

**ESTUDIO DEL VO<sub>2</sub> MÁX EN SOLDADOS ENTRENADOS EN MENOS DE 500 MS.N.M Y MÁS DE 2000 MS.N.M**

**VO<sub>2</sub> MAX STUDY IN TRAINED SOLDIERS AT LESS THAN 500 MASL AND MORE THAN 2000 MASL**

M.Sc. Paul Ernesto Rivadeneyra Carranza. Capt\*. Tél: +593 983523456 Email: [rivadeneyra.1977@hotmail.com](mailto:rivadeneyra.1977@hotmail.com) ; Teléfono:

Dr.C. Santiago Calero Morales\*\*. Email: [sscalero@espe.edu.ec](mailto:sscalero@espe.edu.ec)

Ph.D. Humberto Aníbal Parra Cárdenas. Tcrnl. \*\*. Email: [haparra@espe.edu.ec](mailto:haparra@espe.edu.ec)

*\*Federación Deportiva Militar Ecuatoriana. Ecuador*

*\*\*Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador*

**RESUMEN**

**Introducción:** El entrenamiento en la altura suele ser un potenciador y optimizador del consumo de oxígeno, por ello el estudio del rendimiento físico en distintas alturas puede establecer algunos supuestos relacionados con la toma de decisiones acertadas.

**Objetivo:** El presente artículo demuestra la diferencia que existe al realizar una preparación física a menos de 500 metros sobre el nivel del mar y realizar la misma actividad a más de 2000 metros de altura en militares. **Métodos:** Se aplica el test de las dos millas a la mayoría de los militares del ejército Ecuatoriano, quienes se evalúan con la prueba de 3219 metros dos veces al año en las diferentes regiones del país (Costa y Sierra). Los soldados estudiados mantienen una preparación física sistemática y relativamente igual en todas las regiones geográficas existentes en el país, siendo parte fundamental de su desempeño profesional. Se estudia una muestra de 26.000 soldados, recolectando los datos en el mes de junio y noviembre del 2015. **Resultados:** Se demuestra que los militares de la costa presentan mejor rendimiento aeróbico en términos de media aritmética que los militares de la sierra (13:50:15 y 14:10:01 respectivamente), aunque no existieron diferencias significativas ( $p=0,940$ ). **Conclusiones:** Se demuestra la existencia de un efecto similar del entrenamiento aeróbico, independientemente de los metros sobre el nivel del mar en que viven los militares.

**Palabras clave:** Test de las dos millas, resistencia aeróbica, consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> Máx), Militares, entrenamiento en altura, presión atmosférica.

**ABSTRACT**

**Introduction:** Altitude training often stimulates and improves the oxygen consumption, for that reason, the study of the physical performance at different altitudes can establish some assumptions related to correct decisions. **Objective:** The present paper shows the difference of soldiers physical training at less than 500 meters over the sea level and the same activity at over 2 000 meters. **Methods:** It is applied the two-mile run test to most of the military of the Ecuadorian army, who are evaluated under the 3219 meter test twice a year in different regions of the country (coast and mountain range). The military studied keep a systematic physical training and relatively equal in all the geographic regions of the country, being an essential part of their professional performance. The sample of the study is made up by 26 000 soldiers, collecting data from June to November 2015. **Results:** It is demonstrated that the militaries of the coast have a better aerobic performance in terms of arithmetic mean than those from the sierra (mountain range) (13:50:15 and 14:10:01 respectively) although there are no significant differences ( $p=0,940$ ). **Conclusions:** The study demonstrated the existence of a similar effect of aerobic training, regardless of the meters over the sea level the militarys live in.

**Keywords:** two-mile run test, aerobic resistance, maximum oxygen consumption ( $VO_2$  Max), militaries, altitude training, atmospheric pressure.

## **INTRODUCCIÓN**

Terrados, Mizuno, & Andersen<sup>1</sup>, demostraron a partir de la simulación en una cámara hiporbárica, que los entrenamientos con deportistas entre los 900-1200m y los 1500m, al sufrir un aumento de la presión atmosférica se reducían gradualmente los valores de VO<sub>2</sub>Máx. Otros estudios de laboratorio con cámaras hiporbáricas que imitaron los efectos de alturas entre 4000-8000m demostraron una disminución en la producción cardiaca con el ejercicio máximo<sup>2</sup>, por lo tanto, a medida que las personas ascienden a mayores altitudes terrestres o son expuestas a otras condiciones hipóxicas, el VO<sub>2</sub> máx disminuye<sup>3-5</sup>.

Por consiguiente, en otras investigaciones se determinó que el entrenamiento de alta intensidad, por ejemplo en nadadores, con hipoxia simulada a una altura de 2500m sobre el nivel del mar, mejora el rendimiento en el llano<sup>6-8</sup>, y que el entrenamiento de fuerza realizado en condiciones de hipoxia mejora el rendimiento anaeróbico<sup>9</sup>.

En ese sentido, autores como Cardle, Katch, & Katch<sup>10</sup>, entre otros<sup>7-13</sup> mencionaron la existencia de cambios notables con los entrenamientos aeróbicos, tales como el aumento del tamaño y número de mitocondrias y enzimas aeróbicas, el incremento del nivel de hemoglobina en sangre, y una mejor oxidación de grasas y carbohidratos. Estos cambios se orientaron en sentido general a una mejor bioadaptación para la producción aeróbica del ATP.

En Barroso<sup>14</sup>, se especifican los efectos producidos del entrenamiento en la altura, clasificándolos por la presión barométrica, efecto característico de la altitud debido a que la presión del aire sobre el cuerpo es menor, dado que la molécula de oxígeno ejerce menos presión para entrar en la sangre, por lo que se produce una falta relativa de oxígeno (hipoxia). Para Bichon<sup>15</sup>, la presión barométrica disminuye en un 20 % a 2000m, y la presión parcial alveolar de oxígeno en un 18 % a la misma altura. El efecto que este factor produce en pruebas de más de 2 minutos, realizadas en altitud media ha sido valorado por Hollmann<sup>16</sup> en un 6 %.

Por otra parte, estudios como los realizados por Benjamin, Levine, & Stray-Gundersen<sup>17</sup>, utilizando el llamado método “living high-training low”, con sujetos que vivían a 2500 metros y entrenaban a 1250 metros, mostraron un incremento significativo del VO<sub>2</sub> máx y un mejor rendimiento en la carrera de 5 km.

De los resultados consultados se concluye que es el metabolismo aeróbico, y más concretamente la zona correspondiente al umbral aeróbico, y la fuerza-resistencia, las cualidades y/o manifestaciones específicas para este tipo de esfuerzos<sup>18-22</sup>.

El test de las dos millas es una prueba obligatoria para evaluar a los militares del Ejército Ecuatoriano<sup>23-25</sup>, estudiando la resistencia aeróbica, aspecto de importancia que demuestra un indicador de preparación militar para cumplir con varias misiones típicas del soldado.

Dado las características topográficas variadas del Ecuador, es vital estudiar las repercusiones que en términos de preparación física tienen los entrenamientos de soldados que viven en el llano ( $\leq 500$  m s. n. m) y en la altura ( $\geq 2000$  m s. n. m), determinando si existen ventajas de rendimiento en una u otra zona geográfica del Ecuador, permitiendo la toma ulterior de decisiones para optimizar la preparación del soldado al poder modificar los planes de entrenamiento basados en investigaciones científicas.

El presente artículo determina la diferencia existente al realizar una preparación física especializada para soldados del ejército a menos de 500 metros sobre el nivel del mar, y realizar la misma actividad a más de 2000 metros sobre el nivel del mar, teniendo presente el volumen máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) utilizado por los sujetos estudiados.

## **METODOS**

Se presenta un estudio descriptivo y correlacional, midiendo dos variables al establecer su grado de correlación, pretendiendo dar una explicación completa de causa y efecto del problema.

El universo utilizado para el presente estudio son los militares del Ejército Ecuatoriano, un total de 26.000 soldados, de los cuales se ha tomado el test de las dos millas por dos ocasiones en el año 2015, una en el mes de junio con una muestra de 2.654 militares, y otra en el mes de noviembre de 23.243 militares.

Con esta información se buscó determinar la diferencia en términos de rendimiento entre los militares que entrenan a menos de 500 metros sobre el nivel del mar, comparando con los militares que entrenan a más de 2000 metros sobre el nivel del mar.

En la aplicación de la prueba se ha seguido el siguiente protocolo de toma de muestras:

- Fijar la fecha para que los militares asistan al lugar donde deben rendir el test.
- Designar los oficiales de cultura física como evaluadores competentes.
- Antes del test los evaluados tienen 10 minutos de calentamiento.
- Durante el test deben recorrer 3200 metros en terreno plano que en la mayoría de unidades militares se lo realiza en las pistas de aterrizaje.
- Se registra y comprueba la marca. Se incluye la firma de respaldo de cada uno de los evaluados.

Para el test se utilizó el siguiente material:

- Cronómetro.
- Odómetro.
- Hojas de registro.
- Para la recolección de datos del ejército Ecuatoriano se designó a un grupo de profesionales de cultura física en todos los sectores del país. Utilizando un cronograma coordinado tomaron el test a todos los militares dos veces por año, obteniendo dos muestras de 26.000 soldados
- En el ejército Ecuatoriano las pruebas físicas se rigen a una tabla de puntaje y tiempo de acuerdo a la edad del militar en un total de 10 rangos que van desde los 18 hasta los 60 años (Tabla 1).

Tabla 1: Tabla de puntaje y tiempo para determinar rangos de evaluación con el test de las 2 millas según la edad.

		<b>TEST DE LAS 2 MILLAS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD FISICA DE MILITARES DEL EJERCITO ECUATORIANO</b>		
TABLAS	EDADES	TEST CARRERA  2 MILLAS	TIEMPO	PUNTAJE 200 P
1	18-23		12:12	
2	24-26		12:47	
3	27-29		13:22	
4	30-32		13:43	
5	33-35		13:57	
6	36-39		14:25	
7	40-41		14:55	
8	41-43		15:30	
9	44-46		16:13	
10	>46	17:06		

Fuente: Ejército Ecuatoriano (24)

Para establecer la existencia o no de diferencias significativas se aplicó la Prueba U de Mann-Whitney; nivel de significación esperado 0,05.

## RESULTADOS

Tabla 2: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 18-23 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	1,63%	0,99%
B	11:00-11:59	21,85%	18,89%
C	12:00-12:59	44,92%	46,49%
D	13:00-13:59	22,03%	21,88%
E	14:00-14:59	6,90%	8,83%
F	15:00-15:59	2,12%	2,55%
G	16:00-16:59	0,48%	0,31%
H	17:00-17:59	0,06%	0,06%
I	18:00-18:59	0,00%	0,00%
j	>19:00	0,00%	0,00%
PROMEDIO		<b>12:40</b>	<b>12:45:06</b>
DESVIACION ESTANDAR		0,04085	0,04058
MODA		<b>12:20:00</b>	<b>14:32:00</b>
MEDIANA		12:30	12:31:00

Tiempo óptimo en tabla 1 para obtener una máxima evaluación 20:00-12:26<sup>1</sup>

Los rangos se obtienen en los tiempos dispuestos en la tabla 1, Ejemplo: El promedio A (10:00 entre 10:59) que es el rango óptimo. Como podemos notar el promedio de los militares que rindieron el test en la costa fue de 12:40, 5 segundos menos que la sierra; así mismo el tiempo que más se repite en la costa es menor que el de la sierra con 1:12. En la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo, siendo igual la desviación estándar de las dos muestras.

Tabla 3: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 24-26 años.

<sup>1</sup> Para obtener el máximo puntaje evaluativo (20 puntos), los soldados deben obtener en el test de las dos millas una evaluación menor a 12:26min, según se establece en Ecuatoriano, E. (2008).

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,49%	0,48%
B	11:00-11:59	12,82%	7,88%
C	12:00-12:59	37,46%	34,96%
D	13:00-13:59	30,50%	30,82%
E	14:00-14:59	13,25%	16,23%
F	15:00-15:59	3,51%	6,52%
G	16:00-16:59	1,42%	2,31%
H	17:00-17:59	0,31%	0,61%
I	18:00-18:59	0,18%	0,07%
j	>19:00	0,06%	0,14%
PROMEDIO		13:50:15	14:10:01
DESVIACION ESTANDAR		0,0591	0,0498
MODA		12:26:00	12:48:00
MEDIANA		12:59	13:12:00

Tiempo en tabla 2 para obtener 20:00 12:57

Como podemos notar el promedio de los militares que rindieron el test en la costa fue de 12:40, 20 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite en la costa es menor que el de la sierra con 22 segundos, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo, siendo la dispersión de las dos muestras iguales.

Tabla 4: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 27-29 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,20%	0,25%
B	11:00-11:59	6,78%	3,89%
C	12:00-12:59	27,23%	22,77%
D	13:00-13:59	34,51%	37,45%
E	14:00-14:59	20,24%	19,82%
F	15:00-15:59	7,39%	10,29%
G	16:00-16:59	1,62%	3,95%
H	17:00-17:59	1,62%	1,25%
I	18:00-18:59	0,20%	0,13%
j	>19:00	0,20%	0,19%
PROMEDIO		13:33:00	13:46:13
DESVIACION ESTANDAR		0,05143	0,0567
MODA		13:05:00	13:29:00
MEDIANA		13:25	14:13:00

Tiempo en tabla 3 para obtener 20:00 13:29

El promedio de los militares que rindieron el test en la costa fue de 13:33, 13 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite en la costa es menor que el de la sierra con 24 segundos, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo, y la dispersión de las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 5: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 30-32 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,17%	0,14%
B	11:00-11:59	2,41%	1,57%
C	12:00-12:59	18,36%	15,62%
D	13:00-13:59	39,37%	38,57%
E	14:00-14:59	23,01%	24,06%
F	15:00-15:59	11,21%	11,61%
G	16:00-16:59	3,74%	6,04%
H	17:00-17:59	0,75%	1,71%
I	18:00-18:59	0,50%	0,32%
j	>19:00	0,50%	0,37%
PROMEDIO		13:54:00	14:04:29
DESVIACION ESTANDAR		0,0523	0,0530
MODA		13:50:00	13:50:00
MEDIANA		13:43:00	13:50:00

Tiempo en tabla 4 para obtener 20:00 13:50

El promedio de los militares que rindieron en el test en la costa fue de 13:54, 10 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión de las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 6: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 33-35 años.



Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,07%	0,18%
B	11:00-11:59	1,96%	0,92%
C	12:00-12:59	13,58%	12,11%
D	13:00-13:59	37,33%	33,98%
E	14:00-14:59	25,27%	29,40%
F	15:00-15:59	15,18%	14,84%
G	16:00-16:59	4,50%	6,01%
H	17:00-17:59	1,45%	1,66%
I	18:00-18:59	0,44%	0,60%
J	>19:00	0,22%	0,28%
PROMEDIO		14:05:00	14:13:27
DESVIACION ESTANDAR		0,0580	0,0558
MODA		14:11:00	14:11:00
MEDIANA		13:55:00	14:03:00

Tiempo en tabla 5 para obtener 20:00 14:11

El promedio de los militares que rindieron en el test en la costa fue de 14:05, 08 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y la sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión de las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 7: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 36-39 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,09%	0,06%
B	11:00-11:59	0,95%	0,59%
C	12:00-12:59	9,41%	8,96%
D	13:00-13:59	27,12%	26,36%
E	14:00-14:59	34,02%	35,68%
F	15:00-15:59	16,93%	16,52%
G	16:00-16:59	8,20%	7,91%
H	17:00-17:59	2,42%	2,58%
I	18:00-18:59	0,35%	0,82%
j	>19:00	0,52%	0,53%
PROMEDIO		14:26:00	14:29:08
DESVIACION ESTANDAR		0,0549	0,0559
MODA		14:32:00	14:32:00
MEDIANA		14:20:00	14:22:00

Tiempo en tabla 6 para obtener 20:00 14:32

El promedio de los militares que rindieron con el test en la costa fue de 14:26, 3 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y la sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión de las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 8: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 40-41 años.

<b>Rangos</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>COSTA</b>	<b>SIERRA</b>
A	10:00-10:59	0,00%	0,07%
B	11:00-11:59	1,31%	0,34%
C	12:00-12:59	7,07%	5,47%
D	13:00-13:59	20,20%	18,58%
E	14:00-14:59	31,52%	34,39%
F	15:00-15:59	23,13%	24,73%
G	16:00-16:59	9,90%	10,14%
H	17:00-17:59	4,55%	4,53%
I	18:00-18:59	1,72%	1,15%
j	>19:00	0,61%	0,61%
PROMEDIO		14:46:00	14:49:45
DESVIACION ESTANDAR		0,0610	0,0532
MODA		15:14:00	15:14:00
MEDIANA		14:46:00	14:43:00

Tiempo en tabla 7 para obtener 20:00 15:14

El promedio de los militares que rindieron con el test en la costa fue de 14:46, 3 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 9: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 42-43 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,20%	0,00%
B	11:00-11:59	1,43%	0,47%
C	12:00-12:59	6,56%	4,07%
D	13:00-13:59	17,42%	12,21%
E	14:00-14:59	27,66%	30,12%
F	15:00-15:59	26,64%	32,33%
G	16:00-16:59	9,84%	12,44%
H	17:00-17:59	6,35%	5,58%
I	18:00-18:59	2,05%	2,33%
j	>19:00	1,84%	0,47%
PROMEDIO		14:58:00	15:09:22
DESVIACION ESTANDAR		0,0643	0,0536
MODA		15:57:00	15:57:00
MEDIANA		14:50:30	15:14:00

Tiempo en tabla 8 para obtener 20:00 15:57

El promedio de los militares que rindieron con el test en la costa fue de 14:58, 11 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 10: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios edades 44-46 años.

Rangos	TIEMPO	COSTA	SIERRA
A	10:00-10:59	0,00%	0,21%
B	11:00-11:59	0,00%	0,00%
C	12:00-12:59	3,88%	2,53%
D	13:00-13:59	16,81%	11,37%
E	14:00-14:59	26,29%	19,58%
F	15:00-15:59	20,69%	26,74%
G	16:00-16:59	22,41%	24,63%
	17:00-17:59	6,90%	9,47%
I	18:00-18:59	2,16%	4,00%
j	>19:00	0,86%	1,47%
PROMEDIO		15:16:00	15:36:44
DESVIACION ESTANDAR		0,0614	0,0602
MODA		16:49:00	16:49:00
MEDIANA		15:10:30	15:36:00

Tiempo en tabla 9 para obtener 20:00 16:49

El promedio de los militares que rindieron el test en la costa fue de 15:16, 20 segundos menos, así mismo el tiempo que más se repite es igual en la costa y sierra, en la mediana la muestra de la costa se mantiene con menos tiempo y la dispersión las dos muestras se mantienen iguales.

Tabla 11: Porcentajes obtenidos en el test de las dos millas en militares de la costa y la sierra. Promedios generales.

PROMEDIO GENERAL	COSTA			SIERRA		
	13:50:15			14:10:01		
PROMEDIO TABLA 1	12:40:00	17%	1652	12:45:06	12%	1609
PROMEDIO TABLA 2	13:07:00	17%	1623	13:22:55	11%	1473
PROMEDIO TABLA 3	13:33:00	10%	988	13:46:13	12%	1594
PROMEDIO TABLA 4	13:54:00	12%	1204	14:04:29	16%	2170
PROMEDIO TABLA 5	14:05:00	14%	1377	14:13:27	16%	2163
PROMEDIO TABLA 6	14:26:00	12%	1158	14:29:08	13%	1707
PROMEDIO TABLA 7	14:46:00	10%	990	14:50:31	11%	1480
PROMEDIO TABLA 8	14:58:00	5%	488	15:09:22	6%	860
PROMEDIO TABLA 9	15:16:00	2%	232	15:36:44	4%	475
			9712			13531

## DISCUSIÓN

Al analizar el promedio general (Tabla 11), se demuestra que los militares de la costa tienen mejores resultados que los de la sierra (13:50:15 y 14:10:01 respectivamente) en términos de tiempo empleado en cumplimentar el test de las dos millas. No obstante, al aplicar la Prueba U de Mann-Whitney esta no estableció una diferencia significativa ( $p=0,940$ ), aunque si determinó una rango promedio mayor en militares de la Costa (88,79) que en los de la Sierra (88,21), reforzando la diferencia establecida con las medias.

La pequeña diferencia establecida, pudiera originarse de diversas variables subjetivas y objetivas; no obstante, los modelos de entrenamiento militar en ambas regiones de la geografía ecuatoriana provocan las mismas respuestas adaptativas en términos de rendimiento físico, independiente de la altura sobre el nivel del mar en que viven los militares sometidos a estudio.

Para aumentar la fuerza de contracción del diafragma, el entrenamiento de la resistencia es una capacidad física de habitual entrenamiento, la cual incrementa la capacidad de los

músculos respiratorios que trabajarían con una menor frecuencia respiratoria y un mayor volumen, lo cual permite conducir una mayor cantidad de aire pulmonar y por ende incrementar la resistencia cardiorrespiratoria, lo cual retrasa la fatiga muscular mejorando el  $VO_2Máx$ .

Para incrementar la capacidad pulmonar en deportistas, uno de las técnicas más utilizadas es realizar entrenamientos relativamente cortos en la altura ( $>2000m$  s.n.m)<sup>6-17</sup>, provocando un desequilibrio homeostático que bien controlado produce una súper-compensación relativa que mejora varios indicadores fisiológicos<sup>10,11</sup>, provocando un mayor nivel de rendimiento en zonas bajas ( $<500m$  s.n.m)<sup>6-9</sup>.

Lo anterior es posible en organismos no adaptados a la altura, que luego de un entrenamiento de varios microciclos en zonas altas, compiten en zonas bajas. Dado que los militares que entrenan en la sierra y en la costa ecuatoriana están bio-adaptados a sus respectivas condiciones geográficas, ya sean por nacimiento o por años de vivir en las regiones, las diferencias de rendimientos en términos de resistencia no son significativamente distintas, a pesar que los sujetos que viven en la altura poseen mayor cantidad de glóbulos rojos<sup>12,13</sup>. En ese sentido, se demuestra que no existen diferencias significativas en términos de rendimiento aeróbico ( $VO_2$  máx) en soldados que entrenan en la costa y la sierra bajo un mismo plan de preparación física.

No obstante, y dado que el desplazamiento de las tropas terrestres deben realizarse en todo el territorio nacional, según las necesidades de la guerra moderna; se plantea como recomendación realizar un estudio que valore la capacidad aeróbica de los soldados que están bio-adaptados a sus respectivas condiciones de altitud en alturas distintas a las que viven. Lo anterior valorará fundamentalmente, si la altura posee ventajas en sujetos adaptados a ésta y operan momentáneamente en lugares de baja altitud.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

El mayor porcentaje de militares estudiados cumplen con el test independientemente de los rangos de edad establecidos, por lo cual se infiere que los soldados poseen una preparación óptima en el indicador estudiado ( $VO_2Máx$ ). Por otra parte, no existen diferencias significativas entre el rendimiento de soldados de la Costa y la Sierra, aunque los primeros emplean menos tiempo como promedio en cumplimentar el test de las dos millas.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de investigación: Gestión de competencias para publicaciones científicas en estudiantes de pregrado y postgrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Terrados N, Mizuno M, Andersen H. Efecto de altitudes moderadas (900, 1.200 y 1.500 m. sobre el nivel del mar) en el consumo máximo de oxígeno.. Apunts Medicina de l'Esport (Castellano). 1985 marzo; 22(086): 97-101.
2. Hallagan L, Pigman E. Altura: Aclimatación a Alturas Intermedias. PubliCE Standard. 2004.
3. Parker DL. Efectos de la Altura y de la Hipoxia Aguda sobre el VO2 máx. PubliCE Premium. 2004.
4. Burtscher M, Gatterer H, Kleinsasser A. Cardiorespiratory fitness of high altitude mountaineers: the underestimated prerequisite. High altitude medicine & biology. 2015; 16(2): 169-170.
5. Puthon L, Bouzat P, Rupp T, Robach P, Favre-Juvin A, Verges S. Physiological characteristics of elite high-altitude climbers.. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2015.
6. Chapman RF, Karlsen T, Resaland GK, Ge RL, Harber MP, Witkowski S, et al. Defining the “dose” of altitude training: how high to live for optimal sea level performance enhancement. Journal of applied physiology. 2014; 116(6): 595-603.
7. Chapman RF, Stickford AS, Lundby C, Levine BD. Timing of return from altitude training for optimal sea level performance. Journal of Applied Physiology. 2014; 116(7): 837-843.

8. Girard O, Amann M, Aughey R, Billaut F, Bishop DJ, Bourdon P, et al. Position statement—altitude training for improving team-sport players’ performance: current knowledge and unresolved issues.. *British journal of sports medicine*, 47. 2013; 47((Suppl 1)): i8-i1.
9. Álvarez J. entrenamiento de fuerza realizado en condiciones de hipoxia mejora el rendimiento anaeróbico. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia. Departament de Fisiologia i Immunologia; 2014 junio 19.
10. Mc Cardle W, Katch F, Katch V. *Fundamentos de fisiología del ejercicio*: McGraw-Hill; 2004.
11. Arena R. *Exercise and Rehabilitation in Heart Failure, An Issue of Heart Failure Clinics*,: Elsevier Health Sciences; 2014.
12. Arregui A, Velarde FL, Monge C. Mal de montaña crónico entre mineros de Cerro de Pasco: Evidencias epidemiológicas y fisiológicas. *Revista Medica Herediana*. 2014; 1(1): 1-8.
13. Rusko H, Tikkanen H, Peltonen J. *Altura y Entrenamiento de Resistencia*.. PubliCE Premium. 2016.
14. Perez A. Entrenamiento en la altitud. [Online].; 2014 [cited 2016 Agosto 21. Available from:       HYPERLINK       "http://aamoratalaz.com/articulos/ENTALT05.pdf" <http://aamoratalaz.com/articulos/ENTALT05.pdf> .
15. Bichon M. Entrenamiento en altitud. Problemas, accidentes e incidentes. *Cuadernos de atletismo*. 1984;(15): 97-100.
16. Hollmann W. The historical development of altitude training and current medical knowledge. *NEW STUDIES IN ATHLETICS*. 1994;(2): 7-13.
17. Levine BD, Stray-Gundersen J. “Living high-training low”: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of applied physiology*. 1997 julio 1; 83(1): 102-112.
18. Urdampilleta A, León P. Análisis de las capacidades condicionales y niveles de entrenamiento para el rendimiento en el remo de banco fijo. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2012 Junio; 17(169): 1-7.
19. Peinado AB, Benito PJ, Lorenzo I, Maffulli N, Brito-Ojeda E, Ruiz-Caballero J, et al. Cálculo del área entre umbrales ventilatorios: un método para examinar la transición

- aeróbica-anaeróbica. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. 2016;(53): 7-13
20. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2013; 23(6): e341-e352.
  21. León S, Calero S, Chávez E. Morfología funcional y biomecánica deportiva. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2014.
  22. Calero S, González SA. Preparación física y deportiva. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. ; 2015.
  23. Vinueza JK. Relación de la alimentación con el rendimiento deportivo en los atletas de la Escuela Superior Militar" ELoy Alfaro" en el período abril 2013, en la ciudad de Quito. Licenciatura en Nutrición Humana. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de enfermería. Carrera de nutrición humana; 2014.
  24. Ecuatoriano E. Reglamento de Cultura física. Quito: Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador; 2008.
  25. Armada del Ecuador. DESCRIPCIÓN DE LOS TESTS FÍSICOS. [Online].; 2016 [cited 2016 Agosto 21. Available from: HYPERLINK "<http://www.digedo.armada.mil.ec/documents/14678/15895/descripcion.pdf>" <http://www.digedo.armada.mil.ec/documents/14678/15895/descripcion.pdf> .