

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**“RENDIMIENTO FÍSICO DE UN EQUIPO DEL FÚTBOL MEXICANO EN
DIFERENTES NIVELES DE ALTITUD”**

POR:

DR. AGUSTÍN JAIME ALANIS FLORES

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN FÍSICA**

DICIEMBRE 2019

**“RENDIMIENTO FÍSICO DE UN EQUIPO DEL FÚTBOL MEXICANO EN
DIFERENTES NIVELES DE ALTITUD”**

Aprobación de la tesis:



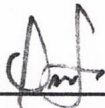
**Dr. Med. Óscar Salas Fraire
Director de la Tesis**



**Dra. Karina Salas Longoria
Coordinadora de Enseñanza**



**Dr. Med. Óscar Salas Fraire
Coordinador de Investigación**



**Dr. Med. Óscar Salas Fraire
Profesor Titular del Programa**



**Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado**

PROLOGO

El fútbol es el deporte más popular, se juega en todos los continentes , por lo que es común ver enfrentamientos en diferentes condiciones geográficas y climatológicas.

Uno de los temas más comentados es la altura, que inclusive llevó a la prohibición por parte de la FIFA de disputar partidos por encima de los 2,500 metros sobre el nivel del mar.

¿Afectara? ¿Cómo afectara? ¿Qué se hará para prevenirlo?

Son preguntas que se hacen constantemente en los programas deportivos cuando un equipo tiene que ir a disputar un partido a la “altura” .De la exposición a estas preguntas al ser espectador de estos programas, surge la idea de esta investigación.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Con profundo agradecimiento a mi maestro, el Dr. med.Oscar Salas Fraire quien desde mi etapa como estudiante de la Facultad de Medicina me abrió las puertas del Departamento para permitirme conocer la especialidad de Medicina Del Deporte y como asesor de tesis, su apoyo, guía y consejos fueron fundamentales en la elaboración de esta investigación.

A la Dra. Karina Salas Longoria por sus consejos y guía durante mi residencia.

A mis maestros ,compañeros y personal del departamento por su apoyo para culminarla.

A mi familia, pareja y amigos por apoyarme y alentarme a siempre superarme.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	9
1.1. El fútbol.....	9
1.2 Respuesta fisiológica a la exposición a la altitud.....	11
1.3 Efectos de la altitud en el fútbol soccer.....	12
1.4. Antecedentes entre el fútbol soccer y la altitud.....	13
1.5 Justificación.....	14
1.6 Objetivos	15
1.7 Hipótesis	16
CAPÍTULO II	
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
2.1 Diseño del estudio.....	17
2.2 Lugar o sitio del estudio	17
2.3 Grupo de estudio.....	17
2.4 Criterios de Inclusión.....	17
2.5 Criterios de exclusión.....	17

2.6 Descripción de la metodología..... 18

2.7 Análisis estadístico..... 19

CAPÍTULO III

RESULTADOS..... **20**

3.1 Rendimiento global del equipo..... 21

3.2 Rendimiento por posición..... 23

3.3 Rendimiento deportivo 26

3.4 Comparación de rendimiento contra los rivales.....27

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN **29**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES..... **33**

CAPÍTULO VI

ANEXO..... **34**

6.1 Carta de aprobación por el comité de ética y comité de investigación.....34

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS..... **35**

CAPÍTULO VIII

Resumen

autobiográfico.....**39**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pagina
1. Altitud de los estadios en Liga Mx	20
2. Rendimiento físico del equipo en diferentes niveles de altitud.....	22
3. Rendimiento físico del equipo por posición en diferentes niveles de altitud.	25
4. Rendimiento deportivo del equipo en diferentes niveles de altitud.....	26
5. Comparación en rendimiento entre el equipo analizado y los adversarios.	28

LISTA DE ABREVIATURAS

msnm: Metros sobre el nivel del mar.

m: Metros.

VO2MAX: Consumo de oxígeno máximo.

FIFA: Federación Internacional de Fútbol Asociación.

CONCACAF: Confederación de Fútbol de la Asociación del Norte, Centroamérica y el Caribe.

CONMEBOL: Confederación Sudamericana de Fútbol.

Min: Minutos.

Km/h: Kilómetros por hora.

cm: Centímetros.

gr/cm²: Gramos por centímetro cuadrado.

MOR: Movimiento ocular rápido.

TE: Tamaño del efecto.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 El fútbol

El fútbol asociación es el deporte con mayor popularidad en el mundo, siendo practicado por 265 millones de personas en el mundo y con 207 organizaciones de fútbol afiliadas a la FIFA.¹

Se practica en una superficie de pasto o pasto artificial de color verde, con 90-120 metros de longitud y 45-90 metros de ancho. Se juega en 2 tiempos de 45 minutos, con 1 descanso intermedio de 15 minutos. Se agrega tiempo perdido de cada tiempo, el cual se define a criterio del árbitro. Se disputa con un balón esférico, de 68 a 70 cm de circunferencia, de cuero o cualquier otro material adecuado, con un peso de 410 a 450 gramos al inicio del partido inflado con una presión de .6 a 1.1 atmosferas a nivel del mar o 600-1100 gr/cm².

Es un deporte aeróbico-anaeróbico, en el que los jugadores se desempeñan al 70 % de su VO₂max , durante 90 minutos, en los que recorren en donde se recorre una distancia de 10 a 13 km durante el partido. ² Además se realizan de 1,000 a 1,4000 acciones de corta duración , con cambios cada 4 a 6 segundos y actividades alta intensidad cada 70 segundos, éstas acciones son relevantes en momentos clave del partido. ³

Debido a la popularidad del fútbol y que aproximadamente 140 millones de personas viven por encima de los 2500 metros sobre el nivel del mar.⁴ , es común que se disputen partidos en diferentes situaciones geográficas ,lo que pudiera modificar la

altitud, la temperatura y la humedad relativa en comparación con su país de origen,
⁵ como sucede en distintas ligas y competencias de CONCACAF y CONMEBOL ,
inclusive la final de la Copa del Mundo en México 1970 y 1986 que se disputó por
encima de los 2,000 metros.

1.2 Respuesta fisiológica a la exposición a la altitud.

Conforme aumenta la altitud, disminuye la concentración atmosférica de oxígeno y la presión barométrica⁶ y la disponibilidad de oxígeno. Esto reduce el contenido de oxígeno arterial⁷⁸ lo que provocará una serie de mecanismos fisiológicos como respuesta, se observará un incremento en la frecuencia respiratoria y cardíaca, un aumento en la diuresis, y excreción de bicarbonato lo que pudiera producir deshidratación prematura. Se reducirá la hidrólisis de fosfocreatina y por lo tanto se alterará la contractibilidad muscular. Además, se producirá un decremento en el consumo de oxígeno máximo⁶⁷ y en el sueño MOR⁹¹⁰.

1.3 Efectos de la altitud en el fútbol soccer.

Por otra parte, la disminución en la resistencia del aire alterará la dinámica del balón. La desviación lateral del balón que debería ser de 4 m a los 3000 m disminuye 1.2 metros. Así mismo la distancia recorrida máxima del balón se verá reducida, un balón que a nivel del mar recorrería 30 metros, a 3000m de altitud recorrería 8.9 metros menos¹¹ .

Este conjunto de condiciones en altitud puede provocar una afección negativa en el rendimiento físico y/o deportivo de los jugadores de fútbol.

Equipos provenientes de ciudades de altitud considerable, conceden menos goles al aumentar la altitud. Por cada 1000 metros de diferencia en altitud, incrementa la diferencia de goles por medio gol ⁶⁷¹¹¹²¹³

1.4 Antecedentes entre el fútbol soccer y la altitud

Los partidos de fútbol en altitud han sido un tema controversial en la historia ,Pasarella declaró que en altitud “La pelota no dobla”¹⁴, el ajuste táctico de Bilardo de festejar los goles de acuerdo a la posición para evitar la fatiga el mundial de 1986 ¹⁵, la prohibición de FIFA en 2005 a disputar partidos por encima de los 2500 metros⁴ , La declaración de Messi afirmando que “Es imposible jugar en la altura”¹⁶, son un ejemplo de esto. Actualmente la próxima Copa del Mundo en 2026, tendrá sedes por encima de los 2,000 metros. ¹⁷

1.5 Justificación

El desempeño deportivo en altitudes variables ha sido objeto de estudio en los últimos años, siendo aún tema controversial.

A la fecha, no hay estudios retrospectivos que reflejen si hay influencia de la altitud en el desempeño de un equipo del fútbol mexicano. A pesar de que nuestros ancestros fueron pioneros en la actividad físico-deportiva en altitud, no existen estudios en nuestra población para conocer el efecto de la altitud sobre los futbolistas mexicanos.

La altitud y el fútbol ha sido objeto de estudio en los últimos años, sin embargo, existe poca literatura que exprese la variación en el rendimiento físico en equipos de fútbol profesional en altitud.

1.6 Objetivos

Generales

- El objetivo de nuestro estudio es determinar si existe relación entre el nivel de altitud y el rendimiento físico y deportivo de un equipo mexicano de fútbol soccer profesional.

Específicos

-Obtener la distancia total recorrida promedio de un equipo de la liga mexicana de fútbol.

-Observar la diferencia en los parámetros de rendimiento físico por posición en los diferentes niveles de altitud.

-Comparar el rendimiento en diferentes niveles de altitud con equipos rivales.

1.7 Hipótesis

De trabajo: Existe correlación entre la altitud y el rendimiento físico y deportivo en un equipo de fútbol soccer.

Nula : No Existe correlación entre la altitud y el rendimiento físico y deportivo en un equipo de fútbol soccer.

CAPITULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Diseño del estudio

Observacional, retrospectivo, transversal y analítico.

2.2 Lugar o sitio del estudio

Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación física del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México.

2.3 Grupo de estudio

Jugadores del Club de fútbol Tigres UANL que hayan disputado los partidos de fase regular del torneo Apertura 2014 al Clausura 2018 de la Liga Mx.

2.4 Criterios de Inclusión

Jugadores que hayan completado el partido.

2.5 Criterios de exclusión

Jugadores sustituidos

Jugadores que hayan sido expulsados.

2.6 Descripción de la metodología.

Se analizaron 130 partidos de un equipo de fútbol de la Liga Mx del torneo Apertura 2014 al Clausura 2018.

A los jugadores se les clasificó en: defensas mediocampistas y delanteros. Se incluyó en el análisis a los jugadores que disputaron todo el partido, se excluyó a quienes fueron sustituidos o expulsados.

La medición del rendimiento físico se realizó con los datos obtenidos por Match Analysis® y se tomó en cuenta la distancia total recorrida, velocidad promedio, número de sprints y tiempo entre sprints. El rendimiento deportivo se midió de acuerdo a los goles a favor, goles en contra y resultado de los partidos, que se obtuvo del sitio oficial de la Liga Mx.¹⁸

La altitud del estadio en donde se realizó el partido se midió con Geo Elevation® software, tomando como punto de referencia el centro de la cancha ,la cual posteriormente se clasificó de acuerdo al Manual de Medicina de la FIFA en “Near Sea Level” (0-500m),”Low Altitude” (500-2000 m),”Moderate Altitude” (2001-3000m) High Altitude (3001-5,500m) y Extreme Altitude (>5500 m) ¹⁹ .

El equipo disputa sus partidos como local en el estadio Universitario (525 m) que se clasifica como Low Altitude y fue nuestro punto de referencia para la comparación.

Por la naturaleza del estudio, no se necesitó consentimiento informado.

2.7 Análisis estadístico

Las variables numéricas fueron reportadas en media y desviación estándar en caso de tener una distribución paramétrica y como mediana y rango Inter cuartil en caso de lo contrario. Las variables cualitativas fueron reportadas como frecuencias y porcentajes. La distribución de las variables numéricas se valoró mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov.

En el análisis bivariado, se utilizó la prueba T de Student para la comparación de dos variables cuantitativas con distribución paramétrica, en caso contrario. Para la comparación de variables numéricas en tres o más grupos se utilizó la prueba de ANOVA o Kruskal-Wallis de acuerdo a la distribución de la variable. La comparación entre grupos de variables cualitativas se realizó con la prueba X cuadrada. Se consideró como significativo a un valor de p menor a 0.05.

Se calculó el tamaño del efecto por medio de eta parcial cuadrada (Pequeño: 0.01, Moderado:0.06, Grande: 0.14). El análisis estadístico fue realizado con el paquete estadístico SPSS Statistics versión 24.

CAPITULO III

RESULTADOS

El equipo tuvo una media de edad de 27.23 ± 3.83 años. De los 130 partidos, 6.92 % (9) se realizaron en "Near sea level", 72.3% (94) en Low Altitude y 18.46 % (24) en Moderate Altitude. La altitud mínima registrada fue 17 m (Estadio Luis "Pirata" Fuente) y la altitud máxima fue de 2,691 m (Estadio Nemesio Diez y Alberto "Chivo" Córdoba). Dentro de los estadios analizados el estadio "BBVA", "Chivas" y "Azteca" serán sede en la Copa del Mundo de 2026 .

Tabla 1. Altitud de los estadios de Liga Mx.

Estadio	Ciudad /Estado	Altitud(m)	Clasificación
Luis Pirata Fuente	Boca del Rio,Veracruz	17	Near sea level
Caliente	Tijuana, Baja California	57	Near sea level
BBVA *	Guadalupe, Nuevo León	493	Near sea level
Victor Manuel Reyna	Tuxtla Gutierrez , Chiapas	516	Low Altitude
Universitario	San Nicolas de los Garza, Nuevo León	525	Low Altitude
TSM	Torreón, Coahuila	1121	Low Altitude
Jalisco	Guadalajara, Jalisco	1563	Low Altitude
Chivas *	Zapopan,Jalisco	1671	Low Altitude
León	León, Guanajuato	1802	Low Altitude
Corregidora	Queretaro, Queretaro	1876	Low Altitude
Morelos	Morelia,Michoacan	1944	Low Altitude
Azul	Ciudad de México, México	2239	Moderate Altitude
Cuautémoc	Puebla, Puebla	2243	Moderate Altitude
Azteca *	Ciudad de México, México	2287	Moderate Altitude
Olimpico Universitario	Ciudad de México, México	2291	Moderate Altitude
Hidalgo	Pachuca, Hidalgo	2390	Moderate Altitude
Alberto Chivo Córdoba	Toluca, Estado de México	2691	Moderate Altitude
Nemesio Diez	Toluca, Estado de México	2691	Moderate Altitude

* Estadios que serán sede en la Copa del Mundo 2026

3.1 Rendimiento global del equipo

En el rendimiento global del equipo, en “Near sea level”, se recorrió una distancia de 9854.77 ± 835.98 m, se desplazaron a una velocidad promedio de 6.26 ± 0.52 km/h, realizaron 19.20 ± 7.55 sprints con un tiempo de 5.30 ± 2.44 min entre cada uno de ellos. En “Low Altitude” el equipo tuvo un desplazamiento en metros de 10102.39 ± 1930.45 m, una velocidad promedio de 6.40 km/h ,

20.48 sprints y 5.06 minutos entre cada sprint. En “Moderate altitude” recorrieron 9878.46 ± 835.95 m una velocidad promedio de 6.22 ± 0.54 km/h, realizando 19.37 ± 7.39 sprints ,con un tiempo de 5.38 ± 2.41 minutos entre cada sprint.

No se encontró relación entre el nivel de altitud y la distancia total recorrida ($p=0.165$)(TE:0.004) y la distancia recorrida en el primer tiempo. ($p=0.441$) (0.002)

Se observó un aumento significativo en la distancia total recorrida durante el segundo tiempo ($p= 0.009$) (TE:0.10) y de la velocidad promedio en “Low Altitude” ($p=0.000$) (TE:0.20)

No se encontró relación entre el número de sprints($p= 0.115$) (TE:0.005) y el tiempo entre sprints y el nivel de altitud.($p=0.237$) (TE:0.003)

Tabla 2. Rendimiento físico del equipo en diferentes niveles de altitud.

Tabla 2. Rendimiento físico del equipo en diferentes niveles de altitud.						
Variable	Nivel de Altitud	Media ± DE	95% de Intervalo de Confianza		Tamaño del efecto	Valor de p
Distancia total (m)	Near Sea Level	9854.77 ± 835.98	9667.52	10042.02	0.004	.165
	Low Altitude	10102.39 ± 1930.45	9954.73	10250.05		
	Moderate Altitude	9878.46 ± 835.95	9759.77	9997.15		
Distancia Primer tiempo (m)	Near Sea Level	5018.29 ± 404.36	4927.72	5108.86	0.002	.441
	Low Altitude	5098.05 ± 1807.88	4959.77	5236.34		
	Moderate Altitude	4939.66 ± 436.33	4877.71	5001.61		
Distancia segundo tiempo (m)	Near Sea Level	4836.48 ± 486.47	4727.52	4945.44	0.10	.009
	Low Altitude	5004.33 ± 499.34	4966.14	5042.53		
	Moderate Altitude	4938.80 ± 457.49	4869.30	5008.29		
Velocidad promedio (Km/h)	Near Sea Level	6.26 ± 0.52	6.14	6.38	0.20	.000
	Low Altitude	6.40 ± 0.51	6.36	6.44		
	Moderate Altitude	6.22 ± 0.54	6.15	6.30		
Número de Sprints	Near Sea Level	19.20 ± 7.55	17.51	20.90	0.005	.115
	Low Altitude	20.48 ± 7.88	19.88	21.08		
	Moderate Altitude	19.37 ± 7.39	18.32	20.42		
Tiempo entre sprints (min)	Near Sea Level	5.30 ± 2.44	4.75	5.84	0.003	.237
	Low Altitude	5.06 ± 2.49	4.87	5.25		
	Moderate Altitude	5.38 ± 2.41	5.04	5.73		

Near Sea Level: 0-500 m. Low Altitude 501-2 000 m .Moderate Altitude :2 001-3 000 m

3.2 Rendimiento por posición

Los defensas recorrieron 9541 ± 578.55 m en “Near sea level”, 9820.01 ± 2611.38 m en “Low altitude” y 9577.44 ± 699.22 en “Moderate altitude”.

Los mediocampistas cubrieron una distancia de 10501.25 ± 701.50 m en “Near sea level”, 10676.89 ± 931.14 m en “Low Altitude” y 10470.09 ± 705.41 m en “Moderate altitude”. Los delanteros recorrieron en “Near sea level” 9529.31 ± 964.56 m, en “Low altitude” 9750.52 ± 931.14 m y en “Moderate altitude” 9530.95 ± 787.56 m.

No se encontró relación entre la altitud y la distancia total recorrida en defensas ($p=0.561$)(TE:0.003), mediocampistas ($p=0.064$) (TE:0.017) y delanteros ($p=0.342$) (TE:0.013).

Además, tampoco se encontró relación entre la distancia recorrida en el primer y segundo tiempo de acuerdo con el nivel de altitud en cada una de las posiciones.

La velocidad promedio de los defensas fue de 6.06 ± 0.36 km/h en “Near sea level”, 6.16 ± 0.37 km/h en “Low altitude” y 6.03 ± 0.41 km/h en “Moderate Altitude. Los mediocampistas se desplazaron a 6.66 ± 0.36 km/h en “Near sea level”, 6.80 ± 0.40 km/h en “Low Altitude” y 6.61 ± 0.47 km/h en “Moderate Altitude”, mientras que los delanteros tuvieron una velocidad promedio de 6.07 ± 0.62 km/h en “Near sea level”, 6.23 ± 0.53 km/h en “Low altitude y 5.99 ± 0.53 km/h en “Moderate altitude”.

Se observó un aumento significativo de la velocidad promedio en “Low Altitude” por parte de los defensas ($p=0.005$) (TE:0.024) y mediocampistas ($p=0.004$) (TE:0.034). En delanteros no se encontró relación. ($p=0.53$) (TE:0.034).

Los defensas realizaron 17.19 ± 6.91 sprints en "Near Sea Level", 17.05 ± 6.90 en "Low Altitude" y 16.34 ± 6.80 en "Moderate Altitude". Los mediocampistas hicieron 22.28 ± 7.85 sprints en "Near sea level", 24.41 ± 7.95 en "Low altitude" y 22.75 ± 7.49 en "Moderate Altitude". Los delanteros 18.69 ± 7.19 sprints en "Near sea level", 22.06 ± 5.96 en "Low altitude" y 20.54 ± 5.45 sprints en "Moderate altitude".

No se observó una relación entre el número de sprints realizados en defensas ($p=0.670$)(TE:0.002) mediocampistas ($p=0.187$) (TE:0.011) y delanteros ($p=0.067$) (TE:0.032).

En "Near sea level" los defensas tuvieron 5.94 ± 2.78 minutos entre cada sprint, 6.05 ± 2.94 min en "Low altitude" y 6.31 ± 2.79 min en "Moderate altitude". Los mediocampistas 4.43 ± 1.51 minutos entre cada sprint en "Near sea level", 4.09 ± 1.66 min en "Low Altitude" y 4.42 ± 1.66 min en "Moderate altitude". Los delanteros en "Near sea level" 5.22 ± 2.53 min entre sprints 4.27 ± 1.24 min en "Low altitude" y 4.89 ± 1.71 min en "Moderate altitude".

No se observó relación entre el tiempo que transcurría entre cada sprint en defensas ($p=0.711$) (TE:0.002) mediocampistas ($p=0.261$) (TE:0.008) y delanteros ($p=0.14$) (TE:0.050).

Tabla 3. Rendimiento físico del equipo por posición en diferentes niveles de altitud.

Tabla 3. Rendimiento físico del equipo por posición en diferentes niveles de altitud							
Variable	Posición	Nivel de Altitud	Media ± DE	95% de Intervalo de Confianza		Tamaño del efecto	Valor de p
Distancia total (m)	DF	Near Sea Level	9541 ± 578.557	9348.26	9734.06	0.003	.561
		Low Altitude	9820.01 ± 2611.38	9530.06	10109.98		
		Moderate Altitude	9577.55 ± 699.22	9430.26	9724.84		
	MC	Near Sea Level	10501.35 ± 701.50	10218.00	10784.69	0.017	.064
		Low Altitude	10676.89 ± 671.62	10588.04	10763.73		
		Moderate Altitude	10470.09 ± 705.41	10298.03	10642.15		
	DL	Near Sea Level	9529.31 ± 964.56	9015.33	10043.30	0.013	.342
		Low Altitude	9750.52 ± 931.14	9580.76	9920.28		
		Moderate Altitude	9530.95 ± 787.56	9268.36	9793.53		
Distancia Primer tiempo (m)	DF	Near Sea Level	4854.84 ± 271.241	4764.40	4945.27	0.002	.704
		Low Altitude	5001.65 ± 2571.67	4716.10	5287.20		
		Moderate Altitude	4793.34 ± 330.66	4723.68	4862.99		
	MC	Near Sea Level	5369.38 ± 333.378	5233.57	5503.20	0.014	.114
		Low Altitude	5334.21 ± 355.33	5287.74	5380.68		
		Moderate Altitude	5236.10 ± 393.65	5140.08	5332.12		
	DL	Near Sea Level	4827.38 ± 413.25	4607.16	5047.59	0.14	.294
		Low Altitude	4900.29 ± 522	4805.12	4995.46		
		Moderate Altitude	4754.84 ± 460.92	4601.16	4908.52		
Distancia segundo tiempo (m)	DF	Near Sea Level	4886.32 ± 379.519	4559.79	4812.86	0.008	.179
		Low Altitude	4818.37 ± 399.79	4773.98	4862.76		
		Moderate Altitude	4784.21 ± 494.06	4680.14	4888.29		
	MC	Near Sea Level	5132.96 ± 428.54	4959.87	5306.06	0.024	.020
		Low Altitude	5341.67 ± 433.57	5284.97	5398.38		
		Moderate Altitude	5233.99 ± 375.17	5142.47	5325.50		
	DL	Near Sea Level	4701.94 ± 592.91	4386.00	5017.88	0.009	.463
		Low Altitude	4850.23 ± 523.46	4754.79	4945.66		
		Moderate Altitude	4776.11 ± 417.84	4636.79	4915.43		
Velocidad promedio (Km/h)	DF	Near Sea Level	6.06 ± 0.36	5.9404	6.1809	0.024	.005
		Low Altitude	6.16 ± 0.37	6.1281	6.2115		
		Moderate Altitude	6.03 ± 0.41	5.9428	6.1185		
	MC	Near Sea Level	6.66 ± 0.44	6.4912	6.8482	0.034	.004
		Low Altitude	6.80 ± 0.40	6.7518	6.8580		
		Moderate Altitude	6.61 ± 0.47	6.5005	6.7341		
	DL	Near Sea Level	6.07 ± 0.62	5.7430	6.4048	0.034	.053
		Low Altitude	6.23 ± 0.53	6.1404	6.3369		
		Moderate Altitude	5.99 ± 0.53	5.8217	6.1770		
Número de Sprints	DF	Near Sea Level	17.19 ± 6.911	14.88	19.49	.002	.670
		Low Altitude	17.05 ± 6.909	16.28	17.81		
		Moderate Altitude	16.34 ± 6.80	14.90	17.77		
	MC	Near Sea Level	22.38 ± 7.85	19.21	25.56	.011	.187
		Low Altitude	24.41 ± 7.95	23.37	25.45		
		Moderate Altitude	22.75 ± 7.49	20.92	24.58		
	DL	Near Sea Level	18.69 ± 7.19	14.85	22.52	.032	.067
		Low Altitude	22.06 ± 5.96	20.97	23.15		
		Moderate Altitude	20.54 ± 5.45	18.72	22.36		
Tiempo entre Sprints (min)	DF	Near Sea Level	5.94 ± 2.78	5.0132	6.8673	.002	.711
		Low Altitude	6.05 ± 2.94	5.7323	6.3857		
		Moderate Altitude	6.31 ± 2.79	5.7305	6.9072		
	MC	Near Sea Level	4.43 ± 1.51	3.8244	5.0479	.008	.261
		Low Altitude	4.09 ± 1.66	3.8767	4.3113		
		Moderate Altitude	4.42 ± 1.66	4.0191	4.8295		
	DL	Near Sea Level	5.22 ± 2.53	3.8778	6.5785	.050	.014
		Low Altitude	4.27 ± 1.24	4.0510	4.5041		
		Moderate Altitude	4.89 ± 1.71	4.3224	5.4668		

DF:Defensas MC: Mediocampistas DL:Delanteros

Near Sea Level: 0-500 m. Low Altitude 501-2 000 m .Moderate Altitude :2 001-3 000 m

3.3 Rendimiento deportivo

El equipo en “Near sea level” ganó el 63.6% de sus partidos ,empató el 9.10% y perdió el 27.30%. En “Low altitude” ganó el 52.20% empate el 29.30% y perdió el 18.50 %. En “Moderate altitude” ganó el 40.70%, empató el 25. 90% y perdió el 33.30% de sus partidos. No se encontró correlación entre el resultado obtenido y el nivel de altitud ($p=0.28$).

El equipo anotó 1.36 ± 1.12 goles en “Near sea level”, 1.67 ± 1.47 goles en “Low altitude” y 1.15 ± 1.16 goles en “Moderate altitude” No se encontró relación entre la cantidad de goles a favor y el nivel de altitud ($p=0.209$)(TE:0.024)

El equipo recibió 0.64 ± 0.67 goles en “Near sea level” 0.9 ± 0.91 goles en “Low altitude” y 0.85 ± 0.77 goles en “Moderate Altitude”, sin encontrar una relación ente la cantidad de goles en contra y el nivel de altitud ($p=0.629$) (TE:0.007)

Tabla 4. Rendimiento deportivo del equipo en diferentes niveles de altitud.

Tabla 4 : Rendimiento deportivo del equipo en diferentes niveles de altitud				
Variable	Nivel de altitud	Media \pm DE	Tamaño del efecto	Valor de p
Goles a favor	Near Sea Level	1.36 ± 1.120	.024	.209
	Low Altitude	1.67 ± 1.476		
	Moderate Altitude	1.15 ± 1.167		
Goles en contra	Near Sea Level	0.64 ± 0.67	.007	.629
	Low Altitude	0.9 ± 0.915		
	Moderate Altitude	0.85 ± 0.77		

3.4 Comparación contra nuestros rivales.

Al comparar el rendimiento de nuestro equipo con los rivales,

En “Near sea level” no encontramos diferencias significativas en la distancia total ($p=0.790$) (TE:0.005) , distancia en primer tiempo ($p=0.854$)(TE:0.008) , distancia en segundo tiempo, velocidad promedio ($p=0.437$) (TE:0.001) ($p=0.260$) (TE:0.001), número de sprints ($p=0.143$) (TE:0.004) y tiempo entre sprints ($p=0.508$) (TE:0.000).

En “Low Altitude ” no encontramos diferencias significativas en la distancia total ($p=0.714$) (TE:0.001) , distancia en primer tiempo ($p=0.755$)(TE:0.001) , distancia en segundo tiempo ($p=0.714$) (TE:0.001), número de sprints ($p=0.617$) (TE:0.006) y tiempo entre sprints ($p=0.420$) (TE:0.004). Se encontró un aumento significativo de 0.93% en la velocidad promedio del equipo estudiado .

En “Moderate altitude” no encontramos diferencias significativas en la distancia total ($p=0.929$) (TE:0.001) , distancia en primer tiempo ($p=0.893$)(TE:0.003) , distancia en segundo tiempo ($p=0.911$) (TE:0.000), velocidad promedio ($p=0.567$) (TE:0.003).

Encontramos una disminución del 13% en el número de sprints, siendo mayor en los equipos que habitan en esta altitud, aunque no fue estadísticamente significativo. ($p=0.815$) (TE:0.40).

Encontramos un aumento significativo del 16.91% en el tiempo que transcurría ente cada sprints, siendo menor en los rivales que habitan en Moderate Altitude. (p=0.000) (TE0.47).

Tabla 5. Comparación en rendimiento entre el equipo analizado y los adversarios.

Tabla 5 . Comparación en rendimiento entre el equipo analizado y los adversarios.

Nivel de Altitud	Variable	Equipo	Media ± DE	95% de Intervalo de Confianza		Tamaño del efecto	Valor de p
Near Sea Level 0-500 m	Distancia total (m)	1	9854.77 ± 835.98	9667.52	10042.02	0.005	0.79
		2	9721.43 ± 1028.04	9486.51	9956.35		
	Distancia Primer tiempo (m)	1	5018.29 ± 404.36	4927.72	5108.86	0.008	0.854
		2	4919.67 ± 679.18	4764.47	5074.87		
	segundo tiempo (m)	1	4836.48 ± 486.47	4727.52	4945.44	0.001	0.26
		2	4801.76 ± 482.47	4691.51	4912.01		
	Velocidad promedio (Km/h)	1	6.26 ± 0.52	6.14	6.38	0.001	0.437
		2	6.22 ± 0.55	6.10	6.35		
Número de Sprints	1	19.20 ± 7.55	17.51	20.90	0.004	0.143	
	2	20.29 ± 9.06	18.22	22.36			
Tiempo entre sprints (min)	1	5.30 ± 2.44	4.75	5.84	0.00	0.508	
	2	5.28 ± 2.58	4.69	5.87			
Low Altitude 501-2 000 m	Distancia total (m)	1	10102.39 ± 1930.45	9954.73	10250.05	0.001	0.714
		2	10003.78 ± 971.05	9929.22	10078.34		
	Distancia Primer tiempo (m)	1	5098.05 ± 1807.88	4959.77	5236.34	0.001	0.755
		2	5026.11 ± 513.207	4986.70	5065.51		
	segundo tiempo (m)	1	5004.33 ± 499.34	4966.14	5042.53	0.001	0.714
		2	4977.68 ± 572.56	4933.71	5021.64		
	Velocidad promedio (Km/h)	1	6.40 ± 0.51	6.36	6.44	0.002	0.00
		2	6.34 ± .60	6.30	6.39		
Número de Sprints	1	20.48 ± 7.88	19.88	21.08	0.006	0.617	
	2	21.74 ± 8.98	21.06	22.42			
Tiempo entre sprints (min)	1	5.06 ± 2.49	4.87	5.25	0.004	0.42	
	2	4.76 ± 2.17	4.59	4.93			
Moderate Altitude 2001-3 000 m	Distancia total (m)	1	9878.46 ± 835.95	9759.77	9997.15	0.001	0.929
		2	9826.62 ± 911.46	9689.84	9963.41		
	Distancia Primer tiempo (m)	1	4939.66 ± 436.33	4877.71	5001.61	0.003	0.893
		2	4891.34 ± 457.49	4822.68	4960.00		
	segundo tiempo (m)	1	4938.80 ± 457.49	4869.30	5008.29	0.00	0.911
		2	4935.28 ± 504.47	4859.52	5011.04		
	Velocidad promedio (Km/h)	1	6.22 ± 0.54	6.15	6.30	0.003	0.567
		2	6.16 ± 0.62	6.07	6.25		
Número de Sprints	1	19.37 ± 7.39	18.32	20.42	0.4	0.815	
	2	22.39 ± 7.51	21.27	23.52			
Tiempo entre sprints (min)	1	5.38 ± 2.41	5.04	5.73	0.47	0.00	
	2	4.47 ± 1.55	4.24	4.71			

Equipo: 1-Equipo analizado 2-Adversarios.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio el equipo disputó 5 finales de liga , de las cuales obtuvo 3 campeonatos y 2 subcampeonatos. Además, fue subcampeón de Copa Libertadores (2015) y Champions League CONCACAF (2015-2016 y 2016-2017). Los partidos internacionales antes mencionados no fueron incluidos en este estudio.

El estadio en el que disputa como local sus partidos se encuentra a una altitud de 525 m y su centro de entrenamiento se encuentra a 370 m. El equipo llega al sitio en donde realizará los partidos como visitante 24 horas antes de cada partido y basa su estilo de juego en la “posesión del balón”, utilizando regularmente una formación de 4-4-2 , 4-5-1 o 4-3-3.

El principal hallazgo de nuestro estudio fue que no encontramos diferencias significativas en La distancia total recorrida, la distancia recorrida en el primer tiempo, el número de sprints y el tiempo que transcurría entre cada sprints de un equipo de fútbol en diferentes niveles de altitud.

Aunque al compararlo con los equipos que habitan en “Moderate altitude”, encontramos una disminución no significativa del 13 % en el número de sprints y un aumento significativo del 16.9% en el tiempo que transcurría entre cada sprint.

Uno de los puntos fuertes de nuestro estudio es la cantidad de partidos revisados y las variables analizadas de rendimiento físico (Distancia total recorrida, número de sprints y tiempo entre sprints) en “Moderate altitude” .

Una de las formas en las que se puede estudiar la altitud es por medio de la distancia total recorrida ²⁰. La distancia recorrida por los jugadores en nuestro estudio no tuvo una relación significativa de acuerdo con los diferentes niveles de altitud , contrario a la disminución significativa en la distancia recorrida que se encontró en jugadoras universitarias de fútbol. ²¹ Nosotros encontramos una variación menor al 3% en la distancia total recorrida con respecto a la altitud, siendo menor a la disminución del 4% en la distancia recorrida al aumentar la altitud en jugadoras de fútbol elite femenino. ²²

Los hallazgos de nuestro estudio podría coincidir con Aughey ²³ en la disminución de la distancia recorrida en “High altitude” en futbolistas profesionales , ya que encontramos una disminución del 0.35% en mediocampistas y del 0.01 % y delanteros en “Moderate altitude” en la distancia total recorrida, comparado con su rendimiento en “Near sea level”.

Aunque encontramos una variación en la distancia recorrida del equipo y en las 3 posiciones, esta no fue significativa y no rebasó el 3% que encontró Nassis ²⁴ en partidos de Copa del Mundo en 2010 y menor a la disminución del 9.1 % en la distancia total recorrida que encontró difiere con los Garvican ²⁵ en “Low altitude”.

Se encontró una relación significativa entre la velocidad promedio del equipo y el nivel de altitud en defensas y mediocampistas de nuestro equipo, siendo mayor la velocidad al disputar partidos en “Low altitude”, esto pudiera explicarse a que a esta altitud el equipo juega como local, sin embargo al disputar partidos en “Moderate altitude”, la velocidad prácticamente fue la misma que en “Near sea level” ,esto coincide con los datos de Nassis ²⁴ en donde no encontraron un aumento de la

velocidad de los jugadores, aunque debe tomarse con cautela, ya que en nuestro estudio se calculó la velocidad promedio del jugador y no la velocidad máxima que alcanzó durante un sprint, que en teoría podría verse aumentada debido a la disminución de la resistencia del aire ¹¹

Aunque la mayoría de la distancia recorrida es a baja velocidad, los sprints son de gran importancia en el fútbol profesional, distingue a los jugadores elite de los otros ²⁶ y son la acción más frecuente en situaciones de gol tanto para los que asisten y los que anotan. ³

Al aumentar la altitud disminuye la resistencia del aire y la capacidad de realizar un solo sprint se vería aumentada, ⁷ sin embargo la hidrólisis de fosfocreatina decae ²³ ¹¹ ²⁷ y aumenta la concentración de lactato, esto puede disminuir la cantidad de sprints realizados y aumentar el tiempo de recuperación entre cada sprint. En nuestros jugadores no se encontró una diferencia significativa entre el número de sprints y el tiempo que transcurre entre sprints en los diferentes niveles de altitud.

Aunque si se encontró una disminución no significativa del 13% y un aumento significativo del 16.91% en el número de sprints y el tiempo que transcurre entre cada sprints al compararlo con los equipos que habitan en "Moderate Altitude", lo cual puede deberse a la alteración en el metabolismo de la fosfocreatina²³ ¹¹ ²⁷.

La variación no significativa del rendimiento físico del equipo en los diferentes niveles de altitud puede explicarse por la experiencia y calidad técnico-táctica de los jugadores, ya que se ha observado que los futbolistas de elite y experimentados

adecuan su ritmo de juego a las diferentes situaciones ambientales para evitar disminuir su rendimiento^{11 29}.

A pesar de que “Moderate Altitude” el porcentaje de victorias disminuyó, el porcentaje de derrotas aumentó, se anotó menos y se recibieron más goles, no se encontró correlación entre el resultado obtenido y la cantidad de goles anotados y recibidos en diferentes niveles de altitud, esto difiere con los hallazgos realizados por McSharry¹² y Faude²⁸ en donde se encuentra una desventaja significativa al disputar partidos en “Low Altitude, Moderate y High altitude” en equipos que provienen de menor altitud.

Esta variación no significativa en los parámetros de rendimiento deportivo en “Moderate altitude”, puede explicarse por la variación en el número de sprints y el tiempo entre sprints³, además de la desventaja que representa disputar partidos en calidad de visitante³⁰.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En nuestro estudio no se encontró relación entre el nivel de altitud y los parámetros de rendimiento físico y deportivo de un equipo de fútbol profesional de la liga mexicana. Aunque en “Moderate Altitude” puede alargarse el tiempo de recuperación al realizar sprints.

CAPITULO VI

ANEXOS

6.1 Carta de aprobación por el comité de ética y comité de investigación.



DR. MED. OSCAR SALAS FRAIRE
Investigador principal
Departamento de Medicina del Deporte
Presente.-

Estimado Dr. Salas:

Le informo que nuestro Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario "Dr. Jose Eleuterio Gonzalez", ha **evaluado y aprobado** el protocolo de investigación titulado: "**Rendimiento físico de un equipo del futbol mexicano en diferentes niveles de altitud**" participando además el Dr. Agustín Jaime Alanís Flores, Dr. Yonny Cristian Carranza Cervantes, Dr. Francisco Figueroa Cavero, Dra. Iliana Elizabeth Quintero Raygoza, Dr. Arturo Rodríguez Ochoa y al Est. José Luis Garza Hernández, como Co-investigadores, el cual quedó registrado en esta Subdirección con la clave MD18-00001.

- **Protocolo en extenso, versión 2.0 de fecha 20 de Febrero del 2018.**

Cada vez que el Protocolo, sufran modificaciones, éstas deberán someterse nuevamente para solicitar su autorización.

Le reitero que es su obligación presentar a este Comité de Ética en Investigación un informe técnico parcial a más tardar el día en que se cumpla el año de emisión de este oficio, así como notificar la conclusión del estudio.

Será nuestra obligación realizar visitas de seguimiento a su sitio de investigación para que todo lo anterior esté debidamente consignado, en caso de no apegarse, este Comité tiene la autoridad de suspender temporal o definitivamente la investigación en curso, todo esto con la finalidad de resguardar el beneficio y seguridad de todo el personal y sujetos en investigación.

Atentamente.-

"Alere Flammam Veritatis"

Monterrey, Nuevo León 14 de Marzo del 2018



DR. med. JOSE GERARDO GARZA LEAL
Presidente de Comité de Ética en Investigación

Comité de Ética en Investigación

Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n, Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 81 8329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduanl.com



CAPITULO VII

REFERENCIAS

1. Kunz, M. FIFA Big Count. FIFA Mag. 2006–2008 (2007).
2. Gore, C. J., McSharry, P. E., Hewitt, A. J. & Saunders, P. U. Preparation for football competition at moderate to high altitude. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 18, 85–95 (2008).
3. Faude, O., Koch, T. & Meyer, T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J. Sports Sci.* 30, 625–631 (2012).
4. Williams, E. S. Exercise and altitude. *High Alt. Med. Biol.* 14, 492–494 (2013).
5. D’Hooghe, M. Football and altitude: a FIFA vision. *Br. J. Sports Med.* 47 Suppl 1, (2013).
6. Khodaei, M., Grothe, H. L., Seyfert, J. H. & VanBaak, K. Athletes at High Altitude. *Sports Health* 8, 126–132 (2016).
7. Girard, O., Brocherie, F. & Millet, G. P. Effects of Altitude/Hypoxia on Single- and Multiple-Sprint Performance: A Comprehensive Review. *Sport. Med.* 47, 1931–1949 (2017).
8. Wachsmuth, N. et al. Changes in blood gas transport of altitude native soccer players near sea-level and sea-level native soccer players at altitude (ISA3600). *Br. J. Sports Med.* 47, (2013).

9. Roach, G. D. et al. The sleep of elite athletes at sea level and high altitude: A comparison of sea-level natives and high-altitude natives (ISA3600). *Br. J. Sports Med.* 47, 1–9 (2013).
10. Sargent, C. et al. The impact of altitude on the sleep of young elite soccer players (isa3600). *Br. J. Sports Med.* 47, (2013).
11. Levine, B. D., Stray-Gundersen, J. & Mehta, R. D. Effect of altitude on football performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 18 Suppl 1, 76–84 (2008).
12. McSharry, P. E. Altitude and athletic performance: statistical analysis using football results. *Bmj* 335, 1281 (2007).
13. Bärtsch, P., Saltin, B. & Dvorak, J. Consensus statement on playing football at different altitude. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 18, 96–99 (2008).
14. “La pelota dobla más tarde”. Available at:
https://www.clarin.com/deportes/pelota-dobla-tarde_0_rymgwaFsvQg.html.
15. Las locuras de Bilardo duraron dos Mundiales - Infobae. Available at:
<https://www.infobae.com/2014/06/04/1570099-las-locuras-bilardo-duraron-dos-mundiales/>.
16. Messi: ‘Es imposible jugar en la altura’ - LA NACION. Available at:
<https://www.lanacion.com.ar/deportes/messi-es-imposible-jugar-en-la-altura-nid1114675>.

17. Who We Are - News - Canada, Mexico and USA selected as hosts of the 2026 FIFA World Cup™ - FIFA.com. Available at:
<https://www.fifa.com/about-fifa/who-we-are/news/canada-mexico-and-usa-selected-as-hosts-of-the-2026-fifa-world-cuptm>.
18. LIGA MX - Página Oficial de la Liga Mexicana del Fútbol Profesional.
Available at: <https://ligamx.net/cancha/partidos>. (Accessed: 31st October 2019)
19. Dvorak, J., Junge, A. & Grimm, K. F-MARC Football Medicine Manual 2. F-MARC Footb. Med. Man. (2009).
20. Gore, C. J. et al. Methods of the international study on soccer at altitude 3600 m (ISA3600). Br. J. Sports Med. 47, (2013).
21. Bohner, J. D. et al. Moderate Altitude Affects High Intensity Running Performance in a Collegiate Women's Soccer Game. J. Hum. Kinet. 47, 147–154 (2015).
22. Trewin, J., Meylan, C., Varley, M. C., Cronin, J. & Ling, D. Effect of match factors on the running performance of elite female soccer players. J. Strength Cond. Res. 32, 2002–2009 (2018).
23. Aughey, R. J. et al. Soccer activity profile of altitude versus sea-level natives during acclimatisation to 3600 m (ISA3600). Br. J. Sports Med. 47, 3–10 (2013).

24. Assis, G. E. P. N. 2010 Fifa W. 27, 703–707 (2013).
25. Garvican, L. A. et al. Lower running performance and exacerbated fatigue in soccer played at 1600 m. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 9, 397–404 (2014).
26. Bangsbo, J. Demandas fisiológicas del fútbol. 27, 1–6 (2014).
27. Billaut, F. & Aughey, R. J. Update in the understanding of altitude-induced limitations to performance in team-sport athletes. *Br. J. Sports Med.* 47, 3–8 (2013).
28. Faude, O., Schmidt, C. & Meyer, T. Altitude adaptation and team success during the FIFA World Cup 2010. *J. Exerc. Physiol. Online* 14, 41–48 (2011).
29. Nassis, G. P., Brito, J., Dvorak, J., Chalabi, H. & Racinais, S. The association of environmental heat stress with performance: Analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil. *Br. J. Sports Med.* 49, 609–613 (2015).
30. Drummond, L. R., Drummond, F. R. & Silva, C. D. da. A vantagem em casa no futebol: comparação entre Copa Libertadores da América e UEFA Champions League. *Rev. Bras. Educ. Física e Esporte* 28, 283–292 (2014).

CAPITULO VIII
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Dr. Agustín Jaime Alanis Flores

Candidato para el Grado de Especialista en Medicina del Deporte y Rehabilitación Física.

Tesis: Rendimiento físico de un equipo del fútbol mexicano en diferentes niveles de altitud.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Biografía:

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León, México ; hijo de Mariela Flores Cañamar y Jaime Enrique Alanis Valdés.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León , grado obtenido de Médico Cirujano y Partero en 2014.