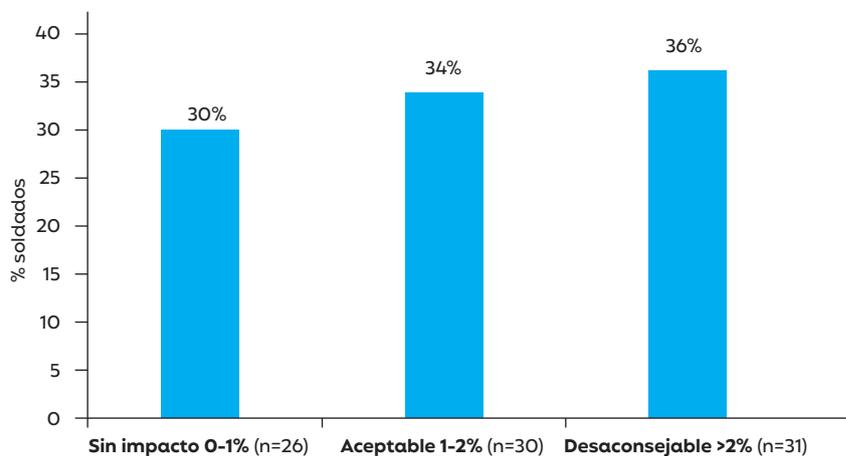
Al evaluar a la población según el porcentaje de pérdida de peso, se observó una media de pérdida de peso de  $1,34 \pm 1,29$  kg, la diferencia relativa referida al peso inicial medio fue de  $1,74 \pm 1,43\%$ , dando una diferencia significativa al finalizar la actividad ( $p < 0,00$ ). El 64% de los soldados logro mantener la pérdida de peso dentro de lo recomendado (Figura 1).

En cuanto a las estrategias de hidratación, el 96,5% de la población refirió que solo se hidrataría con agua, el 2,3% con agua y una bebida isotónica, 1,1% solo con una bebida isotónica. En la tabla 1, se detallan las cantidades de líquidos de la muestra previo al inicio de la actividad, consumidos y sobrante.

Al inicio de la actividad, los soldados llevaban una media de  $2,9 \pm 1,2$  L de líquidos para hidratarse durante a actividad (Tabla 2). Al terminar la actividad, la población evaluada había consumido un promedio de  $1,2 \pm 0,82$  L, con un consumo máximo de 4 L y un mínimo de 0 ml consumidos (Tabla 3).

En relación a la USG de los soldados, la media fue de  $0,009 \pm 0,035$  g/L, por lo que existe una diferencia significativa de los valores de densidad

**Figura 1.** Porcentaje de los soldados de tropas de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza según la pérdida de peso después de la actividad en la alta montaña (n=87).



**Tabla 1.** Cantidad de líquidos consumidos por los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza, en distintos momentos de la actividad en la alta montaña.

Cantidad de líquidos	Media ( $\pm$ DE)	Moda	Mínimo	Máximo	Rango
<b>Total previo a la actividad (L)</b>	2,9 ( $\pm$ 1,18)	3	1,5	6,0	4,5
<b>Total consumido (L)</b>	1,3 ( $\pm$ 0,74)	1,5	0,5	4,0	3,5
<b>Total sobrante (L)</b>	1,6 ( $\pm$ 1,67)	1,0	0,0	6,0	8,0

DE: desvío estándar; L: litros

**Tabla 2.** Distribución de los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza según la cantidad de líquidos que consideraron necesario para la actividad en la alta montaña.

Total líquidos (litros)	Cantidad personas	Porcentaje
1,5	16	18%
2,0	16	18%
2,5	5	6%
3,0	29	33%
3,5	3	3%
4,0	7	8%
5,0	8	9%
6,0	3	3%
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100%</b>

**Tabla 3.** Distribución de los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza según la cantidad de líquidos consumidos durante la actividad en la alta montaña.

Líquidos consumidos (litros)	Total personas	Porcentaje
No consumió	11	13%
$\leq$ 0,5	19	22%
1,0 a 1,5	17	20%
1,5	21	24%
2,0	14	16%
2,5	2	2%
3,0	1	1%
4,0	2	2%
<b>Total general</b>	<b>87</b>	<b>100%</b>

urinaria entre el momento antes y después de la actividad ( $p < 0,005$ ). En la figura 2 se observa el estado de hidratación pre y post actividad.

En cuanto a la percepción subjetiva de la sed de los soldados, se observó un aumento en la sensación de sed al finalizar la actividad en la alta montaña. Sin embargo, los resultados mostraron que no existe una diferencia significativa entre el antes y después de la actividad. Los resultados se presentan en la figura 3.

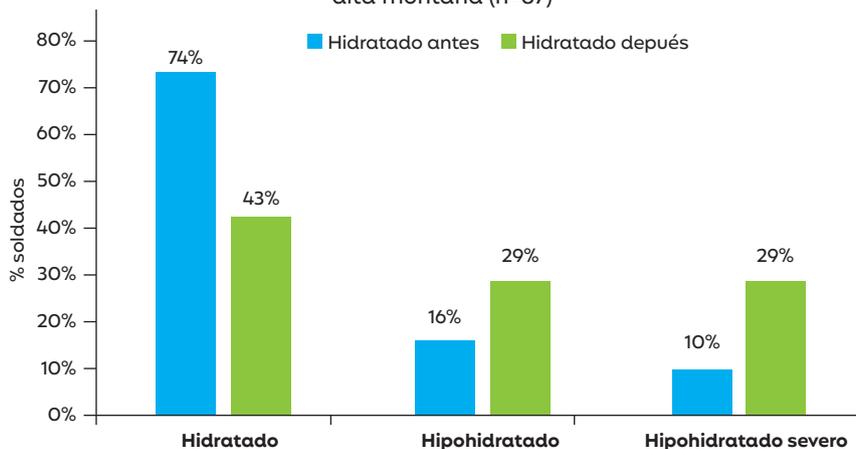
Existe un grado de asociación entre los niveles altos de densidad urinaria y una mayor pérdida de peso corporal al finalizar la actividad, según la prueba de Chi cuadrado ( $p = 0,047$ ) (Tabla 4). La prevalencia de pérdida de peso  $>2\%$  en el grupo clasificado como "Hidratado" post actividad por USG fue del 22% y el grupo hidratado, pero sin pérdida de peso fue de 78% vs el grupo deshidratado ("Hipohidratado"

e "Hipohidratado severo") con pérdida de peso  $>2\%$  post actividad fue del 44% y el grupo hidratado, pero sin pérdida de peso fue el 56% (IC 95% RP 20,4%), ( $p = 0,043$ ). En la Tabla 5 se puede observar que a mayor deshidratación según la USG aumenta el porcentaje de personas con pérdida de peso.

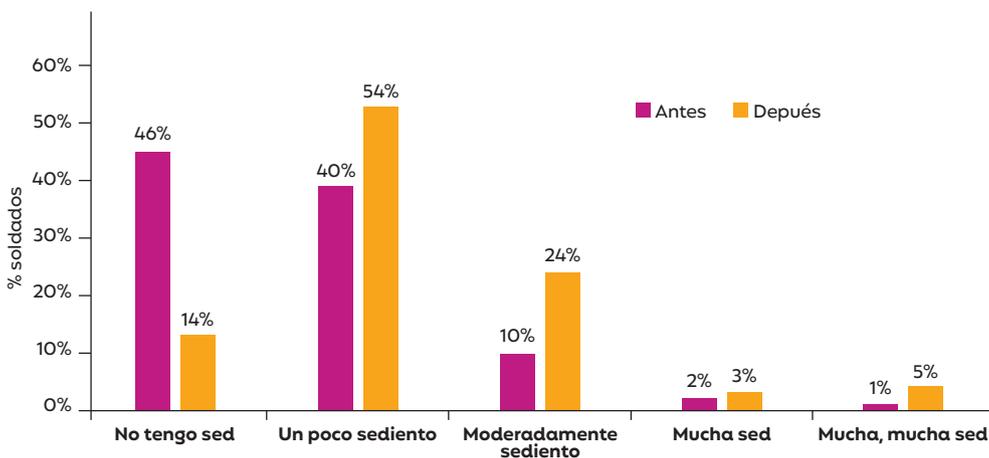
Con relación a una mayor ingesta de líquidos, no hay una correlación en cuanto a una menor variación en los niveles de densidad urinaria y una menor pérdida de peso corporal de los soldados de tropa de montaña del Ejército Argentino ( $p = 0,24$ ) (Tabla 6).

En cuanto a la percepción subjetiva de la sed y la pérdida de peso corporal, no existe una correlación entre una mayor pérdida de peso de los soldados de tropa de montaña del Ejército Argentino con respecto a una mayor percepción subjetiva de sed ( $p = 0,21$ ) (Tabla 7).

**Figura 2.** Distribución porcentual de los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza según el estado de hidratación por la gravedad específica de la orina, antes y después de la actividad en la alta montaña (n=87)



**Figura 3.** Distribución porcentual de los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza según la percepción subjetiva de la sed referida antes y después de la actividad en la alta montaña (n=87).



**Tabla 4.** Relación entre el estado de hidratación medido por la gravedad específica urinaria (USG) y la pérdida de peso corporal de los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza después de la actividad en la alta montaña (n=87).

Estado de hidratación post actividad (USG)	Pérdida peso >2%		Total general
	Si n (%)	No n (%)	
Hidratado	8 (7%)	29 (33,3%)	37 (42,6%)
Hipohidratado	10 (11,5%)	15 (17,2%)	25 (28,7%)
Hipohidratado severo	13 (14,9%)	12 (13,8%)	25 (28,7%)
<b>Total general</b>	<b>31 (35,6%)</b>	<b>56 (64,6%)</b>	<b>87 (100%)</b>

**Tabla 5.** Prevalencia de la pérdida de peso >2% en el grupo clasificado como "Hidratado" post actividad vs. la del grupo deshidratado ("Hipohidratado" e "Hipohidratado severo") en los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino después de la actividad en la alta montaña.

Pérdida peso >2%	Estado de hidratación post actividad (USG)		
	Si n (%)	No n (%)	Total general
Si	8 (9,2%)	22 (25,2%)	30 (34,4%)
no	29 (33,3%)	28(32,2%)	57 (65,6%)
<b>Total general</b>	37 (42,5%)	50 (57,4%)	87 (100%)

USG: gravedad específica urinaria

**Tabla 6.** Densidad urinaria, consumo de líquidos y pérdida de peso corporal en los soldados de la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino después de la actividad en la alta montaña (n=87).

	Estado de hidratación según USG			Total general
	Hidratado	Hipohidratado	Hipohidratado Severo	
Diferencia promedio densidad urinaria	0,004 g/L	0,006 g/L	0,021 g/L	0,009 g/L
DE de Densidad Urinaria Diferencia	±0,006 g/L	±0,005 g/L	±0,064 g/L	±0,035 g/L
Hidratación post actividad (n soldados)	37	25	25	87
Promedio de ingesta de líquidos	1,16 L	1,02 L	1,34 L	1,17 L
DE de ingesta de líquidos	±0,85 L	±0,82 L	±0,80 L	±0,83 L
Promedio de Diferencia de Peso	1,14 hg	1,32 hg	1,68 hg	1,35 hg
DE de Diferencia de Peso	±1,05 hg	±0,72 hg	±1,90 hg	±1,29 hg

USG: gravedad específica urinaria; DE: desvío estándar

**Tabla 7.** Relación entre la sensación de sed referida y la pérdida de peso corporal de los soldados la Brigada de Montaña VIII del Ejército Argentino con asiento en Mendoza después de la actividad en la alta montaña (n=87).

Sensación de sed post actividad	Pérdida peso >2%		Total general
	Si n (%)	No n (%)	
Sin sed	5 (5,8%)	7 (8,1%)	12 (13,9%)
Un poco sediento	19 (22,1%)	27 (31,4%)	46 (53,5%)
Moderadamente sediento	4 (4,6%)	17 (19,8%)	21 (24,4%)
Mucha sed	1 (1,2%)	2 (2,3%)	3 (3,5%)
Mucha mucha sed	1 (1,2%)	3 (3,5%)	4 (4,6%)
<b>Total</b>	30 (34,9%)	56 (65,1%)	86 (100%)

## Discusión

Las tropas de montaña realizan diversas actividades, todas ellas de distinta duración. En el caso estudiado, ejecutaron una actividad de muy

corta duración (menos de 8 horas) que incidió en los parámetros evaluados además que se trata de personas entrenadas en el ambiente geográfico y en las condiciones meteorológicas del día del desarrollo de la actividad. Sin embargo, al terminar

la actividad, 34% de los soldados de tropa de montaña del Ejército Argentino presentaron una pérdida de peso corporal entre el 1 y 2%, un 36% sufrió pérdidas de >2% en su peso corporal. No se encontró asociación estadísticamente significativa entre la ingesta de líquidos, la variación de los niveles de USG y la masa corporal. Al comenzar la actividad, 64 soldados estaban euhidratado. Al finalizar la actividad, solo 37 soldados no se deshidrataron según los valores de USG.

En un estudio realizado en militares, en el cual, el objetivo principal fue evaluar el efecto del protocolo de reposición de líquidos ad libitum vs. restringido sobre los marcadores de hidratación y el desempeño en tareas militares mediante una marcha en ruta de más 16 km, los resultados con respecto a la ingesta media total de líquidos en el grupo ad libitum fue de  $2,1 \pm 0,9$  L. En cuanto a la USG y osmolaridad urinaria (UOsm) no hubo diferencias significativas en la orina antes o después del ejercicio, en relación con la variable de masa corporal perdieron una media de  $1,05 \pm 0,77$  kg; (1,5% pérdida de peso) (47). En el estudio de Nolte, H, *et al.* (48) realizaron una marcha de 14,6 km con una ingesta media total de líquidos ad libitum de  $2,1 \pm 1,4$  L. durante el ejercicio, no hubo cambios significativos en USG y UOsm en ninguno de los sujetos a pesar de una pérdida de masa corporal promedio significativa de  $1,3 \pm 0,5$  kg. En el presente estudio, los resultados difieren con los previos presentados en cuando a la ingesta media de líquidos ad libitum que fue de  $1,3 \pm 0,7$  L en una marcha en ruta de 40 km. Además, hubo una diferencia significativa en relación con la USG después de la actividad, el 42% de la muestra no logró mantenerse euhidratado durante la actividad. En el estudio de De Bry W, *et al.* (14), después de realizar una actividad militar la pérdida de peso corporal fue de una media que osciló entre 1,3 y 1,7 kg, similar a la pérdida de masa corporal del presente estudio donde los resultados dieron una media de  $1,3 \pm 1,29$  kg (1,7% pérdida de peso).

En la publicación de Fernández PR, *et al.* (49), se realizó un estudio de rehidratación posterior al ejercicio en 30 militares (a través de una marcha militar de 3 km, en tiempo promedio de 40 minutos). El primer hallazgo del estudio fue la cantidad de individuos deshidratados antes de comenzar la marcha (n=21). En el presente estudio, los resultados no fueron similares, antes de comenzar la actividad el 16% (n=14) estaba hipohidratado y un 10% (n=9) hipohidratado severo según la USG. En cambio, al terminar la actividad, la cantidad de individuos deshidratados fue de 58% (n=50).

Otro estudio en el que se investigó el estado de hidratación y composición corporal de tres grupos militares se confirmó que el estado de hidratación no siempre es óptimo durante el entrenamiento en militares (14). Los resultados de las mediciones para la variable USG que clasificaron como deshidratados fueron para el 45,9% en el grupo de fuerzas especiales, 13,6% en Chasseurs Ardennais y 34,9% en los reclutas; solo el 5,4% de las mediciones del grupo de fuerzas especiales, el 27,3% para el grupo de Chasseurs Ardennais y el 12,7% para los reclutas se clasificaron como bien hidratados. Al finalizar el estudio, solo el 14,9% del total de los grupos clasificaron como gravemente deshidratados. En comparación con el presente estudio, 29% se clasificaron como hipohidratados y 29% hipohidratados severos, solo el 45% logró permanecer hidratados después del trabajo.

Finalmente, respecto a la variable de percepción de sed, en el estudio de Muth T, *et al.* (50) utilizaron la escala de sed autoinformada donde los participantes estaban satisfaciendo la sed durante las sesiones de entrenamiento. Los resultados fueron una disminución de ~27% en el nivel de sed antes y después del entrenamiento en los hombres, es decir, los atletas terminaron el entrenamiento con menos sed que antes del entrenamiento. Estos resultados difieren con el presente estudio, ya que, los participantes al finalizar la actividad presentaron un aumento

en los niveles de sed respecto a los valores que tuvieron antes de comenzar la actividad. Solo el 14% de la muestra (n=87) permaneció en la escala “no tengo sed”. En el estudio de Armstrong LE, *et al.* (51) indicaron que una calificación entre 3 y 5 se usa para identificar hipohidratación leve. Según estos criterios, el 50% de la población comenzó la actividad estando hipohidratado leve y al finalizar la actividad, ese porcentaje aumentó a un 28% más.

## Conclusiones

Se recomienda mantener un adecuado estado de hidratación para las personas que realizan actividades físicas en la altitud y más aún, en los soldados, dado que los desequilibrios de líquidos y electrolitos son comunes entre el personal militar debido a que realizan actividades con alta exigencia física durante periodos prolongados en un ambiente geográfico con poca disponibilidad de agua, climas muy secos y fríos, y así,

evitar bajas prematuras. Desde la perspectiva de las políticas de salud del personal militar, es conveniente y sensato establecer una pauta de consumo mínimo y garantizar la disponibilidad de líquidos (52).

Al desarrollar el presente estudio, pudo observarse como limitación la escasez de estudios y publicaciones previas realizadas en poblaciones semejantes a la investigada. Considerando los vacíos teóricos que existen en torno a la temática abordada, no se pudo realizar una discusión más extensiva y pone de manifiesto la necesidad de realizar más estudios en el personal militar buscando dar respuesta a las interrogantes para las actividades militares en la alta montaña.

## Agradecimientos

Al Ejército Argentino, en especial al Sr. General Don Marcelo Tames Yapur y a todo el personal a sus órdenes por colaborar en la realización del proyecto.

## Referencias bibliográficas.

1. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64(2): 115–23. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2009.111>
2. Latham Michael C. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Food and Agricultura Organization of the United Nations. Parte II: Nutrición básica. (Revisado el 25 de agosto del 2023). Disponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0c.htm>
3. Carmuega, E. Hidratación saludable. - 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil - CESNI, 2015. E-Book. ISBN 978-950-99708-4-7
4. Seal AD, Suh H-G, Jansen LT, Summers LG, Kavouras SA. Análisis en Investigación Nutricional. En H y. S, Pounis G, editores. Vol. 11. Londres, Reino Unido: Prensa Académica; 2019.
5. Adams JD, Scott DM, Brand NA, Suh H-G, Seal AD, McDermott BP, et al. Mild hypohydration impairs cycle ergometry performance in the heat: A blinded study. *Scand J Med Sci Sports* 2019; 29(5): 686–95. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.13386>
6. Chevront SN, Kenefick RW. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr Physiol* 2014; 4(1): 257–85. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c130017>

7. Maughan RJ, Meyer NL. Hydration during intense exercise training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2013; 76: 25–37. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1159/000350225>
8. Belval LN, Hosokawa Y, Casa DJ, Adams WM, Armstrong LE, Baker LB, et al. Practical hydration solutions for sports. *Nutrients* 2019; 11(7):1 550. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu11071550>
9. McDermott BP, Anderson SA, Armstrong LE, Casa DJ, Cheuvront SN, Cooper L, et al. National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for the physically active. *J Athl Train* 2017; 52(9): 877–95. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>
10. Peniche ZC, Moreno BB. *Nutrición Aplicada al Deporte. Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A, Piso 17, Col. Desarrollo Santa Fe, Delegación Álvaro Obregón C. P. 01376, México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana editores, S. A. de C. V.; 2011.*
11. Kirk J. Advanced hydration systems for soldiers: the example of the US Army. En: *Advances in Military Textiles and Personal Equipment.* Elsevier; 2012. p. 306–16.
12. Blacker SD, Horner FL, Brown PI, Linnane DM, Wilkinson DM, Wright A, et al. Health, fitness, and responses to military training of officer cadets in a Gulf Cooperation Council country. *Mil Med* 2011; 176(12): 1376–81. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7205/milmed-d-11-00166>
13. Duarte AF, Morgado JJM. Effects of patrol operation on hydration status and autonomic modulation of heart rate of Brazilian peacekeepers in Haiti. *J Strength Cond Res* 2015; 29 (Suppl 11): S82-7. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000001065>
14. De Bry W, Mullie P, D'Hondt E, Clarys P. Dietary intake, hydration status, and body composition of three Belgian military groups. *Mil Med* 2020; 185(7–8): e1175–82. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/milmed/usaa061>
15. Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17(4): 456–61. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-198508000-00009>
16. O'Leary TJ, Wardle SL, Greeves JP. Energy Deficiency in Soldiers: The Risk of the Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport Syndromes in the Military. *Front Nutr.* 2020 Aug 25; 7: 142. doi: 10.3389/fnut.2020.00142. PMID: 32984399; PMCID: PMC7477333.
17. Mellor A, Bakker-Dyos J, Howard M, Boos C, Cooke M, Vincent E, et al. The British Services Dhaulagiri Medical Research Expedition 2016: a unique military and civilian research collaboration. *J R Army Med Corps* 2017; 163(6): 371–5. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/jramc-2016-000700>
18. Burtscher M, Gatterer H, Burtscher J, Mairbörl H. Extreme terrestrial environments: Life in thermal stress and hypoxia. A narrative review. *Front Physiol* 2018; 9: 572. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2018.00572>
19. Butterfield G. E. Nutrient requirements at high altitude. *Clinics in sports medicine*, 1999; 18(3), 607–viii. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70171-x](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70171-x)
20. Butterfield GE, Gates J, Fleming S, Brooks GA, Sutton JR, Reeves JT. Increased energy intake minimizes weight loss in men at high altitude. *J Appl Physiol* 1992; 72(5): 1741–8. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1992.72.5.1741>
21. Mawson JT, Braun B, Rock PB, Moore LG, Mazzeo R, Butterfield GE. Women at altitude: energy requirement at 4,300 m. *J Appl Physiol* 2000; 88(1): 272–81. (Revisado el 25 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.272>
22. Mitchell JW, Nadel ER, Stolwijk JA. Respiratory weight losses during exercise. *J Appl Physiol* 1972; 32(4): 474–6. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1972.32.4.474>
23. Koehle MS, Cheng I, Sporer B. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: athletes at high altitude: Athletes at high altitude. *Clin J Sport Med* 2014; 24(2): 120–7. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/JSM.0000000000000024>
24. Cornwell WK 3rd, Baggish AL, Bhatta YKD, Brosnan MJ, Dehnert C, Guseh JS, et al. Clinical implications for exercise at altitude among individuals with cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association: A scientific statement from the American Heart Association. *J Am Heart Assoc* 2021; 10(19): e023225. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.121.023225>

25. Mellor A, Woods D. Physiology studies at high altitude; why and how. *J R Army Med Corps* 2014; 160(2): 131–4. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/jramc-2013-000206>
26. Hew-Butler T, Loi V, Pani A, Rosner MH. Exercise-associated hyponatremia: 2017 update. *Front Med (Lausanne)* 2017; 4: 21. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2017.00021>
27. Virués-Ortega J, Buela-Casal G, Garrido E, Alcázar B. Neuropsychological functioning associated with high-altitude exposure. *Neuropsychol Rev [Internet]*. 2004; 14(4): 197–224. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11065-004-8159-4>
28. Ainslie PN, Wilson MH, Imray CHE. Cerebral Circulation and Brain. En: *High Altitude*. New York, NY: Springer New York; 2014. p. 141–70.
29. Nuccio RP, Barnes KA, Carter JM, Baker LB. Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Med* 2017; 47(10): 1951–82. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-017-0738-7>
30. Riebl SK, Davy BM. The hydration equation: Update on water balance and cognitive performance: Update on water balance and cognitive performance. *ACSMs Health Fit J* 2013; 17(6): 21–8. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/FIT.Ob013e3182a9570f>
31. Friedl KE. Military applications of soldier physiological monitoring. *J Sci Med Sport* 2018; 21(11): 1147–53. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2018.06.004>
32. Henning PC, Park B-S, Kim J-S. Physiological decrements during sustained military operational stress. *Mil Med* 2011; 176(9): 991–7. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7205/milmed-d-11-00053>
33. Heilesen, J. L., & Jayne, J. M. Validity of digital and manual refractometers for measuring urine specific gravity during field operations: A brief report. *Military Medicine*, 2019; 184(11–12): e632–e636. (Revisado el 24 de agosto del 2023) <https://doi.org/10.1093/milmed/usz082>
34. Rogers R, Cole R. Hydration Status in US Military Officer Students. *US Army Med Dep J*. 2016 Jan–Mar;24–9. PMID: 26874093.
35. Drain J, Billing D, Neesham-Smith D, Aisbett B. Predicting physiological capacity of human load carriage – a review. *Appl Ergon* 2016; 52: 85–94. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.07.003>
36. Looney DP, Santee WR, Blanchard LA, Karis AJ, Carter AJ, Potter AW. Cardiorespiratory responses to heavy military load carriage over complex terrain. *Appl Ergon* 2018; 73: 194–8. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2018.07.010>
37. Michalczyk M, Czuba M, Zydek G, Zajac A, Langfort J. Dietary Recommendations for Cyclists during Altitude Training. *Nutrients* 2016; 8(6) :377. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu8060377>
38. Seal AD, Suh H-G, Jansen LT, Summers LG, Kavouras SA. Análisis en Investigación Nutricional. En H y, S, Pounis G, editores. Vol. 11. Londres, Reino Unido: Prensa Académica; 2019.
39. Fortes MB, Diment BC, Di Felice U, Gunn AE, Kendall JL, Esmaelpour M, et al. Tear fluid osmolarity as a potential marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(8): 1590–7. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.Ob013e31820e7cb6>
40. Chevront SN, Fraser CG, Kenefick RW, Ely BR, Sawka MN. Reference change values for monitoring dehydration. *Clin Chem Lab Med* 2011; 49(6): 1033–7. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1515/CCLM.2011.170>
41. Hoffman MD, Hew-Butler T, Stuenkel KJ. Exercise-associated hyponatremia and hydration status in 161-hm ultramarathoners. *Med Sci Sports Exerc*. 2013 Apr;45(4):784–91. doi: 10.1249/MSS.Ob013e31827985a8. PMID: 23135369.
42. McCartney D, Desbrow B, Irwin C. The effect of fluid intake following dehydration on subsequent athletic and cognitive performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open* 2017; 3(1): 13. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-017-0079-y>
43. Gallego JG, Collado PS, Verdú JM. Nutrición en el deporte: ayudas ergogénicas y dopaje. Ediciones Díaz de Santos; 2006.
44. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet* 2016; 116(3): 501–28. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>

45. Engell DB, Maller O, Sawha MN, Francesconi RN, Drolet L, Young AJ. Thirst and fluid intake following graded hypohydration levels in humans. *Physiol Behav* 1987; 40(2): 229–36. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384\(87\)90212-5](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384(87)90212-5)
46. Cheuvront, S. N., Haymes, E. M., & Sawka, M. N. Comparison of sweat loss estimates for women during prolonged high-intensity running. *Medicine and science in sports and exercise*, 2002; 34(8): 1344–1350. (Revisado el 24 de agosto del 2023) <https://doi.org/10.1097/00005768-200208000-00017>
47. Nolte HW, Noakes TD, Nolte K. Ad libitum vs. restricted fluid replacement on hydration and performance of military tasks. *Aviat Space Environ Med* 2013; 84(2): 97–103. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3357/ASEM.3378.2013>
48. Nolte, H., Noakes, T. D., & Van Vuuren, B. Ad libitum fluid replacement in military personnel during a 4-h route march. *Medicine and science in sports and exercise*, 2010; 42(9): 1675–1680. (Revisado el 24 de agosto del 2023) Disponible en: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d6f9d0>
49. Fernández, P. R., Fernández, F. F., & Aguilera, C. Comparación entre hidratación con leche chocolatada descremada y bebida deportiva posterior al ejercicio físico en militares. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 2017; 46(2): 124–134.
50. Muth T, Pritchett R, Pritchett K, Depaepe J, Blank R. Hydration status and perception of fluid loss in male and female university rugby union players. *Int J Exerc Sci*. 2019; 12(3): 859–70.
51. Armstrong LE, Johnson EC, Kunces LJ, et al. Beber hasta la sed versus beber ad libitum durante el ciclismo de ruta. *Tren J Athl*. 2014; 49: 624–31.
52. Poon BH, Prakaash S, Teo YS, Fan PW, Wei Lee JK. Thermal strain and fluid balance during a 72-km military route march in a field setting. *Singapore Med J*. 2022; 63(9): 497-502. doi: 10.11622/smedj.2021053. Epub 2021 Apr 19. PMID: 34005849; PMCID: PMC9678143.

Samira Parrucci  <https://orcid.org/0000-0001-5769-913X>

Roxana Noemí Guida  <https://orcid.org/0009-0005-4580-2490>

**Como citar:**

Parrucci S, Guida RN. Influencia de la altitud y el estado de hidratación en los soldados de la VIII Brigada de Montaña al nivel de alta montaña  
*DIAETA (B.AIRES)* 2023; 41: e2304106