



Revista Actividad Física y Ciencias  
Año 2023, Vol. 15, N°2

## SUPLEMENTACIÓN CON ZINC Y NIVELES PLASMÁTICOS DE COBRE Y ZINC EN ATLETAS DE UN EQUIPO DE FÚTBOL PROFESIONAL DE VENEZUELA

### ZINC SUPPLEMENTATION AND PLASMA LEVELS OF COPPER AND ZINC IN ATHLETES OF A VENEZUELAN PROFESSIONAL SOCCER TEAM

**Lic. Dra. María Verónica, Gómez Ramírez**

[veronicagr41@gmail.com](mailto:veronicagr41@gmail.com)

<http://orcid.org/0000-0003-3114-7112>

**Lic. Dra. Jauri Emilia, Villarroel de Paredes**

[jauri.villarroel@gmail.com](mailto:jauri.villarroel@gmail.com)

<http://orcid.org/0000-0002-0870-1771>

**Recibido:** 21/12/2022

**Aceptado:** 15/02/2023

### Resumen

El objetivo del artículo, fue conocer la ingesta y los niveles plasmáticos de zinc y cobre de los atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela, antes y después de la suplementación con zinc. Para estimar el consumo de zinc se realizaron recordatorios de alimentación y se calculó el porcentaje de adecuación para determinar si la ingesta era adecuada. Se procedió a determinar los niveles plasmáticos de cobre y zinc mediante la técnica de espectroscopia de absorción atómica descrita por Villarroel (2005). La evaluación se realizó a una muestra de 29 atletas (n29) durante un torneo de 19 semanas, antes y después de la suplementación con 25 mg de zinc elemental, con la finalidad de analizar su efecto en los niveles plasmáticos del mismo y determinar si la dosis suplementada altera los niveles de Cu en plasma. Se detalló que los niveles plasmáticos de zinc tanto en el grupo control como el suplementado reportaron una diferencia negativa en el tiempo 2 (Zn2) la cual fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para ambos grupos. Por su parte, los niveles plasmáticos de Cu de los atletas suplementados y los controles antes y después de la intervención no evidenciaron diferencias con significancia estadística. Concluyendo que la suplementación con 25 mg de zinc elemental no es suficiente para evitar la disminución plasmática del oligoelemento y que dicha dosis es segura al no alterar los niveles de cobre en plasma, por lo que se sugiere nuevas investigaciones con dosis superiores.

**Palabras clave:** Niveles de cobre; zinc; atletas; fútbol profesional.

## Abstract

The purpose of this research was to determine the intake and plasmatic levels of zinc and copper of the athletes of a professional soccer team in Venezuela, before and after zinc supplementation. To estimate zinc intake, feeding reminders were performed and the adequacy percentage was calculated to determine if the intake was adequate. Plasma copper and zinc levels were determined using the atomic absorption spectroscopy technique described by Villarroel (2005). The evaluation was carried out on a sample of 29 athletes (n29) during a 19-week tournament, before and after supplementation with 25 mg of elemental zinc, in order to analyze its effect on its plasmatic levels and determine if the supplemented dose alters Cu levels in plasma. It was detailed that plasma zinc levels in both the control and supplemented groups reported a negative difference at time 2 (Zn2) which was statistically significant ( $p < 0.05$ ) for both groups. On the other hand, the plasma Cu levels of the supplemented athletes and the controls before and after the intervention did not show statistically significant differences. Concluding that the supplementation with 25 mg of elemental zinc is not enough to avoid the plasmatic decrease of the trace element and that this dose is safe since it does not alter the levels of copper in plasma, for which new investigations with higher doses are suggested.

**Keywords:** Levels of copper; zinc; athletes; professional soccer.

## Introducción

Actualmente, la investigación dirigida a la salud y el deporte, evidencia el creciente interés que ha surgido por la adecuada alimentación del deportista, tanto es así, que el mismo se ha convertido en una rama de la nutrición, conocida como nutrición deportiva, la cual es adaptable a las condiciones y características propias de la disciplina deportiva donde se pretenda ejecutar, en este caso estará enfocada al fútbol, ya que éste posee características de interés nutricional, donde una correcta adecuación de nutrientes podría intervenir en el mantenimiento de reservas adecuadas de glucógeno, además de la participación en los procesos de recuperación en el control del daño oxidativo y finalmente afectar positivamente el rendimiento físico de los jugadores.

En este sentido, Beck et al (2021), describen como los deportistas comúnmente procuran adecuar su ingesta nutricional sin dejar de lado el consumo de suplementos de micronutrientes en los casos donde se presente deficiencia en alguno de ellos buscando de esta manera afectar positivamente la función inmune, mejorar la recuperación y el rendimiento.

Basándonos en este orden de ideas, es valioso señalar como Martínez et al. (2013), definen a la alimentación deportiva, como el estudio de la ciencia de los alimentos (alimentación y nutrición), y cómo ésta puede afectar directamente el rendimiento deportivo y las capacidades

físicas de los atletas, es decir, que la misma es una herramienta valiosa que debe ser utilizada en la búsqueda de las mejores condiciones del deportista en los diferentes escenarios deportivos. Por este motivo, ahondar en los aspectos alimentarios y diseñar una estrategia nutricional individualizada, va a favorecer el desempeño del atleta y beneficiará el alcance de las aspiraciones deportivas del mismo.

Dentro de las diferentes disciplinas deportivas se encuentra el fútbol, el cual genera mucho interés en los aspectos relacionados con la nutrición deportiva, ya que como lo describen Martínez y Sánchez (2013) este deporte de equipo, se describe como acíclico, con intervalos cortos pero intensos, donde se requiere mezclar actividades físicas de intensidad baja (trote, carrera suave) con intensidades altas (saltos y sprints). Otra de las características resaltantes en la distancia recorrida durante un partido de fútbol, que puede estar entre los 10 a 13 km, provocando un gasto energético elevado.

Así mismo, Hulton et al (2022), expone como esas diferentes demandas energéticas y la propia duración de una competencia de fútbol convierte en primordiales las estrategias nutricionales que se aboquen a compensar y retrasar la fatiga en el futbolista, ya que esto contribuirá a alcanzar los mejores resultados.

Por lo tanto, la nutrición deportiva no sólo va a resaltar su participación durante los momentos previos a la competencia, sino que además va a favorecer la recuperación del atleta después del esfuerzo físico. En este sentido, Kerksick et al. (2017), exponen dentro de la posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva, que cubrir con el requerimiento de energía y nutrientes, analizando estratégicamente el momento de su ingesta, se puede mejorar la recuperación y la reparación de tejidos, aumentar la síntesis proteica a nivel muscular e incluso mejorar los estados de ánimo después de altas cargas físicas o ejercicio intenso.

Considerando esta alta demanda de energía, diferentes estudios, como es el caso de los realizados por Radák (2008), citado por González y García (2012), han demostrado que el ejercicio excesivo y el sobre entrenamiento conducen a un estado de estrés oxidativo. Esto involucraría una mayor utilización de sustancias antioxidantes, entre las que destaca el zinc.

Frente a este marco, Coronado et al., (2015), exponen a los investigadores del área, la duda sobre si el sistema de defensa de antioxidantes endógenos que tiene el organismo puede enfrentar las especies reactivas del oxígeno de manera eficiente o si, como apoyo, siempre deben recomendarse antioxidantes dietarios durante el entrenamiento físico. Por lo tanto, urge esclarecer a través de la evidencia científica, las necesidades particulares que pudieran tener los deportistas con respecto al consumo de antioxidantes y si existen condiciones especiales que justifiquen la suplementación.

En este orden de ideas, vale la pena destacar la posición de las Guías Australianas del Deporte en su actualización del año 2021, donde incluyen con nivel de evidencia A el uso del zinc como suplemento deportivo utilizado en los casos que se haya diagnosticado una ingesta deficiente.

Por lo tanto, estas implicaciones que relacionan una mayor utilización de sustancias antioxidantes en el deportista con la salud del mismo y como consecuencia con su rendimiento físico, fueron las que estimularon esta investigación, que tiene como objetivo principal conocer el efecto de la suplementación con zinc. Considerando que el Cu y el Zn compiten por su absorción, se pretende estimar una dosis segura de suplementación que no afecte a otros oligoelementos, por lo que se describirá su influencia sobre los niveles plasmáticos de ambos minerales, durante un torneo de fútbol de 19 semanas en futbolistas profesionales de Venezuela.

## **Aproximación Metodología**

El presente estudio se ubico en una investigación documental de tipo narrativo, de carácter descriptivo, a través de la recopilación, consulta análisis, síntesis y discusión de información publicada sobre las condiciones de trabajo y salud de los profesionales de la salud.

## **Material y Métodos**

### **Modalidad de investigación**

En el presente estudio la metodología empleada fue la investigación cuantitativa, la cual es definida por Palella y Martins (2006), como “aquella según la cual se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Estudia la relación entre variables cuantificadas y procura determinar la fuerza de correlación entre variables, la generalización y objetivación de los productos obtenidos del manejo de una muestra con el fin de inferir resultados aplicados a toda la población de la cuál procede esa muestra”. (p. 15).

Para conocer la influencia de la suplementación con zinc en los niveles plasmáticos de cobre y zinc en de futbolistas profesionales de Venezuela, fue necesario guiar el estudio a través de la investigación cuantitativa, la cual permitió conocer los efectos de una adecuada dosificación en la suplementación del zinc a través del análisis estadístico. Tal como lo refieren Hernández et al. (2010), “la investigación cuantitativa usa la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y comprobar teorías” (p. 4).

El presente estudio está basado en un diseño cuasi experimental, longitudinal y correlacional. Un diseño cuasi experimental es descrito por Hurtado y Toro (2007), como aquel que consiste en “seleccionar la muestra aleatoriamente y manipular la variable independiente y tener cierto grado de control de las variables extrañas, en el cual los sujetos ya estaban formados antes del experimento, siendo grupos intactos”, es decir, no existe un control de todas las variables, sino exclusivamente de la independiente.

En este caso, se seleccionaron los atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela,

---

los cuales se dividieron a través de la técnica de muestreo probabilístico aleatorio simple en un grupo que fue suplementado con 25 mg de zinc elemental y un grupo que se le suministró un placebo. Sin embargo, a pesar de ser considerados, no se tuvo control sobre otras variables que pudieran afectar los niveles plasmáticos de zinc y cobre.

Respecto al nivel de investigación, Palella y Martins (2006) definen la investigación longitudinal como aquella que “se ocupa de analizar cambios en el tiempo, en determinadas variables o en las relaciones entre ellas. La recolección de datos se realiza en períodos específicos con el fin de hacer inferencias respecto al cambio, los factores que lo determinan y sus consecuencias” (p. 104). En este caso para conocer las consecuencias de la implementación de las estrategias nutricionales se consideró un período de 19 semanas para la suplementación.

Mientras que Ortiz (2004), se refiere al diseño correlacional como aquel en el que “el investigador utiliza técnicas correlacionales para inferir probables relaciones de causalidad entre las variables en estudio” (p. 44). En la presente investigación se suplementó 25 mg de zinc a los atletas del grupo control seleccionado y se relacionó con sus niveles plasmáticos antes y después de la intervención.

### **Procedimientos de investigación**

En un primer encuentro con los atletas del equipo de fútbol profesional de Venezuela, se les expuso una clara descripción de la investigación y se suministró el consentimiento informado, así mismo se planificó la fecha de la primera intervención que consistió en la toma de muestras sanguíneas para determinar zinc y cobre. Seguidamente se realizó la evaluación nutricional a través del recordatorio de alimentación de 24 horas, el cual se realizó 3 veces en 3 días diferentes de la semana.

Subsiguientemente se realizó por un período de diecinueve semanas (del 19 de julio al 01 de diciembre de 2017), correspondiente al Torneo de Clausura del fútbol venezolano del año 2017, la suplementación con zinc a 14 atletas y se brindó un placebo a los otros 15.

Al finalizar el período de la suplementación y el torneo competitivo se realizó nuevamente el análisis de los niveles de cobre, zinc y la encuesta de alimentación.

### **Participantes**

La población estuvo conformada por 29 atletas de fútbol de un equipo de fútbol profesional de Venezuela, a los cuales se les realizó el estudio durante un período de diecinueve semanas correspondiente al Torneo de Clausura del fútbol venezolano del año 2017, donde realizó la suplementación con zinc a un grupo de 14 atletas y placebo a un grupo de 15 atletas.

### **Instrumentos**

*Evaluación nutricional:*

*A.- Determinación del consumo de alimentos.*

La determinación del consumo de alimentos se estimó por el método: Recordatorio de 24 horas y una encuesta; que consistió en:

- ✓ Lista completa de todos los alimentos y bebidas consumidas.
- ✓ Se estimaron las cantidades de alimentos y bebidas consumidas con apoyo de modelos de raciones de alimentos, además de la descripción de la hora y lugar de consumo.

Para la determinación del consumo de energía, nutrientes, cobre y zinc se utilizó la Tabla de Composición de Alimentos de la Población Venezolana. Revisión 2012.

#### *Muestras de plasma*

Para la obtención de sangre venosa, cada uno de los sujetos de estudio llegaron en estado de ayuno para la toma de la muestra que se realizó a las 7:00 a.m, donde se recolectaron 10ml de sangre, se realizó por punción venosa del antebrazo, siguiendo la técnica de extracción sanguínea indicada en el manual de procedimientos de laboratorio en técnicas básicas de hematología (Muñoz y Morón, 2005), después de un ayuno de 12 horas, se vertió la muestra lentamente por las paredes del tubo sin anticoagulante (tubos tapa roja), se centrifugó para obtener la muestra de suero, a 5000 rpm durante diez minutos y el suero obtenido de cada muestra se dividió en tubos eppendorf para el análisis de cada analito (cobre y zinc).

El procesamiento de las muestras se realizó simultáneamente con materiales de control valorados, para la confiabilidad de los análisis y validez de los resultados obtenidos (Mazziotta y Correa, 2005).

#### *Determinación de cobre y zinc en plasma.*

Para determinar los niveles de cobre y zinc en plasma se utilizó el método analítico de espectroscopia de absorción atómica acoplado a sistema de inyección de flujo (FIA-AAS), el cual está conformado por un espectrofotómetro Perkin Elmer AAS 3100 con atomizador de llama, acoplado a un sistema de inyección de flujo con una bomba peristáltica Ismatec modelo IPC. El protocolo a utilizar fue el descrito por Villarroel (2005).

### **Análisis de los Datos**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Microsoft Excel® 2010. Las pruebas de hipótesis de los test estadísticos se contrastaron al nivel de significación  $p=0.05$ . Se realizaron comparaciones estadísticas entre el grupo control (sin tratamiento) el grupo suplementado (con tratamiento).

En todos los ensayos estadísticos utilizados se asume que las medias de las poblaciones siguen una distribución normal y desviación estándar igual.

Debido a que el tamaño de la muestra ( $n < 30$ ) es pequeño se utilizó la prueba de t Student para análisis de variación en medias muestrales ( $\bar{x}$ ) la prueba de Fisher F para el análisis de la varianza entre dos muestras.

La potencia estadística se basó en el grupo no suplementado, con un tamaño de muestra de 14 para cada grupo, una diferencia esperada entre los tiempos ( $Zn_1 - Zn_2$ ) de 0.8 mg/l del

zinc, desviación estándar de 0,8mg/l, una significancia estadística correspondiente al 5% y la potencia del estudio es de 82%.

### Figura 1

#### *Tamaño de la Muestra*

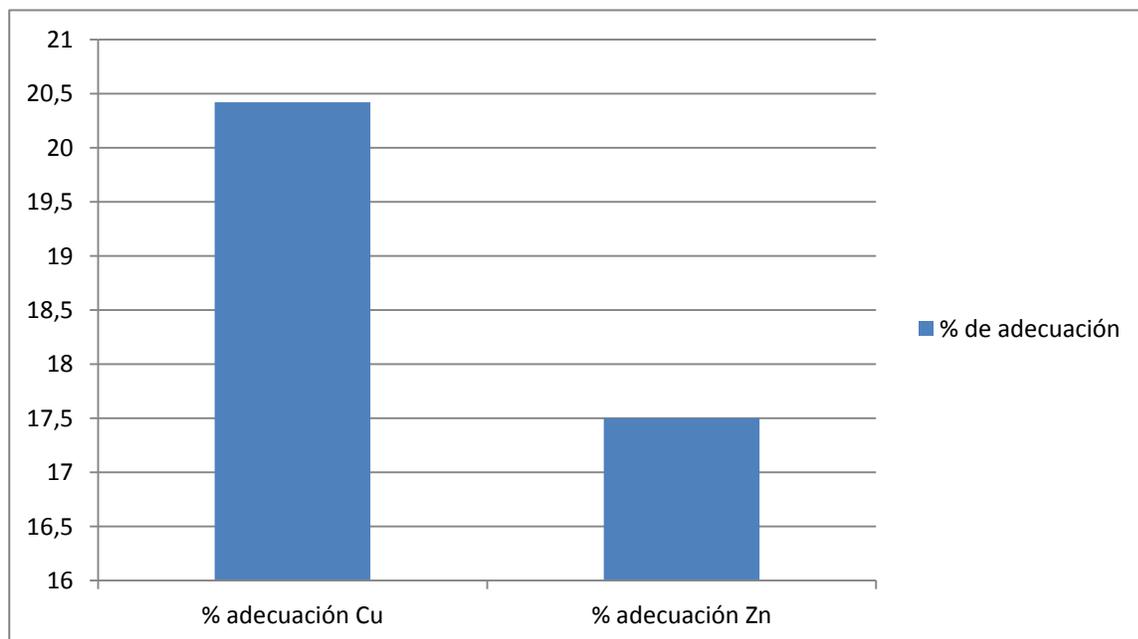
n	14
delta	0.8
sd	0.8
Nivel de significancia	0.05
Poder	0.82
	Contraste de una cola

## RESULTADOS

En el presente apartado se exponen los resultados obtenidos del análisis estadístico aplicado en esta investigación, su análisis y discusión, lo que permitió generar las conclusiones de este estudio.

### Figura 2.

#### *Porcentaje de adecuación de Cobre y Zinc en atletas de fútbol de un equipo de fútbol profesional de Venezuela*



En la figura 2, se observan los porcentajes de adecuación de cobre y zinc de toda la muestra antes de realizar la intervención nutricional, lo que permitió generar un diagnóstico de

*Suplementación con zinc y niveles plasmáticos de cobre y zinc en atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela*

inicio. En la misma se observa que hubo consumo deficiente para cobre (cubriendo el 20,42% de su requerimiento) y zinc (con un consumo promedio de 17,5% de su requerimiento).

**Tabla 1.**

*Niveles de Zn plasmático antes y después de la intervención nutricional en atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela. Grupo control y grupo suplementado.*

	Grupo Control		Grupo Suplementado	
	Zn1	Zn2	Zn1	Zn2
Media	1.21	0.84	1.11	0.97
Varianza	0.06	0.01	0.01	0.04
Observaciones	14	14	15	15
Grados de libertad	13		14	
Estadístico t	6.62		2.14	
P (T≤t) una cola	0.00000822		0.03	
Valor crítico de t (una cola)	1.77		1.76	
P (T≤t) dos colas	0.0000164		0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.16		2.14	

Elaboración de los autores

En la tabla 1 se observa que tanto en el grupo control como en el suplementado hubo una diferencia negativa de los niveles plasmáticos de zinc en el tiempo 2 (Zn2) la cual es estadísticamente significativa en ambos casos, sin embargo, el grupo control reportó una  $p < 0,0001$ , mientras que el grupo suplementado mostró una  $p$  de 0.03 y las medias manifestaron una disminución menor.

**Tabla 2.**

*Niveles de Cu plasmático antes y después de la intervención nutricional en atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela. Grupo control y grupo suplementado*

	Grupo Control		Grupo Suplementado	
	Cu1	Cu2	Cu1	Cu2
Media	0.51	0.55	0.51	0.54
Varianza	0.01	0.00	0.00	0.005
Observaciones	14	14	15	15
Grados de libertad	13		14	
Estadístico t	-1.06		-1.28	
P (T≤t) una cola	0.15		0.10	
Valor crítico de t (una cola)	1.77		1.76	
P (T≤t) dos colas	0.30		0.21	
Valor crítico de t (dos colas)	2.16		2.14	

Elaboración de los autores

En la tabla 2 se muestran los niveles plasmáticos de Cu en los individuos que fueron suplementados y los controles antes y después de la intervención. No se evidencian diferencias con significancia estadística para ninguno de los dos grupos al compararlos en los dos tiempos estudiados.

## Discusión

Con respecto al consumo dietario de cobre para los atletas evaluados en esta investigación se reportó solo un 20,42% de adecuación, es decir, que su ingesta fue insuficiente, por lo que merece la pena nombrar los alimentos con mayor contenido de cobre, los cuales contienen desde 0,3 a 2 mg/100g, entre estos se encuentran mariscos, nueces, semillas, cacao, legumbres, hígado, vísceras, frutas secas, pasas, tomates, cambur, uvas y papas. Además, como plantea Maury et al., (2010) que las carnes suelen tener un contenido intermedio de cobre: desde 0,1 – 3 mg/100 g, siendo estos alimentos los menos consumidos por la población en estudio.

Así mismo, la ingesta de zinc fue deficiente, reportando un 17,5 % de adecuación, en este sentido es destacable lo expresado por García et al., (2013), quienes describen que en Venezuela desde hace varios años, se ha determinado la prevalencia de deficiencia de zinc en algunos grupos de edades, en este sentido estudios en niños muestran prevalencias de déficit que varían desde 19% en el Estado Carabobo, 20% en Lara, 45% en escolares del Estado Mérida y alcanza una prevalencia de 93% en escolares de la etnia Barí.

Las carnes rojas son buena fuente de zinc biodisponible, así como los pescados y aves, observando el consumo deficiente de estos alimentos en la población estudiada se comprende la

ingesta dietética tan baja reportada en esta investigación. Esto se justifica al analizar los datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) realizada en Venezuela en el año 2017, mismo año en el que se realizó éste estudio, en la que se concluye que hubo una “continua disminución en el aporte de lácteos, y los pocos que hay, pueden no ser de buena calidad, con una composición disminuida de proteínas, calcio y ácidos grasos, característicos de la leche”, así mismo agregan que “el aporte de proteínas de alto valor biológico sigue reduciéndose, por lo que el aporte de hierro, zinc, vitamina A y complejo B también están disminuidos”, demostrando que para la fecha el consumo proteico poblacional estuvo negativamente afectado.

Con respecto a los niveles plasmáticos de zinc (Zn) antes y después de la suplementación, podemos suponer que la práctica de fútbol a lo largo de un torneo de 19 semanas puede afectar la cantidad de dicho oligoelemento en plasma, estos datos coinciden con los descritos por Rakhra et. al., (2021), quienes demostraron que en el entrenamiento de resistencia disminuye significativamente los niveles plasmáticos de zinc por lo que sugieren un incremento de los requerimientos de este oligoelemento en atletas que realicen entrenamiento de resistencia.

Finalmente, considerando que son varios los estudios que exponen que la suplementación con zinc puede disminuir la concentración plasmática de cobre, como los publicados por Rico y Pérez, (2011) y por Fernández et al., (2011); se analizaron los niveles plasmáticos de cobre (Cu), antes y después de la suplementación con Zn y en este caso, observamos que la cantidad suplementada de zinc no produjo alteraciones en los niveles plasmáticos de Cu, por lo que podemos considerar que la dosis utilizada para la suplementación fue adecuada.

## **Conclusión**

Con respecto a la ingesta de cobre y zinc de los atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela, que fue conocido a través de recordatorios de alimentación se evidencia un consumo deficiente de los mismos.

Se detalla que los niveles plasmáticos de zinc de la muestra estudiada con una media de 1,21 mg/l para el grupo control y de 1,11 mg/l para el grupo suplementado, no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos a estudiar previo a la intervención nutricional. En este sentido, se observó que los niveles plasmáticos de zinc de los atletas de un equipo de fútbol profesional de Venezuela, reportaban niveles óptimos de zinc plasmático antes de iniciar el torneo de fútbol y de la suplementación con zinc, a pesar de reportar una ingesta deficiente, por lo que merece la pena destacar que el zinc plasmático, usado frecuentemente como indicador del estado de zinc, se encuentra regulado homeostáticamente, de tal modo que individuos con una deficiencia marginal pueden tener valores normales.

---

Además, se determinó que los niveles plasmáticos de zinc se afectan negativamente durante un torneo de fútbol de 19 semanas tanto en atletas suplementados como en los controles, sin embargo, es importante resaltar que las medias mostraron una disminución menor en los niveles plasmáticos de zinc en el grupo suplementado y que su significancia estadística fue cercana a 0,05, lo que nos hace pensar que una suplementación a mayor dosis podría mejorar dicha situación.

Finalmente, se considera una dosis segura la suplementación con 25 mg de zinc ya que no afecta los niveles plasmáticos del cobre en futbolistas profesionales de Venezuela.

## Referencias

- Australian Sports Commission. (2021). *Supplements Benefits and risks of using supplements and sports foods*. <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements/>
- Beck K., von Hurst P., O'Brien W., Badenhorst C. (2021) Micronutrientes y rendimiento deportivo: Una revisión. *Alimentos Químicos Toxicol*; 158:112618. DOI: 10.1016/J.FCT.2021.112618. .
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, L. G., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- ENCOVI. (2017). *Encuesta de Condiciones de Vida de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Universidad Andrés Bello, Universidad Central de Venezuela, Universidad Simón Bolívar. <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/sites/2/2018/02/ENCOVI-2017-presentaci%C3%B3n-para-difundir-.pdf>
- Fernández L., Marques C., Gastao J., Pires L., Severino A., Casimiro G., Lisboa P. Correa J. (2011). Plasma Zinc, Copper, and Serum Thyroid Hormones and Insulin Levels After Zinc Supplementation Followed by Placebo in Competitive Athletes. *Biol Trace Elem Res* 142:415–423. <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8821-z>
- García M., Landaeta M., De Baptista G., Murillo C., Rincón M., Rached L., Bilbao A., Anderson H., García D., Franquiz J., Puche R., García O., Quintero Y., Peña-Rosas J. (2013). Valores de referencia de hierro, yodo, zinc, selenio, cobre, molibdeno, vitamina C, vitamina E, vitamina K, carotenoides y polifenoles para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(4). 338-361, [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222013000400010&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222013000400010&lng=es&tlng=es)
- González, G., & García, D. (2012). Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes? *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 12(46), 369-388. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54224389012>

- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGrawHill.
- Hulton A., Malone J., Clarke N., MacLaren D. (2022). Requerimientos energéticos y estrategias nutricionales para jugadores de fútbol masculinos: una revisión y sugerencias para la práctica. *Nutrientes*. 4;14(3):657. DOI: 10.3390/nu14030657. PMID: 35277016; PMCID: PMC8838370.
- Hurtado, I., Toro, J. (2007). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios*. Caracas: Los libros de El Nacional.
- Kerksick, C., Arent, S., Schoenfeld, B., et al. (agosto, 2017). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, 14(33) <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Martínez, C., y Sánchez, P. (abril, 2013). Estudio nutricional de un equipo de fútbol de tercera división. *Nutrición Hospitalaria*. (28). Pag. 319 – 324. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6304>
- Martínez, J., Urdampilleta, A., Mielgo, J., (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *European Journal of Human Movement*.(30), 37-52.
- Maurý, E., Mattei, A., Perozo, K., Bravo, A., Martínez, E., Vizcarra, M. (agosto, 2010). Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc en escolares Barí. *Pediatr (Asunción)*. 37(2): 112-117. Recuperado a partir de <https://revistaspp.org/index.php/pediatria/article/view/204>.
- Mazziotta, D., & Correa, J. (2005). Control de Calidad en: Fernandes, C., & Mazziotta D. (Eds). *Gestión de la calidad en el laboratorio clínico*. (pp. 371 – 407). Editorial Médica Panamericana.
- Ministerio del Poder Popular para la Alimentación; Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de Composición de los Alimentos*. Revisión 2012. Colección Seguridad y Soberanía Alimentaria "Edgar Abreu Olivo". Caracas: Fondo Editorial Gente de Maíz.
- Muñoz, M., Morón, C., Cabezas, C., & Cabrera, R. (2005). Recuento de reticulocitos y plaquetas. *Manual de procedimientos de laboratorio en técnicas básicas de hematología*. Perú: Comité Editor Instituto Nacional de Salud, 60-2.
- Ortiz, F. (2004). *Diccionario de metodología de la investigación*. México: Limusa.
- Palella, S., Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL
- Radak, Z., Chung, H. Y., Koltai, E., Taylor, A. W., & Goto, S. (2008). Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing research reviews*, 7(1), 34-42.
- Rakhra G., Masih D., Vats A., Verma S., Singh V., Kirar V., Singh S. (2021). Efecto del entrenamiento de resistencia sobre el estado de cobre, zinc, hierro y magnesio. *J Sports Med Phys Fitness*; 61(9):1273-1280. doi: 10.23736/S0022-4707.21.11647-0.
-

- Rico, J., & Pérez, M. (2011). La actividad física y el zinc: una revisión. *Arch. med. deporte*, 36-44.
- Villarroel J. (2005). Niveles de Fe, Cu, Zn, Mg en muestras biológicas de embarazadas y recién nacidos. *Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes*. Mérida-Venezuela.

### ***Las autoras***

#### **Lic. Dra. María Verónica Gómez Ramírez**

Licenciada en Nutrición y Dietética, Especialista en Nutrición Clínica. Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Los Andes. Docente de la Unidad de Nutrición Humana de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Los Andes.

#### **Lic. Dra. Jauri Emilia Villarroel de Paredes**

Licenciada en Nutrición y Dietética, Magister en Nutrición Humana. Doctorado en Química Analítica y Phd en Ciencias Humanas. Profesora con categoría de asociado. Adscrita a la Escuela de Nutrición, Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes. Venezuela. Investigador reconocido en los programas tales como: PEI y PPI (Premio de Investigación Nacional y Regional, con diploma de honor y distinción Dr. Mariano Picón Salas, en su segunda clase, por la sobresaliente trayectoria en la Docencia universitaria y autor de trabajos científicos, publicados en diferentes fuentes nacionales e internacionales; desde el 2005 coordinó, implementó y desarrolló los cursos de ampliación y actualización de la división de Postgrado de la Facultad de Medicina y Coordinadora del Laboratorio de Investigación Nutricional (LIN) desde 2007 hasta la actualidad.