

Universidad Abierta Interamericana
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

“Evaluación de la tasa de sudoración en jugadores de fútbol del club UFBC en edades de 20 a 35 años antes y después del entrenamiento”

Tesista: Emiliano Di Donatis

Título a obtener: Licenciado en Nutrición

Licenciatura en Nutrición

Octubre, 2025

Resumen

El fútbol es un deporte de alta exigencia física que requiere un óptimo estado nutricional e hídrico para sostener el rendimiento. Las pérdidas de agua por sudoración durante el juego pueden afectar la capacidad física y cognitiva, reduciendo la performance y aumentando el riesgo de deshidratación. El objetivo de este estudio fue evaluar la tasa de sudoración en jugadores de fútbol del club UFBC, de 20 a 35 años, antes y después del entrenamiento, para estimar las pérdidas hídricas.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal. La metodología incluyó el registro del peso corporal previo y posterior a la práctica, el volumen de líquidos ingeridos y la posible producción de orina. Con estos datos se calculó la tasa de sudoración, clasificando a los jugadores según su estado de hidratación y capacidad de sudoración.

Los resultados indicaron que el 53% de los futbolistas se encuentra en riesgo de deshidratación, el 32% mantiene una hidratación adecuada y el 15% está deshidratado. Respecto a la capacidad de sudoración, el 65% presentó valores bajos y el 35% moderados, sin casos de capacidad alta. La ingesta de líquidos fue variable: un 30% consumió 250 ml y un 27% ingirió 500 ml, volúmenes que resultaron insuficientes en varios casos. El análisis por posiciones mostró que los arqueros tuvieron únicamente capacidad baja, mientras que mediocampistas, defensores y delanteros evidenciaron valores bajos o moderados según el rol.

En conclusión, la hipótesis “Los jugadores de fútbol del club UFBC presentan una alta tasa de sudoración durante el entrenamiento” no se confirmó plenamente. Sin embargo, se comprobó que más de la mitad finaliza en riesgo de deshidratación o deshidratado, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de hidratación personalizadas.

Palabras clave: fútbol, sudoración, hidratación, rendimiento deportivo, deshidratación.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mis padres, Marcelo y Claudia, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser siempre mi mayor ejemplo de esfuerzo y dedicación. A mis hermanos, Lorenzo y Martín, quienes con sus palabras y gestos me impulsaron a seguir adelante y no bajar los brazos en este camino académico.

También deseo agradecer a mis abuelas, tíos y primos, que con su cariño y aliento me acompañaron en cada etapa, brindándome siempre un sostén familiar invaluable.

Por último, pero no menos importante, a mis amigos y a mis compañeros de la facultad, con quienes compartí momentos de esfuerzo, risas y aprendizajes que hicieron de esta carrera un trayecto mucho más llevadero y enriquecedor.

Finalmente, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis profesores, quienes con su dedicación, enseñanza y guía fueron fundamentales en mi formación académica y personal.

Índice

- **Resumen** **1**
- **Agradecimientos** **2**
- **Introducción** **6**
- **Marco teórico** **7**
- **Deporte** **7**
  - **Clasificación de los deportes** 8
  - **Clasificación según cualidades físicas predominantes** 9
  - **Clasificación sociomotora** 10
- **Fútbol** **10**
  - **Posiciones** 11
  - **Tácticas de las posiciones** 13
  - **Historia del fútbol** 14
  - **Enfoque fisiológico** 15
  - **Sistemas energéticos en el fútbol** 15
  - **Preparación física** 16
  - **Diferencias por posición** 16
- **Sudoración** **16**
  - **Entrenamiento basado en la fisiología** 17
  - **Pérdida de líquidos** 17
  - **Carga externa e interna** 18
  - **Puesto en el campo** 18
  - **Sexo y nivel competitivo** 18
  - **Relevancia para el rendimiento y la salud** 18
  - **Herramientas en el campo** 19
  - **Diferencias entre profesional vs amateur** 19
  - **Consideraciones sobre sodio** 20
- **Nutrición** **20**
  - **Nutrientes** 21
  - **Nutrición en relación con la salud y rendimiento deportivo** 22

- **Nutrición deportiva** 23

- **Agua** **24**
  - **Distribución** 24
  - **Funciones del agua en el contexto deporte** 25
  - **Función del agua en la regulación de la temperatura corporal** 26
  - **Equilibrio y regulación del balance hídrico** 28
  - **Equilibrio entre ingreso y egreso** 28
  - **Regulación fisiológica y hormonal** 29
  - **Absorción del agua** 31
  - **Excreción** 32
  - **Factores externos** 34
  - **Composición del sudor** 35
  - **Deshidratación** 36
  - **Recomendación de líquidos para deportistas** 37
  - **Antes de la actividad física** 37
  - **Durante la actividad física** 38
  - **Después de la actividad física** 40
  - **Efecto del estado de hidratación sobre la salud** 41
  - **Intoxicación por agua y sobrecarga de líquidos** 43
  - **Aclimatación** 44
- **Bebidas deportivas** **44**
  - **Tipos de bebidas deportivas** 45
  - **Agua y bebidas con electrolitos** 46
  - **Bebidas energéticas (ED) en deportistas** 47
  - **Cafeína como ergogénico** 47
  - **Electrolitos** 48
  - **Prevención y estrategias de hidratación en clubes de fútbol** 48
  - **Políticas y umbrales ambientales** 48
  - **Protocolos de club/equipo en el día de partido y entrenamiento** 48
  - **Educación, logística y cumplimiento** 49
  - **Ejemplos operativos** 49

- **Antecedentes** **51**
- **Planteamiento del problema** **52**
- **Justificación** **52**
- **Hipótesis** **52**
- **Objetivos** **52**
  - **Objetivo general** 52
  - **Objetivos específicos** 53
- **Marco metodológico** **53**
  - **Área de estudio** 53
  - **Tipo de estudio** 53
  - **Población y muestra** 53
  - **Universo** 53
  - **Criterio de inclusión** 53
  - **Criterio de exclusión** 53
  - **Materiales y métodos** 54
  - **Variables y puntos de corte** 56
- **Trabajo de campo** **56**
- **Análisis e interpretación de datos** **57**
  - ***Tabla N°1. Resultado test de sudoración.*** 58
  - ***Tabla N°2. Estado de hidratación.*** 59
  - ***Tabla N°3. Capacidad de sudoración.*** 60
  - ***Tabla N°4. Medidas de tendencia central.*** 61
  - ***Gráfico N°1. Estado de hidratación.*** 61
  - ***Grafico N°2. Estado de hidratación por jugador.*** 62
  - ***Gráfico N°3. Estado de hidratación por posiciones.*** 63
  - ***Gráfico N°4. Capacidad de sudoración.*** 64
  - ***Gráfico N°5. Capacidad de sudoración en arqueros.*** 64
  - ***Gráfico N°6. Capacidad de sudoración en defensores.*** 65
  - ***Gráfico N°7. Capacidad de sudoración en mediocampistas.*** 65
  - ***Gráfico N°8. Capacidad de sudoración en delanteros.*** 66
  - ***Gráfico N°9. Tasa de sudoración por jugador*** 66
  - ***Gráfico N°10. Tasa de sudoración, ingesta y déficit hídrico por posición.*** 67

- ***Gráfico N°11. Cantidad de agua ingerida.*** 68
- ***Gráfico N°12. Ingesta de líquidos por jugador.*** 68
- ***Gráfico N°13. Déficit hídrico por jugador.*** 69
- ***Gráfico N°14. Peso corporal promedio.*** 69
- **Conclusiones** 70

- **Bibliografía** **72**
- **Anexos** **75**

Introducción

El fútbol es un deporte de alta exigencia física y mental que requiere del óptimo funcionamiento del organismo para lograr un rendimiento adecuado. Se caracteriza por movimientos intermitentes de alta intensidad, que incluyen carreras, saltos, cambios de dirección y contacto físico, lo cual genera una elevada demanda energética y de líquidos durante su práctica.[1] Para poder sostener este esfuerzo físico, es fundamental que los jugadores mantengan un estado nutricional e hídrico adecuado, ya que ambos factores inciden de manera directa en la performance deportiva.[2]

Dentro de los aspectos nutricionales, la hidratación cobra un rol primordial en el rendimiento y la salud de los futbolistas. Las pérdidas de agua a través de la sudoración durante la actividad física pueden alcanzar niveles significativos, afectando negativamente tanto la capacidad física como las funciones cognitivas del jugador, lo cual disminuye su rendimiento en el campo de juego.[3] Cuando las pérdidas de sudor no son adecuadamente compensadas con líquidos, se puede producir deshidratación, situación que altera la regulación térmica y cardiovascular del organismo, disminuyendo la resistencia, la fuerza y la toma de decisiones. La tasa de sudoración varía entre los jugadores en función de múltiples factores como la superficie corporal, el nivel de entrenamiento, la intensidad y duración del ejercicio, la indumentaria utilizada y las condiciones ambientales (temperatura y humedad) [3]. Por este motivo, es esencial realizar una evaluación individualizada de las pérdidas hídricas en cada deportista, a fin de diseñar estrategias de hidratación personalizadas que optimicen la reposición de líquidos.[2]

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la tasa de sudoración en jugadores de fútbol del club UFBC, de entre 20 y 35 años, antes y después del entrenamiento, a fin de estimar las pérdidas hídricas por hora y orientar recomendaciones específicas de hidratación en base a dichos resultados. La metodología incluye el pesaje de los jugadores antes y después del entrenamiento, el registro del consumo de líquidos durante la práctica y la posible producción de orina. A partir de estos datos se calculará la tasa de sudoración por hora de actividad física. Esta información permitirá establecer pautas prácticas para mejorar la hidratación en el fútbol y contribuir a un mejor desempeño deportivo.[1]

Marco teórico

Deporte

Los deportes son actividades físicas que generalmente requieren esfuerzo, destreza y habilidad. Pueden ser individuales o en equipo, y requieren capacidad atlética. Muchos deportes son de naturaleza competitiva, donde uno o varios intentan superar a otros en un juego o logro de un objetivo. [4]

El Comité Olímpico Internacional (COI) considera al deporte como una manifestación cultural, social y educativa que contribuye a la formación integral de las personas y fomenta valores universales como respeto, disciplina, cooperación y excelencia. [5] De esta manera, el deporte trasciende el plano físico para transformarse en una herramienta de cohesión social.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha destacado la práctica deportiva como un factor clave en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad, la hipertensión, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares.[6] Además, el deporte tiene un rol protector frente a problemas de salud mental como la ansiedad y la depresión, contribuyendo a mejorar la autoestima, la confianza y el bienestar emocional.[7]

La UNESCO, por su parte, reconoce al deporte como un derecho humano fundamental y un medio para promover la educación, la inclusión y la igualdad de género.[8]

Es importante distinguir entre actividad física, ejercicio y deporte. La actividad física es cualquier movimiento corporal provocado por una contracción muscular que resulte un gasto de energía.[9] El ejercicio es una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de aptitud física; mientras que el deporte nació como actividad física con una finalidad de recreación y pasatiempo, y a lo largo del tiempo ha ido incorporando nuevos elementos que lo caracterizan.[6]

Cuando el objetivo del practicante es alcanzar el máximo rendimiento, hablamos de deporte de élite o de alto rendimiento, caracterizado por un elevado compromiso personal, exigencia física y mental y planificación rigurosa de entrenamientos y competencias.[10] Por el contrario, el deporte recreativo está orientado al disfrute, la salud y la socialización, con menor exigencia física y sin búsqueda de logros competitivos.

Los beneficios del deporte son múltiples y abarcan la dimensión física, psicológica y social. En el plano físico, la práctica regular del deporte contribuye a mejorar la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, la flexibilidad y la composición corporal. La evidencia científica indica que la participación sistemática en actividades deportivas disminuye la incidencia de obesidad, diabetes y enfermedades coronarias.[11]

En el plano psicológico, el deporte actúa como factor protector frente a trastornos del ánimo, mejora la memoria y la concentración y contribuye a una mejor regulación del estrés.[7] En jóvenes, se asocia con un mejor rendimiento académico y mayor autoestima; en adultos, con mayor productividad laboral; y en personas mayores, con menor riesgo de deterioro cognitivo.[12]

En el plano social, el deporte facilita la integración, el trabajo en equipo y la adquisición de valores como solidaridad, respeto y disciplina. Además, es una herramienta poderosa para la inclusión de minorías y colectivos vulnerables, funcionando como un factor de cohesión y pertenencia.[8]

Clasificación de los deportes

Sistemas energéticos

Una forma de clasificar los deportes es según el sistema energético predominante. La fisiología del ejercicio ha identificado cuatro grandes categorías.[13]

- *Actividades con predominio ATP-PC:* esfuerzos de muy corta duración y máxima intensidad (menos de 6–10 segundos), que dependen de las reservas intramusculares de fosfocreatina. Ejemplo: levantamiento de pesas o carrera de 100 metros.
- *Actividades con predominio glucolítico anaeróbico (láctico):* esfuerzos de 6 a 120 segundos, que producen lactato como subproducto. Ejemplo: carrera de 400–800 metros.

- *Actividades con predominio glucolítico aeróbico:* esfuerzos a partir de los 2 minutos, donde predomina la producción de energía por la vía oxidativa. Ejemplo: natación de media distancia o atletismo de medio fondo.
- *Actividades con predominio lipolítico:* esfuerzos prolongados, mayores a 4 horas, donde predomina la utilización de ácidos grasos como sustrato energético. Ejemplo: triatlón de larga distancia o ultramaratón.
- *Actividades intermitentes mixtas:* combinan sistemas energéticos y se caracterizan por alternar esfuerzos de alta intensidad con pausas de recuperación. Ejemplo: deportes colectivos como fútbol, rugby y básquet.[13]

Este enfoque es de gran importancia para la planificación del entrenamiento, ya que cada sistema energético requiere estrategias específicas de preparación física, nutrición e hidratación.

Clasificación según cualidades físicas predominantes

Otra forma de clasificación se basa en la cualidad física principal que demanda cada disciplina:[14]

- Deportes de potencia: requieren gran capacidad de fuerza explosiva (ejemplo: levantamiento olímpico, lanzamiento de bala).
- Deportes de resistencia: dependen de la capacidad aeróbica y la eficiencia cardiovascular (ejemplo: maratón).
- Deportes de velocidad: exigen ejecución rápida de movimientos en corto tiempo (ejemplo: 100 metros llanos).
- Deportes de coordinación: requieren control motor y precisión técnica (ejemplo: nado sincronizado, gimnasia rítmica).
- Deportes de flexibilidad: dependen de un amplio rango articular y control postural (ejemplo: gimnasia artística).

Este tipo de clasificación es útil en la preparación física, ya que permite identificar qué capacidades deben priorizarse en el entrenamiento según la disciplina.

Clasificación sociomotora

La praxiología motriz, propuesta por Pierre Parlebas, constituye un enfoque científico que permite clasificar los deportes a partir de las relaciones que los sujetos establecen con el entorno y con los demás participantes. Se distinguen actividades individuales (como atletismo o natación) y colectivas (como fútbol o rugby), así como entre aquellas con oposición (por ejemplo, básquet o tenis) y sin oposición (como gimnasia o ciclismo). Esta categorización aporta una base teórica sólida para comprender la lógica interna de cada práctica motriz y analizar sus implicancias en los procesos de enseñanza, el entrenamiento y la organización de la competencia deportiva. [15]

Fútbol

El fútbol es un deporte colectivo que se juega entre dos equipos compuestos por once jugadores cada uno (10 de campo y un arquero). Se practica en una cancha rectangular, cuyas dimensiones deben respetar ciertos márgenes: el ancho debe oscilar entre 64 y 75 metros, y el largo, entre 100 y 110 metros, según lo establece la Federación Internacional de Fútbol Asociación.[16] La superficie del juego debe ser totalmente natural o, si lo permiten las reglas de la competencia, completamente artificial, o un sistema híbrido. El color de las superficies artificiales debe ser color verde con marcaciones de líneas continuas que no representen peligro. Estas líneas forman parte de las áreas que delimitan (laterales, fondo, círculo central, etc.) [17]

En cada extremo de la cancha se encuentra una portería o arco, compuesta por dos postes verticales separados por 7.32 metros y un travesaño horizontal a 2.44 metros del suelo. El balón de fútbol debe ser completamente esférico, estar elaborado con materiales que garanticen su seguridad, tener una circunferencia entre 68 y 70 centímetros, y un peso que oscile entre 410 y 450 gramos antes del inicio del partido.[18]

El partido es dirigido por un árbitro principal, quien tiene plena autoridad para aplicar las Reglas de Juego, hacer cumplir el reglamento, y tomar decisiones vinculadas al desarrollo del encuentro. El árbitro cuenta con el apoyo de jueces asistentes y, en algunos casos, con tecnología como el VAR. Además de controlar el tiempo y sancionar las infracciones, el árbitro tiene la responsabilidad de elaborar el informe del partido, donde detalla las sanciones disciplinarias, las sustituciones y cualquier otro incidente relevante que haya ocurrido antes, durante o después del juego.[19]

El equipo que logre marcar más goles al finalizar el tiempo reglamentario será declarado ganador. Si ambos equipos anotan la misma cantidad de goles, el partido podrá terminar empatado, salvo que el reglamento del torneo establezca tiempo suplementario o definición por tiros desde el punto penal. Este formato competitivo, estandarizado internacionalmente, ha consolidado al fútbol como uno de los deportes más practicados y con mayor repercusión sociocultural, debido a su simplicidad en las reglas y su capacidad de generar interacción social, desarrollo físico y estrategias colectivas. [20]

El fútbol, además de sus dimensiones reglamentarias, posee una importancia trascendental en la sociedad contemporánea, ya que trasciende la esfera deportiva para convertirse en un fenómeno cultural, económico y mediático. Según García Ferrando, el fútbol actúa como un vehículo de identidad colectiva y cohesión social, al mismo tiempo que promueve la práctica del deporte en edades tempranas. Por otra parte, estudios de Bompa y Buzzichelli destacan que, desde el punto de vista fisiológico, el fútbol es un deporte de carácter intermitente, que combina esfuerzos de alta intensidad con pausas de recuperación, lo que exige un alto desarrollo de la resistencia aeróbica y de la potencia anaeróbica.[21]

En este sentido, el fútbol no debe ser considerado únicamente como un juego reglamentado, sino también como una disciplina compleja que involucra factores técnicos, tácticos, físicos, psicológicos y sociales. Su estudio requiere de un enfoque interdisciplinario que abarque desde las ciencias del deporte hasta la sociología, para comprender tanto su lógica interna como su impacto en la cultura y en la salud de quienes lo practican.[21]

Posiciones

El fútbol, al ser un deporte colectivo, requiere de una organización táctica en la que cada jugador asuma un rol específico dentro del campo de juego. Estas posiciones no son fijas de manera absoluta, ya que pueden variar en función de la estrategia, el esquema táctico y las necesidades del partido. Sin embargo, existe una clasificación general de las posiciones principales que tradicionalmente se reconocen en este deporte: arquero, defensores, mediocampistas y delanteros. [22]

El arquero o guardameta

Arquero o guardameta**:** es la última línea defensiva y el único jugador autorizado a usar las manos dentro de su área. Su función principal es evitar que el balón ingrese en la portería, requiriendo reflejos rápidos, anticipación, capacidad de salto y dominio del juego aéreo.[23] En el fútbol moderno, el arquero participa activamente en la construcción ofensiva mediante

pases precisos con los pies, búsqueda de superioridad numérica en la salida y liderazgo de la defensa, organizando a sus compañeros mediante comunicación constante y lectura panorámica del campo. Algunos arqueros también desempeñan el rol de "portero líbero", adelantándose fuera del área para cortar balones y apoyar la presión alta del equipo rival. [20]

Defensores

Los defensores tienen la misión de proteger su portería, obstaculizando y neutralizando los avances del equipo rival. Tradicionalmente, se dividen en defensores centrales y laterales.

- *Defensores centrales:* suelen ubicarse en el corazón de la defensa, protegiendo directamente el área frente al arquero. Su tarea es interceptar balones, ganar duelos aéreos, marcar a los delanteros rivales y despejar situaciones de peligro. Son jugadores que requieren fuerza física, buena colocación y capacidad para anticipar jugadas.
- *Defensores laterales:* ocupan las bandas de la defensa y cumplen una doble función: por un lado, marcan a los atacantes rivales que se mueven por los costados; por otro, tienen una participación ofensiva relevante, proyectándose al ataque para generar amplitud y enviar centros al área. En el fútbol contemporáneo, el rol de los laterales ha evolucionado hacia una mayor participación ofensiva, lo que los convierte en jugadores polifacéticos.[18]
- En sistemas más modernos, también aparecen los carrileros, que actúan en esquemas con tres defensores centrales. Estos jugadores recorren toda la banda, aportando tanto en defensa como en ataque, lo que exige una gran resistencia física y capacidad de recorrido.[21]

Mediocampistas o volantes

El mediocampo es considerado el "corazón del equipo", ya que desde allí se conectan la defensa y el ataque. Los mediocampistas poseen una función mixta, ya que deben recuperar balones y, al mismo tiempo, distribuir el juego hacia posiciones ofensivas.

Existen diversas subcategorías de mediocampistas, dependiendo de su rol táctico:

- *Mediocentro defensivo:* encargado de recuperar el balón, cortar jugadas rivales y proteger la zona frente a la defensa. Suele tener un gran despliegue físico y capacidad de anticipación.

- *Mediocentro organizador o creador:* jugador con visión de juego, encargado de distribuir los balones, organizar la ofensiva y mantener la posesión. Se lo asocia con el "cerebro" del equipo.
- *Interiores:* mediocampistas que se mueven en las bandas, combinando labores defensivas y ofensivas, con llegada al área rival.
- *Volantes ofensivos:* orientados a generar oportunidades de gol, asistir a los delanteros e incluso marcar.
- *Volantes mixtos:* capaces de cumplir tareas tanto defensivas como ofensivas, aportando equilibrio al mediocampo.[20]

El papel de los mediocampistas ha ganado protagonismo en el fútbol moderno, dado que la posesión del balón y la capacidad de transición rápida entre defensa y ataque suelen definir el éxito de un equipo.

Delanteros

Los delanteros son los principales encargados de transformar las oportunidades en goles. Sin embargo, su función no se limita a marcar, ya que también deben presionar la salida del rival, generar espacios mediante desmarques y asociarse con los mediocampistas para crear jugadas ofensivas.

Entre los tipos de delanteros más reconocidos se encuentran:

- *Delantero centro o nueve clásico:* ocupa la zona central de ataque, con capacidad de definición y juego aéreo. Suelen ser jugadores de gran presencia física.
- *Segunda punta:* se ubica detrás del delantero centro, con mayor movilidad, creatividad y capacidad de asistir.
- *Extremos:* juegan por las bandas, buscando profundidad, desborde y centros al área. Además, en muchos esquemas deben colaborar en tareas defensivas.
- *Delantero falso nueve:* figura moderna que, en lugar de fijarse en el área, retrocede al mediocampo para generar superioridad numérica y arrastrar defensores.[23]

Tácticas de las posiciones

Si bien estas posiciones representan roles tradicionales, el fútbol contemporáneo ha evolucionado hacia una mayor flexibilidad táctica. Los jugadores ya no cumplen funciones

exclusivamente estáticas, sino que se adaptan constantemente a los movimientos del equipo y del rival. La presión alta, las transiciones rápidas y la polivalencia son características esenciales en el fútbol actual.[24]

El sistema de juego, determinado por el entrenador, condiciona la manera en que estas posiciones se desempeñan. Por ejemplo, en un esquema 4-4-2 los roles son más definidos, mientras que en un 4-3-3 o 3-5-2 los jugadores tienen mayor movilidad y responsabilidad táctica.[25]

En conclusión, las posiciones de los jugadores en el fútbol no solo definen la estructura básica del equipo, sino que también determinan las funciones específicas de cada integrante en relación con la defensa, el mediocampo y el ataque. Su comprensión es fundamental para analizar el rendimiento y la dinámica de un equipo.[26]

Historia del fútbol

El fútbol es un deporte con raíces muy antiguas, cuya evolución refleja cambios sociales, culturales y tecnológicos a lo largo de los siglos. Se considera que uno de los antecedentes más antiguos del fútbol moderno es el cuju, un juego de pelota practicado en China hace más de dos mil años, en el que los participantes debían introducir la pelota en una meta utilizando únicamente los pies. A lo largo de la Edad Media en Europa, especialmente en Inglaterra, se desarrollaron múltiples juegos de pelota con reglas locales, muchos de ellos violentos y sin estandarización. Estos juegos populares sentaron las bases de lo que más tarde sería el fútbol formalizado.[24]

La codificación moderna del fútbol comenzó a mediados del siglo XIX en Inglaterra. En 1848 se redactaron las Cambridge Rules,un conjunto de normas que buscaba unificar las reglas entre distintas escuelas y clubes. Sin embargo, fue la fundación de la Football Association en 1863 la que estableció oficialmente las primeras reglas del fútbol, incluyendo la duración del partido, el número de jugadores y la regla del fuera de juego. Ebenezer Cobb Morley, considerado uno de los padres del fútbol moderno, jugó un papel clave en esta organización y en la redacción de estas reglas fundamentales.[25]

A partir de la formalización del reglamento, el fútbol se expandió rápidamente fuera de Inglaterra. Durante finales del siglo XIX y principios del XX, británicos emigrantes, estudiantes y trabajadores llevaron el deporte a países europeos y a América Latina, donde se establecieron los primeros clubes y competiciones. Esta expansión permitió que el fútbol

se convirtiera en un fenómeno social masivo, ligado tanto a la identidad cultural como a la integración de comunidades locales.[25]

Hoy en día, el fútbol es el deporte más popular del mundo, jugado y seguido por millones de personas en todos los continentes, con una estructura profesional compleja que incluye ligas nacionales, torneos internacionales y una industria global asociada al espectáculo, el turismo y el marketing deportivo.[25]

Enfoque fisiológico

El fútbol es un deporte intermitente de alta intensidad, caracterizado por periodos cortos de esfuerzo máximo intercalados con recuperación activa o pausas de baja intensidad. Durante un partido, un jugador puede recorrer entre 9 y 13 km, dependiendo de la posición y el nivel competitivo, con múltiples aceleraciones, deceleraciones, saltos y cambios de dirección [13]. La combinación de estas demandas hace que el fútbol sea considerado un deporte intermitente mixto, que requiere el uso simultáneo de sistemas aeróbicos y anaeróbicos para mantener un rendimiento óptimo durante los 90 minutos de juego.

Sistemas energéticos en el fútbol

1. Sistema ATP-PC (fosfágeno): Este sistema es responsable de esfuerzos muy cortos y explosivos, como sprints de 5–10 metros, saltos para cabecear, remates a portería y disputas de balón cuerpo a cuerpo. La energía se obtiene de las reservas de adenosín trifosfato (ATP) y fosfocreatinas presentes en el músculo, disponibles por segundos. La recuperación entre esfuerzos de alta intensidad depende de la resíntesis de fosfocreatina, la cual puede tardar entre 2 y 5 minutos para restaurarse casi por completo.[13]
2. Sistema glucolítico anaeróbico (láctico): Predomina en esfuerzos de intensidad alta durante 10–120 segundos, como carreras intermitentes, presión defensiva sostenida o ataques rápidos. Este sistema produce lactato, que puede acumularse y generar fatiga muscular si no existe un periodo suficiente de recuperación. Los entrenamientos que simulan estas demandas incluyen intervalos de alta intensidad, carreras con cambios de dirección y ejercicios específicos de presionar al rival.[26]
3. Sistema oxidativo (aeróbico): Es esencial para esfuerzos prolongados de intensidad moderada a baja, como desplazamientos continuos, recuperación entre sprints y control de la posición en el campo. Un sistema aeróbico eficiente permite mantener

la intensidad durante todo el partido, reduce la fatiga y facilita la recuperación entre acciones explosivas.[26]

Preparación física

El entrenamiento de fútbol moderno debe ser multidimensional, incluyendo:

1. *Entrenamiento aeróbico*: carreras continuas, fartlek, circuitos de resistencia y sesiones de recuperación activa para mejorar la capacidad de mantener la intensidad durante todo el partido.
2. *Entrenamiento anaeróbico:* intervalos de alta intensidad, sprints repetidos, cambios de dirección y ejercicios pliométricos para potenciar velocidad y fuerza explosiva.
3. *Entrenamiento de fuerza:* ejercicios con peso corporal y resistencia para prevenir lesiones, mejorar saltos, remates y estabilidad articular.
4. *Entrenamiento técnico-táctico:* trabajo en pases, control del balón, dribling, coordinación de equipo y posicionamiento estratégico.
5. *Preparación psicológica:* gestión del estrés competitivo, concentración, toma de decisiones bajo presión y cohesión grupal.

Diferencias por posición

Las demandas físicas varían según la posición:

- Arquero: menor recorrido total, pero requiere explosión en saltos y reflejos rápidos.
- Defensores: cubren menos distancia a alta velocidad, pero ejecutan desplazamientos cortos e intermitentes y acciones de fuerza en duelos físicos.
- Mediocampistas o volantes: mayor distancia recorrida, combinando esfuerzos aeróbicos y anaeróbicos; rol clave en transición ataque-defensa.
- Delanteros: frecuentes sprints y aceleraciones para superar defensores, demandando alta capacidad anaeróbica y fuerza explosiva.[26]

Sudoración

La intensidad del juego, la temperatura y la humedad ambiental influyen en la tasa de sudoración, que puede variar entre 0,5 y 2,0 L/h. Las diferencias entre posiciones también se reflejan en la sudoración: los mediocampistas tienden a tener mayor gasto energético y sudoración por su mayor recorrido, mientras que los defensores presentan menores pérdidas hídricas.[21]

La rehidratación es fundamental para:

- Mantener el rendimiento físico y cognitivo.
- Prevenir calambres musculares y lesiones.
- Favorecer la recuperación post-partido.

Se recomienda un consumo de líquidos antes, durante y después del entrenamiento o partido, ajustando el volumen según las condiciones ambientales y la intensidad de la actividad.[26]

Entrenamiento basado en la fisiología

Comprender los sistemas energéticos y las demandas específicas de cada posición permite diseñar entrenamientos más efectivos, mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de lesión. La planificación debe integrar:

- Periodización de cargas físicas.
- Control de la recuperación entre sesiones.
- Evaluación del estado de hidratación y balance energético.
- Ajustes individuales según edad, género, nivel de competencia y posición.[26]

Esta aproximación científica garantiza que los jugadores puedan mantener altos niveles de rendimiento durante toda la temporada y adaptarse a las exigencias competitivas del fútbol moderno.

Pérdida de líquidos

La pérdida de líquidos durante la práctica del fútbol es el resultado de la sudoración necesaria para la termorregulación frente a un deporte intermitente de alta intensidad, con demandas aeróbicas y picos anaeróbicos, desplazamientos repetidos y microambientes térmicos muy variables (radiación solar, viento, humedad, temperatura del césped). La magnitud de la sudoración y con ello, del déficit hídrico y de la pérdida de electrolitos depende de factores ambientales, de la carga externa (volumen e intensidad), del puesto, del sexo, de la categoría competitiva y, en gran medida, de la enorme variabilidad individual en tasa de sudor y concentración de sodio en sudor. En la élite, esa variabilidad es ampliamente documentada: hay jugadores que pierden poco (p. ej., ~0,5–1,0 $L \cdot h^{-1}$) y otros que superan 1,5–2,0 $L \cdot h^{-1}$ en calor, con concentraciones de sodio que pueden duplicarse entre individuos. Esta heterogeneidad obliga a estrategias de hidratación adaptadas a cada deportista y contexto.[27]

Carga externa e interna

La competencia suele inducir pérdidas superiores a las del entrenamiento por mayores exigencias y menor acceso a bebida. Además, el orden de las sesiones en el microciclo modula la rehidratación entre sesiones: si existe doble turno o partido-entrenamiento en el mismo día, es frecuente iniciar la siguiente carga sin reponer completamente, lo que acumula déficit.[27] En planteles profesionales expuestos a calor, se han cuantificado tasas de sudor alrededor de 1,7 ± 0,5 L·h y pérdidas de sodio medibles, con asociación de masa corporal y masa muscular con la concentración y la pérdida total de sodio, respectivamente.[28]

Puesto en el campo

Aunque la literatura muestra hallazgos mixtos, la intensidad posicional (p. ej., laterales y mediocampistas de ida y vuelta) puede incrementar la tasa de sudor; sin embargo, al evaluar múltiples categorías y sexos en clubes de élite, las diferencias por posición no siempre alcanzan significación cuando se controla por ambiente y carga.[27]

Sexo y nivel competitivo

En evaluaciones de canteras y primeras plantillas, se observan diferencias por sexo y por niveles en variables de hidratación y balance, en parte por diferencias en masa corporal, composición corporal y perfiles de carga. Los estudios recientes en academias de élite reportan esas diferencias en condiciones reales de entrenamiento, con especial sensibilidad a los cambios ambientales y al diseño del microciclo; en varones profesionales en calor tropical se describen perfiles de pérdidas de sodio y sudor asociados a masa corporal y muscular. [28]

Relevancia para el rendimiento y la salud

Pérdidas de ≥2 % del peso corporal suelen asociarse con deterioro en rendimiento de resistencia y mayor esfuerzo percibido; en deportes intermitentes como el fútbol, desbalances menores pero sostenidos pueden afectar la repetición de sprints, la precisión técnica y la toma de decisiones bajo fatiga. A nivel clínico, la combinación de gran tasa de sudor y altas pérdidas de sodio favorece calambres en predispuestos; lograr una reposición que considere no solo el agua, sino también sodio, puede atenuar estos eventos. La evidencia reciente en profesionales sugiere que la masa corporal y la masa muscular ayudan a explicar parte de la variación en concentración y pérdida total de sodio, ofreciendo un criterio práctico para priorizar quiénes requieren una evaluación más fina de su perfil de sudor.[28]

Herramientas en el campo

- Pesajes pre-entrenamiento/post-entrenamiento: permiten estimar la pérdida neta (corrigiendo por ingesta y orina). Objetivo operativo: minimizar pérdidas >~2 % en partido y evitar acumulación entre sesiones. En academias de élite, aún sin superar 1,5 % de pérdida en promedio, las diferencias entre días calurosos y frescos justifican adaptar volúmenes y pautas. [27]
- Marcadores urinarios: densidad u osmolalidad urinaria pre-entrenamiento para detectar hipohidratación de arranque y educar hábitos. En cohortes de élite, se reportan cambios esperables entre condiciones térmicas y entre grupos (sexo/nivel).[27]
- Perfil de sudor: cuando sea posible, medir tasa de sudor y con métodos válidos (parches o electrodos selectivos). En profesionales en calor tropical, se observan 1,7 L·h y ~27 mmol·L de sodio en sudor de antebrazo (media), con pérdidas totales de sodio vinculadas a masa muscular.[28]
- Contexto del microciclo: doble turno/partido-entrenamiento en el mismo día limita la rehidratación completa, especialmente si no se planifica la reposición post-sesión inmediata y la ingesta de sodio según el perfil individual.[27]
- Estrategias de prevención y manejo (pro y amateur) Educación y seguimiento: reforzar hábitos (beber entre sesiones, monitorizar color de orina por la mañana, evitar llegar hipohidratado), y ajustar según la respuesta (peso, bienestar, calambres, rendimiento). En la élite, la composición corporal puede orientar—junto con mediciones—qué jugadores tienen más riesgo de pérdidas de sodio relevantes.[28]

Diferencias entre profesional vs amateur

- Demanda y microciclo: el profesional acumula mayor volumen e intensidad semanales, viajes y densidad competitiva; por tanto, el riesgo de déficit acumulado y de entrenar/competir con hipohidratación residual es mayor.
- Ambiente y horario: el fútbol amateur suele jugar en horas de máxima insolación sin pausas formales; si bien la intensidad puede ser menor, la exposición térmica neta puede ser alta, y la logística de hidratación, deficitaria.
- Recursos: en el profesional es más probable disponer de evaluación de sudor y planes individualizados; en el amateur, conviene adoptar protocolos simples (pesaje, color de orina, plan por clima) y estandarizar la disponibilidad de bebidas con sodio.

- Educación y cumplimiento: la adherencia mejora cuando el/la jugador/a comprende su perfil personal de pérdidas; incluso en academias de élite, las diferencias por sexo y nivel sugieren la necesidad de mensajes específicos y de contemplar acceso a fluidos en función del contexto de la sesión.[27]

Consideraciones sobre sodio

La reposición de agua sin sodio puede diluir el sodio plasmático si la ingesta es muy alta en poco tiempo y las pérdidas han sido salinas, en especial en atletas con alto débito de sudor. En profesionales, se observaron concentraciones medias de ~27 mmol·L en sudor de antebrazo bajo calor tropical, pero con variabilidad individual; además, la masa corporal y la masa muscular se asociaron con la concentración y la pérdida total estimada de sodio, respectivamente, lo que avala personalizar la reposición de electrolitos.[28]

Nutrición

Desde la visión del doctor Pedro Escudero, pionero del estudio de la nutrición en América Latina, la nutrición "es el resultado de un conjunto de funciones armónicas y solidarias entre sí que tienen como finalidad mantener la composición e integridad normal de la materia y conservar la vida". Si bien esta concepción de la nutrición tiene un enfoque netamente biológico, la doctrina de Escudero tuvo también una marcada orientación social, que se ve reflejada en posicionamientos como "la base de la conservación del ser viviente es la nutrición; vida, vigor, reproducción espiritual y moral dependen de ella".

A principios del siglo XXI, la comunidad científica necesitó replantearse el papel de la nutrición como ciencia y por lo tanto redefinir su campo de estudio. En este debate fue necesario considerar que, a fines del siglo XX, la idea de ciencia como un conjunto de teorías objetivas, rigurosamente formalizadas, probadas, y por ello verdaderas, fue complementada con una visión que entiende también al conocimiento científico como un producto de la historia, la sociedad y la cultura. En este marco, la nutrición es considerada una ciencia multidisciplinaria y de gran complejidad, y que desde la concepción iberoamericana se describe como un amplio y complejo conjunto de fenómenos biológicos, psicoemocionales y socioculturales asociados con la obtención, asimilación y metabolismo de los nutrientes cuyo estudio es necesariamente interdisciplinario, concurriendo en ella biología, ecología, historia, política, economía, psicología, antropología, sociología y cualquier disciplina que aborde factores que afecten a la nutrición.[3]

En el XVII Congreso Internacional de Nutrición, llevado a cabo en Viena en 2001, se definió a la nutrición como el estudio de la totalidad de las relaciones entre las características funcionales del organismo y su medio ambiente. Posteriormente, en 2005 en Alemania, un grupo de expertos plantearon la necesidad de definir un nuevo concepto de ciencia de la nutrición, reconsiderando sus dimensiones y dominios. En este consenso se entiende a la nutrición como el conjunto de procesos mediante los que el hombre ingiere, absorbe, transforma y utiliza las sustancias que se encuentran en los alimentos con el objetivo de suministrar: [3]

- La energía necesaria para el mantenimiento de sus funciones y actividades,
- Los materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y para la reproducción,
- Las sustancias necesarias para regular los procesos metabólicos,
- Y además reducir el riesgo de algunas enfermedades.

En esta redefinición de la nutrición, la declaración de Giessen acuerda que la nutrición es en esencia una ciencia biológica, pero que integra tres dimensiones: biológica, social y ambiental. Sus alcances abarcan por lo tanto el cuidado de la salud individual y colectiva, pero sin descuidar prácticas ecológicas que preserven también la salud del medio ambiente.[3]

Nutrientes

Los nutrientes son sustancias integrantes normales del organismo y de los alimentos, cuya ausencia o disminución por debajo de un límite mínimo produce al cabo de cierto tiempo una enfermedad por carencia, aunque también su aporte excesivo puede causar efectos adversos para la salud. Teniendo en cuenta la contribución cuantitativa de los nutrientes en la alimentación diaria, estos se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos cuyas necesidades diarias se encuentran en el orden del gramo e incluyen los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos. Los micronutrientes se requieren diariamente en cantidades en el orden del miligramo o menores, e incluyen a las vitaminas y los minerales. Las vitaminas suelen agruparse en función a su solubilidad, diferenciándose en liposolubles e hidrosolubles.[3]

Por su parte, los minerales pueden clasificarse teniendo en cuenta características como las cantidades de ingesta diaria recomendadas, el contenido en el organismo o bien su carácter de esencialidad. La categorización más empleada los divide en dos grupos principales: los

macrominerales y los microminerales u oligoelementos, también denominados elementos traza.

Los macrominerales incluyen a los minerales cuyas necesidades diarias superan los 100 mg y que en el organismo se encuentran presentes en cantidades superiores al 0,1% del peso del cuerpo, en tanto que los oligoelementos o elementos traza son los presentes en cantidades inferiores al 0,01% del peso del organismo y cuyas necesidades diarias son menores a 100 mg.

En este grupo suelen diferenciarse como elementos ultratrazas a aquellos minerales para los que las recomendaciones de ingesta se encuentran en el orden de los microgramos o nanogramos y que en algunos casos no han sido establecidas. Sin embargo, la tendencia actual es diferenciar a los oligoelementos en base a su esencialidad. Según este criterio, algunos elementos traza poseen funciones probadas de esencialidad y se ha identificado su ingesta recomendada, otros tienen una función esencial sospechada, pero con mecanismos de acción desconocidos, y otros elementos traza son considerados tóxicos.[3]

Nutrición en relación con la salud y rendimiento deportivo

Los avances de la ciencia de la nutrición en las últimas décadas revelan la importancia que tiene la alimentación adecuada sobre la promoción de la salud, el bienestar físico, emocional y el rendimiento deportivo.

Los dos principales factores que intervienen en el estado de salud de una persona son las características genéticas y el estilo de vida. La mayor parte de las enfermedades tiene una base genética, pero el estilo de vida del individuo puede determinar que la patología se desarrolle en el transcurso de los años.

Las conductas o estilos de vida que representan un peligro para la conservación de la salud se consideran factores de riesgo. Dos de los principales factores de riesgo, con mayor influencia negativa, son la alimentación inadecuada y la falta de actividad física.[9]

Las personas que realizan actividad física disfrutan de mejor calidad de vida, porque padecen menos las limitaciones que normalmente se asocian con las enfermedades crónicas y con el envejecimiento, viéndose además beneficiadas con una mayor esperanza de vida.

Aproximadamente dos millones de muertes por año se atribuyen a la inactividad física, lo que llevó a la Organización Mundial de la Salud a emitir una advertencia de que un estilo de vida sedentario podría estar entre las 10 principales causas de muerte y discapacidad en el mundo. Según las Cuartas Encuestas Nacionales de Factores de Riesgo, realizadas en la

Argentina en 2018, 4 de cada 10 personas no realizan la actividad física recomendada, lo que es un dato preocupante.[9]

Nutrición deportiva

La evidencia científica permite asegurar que la nutrición influye profundamente en la mayoría de los procesos celulares que ocurren durante el ejercicio y la recuperación.

La especialidad de Nutrición Deportiva tiene como objetivo la aplicación de los principios nutricionales, contribuyendo al mantenimiento de la salud y la mejora del rendimiento deportivo.[9]

Los objetivos de una alimentación adecuada sobre el rendimiento deportivo son:

- Optimizar los beneficios del programa de entrenamiento.
- Mejorar la recuperación entre los entrenamientos y las competencias.
- Alcanzar y mantener la composición corporal.
- Reducir el riesgo de lesiones y enfermedades.
- Brindar al deportista confianza sobre su adecuada preparación integral frente a la competencia.
- Disfrutar de la comida.

Deportistas y entrenadores demandan tener acceso a información adecuada sobre qué, cuándo y cuánto comer y beber, ya que reconocen que esto puede ser la diferencia entre un rendimiento óptimo o no óptimo.

Un plan de alimentación bien diseñado es necesario para acompañar cualquier programa de entrenamiento, ya sea para mejorar la calidad de vida o para competir. Los nutricionistas son los profesionales que tienen las competencias para realizar la intervención nutricional apuntando a: [9]

- Determinar la energía necesaria en función de un balance calórico y del objetivo de peso del deportista.
- Cubrir las necesidades de nutrientes.
- Organizar los horarios de las ingestas.
- Evaluar y corregir excesos y carencias.
- Evitar molestias gastrointestinales durante los entrenamientos y las competencias.
- Brindar educación alimentaria nutricional.
- Asesorar sobre la utilidad de los suplementos.

- Evitar descensos de peso no saludables.

El equipo de profesionales que Involucra su trabajo para el desarrollo del bienestar y el óptimo rendimiento del deportista está compuesto de la siguiente manera:

DEPORTISTA – ENTRENADOR – EQUIPO MÉDICO (Deportología, Cardiología, Traumatología, Nutrición, Psicología, Terapia Física).

Debido a que el entrenador es el profesional que tiene más contacto con el deportista, suele ser el de mayor influencia. Debido a esta cercanía, los entrenadores deberían ser multiplicadores de conceptos saludables, y es importante que conozcan los conceptos básicos de nutrición y cómo la alimentación influye en la salud y en el rendimiento de sus deportistas.

La nutrición deportiva se encuentra en un proceso constante de cambio y evolución, acompañando tanto los progresos en el rendimiento de los atletas, como el interés de conocimiento que despierta esta área en la población de profesionales, deportistas y público en general, preocupados por mejorar o mantener su calidad de vida.[9]

Algunos de los requisitos esenciales para los profesionales que trabajen en el área de la nutrición en el deporte son:

- Conocer las diferentes disciplinas deportivas.
- Entender la fisiología del ejercicio y el rol de los nutrientes en el rendimiento deportivo, contemplando la cantidad y el momento de indicarlos.
- Observar el contexto socioeconómico del deportista.
- Evaluar la influencia de factores ambientales sobre el rendimiento.
- Analizar las características cineantropométricas en relación con la alimentación y la disciplina deportiva.

El deportista espera del nutricionista: optimización del estado de salud, compromiso en la búsqueda del mayor rendimiento deportivo y de una rápida recuperación, planificación realista de los objetivos, individualización en las pautas a asignar, calidez en la atención, respeto y contemplación de las situaciones puntuales planteadas, educación alimentaria nutricional, explicación concreta sobre las ayudas ergogénicas y actualización permanente.[9]

Agua

Distribución

La cantidad de agua en el cuerpo humano se denomina agua corporal total, siendo aproximadamente un 60% del peso corporal total. Las dos terceras partes se encuentran en el

compartimento intracelular, el líquido que se encuentra dentro de las células se lo denomina líquido intracelular, el resto se encuentra en el compartimento extracelular, que comprende al plasma, el líquido intersticial, sinovial de las articulaciones, cefalorraquídeo, entre otros; al agua que se encuentra fuera de las células se le llama líquido extracelular. El agua corporal total es variable, algunos de los factores que influyen son: [3]

Tipo de célula: las células adiposas contienen menos agua en comparación con las células musculares. Por esta razón, un aumento de la masa grasa o una reducción de la masa muscular se traducen en una disminución relativa del contenido acuoso del organismo.

Sexo: en general, las mujeres presentan un agua corporal total más bajo (alrededor del 55% del peso corporal), principalmente debido a que poseen una mayor proporción de tejido graso en comparación con los varones.

Edad: a medida que avanza la edad, el agua corporal total tiende a disminuir. Este descenso es más notorio en personas mayores, como consecuencia directa de la pérdida progresiva de masa muscular.

El agua es un nutriente esencial que, como el resto de los nutrientes, se requiere tanto para mantener la salud, como para optimizar el rendimiento deportivo. Si hubiera que enumerar los nutrientes en función de la forma aguda en la que afectan el rendimiento, el agua ocuparía el primer o segundo puesto, a la par de los hidratos de carbono.

Si bien existen recomendaciones generales que pueden guiar la forma adecuada de hidratarse, las pérdidas de agua y electrolitos durante la actividad física son diferentes entre individuos.

Funciones del agua en el contexto deporte

En el ámbito deportivo, su importancia se ve aún más acentuada debido a su participación en procesos fisiológicos clave. Algunas de las funciones más relevantes del agua relacionadas con la actividad física son: [9]

- Facilita el transporte de nutrientes y sustancias hacia el interior de las células.
- Cumple un rol esencial en los mecanismos de termorregulación, contribuyendo al mantenimiento de una temperatura corporal estable durante el ejercicio.
- Participa activamente en la regulación de la presión arterial.
- Funciona como lubricante de las articulaciones, favoreciendo el movimiento y previniendo lesiones.

- Interviene en la estructura y almacenamiento de macronutrientes, como las proteínas y el glucógeno.
- Es fundamental para los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes ingeridos.
- Colabora en la transmisión del impulso nervioso, indispensable para la contracción muscular y la coordinación motora.
- Contribuye a la regulación del pH corporal, manteniendo el equilibrio ácido-base.
- Es clave en el mantenimiento del volumen plasmático, lo cual es vital durante la práctica deportiva prolongada.[9]

Función del agua en la regulación de la temperatura corporal

La regulación de la temperatura representa el balance entre el calor producido y el calor removido.

La temperatura corporal normal es de aproximadamente 37 °C, con oscilaciones fisiológicas circadianas no mayores de 1 °C, es más baja por la mañana y alcanza su máximo entre las 16 y 18 h.

El equilibrio entre la ganancia y la pérdida de calor está determinado de la siguiente manera:
Ganancia de calor: calor metabólico y calor ambiental.
Pérdida de calor: radiación, convección, conducción, evaporación.

El metabolismo basal genera calor metabólico al oxidar los nutrientes, siendo el 60-80% de la energía de los alimentos convertida en calor, por lo que se deduce que del metabolismo energético solamente es utilizado un 20-40% para energía mecánica. Cuando un individuo comienza a realizar ejercicio, el cuerpo comienza a producir calor abruptamente, pudiendo, en ejercicios muy intensos, superar hasta 20 veces la cantidad producida en reposo, este calor es transportado principalmente por la sangre desde el interior hacia la piel y luego es transferido al ambiente. Pero si la producción de calor supera la pérdida, la temperatura Interna se eleva rápidamente.[9]

Para prevenir aumentos excesivos de la temperatura corporal central, los humanos tienen capacidad vasodilatadora y sudán. Las neuronas que controlan estas respuestas se originan en el hipotálamo. Los estímulos aferentes de los termorreceptores, que se encuentran en las estructuras profundas del cuerpo y en la capa de la piel, permiten que el hipotálamo reciba constante información sobre el estado térmico del cuerpo. Las elevaciones en la temperatura

central por encima de > 0,2 °C pueden provocar una vasodilatación cutánea, enviando un mayor volumen de sangre hacia la piel, para redistribuir el contenido de calor, e incrementando algunas vías para la eliminación de calor. Si la pérdida de calor es insuficiente para contrarrestar las tasas elevadas de producción, la temperatura central continúa creciendo y las glándulas sudoríparas se activarán. Si la temperatura ambiente permite que la tasa de evaporación del sudor equilibre la producción de calor, entonces la temperatura central alcanzará un nivel elevado, pero seguro. Sin embargo, cuando la producción de calor excede esta capacidad, la temperatura corporal continúa alimentándose en un estado que se conoce como estrés térmico incompensable.

Los cuatro mecanismos físicos para eliminar calor desde la parte más interna del organismo hacia el ambiente son:

- Conducción
- Convección
- Radiación
- Evaporación

Conducción: en este tipo de proceso el calor es transferido por contacto físico a través del contacto molecular directo. Mediante un complejo mecanismo submicroscópico, los átomos interactúan para propagar la energía desde la zona con mayor temperatura hacia las de menor temperatura. La transferencia de calor entre la piel y el agua es mucho mayor que entre la piel y el aire; por este motivo, la conducción está muy aumentada, por ejemplo, en los nadadores.

Convección: supone transferencia de calor por el movimiento de un gas o de un líquido en contacto con el cuerpo. Cuando el aire circula alrededor del cuerpo, barre las moléculas de aire que se han calentado por el contacto con la piel. Cuanto mayor es el movimiento del aire, mayor es el ritmo de eliminación del calor por convección. Por ejemplo, entrenar con ventiladores o correr con viento.

Radiación: él cuerpo irradia su energía calorífica al aire del entorno. También puede recibir calor irradiado de objetos circundantes que están más calientes; por ejemplo, durante la exposición al sol.

Evaporación: cuándo la temperatura ambiental es mayor que la de la piel, la evaporación es la única vía para disipar calor, mientras que se puede seguir ganando calor mediante radiación, conducción y convección. Durante el ejercicio, esta es la forma más eficiente de

eliminar el calor del organismo para evitar el sobrecalentamiento. Cuando el sudor llega a la piel debe pasar de la forma líquida a la de vapor para proporcionar enfriamiento al organismo. Los pulmones también ayudan a eliminar el calor por medio de la evaporación.

La evaporación de un litro de agua a través de la piel remueve 573 Kcal de calor del cuerpo, mientras que en el caso de que el sudor no sea evaporado, la transferencia de energía es de tan solo 0,08 Kcal/L. [9]

Los atletas con mayor superficie corporal tienen mayor capacidad de producir sudor, por lo tanto, también un aumento de la pérdida de calor producido, pero asimismo pueden ganar más calor del medio ambiente. El nivel de entrenamiento influye de tal manera que los más entrenados tienen un mayor potencial de producir sudor y de enfriamiento del cuerpo, por lo que la ingesta también debería estar incrementada.

En reposo, solo el 15% de la disipación de calor se produce a través de la conducción y la convección, mientras que el 85% restante se produce a través de la radiación (con la consecuente llegada de mayor calor a través de la sangre hasta la piel) y el aumento de la tasa de producción de sudor.[9]

Equilibrio y regulación del balance hídrico

Equilibrio entre ingreso y egreso

Existe un equilibrio dinámico y fundamental entre los procesos de absorción e ingreso de agua al organismo y su excreción o eliminación. En individuos sanos, este balance se mantiene de manera constante: el volumen de agua que ingresa es equivalente al que se elimina diariamente. Este equilibrio hídrico es crucial para el correcto funcionamiento del organismo. Cualquier alteración, ya sea por un ingreso insuficiente o por una pérdida excesiva, puede conducir a un estado de deshidratación, el cual puede comprometer funciones vitales y generar consecuencias graves para la salud. Del mismo modo, aunque es mucho menos frecuente, una ingesta excesiva de agua en un corto período puede ocasionar una intoxicación hídrica, también conocida como hiponatremia, con efectos igualmente peligrosos. [2]

En cuanto al aporte diario de agua, existen fuentes que proporcionan volúmenes relativamente constantes y otras más variables. Por un lado, el cuerpo produce una pequeña pero constante cantidad de agua metabólica, generada durante los procesos de oxidación de

nutrientes, que aporta entre 300 y 400 mililitros por día. Por otro lado, el agua obtenida a través del aire inspirado representa una fracción menor, inferior a 200 mililitros diarios.

Las principales fuentes de ingreso hídrico, sin embargo, provienen de la dieta. Aproximadamente entre el 70% y 80% del agua total ingerida proviene de las bebidas (ya sean agua pura, jugos, infusiones u otras), mientras que el 20% al 30% restante proviene de los alimentos sólidos. En el caso de los deportistas, esta proporción puede variar, ya que suelen consumir mayores volúmenes de comida, lo que podría aumentar el aporte hídrico a través de los alimentos. Sin embargo, una ingesta alimentaria elevada no garantiza por sí sola un estado óptimo de hidratación, ya que el gasto hídrico por sudoración en este grupo puede ser mucho mayor. [2]

Con respecto a la eliminación de líquidos, el principal mecanismo excretor es la orina, a través de la cual se eliminan entre 1.000 y 1.200 mililitros diarios, aunque este valor puede variar según el estado de hidratación, la dieta y la actividad física. El sudor es otra vía relevante de pérdida de agua, especialmente en personas físicamente activas. En condiciones normales, la sudoración puede oscilar entre 100 y 2.500 mililitros por día, y en deportistas durante esfuerzos intensos, esta cantidad puede incluso superar la pérdida urinaria.

Además, el cuerpo pierde agua por evaporación a través de la piel, un proceso constante e independiente del sudor visible, que representa una pérdida diaria de aproximadamente 500 mililitros. También se eliminan pequeñas cantidades por medio de la respiración pulmonar, que puede alcanzar los 400 mililitros diarios, y a través de las heces, con una excreción estimada entre 100 y 200 mililitros por día.[29]

El control del ingreso de agua está regulado principalmente por la sensación de sed, la cual actúa como un mecanismo de defensa frente a pequeñas pérdidas hídricas. Por su parte, la regulación de la excreción se lleva a cabo principalmente a nivel renal, bajo la influencia de la hormona antidiurética, también conocida como vasopresina, que ajusta la reabsorción de agua en los túbulos renales según las necesidades del organismo.[29]

Regulación fisiológica y hormonal

El rendimiento deportivo puede verse afectado por diferentes variables, pero el cuerpo tiene la capacidad de percibir los cambios fisiológicos y de poder prevenir las consecuencias.[9]

De no responder a la señal de la sed, el volumen plasmático seguirá disminuyendo, la osmolaridad seguirá aumentando, se afectará el rendimiento y, en casos extremos, la salud.

Aunque la respuesta a la deshidratación es compleja e individual, la deficiencia de líquido corporal puede comprometer el rendimiento y la función cognitiva, particularmente en climas cálidos. Se observa disminución del rendimiento durante actividades de alta intensidad y en las habilidades técnicas, cuando se produce pérdida por deshidratación del 3 al 5% del peso corporal. La hipohidratación severa tiene efectos más pronunciados en la tolerancia al ejercicio, en la disminución del gasto cardíaco, la producción de sudor y en el flujo sanguíneo hacia la piel y hacia los músculos.

Por cada 0,8 °C de incremento de la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca aumenta 10 latidos. Esta situación, además, sube el nivel de catecolaminas y, consecuentemente, la hidrólisis del glucógeno del músculo en ejercicio.

Cuanto mayor es la deshidratación, menor es la capacidad de sudoración y de enfriar el organismo.

Los deportistas entrenados que ejercitan habitualmente con calor y a altas intensidades mejoran su capacidad de regular la temperatura corporal. Como tienen un umbral de sudoración menor, empiezan a sudar más rápido y aumentan la cantidad de sudor que producen.[9]

Los procesos hormonales desempeñan un rol importante atenuando la pérdida de líquidos y de los electrolitos, en especial el sodio. Los dos procesos más importantes Involucran la hormona antidiurética y el mecanismo de la angiotensina Il y de la aldosterona.

La influencia hormonal persiste entre 12 y 48 horas después del ejercicio, protegiendo al organismo de una mayor deshidratación. El cuerpo humano regula el balance hídrico a través de la estimulación de la sed y la regulación de la pérdida de fluidos por los riñones.

La sed es un Importante factor del balance hídrico. Está regulada por la presión osmótica y el volumen de los fluidos corporales. Los receptores del hipotálamo responden directamente a cambios de la osmolalidad, volumen y presión de la sangre, y también al estímulo de los receptores periféricos a estas variables. Un aumento del 2-3% de la osmolalidad del plasma es suficiente para producir profunda sensación de sed. Los mecanismos que responden a los cambios de la volemia son menos sensibles que los producidos por la osmolalidad, evidenciándose un aumento de la sed cuando disminuye un 10% del volumen sanguíneo. Lo Ideal sería que los atletas ante el síntoma de la sed consumieran cantidades adecuadas de líquidos ad libitum (guiados por la sed), procurando que el peso corporal se mantenga constante o fluctúa ligeramente. La sensación de sed disminuye después de haber absorbido

el líquido, pero también existen factores pre absortivos, como son la distensión del estómago y algunas señales de receptores en la boca, esófago y también del estómago, que reducen la sensación de sed.

El agua que proviene del sudor deriva de todos los compartimentos de agua; la distribución está influenciada por la tasa de sudor, la composición, la pérdida total de agua y electrolitos.[9]

Absorción del agua

El proceso de absorción del agua ocurre principalmente en el intestino delgado, y se da a través de un mecanismo pasivo facilitado por proteínas específicas conocidas como acuaporinas. Estas proteínas forman canales que permiten el paso del agua, ya que, por su naturaleza polar, las moléculas de agua no pueden atravesar libremente la membrana celular compuesta por lípidos. Por este motivo, las células requieren de las acuaporinas para facilitar el ingreso del agua al interior celular. [2]

La velocidad del vaciamiento gástrico, es decir, el paso del contenido del estómago hacia el intestino delgado es un factor determinante en la absorción rápida de líquidos al interior del organismo. Diversos factores pueden influir en esta tasa de vaciamiento:[30]

- Volumen ingérido: La cantidad de líquido consumido en una sola toma es un factor determinante en la velocidad con la que dicho líquido es evacuado desde el estómago hacia el intestino delgado. Las investigaciones han demostrado que los volúmenes grandes (por ejemplo, superiores a 500 mL) promueven una mayor distensión gástrica, lo que activa mecanorreceptores que estimulan el vaciamiento gástrico. En contraste, cuando se ingieren volúmenes reducidos o sorbos pequeños, esta respuesta es menor, lo que retrasa el tránsito del contenido gástrico. Por ello, en situaciones de alta demanda de hidratación, como el ejercicio prolongado o en ambientes calurosos, se recomienda ingerir cantidades moderadamente altas de líquidos para optimizar el vaciamiento y la absorción intestinal subsiguiente.
- Temperatura de la bebida: La temperatura del líquido también juega un rol relevante. Los estudios señalan que bebidas frías, generalmente en el rango de 5 °C a 15 °C, se vacían más rápidamente que aquellas a temperatura ambiente (20 °C-25 °C) o calientes. Esto se debe a que el frío puede aumentar la sensación de confort durante el ejercicio y, además, contribuye a una respuesta fisiológica más eficiente del sistema digestivo. No obstante, temperaturas extremadamente frías pueden generar molestias gastrointestinales en algunos individuos sensibles. En

contextos deportivos, el consumo de bebidas frías también ayuda a reducir la temperatura corporal interna, favoreciendo el rendimiento y la termorregulación.

- Densidad energética: El contenido calórico de la bebida está directamente relacionado con la velocidad del vaciamiento gástrico. Cuanto mayor es la densidad energética (es decir, la cantidad de calorías por mililitro), más tiempo permanece la bebida en el estómago. Esto se debe a que los nutrientes, especialmente las grasas y proteínas, requieren una mayor digestión previa a su vaciamiento. En bebidas deportivas diseñadas para la rehidratación durante el ejercicio, se prioriza una densidad energética baja o moderada, optimizando el equilibrio entre aporte calórico y velocidad de absorción.
- Acidez: El pH de la bebida también influye significativamente. Las bebidas con un nivel de acidez elevado (pH bajo), como jugos cítricos o bebidas energéticas con aditivos ácidos, pueden reducir la tasa de vaciamiento gástrico hasta en un 25%. Esto ocurre porque la acidez estimula la liberación de hormonas como la secretina, que inhibe el vaciamiento gástrico para proteger la mucosa intestinal del exceso de ácido. Además, un pH demasiado bajo puede generar molestias gástricas en personas con sensibilidad gastrointestinal, especialmente durante la actividad física.
- Ejercicio físico: La intensidad del ejercicio tiene efectos duales sobre el vaciamiento gástrico. Durante el ejercicio de intensidad moderada, el vaciamiento puede mantenerse o incluso acelerarse debido a una redistribución del flujo sanguíneo hacia los músculos y al aumento de la motilidad gástrica. Sin embargo, cuando la intensidad es elevada (por encima del 75% del VO_2 máx), se observa una marcada disminución en el vaciamiento gástrico, ya que el flujo sanguíneo gastrointestinal se reduce significativamente, priorizando la perfusión hacia músculos activos y órganos vitales. Este fenómeno puede dificultar la correcta rehidratación y aumentar el riesgo de trastornos digestivos. [30]

Excreción

Las principales vías de pérdida de agua en el organismo son la orina, las heces y las pérdidas insensibles a través de la piel y los pulmones.[9] En condiciones fisiológicas normales y en reposo, estas pérdidas insensibles suelen ser menores a 1 litro por día. Sin embargo, en situaciones de ejercicio intenso o exposición a altas temperaturas, la cantidad de agua

eliminada mediante este mismo mecanismo puede alcanzar hasta 2 litros por hora, lo cual representa un desafío significativo para el mantenimiento del equilibrio hídrico.

En relación con la orina, la densidad urinaria constituye un parámetro clínico utilizado para estimar la concentración de solutos presentes en ella. Valores inferiores a 1.017 g/ml indican una orina diluida, mientras que cifras superiores a 1.027 g/ml reflejan un aumento de la concentración, generalmente vinculado a un estado de hipohidratación [9]. Estos valores permiten evaluar de forma indirecta el estado de hidratación de un individuo y se emplean habitualmente tanto en la práctica clínica como en el ámbito deportivo.

El riñón desempeña un rol central en la regulación de la excreción hídrica y electrolítica. Su función no se limita a filtrar el plasma, sino que implica mecanismos complejos de reabsorción y secreción tubular que ajustan de manera dinámica el volumen y la composición de la orina. Este control es indispensable para mantener la homeostasis interna frente a las variaciones en la ingesta de líquidos, la pérdida por sudoración o las modificaciones ambientales. De hecho, el riñón es considerado el principal órgano efector en el balance hídrico, ya que regula de manera fina la cantidad de agua excretada en función de las necesidades del organismo.[31]

Este proceso está fuertemente influenciado por mecanismos hormonales, principalmente por la hormona antidiurética y la aldosterona. La hormona antidiurética, también conocida como vasopresina, es secretada por la hipófisis posterior en respuesta a incrementos en la osmolaridad plasmática o a disminuciones del volumen circulante efectivo. Su acción se centra en el túbulo colector renal, donde estimula la inserción de canales de agua llamados acuaporinas en la membrana celular, aumentando así la permeabilidad al agua y favoreciendo su reabsorción. Como consecuencia, se reduce el volumen urinario y se concentra la orina, un mecanismo esencial para la conservación de agua en situaciones de déficit hídrico.[32]

Por otra parte, la aldosterona, una hormona mineralocorticoide producida en la corteza suprarrenal, interviene en el túbulo distal y en el conducto colector. Su función principal es estimular la reabsorción de sodio a través de la activación de bombas de sodio-potasio y canales epiteliales de sodio. Dado que el agua sigue pasivamente al sodio por gradiente osmótico, la acción de la aldosterona contribuye de manera indirecta a la retención hídrica. De este modo, la interacción entre la hormona antidiurética y la aldosterona asegura que el organismo mantenga un control preciso sobre el volumen y la osmolaridad del líquido corporal total.

En conjunto, la función renal y la regulación hormonal constituyen un sistema de retroalimentación que ajusta constantemente la excreción de agua y electrolitos. Cuando el cuerpo experimenta pérdidas excesivas, como durante la sudoración intensa en el deporte, estos mecanismos se activan para preservar el volumen plasmático y garantizar la estabilidad del medio interno. A la inversa, en situaciones de sobrehidratación, la secreción de la hormona antidiurética se inhibe y la excreción urinaria aumenta, lo que evita la dilución excesiva de los fluidos corporales.

En el ámbito deportivo, comprender estos procesos resulta especialmente relevante, ya que la capacidad de los riñones y de las hormonas reguladoras para conservar agua puede determinar la tolerancia al ejercicio en condiciones extremas y la prevención de alteraciones como la deshidratación o la hiponatremia. Así, el estudio de la excreción no solo aporta a la fisiología general, sino que también ofrece una base práctica para diseñar estrategias de hidratación y recuperación más seguras y efectivas para los atletas.

Factores externos

La humedad relativa del ambiente desempeña un papel determinante en la termorregulación del organismo durante la actividad física. Un ambiente cálido y húmedo aumenta considerablemente la producción de sudor, ya que interfiere en su evaporación, dificultando el principal mecanismo de pérdida de calor del cuerpo humano. En estas condiciones, la eficacia de la evaporación disminuye drásticamente y, como consecuencia, puede desarrollarse una hipertermia progresiva, que compromete tanto el bienestar como el rendimiento físico del deportista.

Cuando la humedad relativa alcanza niveles del 90 al 100 %, la evaporación se vuelve prácticamente nula, lo que impide toda pérdida de calor por este mecanismo. Incluso con una humedad superior al 60 % en combinación con temperaturas ambientales elevadas, la eliminación de calor corporal se reduce notablemente, lo que conlleva un aumento en la temperatura central y el riesgo de agotamiento por calor o incluso golpe de calor si no se toman las medidas adecuadas. [2]

El ejercicio físico en ambientes calurosos se asocia con frecuencia a la deshidratación, ya que las pérdidas por sudor son considerables y muchas veces no son reemplazadas de forma adecuada. El estrés térmico (producido por el entorno) y la deshidratación pueden actuar por separado o en conjunto, y cuando ocurren simultáneamente, potencian el deterioro de la función fisiológica. Este deterioro afecta procesos como la capacidad cardiovascular, la

termorregulación, la función neuromuscular y el rendimiento aeróbico. Además, se incrementa el riesgo de padecer enfermedades relacionadas al calor.[9]

En respuesta a esta problemática, el Colegio Americano de Medicina del Deporte ha desarrollado una serie de recomendaciones para establecer límites de seguridad en la práctica deportiva bajo estrés térmico. Estas guías incluyen parámetros para identificar condiciones climáticas que representan un riesgo para el atleta, así como estrategias de prevención, tales como el ajuste de la duración e intensidad del ejercicio, monitoreo del índice de estrés térmico, y la implementación de protocolos de hidratación y recuperación térmica.

Un estudio clásico desarrollado por Rico-Sanz, Frontera y colaboradores (1996) con jugadores de fútbol de élite juveniles del equipo nacional de Puerto Rico (17 ± 0.6 años), demostró que una mayor ingesta de agua tuvo un efecto positivo sobre la regulación de la temperatura corporal durante partidos en condiciones calurosas. Si bien no se evidenció un cambio significativo en el rendimiento técnico del jugador, el incremento de las reservas corporales de agua permitió una mejor respuesta fisiológica al estrés térmico, sin comprometer el desempeño físico durante la competencia.[33]

Composición del sudor

El sudor está constituido en un 99% por agua. Es hipotónico, comparado con los demás líquidos corporales, es decir, que contiene menor cantidad de electrolitos (solutos) que, por ejemplo, el plasma.[9]

El contenido varía de un individuo a otro y también puede ser diferente en una misma persona cuando está o no aclimatada al calor o con diferente nivel de entrenamiento. Los principales electrolitos que forman parte del sudor son el sodio y el cloro, pero también contiene pequeñas cantidades de potasio, magnesio, calcio, hierro, cobre y zinc. Además, se pueden encontrar en el sudor, nitrógeno, aminoácidos y algunas vitaminas hidrosolubles.

La concentración de sodio en el sudor es de aproximadamente 10-90 mmol/L. Si la tasa de sudor es de 1 l/hora, se podría perder el 2% del sodio corporal total, valor más que importante para tener en cuenta en eventos de larga duración. Con el entrenamiento y la exposición continua al calor, la aldosterona puede estimular las glándulas sudoríparas para que absorban más sodio y cloro. A mayor tasa de sudor, mayor es la concentración de sodio que se pierde. Las pérdidas de potasio son muchos menores, aproximadamente 2-8 mmol/L de sudor, por lo que su reposición no es tan necesaria como la del ion sodio, al menos durante el tiempo que dura la ejecución del esfuerzo. Para reponer las pérdidas es conveniente que se incluyan

alimentos fuente de potasio o en las bebidas utilizadas, ya que favorece la retención de agua en el espacio intracelular, ayudando a lograr la rehidratación adecuada.[9]

Para que la reposición de líquido sea efectiva, el agua debe ser absorbida por el intestino hacia la sangre, de modo que la reducción del volumen sanguíneo sea minimizada. El agua consumida durante la actividad física puede aparecer en el plasma a los 10-20 minutos después de haberse ingerido.

Deshidratación

La deshidratación es considerada uno de los principales factores limitantes del rendimiento deportivo. Este estado ocurre cuando la pérdida de agua excede la ingesta, generando un déficit en los compartimentos intra y extracelulares. Durante la práctica deportiva, el mecanismo más importante de pérdida hídrica es la sudoración, que permite regular la temperatura corporal mediante evaporación. Sin embargo, esta adaptación fisiológica conlleva una reducción significativa de los líquidos corporales, que debe ser compensada para evitar un deterioro del rendimiento y de la salud.[34]

En deportes intermitentes como el fútbol, la sudoración puede alcanzar valores entre 1 y 2,5 L/h, con variaciones asociadas a la intensidad del juego, la posición, las condiciones ambientales y la aclimatación del deportista.[35] La evidencia señala que los mediocampistas son los jugadores con mayores pérdidas, dado que recorren entre 10 y 13 km por partido, combinando esfuerzos aeróbicos y anaeróbicos.[36] En condiciones de calor y humedad elevada, estas pérdidas pueden aumentar de manera considerable, incrementando el riesgo de deshidratación severa.

Los efectos de la deshidratación comienzan a manifestarse incluso con pérdidas de líquidos equivalentes al 1–2 % del peso corporal. En este rango se observa un aumento de la percepción de esfuerzo, disminución de la capacidad aeróbica y alteraciones en la termorregulación.[34] A medida que la pérdida alcanza valores superiores al 2–3 %, el rendimiento físico se ve comprometido de manera significativa, con reducción en la capacidad de mantener esfuerzos prolongados, aumento de la fatiga muscular y alteración en la función cognitiva.[34] Estos efectos son especialmente relevantes en deportes como el fútbol, que requieren tanto resistencia aeróbica como toma de decisiones rápidas bajo presión.

La deshidratación también influye en parámetros fisiológicos claves. La disminución del volumen plasmático provoca una reducción en el retorno venoso y en el volumen sistólico, lo que obliga al corazón a aumentar la frecuencia cardíaca para mantener el gasto cardíaco,

fenómeno conocido como deriva cardiovascular. Además, la menor perfusión cutánea limita la disipación del calor, favoreciendo el aumento de la temperatura central y elevando el riesgo de hipertermia. En contextos de alta humedad, la evaporación del sudor se ve comprometida, intensificando aún más estas respuestas fisiológicas. [35]

En el caso específico del fútbol, se ha demostrado que la deshidratación impacta tanto en el rendimiento físico como en el técnico y táctico. Un estado de déficit hídrico puede reducir la distancia recorrida a alta intensidad, la frecuencia de sprints y la capacidad de recuperación entre esfuerzos repetidos.[35] Al mismo tiempo, afecta la precisión en los pases, la velocidad de reacción y la capacidad de concentración, elementos determinantes en el resultado competitivo. [36]

Por lo tanto, la deshidratación no solo constituye un factor de riesgo para la salud del futbolista, sino también una limitación directa de su rendimiento deportivo. El reconocimiento temprano de las pérdidas hídricas y la implementación de estrategias de hidratación individualizadas resultan esenciales para prevenir sus efectos negativos y optimizar el desempeño en el campo de juego. [36]

Recomendación de líquidos para deportistas

Las estrategias de ingesta de fluidos y electrolitos antes, durante y después del ejercicio deben ser prácticas y alcanzables, considerando factores tales como el tipo, la duración e intensidad de la actividad, las reglas del evento y la disponibilidad/accesibilidad de fluidos, así como las preferencias del atleta y su tolerancia gastrointestinal. Estos factores también determinarán si los atletas deberían enfatizar la ingesta de fluidos y electrolitos antes o durante el ejercicio para optimizar la salud y el rendimiento.[9]

Antes de la actividad física

Los atletas que comienzan una competencia deshidratados se encuentran en una situación de desventaja respecto del adversario bien hidratado. Se considera que un sujeto está correctamente hidratado si su peso por la mañana en ayunas varía menos del 1% día a día. Para establecer un valor basal de peso corporal, se debe realizar la medición por la mañana durante tres días consecutivos o más, sin ropa; este valor es el de referencia de euhidratación en personas activas que consumen alimentos y líquidos a voluntad. En las mujeres hay que tener en cuenta la fase del ciclo menstrual, ya que en la fase lútea el peso puede ser mayor debido a la retención de agua.

La recomendación es que el atleta ingiera 5-10 ml/kg peso corporal al menos 2-4 horas antes del ejercicio. El objetivo de comenzar con tantas horas de anticipación, además de permitir la absorción de líquidos, es permitir la excreción del excedente a través de la orina. Si el deportista no orina o la orina es oscura o muy concentrada, se sugiere que beba 3-5 ml/kg más durante las dos horas previas al evento.[9]

Sí el clima es muy caluroso y húmedo, puede ser de utilidad agregar 300-400 cc, 15-20 minutos antes de comenzar la actividad.

Se sugiere que la indicación al deportista se haga con medidas caseras de referencia (ej.: vasos, botellas).

El consumo de bebidas con sodio o comidas pequeñas saladas puede estimular la sed y promover la retención del líquido en el cuerpo.[9]

Durante la actividad física

Es imprescindible personalizar el plan de hidratación a través de una evaluación exhaustiva de la tasa de sudor durante diferentes tipos de entrenamientos, en diferentes condiciones climáticas, evaluar el confort gástrico, la practicidad del traslado y la posibilidad de ingesta. Los cálculos de la tasa de sudor se deberían corregir con el consumo de alimentos y las pérdidas urinarias y fecales cuando sea relevante. Los cambios de peso durante ejercicios de ultradistancia (> 4 h) posiblemente sobreestimarán las reducciones de líquido corporal total, debido a la oxidación de sustratos, la producción metabólica de agua, el agotamiento de glucógeno y las pérdidas respiratorias de agua.

El plan de fluidos que se podría adaptar a la mayoría de los atletas y eventos deportivos suele contemplar una ingesta de 0,4 a 0,8 /h, aunque esto debe ser personalizado dependiendo del nivel de sudoración, tolerancia y experiencia de los atletas, sus oportunidades para beber y los beneficios del consumo de otros nutrientes (por ejemplo, hidratos de carbono) en forma líquida.

Si bien es poco apropiado generalizar en un único valor de reposición de líquidos para todos los deportistas que entrenen o compitan en eventos cercanos a la hora, con posibilidades de abastecerse de bebida, se sugiere que comiencen euhidratados, beban ad libitum (guiados por la sed) entre 400 a 800 ml/hora. En actividades más largas y con limitadas posibilidades de abastecimiento de líquidos, las cantidades se deberían planificar y ajustar de acuerdo con las necesidades individuales de cada deportista. Tasas altas son observadas en los individuos más

pesados que compiten en climas cálidos y las tasas más bajas, en las personas más lentas que compiten en ambientes más fríos.[9]

Durante el ejercicio, los deportistas deben empezar a beber tempranamente y a intervalos regulares, para garantizar la reposición del agua perdida a través del sudor.

El deportista debe disponer con facilidad de líquidos y con mínima interrupción del ejercicio. La ingesta de líquidos es un hábito entrenable, los entrenadores deben facilitar la ingesta e incluirla como rutina dentro del entrenamiento y de la competencia.

Durante la práctica de ejercicio intenso de más de una hora de duración se recomienda consumir 30-60 g de hidratos de carbono cada hora, para mantener la oxidación de los hidratos de carbono y retrasar la aparición de la fatiga. Con la ingesta de 500-800 cc de bebida deportiva de rehidratación (6-8% de hidratos de carbono) cada hora es suficiente para lograr una ingesta de hidratos de carbono y mantener el rendimiento en deportes intensos y de larga duración. Si ambos objetivos reposición de líquidos y reposición de energía van a ser satisfechos con la bebida, la concentración de hidratos de carbono no debe exceder el 8% para no reducir el vaciado gástrico.[9]

A pesar de que los calambres musculares pueden ser causados por fatiga muscular, en una amplia gama de condiciones ambientales y estados de hidratación, los atletas que sudan profusamente especialmente cuando se combina con una elevada concentración de sodio en el sudor pueden estar en mayor riesgo de padecerlos, sobre todo cuando no están aclimatados al calor.

La ingesta de un agente osmóticamente activo puede favorecer la retención de fluidos previamente al evento. Una carga aguda de sodio (20-40 mg/kg, con 10ml/kg de fluido) 1-2 horas antes del evento, puede expandir el volumen plasmático y mejorar la termorregulación durante un ejercicio realizado en climas calurosos. El glicerol, un alcohol tricarbonado, es otro osmolito efectivo que promueve la retención de fluidos. El glicerol fue removido de la lista de sustancias prohibidas de la Agencia Mundial Antidopaje en enero de 2018 y puede ser utilizado en estrategias de hiperhidratación y de rehidratación postejercicio.

Estudios hechos en atletas de resistencia apoyan la ingesta de 1,2-1,4 g de glicerol/kg de masa libre de grasa (MLG), durante los 90 a 180 minutos antes del evento, junto a ~ 25ml de fluidos /kg MLG. La combinación de glicerol (1,4 g/kg MLG) y de sodio (3,0 g/L) en ~ 25ml de agua/kg MLG, puede ser aún más efectiva que cualquiera de los dos osmolitos solos y dichos

protocolos pueden lograr una retención de fluidos adicional de ~ 1.300 ml para un atleta de 70 kg hasta cuatro horas después de la ingesta.[9]

Después de la actividad física

El grado de deshidratación producida durante la actividad y los tiempos que existan para recuperarse antes del próximo entrenamiento influyen en el programa de rehidratación que se sugiera. Con niveles importantes de deshidratación y períodos menores de 12 horas entre los entrenamientos, el programa de rehidratación será sustancial.

El ACSM recomienda ingerir ~ 150% de la pérdida de peso durante las primeras seis horas postejercicio, para cubrir el líquido eliminado durante la práctica deportiva a través del sudor y la orina. Esta recomendación es factible de alcanzar durante este período de tiempo en deportistas que han perdido poco peso. Pero cuando el deportista ha perdido mucho peso, puede complicarse cubrir este porcentaje de bebida sugerido, debido -entre otros motivos- a la incomodidad de micciones muy frecuentes.[9]

Si un deportista deshidratado por las pérdidas producidas por el sudor toma abundante agua sola, tendrá como consecuencia una rápida caída de la osmolalidad plasmática y de la concentración de sodio que, a su vez, reduce el impulso de beber y estimula la diuresis. La cantidad de orina eliminada después de un esfuerzo físico es inversamente proporcional al sodio ingerido. Este ion es el único que ha demostrado su eficacia en estudios de reposición de líquidos.

Por lo tanto, el consumo de sodio durante el período de recuperación ayudará a retener los líquidos ingeridos y ayudará a estimular la sed. Las pérdidas de sodio son más difíciles de evaluar que las pérdidas de agua, y es bien sabido que la concentración de sodio en el sudor varía entre las personas. Las bebidas deportivas y el agregado de sal en las comidas contribuyen a recuperar este electrolito.

Para promover la retención del líquido, la bebida debe consumirse de manera espaciada y con suficiente cantidad de electrolitos en lugar de ser ingerida en grandes cantidades en poco tiempo.

La reposición de líquidos por vía intravenosa después del ejercicio puede estar justificada en las personas con deshidratación severa (> 7% pérdida de peso) con náuseas, vómitos, diarrea, desorientación o que por alguna razón no puedan ingerir bebida.

Las pautas para la reposición de líquidos, hidratos de carbono y electrolitos se efectuan de la siguiente manera:[9]

Deportes o ejercicio con una duración inferior a 60 minutos

Antes de la actividad, 4 horas previas 5-10 ml/kg de agua. Si la orina es muy oscura, consumir en las últimas 2 horas antes del ejercicio 3-5 ml/kg de agua. Si existe posibilidad de niveles bajos de glucógeno, puede contener hidratos de carbono (6-8%).

Durante la actividad, cada 15-20 minutos, 150-350 ml/kg de agua. Si existe posibilidad de niveles bajos de glucógeno, puede contener hidratos de carbono (6-8%).

Después de la actividad, durante las 24 horas siguientes, consumir líquidos a voluntad para reponer las pérdidas.

Deportes o ejercicios intensos y de más de 1 hora de duración

Antes de la actividad, 4 horas previas 5-10 ml/kg de bebida deportiva. Si la orina es muy oscura, consumir 2 horas antes del ejercicio 3-5 ml/kg de bebida deportiva.

Durante la actividad, la cantidad aproximada recomendada de bebida es de 6-8 ml/kg de peso/hora de ejercicio. Cada 15-20 minutos, 150-350 ml de bebida con 6-8% de hidratos de carbono y 20-30 mEq/l de sodio<400 mOsm/l.

Después del ejercicio, comenzar a beber y recuperar el peso perdido o más (`~ 150% del peso perdido) durante las 6 horas posteriores. Consumir bebidas con sodio y aportar sal a las comidas.[9]

Efecto del estado de hidratación sobre la salud

Tanto la deshidratación, como la sobrehidratación causan problemas sobre la salud de los deportistas.

En general, la deshidratación es más común, pero la sobrehidratación con hiponatremia sintomática es más peligrosa. La deshidratación como mencionamos anteriormente puede afectar el rendimiento deportivo y contribuir a enfermedades producidas por el calor, exacerbar rabdomiólisis sintomática de esfuerzo, mientras que la hiponatremia durante el ejercicio puede producir enfermedad grave o muerte.

Las causas de los calambres son poco conocidas, altamente individuales y no siempre relacionadas con la nutrición. Podrían estar asociados con la deshidratación, el déficit y también el exceso de electrolitos y la fatiga muscular. Son comunes en deportistas no aclimatados al calor, pero también pueden ocurrir en los atletas que practican deportes de invierno.[9]

La rabdomiólisis es un síndrome causado por injuria en el músculo esquelético y la resultante liberación al torrente sanguíneo del contenido de las células musculares (mioglobina, potasio, fosfato, etc.) dentro del plasma.

Los deportistas pueden desarrollar rabdomiólisis después de un ejercicio intenso y exhaustivo, lo que no solo lesiona directamente los componentes estructurales de las células musculares, sino que también vacía sus depósitos energéticos e interrumpe el transporte celular, lo que permite la acumulación de calcio dentro de las células. La sobrecarga de calcio activa las enzimas proteolíticas que causan la muerte celular.[9]

Las manifestaciones clínicas de la rabdomiólisis se dividen en síntomas y signos musculares, sintomatología general y complicaciones secundarias (ej.: insuficiencia renal, arritmias). Los signos y síntomas musculares pueden ser generalizados o afectar un solo grupo de músculos; consisten en dolor, debilidad, calambres y contracturas. Los síntomas generales son fiebre, taquicardia, náuseas, vómitos, dolor abdominal, malestar general, disminución del nivel de conciencia, agitación, confusión y coma.[9]

El entrenamiento disminuye el riesgo de desarrollar rabdomiólisis, pero en ausencia de aclimatación al calor, sudoración profusa, falta de reposición hidroelectrolítica adecuada y elevada temperatura ambiental, puede afectar incluso a deportistas entrenados.

El golpe de calor. En esta lesión térmica los mecanismos termorreguladores fallan y si no se actúa con rapidez y de forma adecuada, se origina un fallo multiorgánico que puede derivar en el fallecimiento del deportista.[9]

Se caracteriza por:

• Elevación de la temperatura corporal hasta valores superiores a los 40 °C.

• Piel caliente y seca (se limita la sudoración).

• Pulso y respiración incrementados.

• Hipertensión.

• Confusión e inconsciencia.

El tratamiento requiere enfriar el cuerpo rápidamente con un baño de agua fría, hielo o toallas mojadas frías, recurrir a la emergencia médica y no suministrar agua.

El riesgo de una lesión térmica disminuye con las siguientes recomendaciones:

- Evaluar la temperatura y la humedad ambiental antes de comenzar a realizar ejercicio.
- Hacer ejercicio durante los momentos más frescos del día.
- Ejercitar a la sombra, para evitar los rayos del sol. Utilizar protección solar.

- Llevar poca ropa, holgada, de color claro, para que refleje los rayos del sol, utilizar gorro si va a exponerse al sol. Evitar usarlo si entrena a la sombra.
- Beber líquidos fríos frecuentemente. Evaluar dónde se puede abastecer de agua o la posibilidad de auto proveerla.
- Llevar un registro del peso corporal antes y después del entrenamiento.
- Reponer los electrolitos perdidos, con las comidas y las bebidas.
- Evitar el alcohol.
- En personas sedentarias, con sobrepeso, de edad avanzada y en los niños, tomar mayores recaudos.
- Reconocer las señales y los síntomas de la extenuación a causa del calor o el golpe de calor, conocer el tratamiento.
- No entrenar si ha estado los días anteriores con fiebre.
- Si va a competir en un lugar con condiciones climáticas adversas, se debe aclimatar.[9]

Intoxicación por agua y sobrecarga de líquidos

Se produce intoxicación por agua como consecuencia de una ingesta de agua mayor que la capacidad del cuerpo de excretar agua. El consiguiente aumento del volumen del LIC se acompaña de dilución osmolar. El aumento del volumen del LIC hace que las células, particularmente las del encéfalo, se hinchen, produciendo cefalea, náuseas, ceguera, vómitos, calambres musculares y convulsiones, con estupor inminente. Si no se trata, la intoxicación por agua puede ser mortal. La intoxicación por agua no se produce habitualmente en sujetos normales sanos. Puede darse en deportistas de resistencia que ingieren cantidades elevadas de bebidas exentas de electrólitos durante las competiciones, personas con trastornos psiquiátricos o en los concursos de ingesta de agua.

La sobrecarga de líquido, o hipervolemia, aparece cuando se acumula en el organismo una cantidad excesiva de líquidos, incrementándose así el volumen de sangre circulante. Esto puede ser consecuencia de una ingesta excesiva (por vía oral, enteral o parenteral); de lesiones o enfermedades que generan estrés corporal; o de enfermedades renales, cardíacas o hepáticas.[22]

Los síntomas de sobrecarga de líquidos suelen consistir en hinchazón localizada o generalizada, aumento súbito de peso, disnea, ortopnea, congestión pulmonar o modificaciones de la presión arterial. El tratamiento de la sobrecarga de líquidos suele venir

dado por la causa subyacente; entre las posibles opciones se encuentran la disminución de la ingesta de líquidos, el tratamiento con diuréticos y la restricción de sodio.[22]

Aclimatación

Repetidas sesiones de ejercicio en ambiente caluroso incrementan la capacidad de un individuo de alcanzar, si se necesitan, tasas de sudoración más altas y sustanciales. Este proceso se denomina aclimatación al calor. Estos ajustes fisiológicos, que se van produciendo gradualmente durante la aclimatación al calor, permiten al deportista rendir mejor en condiciones calurosas.[9]

Este nivel de adaptación al calor se puede lograr haciendo ejercicio en ambientes calurosos durante un período de una hora al día o más, con intensidad progresiva, durante 5-10 días.

La aclimatación al calor depende de:

- Las condiciones ambientales durante cada sesión de ejercicio.
- La duración de la exposición al calor.
- La producción de calor metabólico (intensidad del ejercicio), la carga total de entrenamiento.
- El estado físico inicial.
- El período de tiempo disponible para la aclimatación.

La persona aclimatada durante el ejercicio:

- Comienza a sudar más rápidamente, lo que mejora la tolerancia al calor;
- Requiere menos sangre hacia la piel, lo que permite mayor disponibilidad de sangre hacia los músculos activos.
- El sudor es más diluido, por lo que las reservas minerales del cuerpo se mantienen durante el ejercicio en mejores condiciones.
- Tiene menor frecuencia cardíaca, esto es consecuencia de un mayor volumen sanguíneo y un mayor flujo hacia la piel.
- Reduce el ritmo de uso del glucógeno muscular entre un 50 y un 60% y el estrés psicológico es mucho menor.[9]

Bebidas deportivas

Las bebidas deportivas deben: hidratar y prevenir la deshidratación durante la actividad deportiva, aportar sales minerales (principalmente Na y Cl y P); aportar hidratos de carbono

(HC) aumentar la absorción de agua por la combinación de sales minerales y azúcares (absorción rápida y lenta en una proporción de 3/1) .[36]

Los minerales que siempre se relacionan en estos compuestos de las bebidas deportivas, son los electrolitos, los principales en la pérdida de líquidos durante el proceso de sudoración en la actividad deportiva prolongada. Los minerales y electrolitos que suelen perderse en gran medida pueden ser cloro, magnesio, potasio y sodio, además de estos, algunas bebidas agregan otros elementos como: calcio, fósforo.[37]

Tipos de bebidas deportivas

En el entrenamiento y la competencia, las bebidas con carbohidratos y electrolitos se formulan para optimizar la reposición de líquidos, el aporte de sodio y, según el caso, de energía utilizable. En términos generales, se clasifican por su tonicidad/osmolalidad relativa al plasma:

Hipotónicas: menor osmolalidad que el plasma. Suelen priorizar la velocidad de vaciamiento gástrico y absorción del agua (y del sodio), con una baja concentración de carbohidratos (≈1–4%). Su objetivo primario es hidratar sin generar carga osmótica que retrase el vaciado gástrico. La evidencia comparativa sugiere que, durante el ejercicio, las bebidas hipotónicas con carbohidratos y electrolitos pueden favorecer la expansión relativa del volumen plasmático (indicador central de estado de hidratación) más que las isotónicas, hipertónicas o el agua sola cuando se ingieren de manera continua, lo que se asocia a mejores respuestas de hidratación aguda en esfuerzo prolongado.[37]

Isotónicas: osmolalidad similar a la del plasma. Combinan aporte moderado de carbohidratos con electrolitos, buscando un equilibrio entre reposición hídrica y suministro energético. En el deporte de equipo (p. ej., fútbol), se emplean con frecuencia en entrenamientos/matches de intensidad intermitente, donde se buscan picos de glucosa utilizable sin comprometer la tolerancia gastrointestinal. En consensos específicos para fútbol de élite se las señala como "alimentos deportivos" potencialmente útiles según el contexto, junto con geles y otras formulaciones, dentro de planes individualizados.[38]

Hipertónicas: mayor osmolalidad que el plasma. Son más ricas en carbohidratos (p. ej., >8–10%) y se utilizan fuera o entre esfuerzos cuando la prioridad es aportar energía (repleción de glucógeno) más que la hidratación rápida; durante el ejercicio continuo pueden ralentizar el vaciado gástrico y aumentar el riesgo de malestar GI si no se periodizan adecuadamente. En el campo práctico del fútbol, los expertos recomiendan reservarlas para ventanas alejadas

del esfuerzo o combinarlas con agua/soluciones más diluidas para modular la carga osmótica.[38]

En la práctica actual, muchas bebidas deportivas del mercado se etiquetan como isotónicas aun cuando su osmolalidad real varía, y su formulación se diferencia de las soluciones de rehidratación oral (SRO) médicas: estas últimas suelen contener más sodio y menos carbohidratos (en proporciones diseñadas para maximizar la absorción intestinal por cotransporte sodio-glucosa), mientras que las bebidas deportivas estándar priorizan sabor, tolerancia y aporte energético para el ejercicio.[38] Aun así, durante el ejercicio en calor, soluciones hipotónicas con carbohidratos y sodio muestran ventajas en el mantenimiento del volumen plasmático cuando se consumen de manera fraccionada y acorde a la sed/plan individual.[37]

Agua y bebidas con electrolitos

El agua es suficiente en esfuerzos cortos, templados y con baja tasa de sudoración. Sin embargo, cuando el ejercicio se prolonga, la sudoración aumenta y con ella la pérdida de sodio (y en menor medida de otros electrolitos). En ese contexto, ingerir carbohidratos más sodio:

Facilita la absorción intestinal por el mecanismo de cotransporte sodio-glucosa (lo que favorece la retención de agua en el compartimento vascular) y mantiene el volumen plasmático más eficazmente que agua sola, especialmente si la bebida es hipotónica y se consume de manera continua durante el ejercicio.[37]

Repone electrolitos, en particular sodio, clave para mantener el estímulo de la sed, la retención de agua (vía efectos sobre la osmolalidad plasmática) y la función neuromuscular. La falta de sodio relativa al agua ingerida puede acelerar la caída de la osmolalidad y, si es extrema, aumentar el riesgo de hiponatremia por ejercicio en individuos susceptibles; por eso, las guías recomiendan personalizar la ingesta y evitar tanto la deshidratación elevada como la sobrehidratación.[37]

Aporta carbohidratos (≈20–60 g/h según duración e intensidad) que sostienen la oxidación de glucosa y el rendimiento en esfuerzos ≥60–90 min, especialmente en deportes intermitentes de alta intensidad como el fútbol. Los consensos en fútbol de élite integran el uso de bebidas con carbohidratos en estrategias de “fueling the game” antes, durante y después, ajustando la concentración y el volumen a la tolerancia GI, el rol/táctica del jugador y el ambiente térmico. [38]

En metaanálisis de respuestas de hidratación durante ejercicio, las bebidas hipotónicas con carbohidratos y electrolitos mostraron ser las que mejor sostienen el estado de hidratación central frente a isotónicas, hipertónicas y agua, cuando el objetivo principal es hidratar sin sobrecargar el tracto GI.[37] Ese hallazgo no invalida el uso de isotónicas o hipertónicas en momentos específicos, sino que subraya la importancia del contexto.

Bebidas energéticas (ED) en deportistas

Las ED combinan cafeína con otros compuestos (p. ej., taurina, ginseng, carnitina) y azúcares en formulaciones no diseñadas principalmente para hidratar. En deportistas y jóvenes, su consumo creciente ha motivado preocupación por efectos cardiovasculares (elevación de presión arterial, arritmias, eventos isquémicos) y neurológicos, especialmente con ingestas altas y/o combinaciones con otros estimulantes/alcohol.[39] Una revisión amplia reciente describe eventos adversos y resalta la necesidad de regulación y educación, enfatizando que el abuso de ED puede derivar en efectos serios, incluso en individuos sin comorbilidades aparentes. [39] En el marco del alto rendimiento, los equipos médicos suelen limitar o prohibir ED peri-competencia y, cuando se utiliza cafeína, prefieren dosis controladas mediante cápsulas/geles/café cuantificado, en vez de ED comerciales.

Cafeína como ergogénico

La cafeína es uno de los pocos suplementos con evidencia consistente de mejora del rendimiento en una amplia gama de esfuerzos (resistencia, intermitente, fuerza-potencia), con respuestas interindividuales relevantes (genética, hábito, cronotipo). [40] Las directrices de la International Society of Sports Nutrition (ISSN) recomiendan ≈3–6 mg/kg ~60 min pre-ejercicio como rango típico efectivo; dosis más bajas (~2 mg/kg) pueden funcionar en algunos, mientras que dosis altas (≥9 mg/kg) aumenta efectos adversos sin mayor beneficio. En fútbol, los consensos recomiendan individualizar: momento de la toma (pre-calentamiento vs. fraccionado), fuente (cápsula/gel/café), evitar la ingesta excesiva de azúcares y controlar efectos colaterales (temblor, ansiedad, GI) que pueden perjudicar el rendimiento técnico/táctico.[38] Con todo, cafeína (dosis y forma controladas) ≠ bebidas energéticas (combinaciones menos previsibles); esta distinción es clave al planificar.[39]

Electrolitos

La pérdida de sodio en el sudor varía ampliamente entre jugadores y se incrementa en calor. Las guías de fluidos del American College of Sports Medicine, subrayan principios hoy vigentes: comenzar euhidratado, beber para limitar la pérdida de masa corporal a un nivel tolerable (p. ej., ~2%) evitando tanto la deshidratación marcada como la hiperhidratación, y reponer sodio en esfuerzos prolongados.[34] En el fútbol de élite, se recomiendan protocolos individualizados que incluyen pesajes pre-/posesión, seguimiento del color de la orina, registros de calambres y, cuando es posible, perfiles de sudor para ajustar volumen y sodio de la bebida.[38] Persisten debates sobre la prevención de calambres: aun cuando la etiología es multifactorial, hay indicios de que soluciones con electrolitos pueden reducir la susceptibilidad en escenarios de ejercicio en calor; de nuevo, la personalización y el ensayo en entrenamiento son cruciales.[37]

Prevención y estrategias de hidratación en clubes de fútbol

El fútbol de élite impone demandas intermitentes de alta intensidad en entornos térmicamente variables (viajes, altitud, microclimas de estadio). Por ello, se adopta un abordaje multicapa que combina políticas a nivel de competición, protocolos de club e intervenciones individualizadas.

Políticas y umbrales ambientales

En torneos FIFA y ligas, la WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) guía pausas de enfriamiento e incluso reprogramación cuando el riesgo de enfermedad por calor es alto. Publicaciones recientes en medicina del fútbol sintetizan que WBGT ≥32 °C se considera riesgo extremo (debiendo activarse pausas y medidas de enfriamiento), y que WBGT intermedios (≈26–32 °C) justifican breaks alrededor del minuto 30 de cada tiempo (además de hidratación continua en bancos/vestuarios).[41] Estas recomendaciones coexisten con posturas más conservadoras de actores del ecosistema (p. ej., asociaciones de futbolistas) que abogan por umbral más bajo y más pausas en olas de calor, debate que ha cobrado relevancia por el aumento de episodios de calor extremo en calendarios congestionados.[41]

Protocolos de club/equipo en el día de partido y entrenamiento

Los clubes profesionales que siguen consensos UEFA implementan cadenas operativas que incluyen: [38]

Screening e individualización: historia de calambres, pesajes pre-/pos-sesión para estimar tasa de sudor, monitoreo del color de orina y, cuando es viable, análisis de sudor para estimar el sodio. Con esa información se pauta un "plan de bebida personal" (volumen, sabor, concentración de carbohidratos, sodio).

Pre-activación (3–4 h y 60–90 min pre-kick-off): objetivo de iniciar euhidratado; bebidas hipo/iso-tónicas con sodio y carbohidratos (≈20–40 g) si la duración/intensidad lo justifica; evitar sobrebeber. Se controla la cafeína en quienes la usan (p. ej., 3–6 mg/kg ≈60 min antes), preferentemente en formas dosificables (cápsula/gel) para minimizar variabilidad.[38]

Durante el partido: acceso a botellas personalizadas en bancos, pausas de hidratación según WBGT y reglas del torneo, uso prevalente de bebidas hipotónicas para hidratar rápido en el calor, alternando con isotónicas o geles si se necesitan picos de carbohidratos (especialmente para roles con altas demandas de sprinting). En extremos de calor se suman estrategias de enfriamiento (toallas frías, hielo/nuca, ventilación) alineadas a guías de riesgo térmico.[41]

Pospartido (0–4 h): rehidratación dirigida (≈150% del déficit de masa) con sodio para favorecer la retención, junto con carbohidratos y proteína para recuperación. Se registra respuesta GI y síntomas (dolor de cabeza, mareos) para ajustar el plan individual.

Educación, logística y cumplimiento

Los clubes con mejores prácticas integran la hidratación en la cultura diaria: briefings pre-torneo/calor, disponibilidad ubicua de bebidas planificadas (vestuarios, microciclos de viaje), saborización para adherencia, y feedback continuo en análisis de rendimiento (GPS, RPE, wellness). Los consensos UEFA enfatizan que la nutrición/hidratación eficaz requiere equipo multidisciplinar (nutricionista-médico-PF-analista) y adaptaciones microciclo-específicas (p. ej., MD-1, MD, MD+1).[38]

Ejemplos operativos

Microciclo en ola de calor: activar pausas adicionales de hidratación, bebida hipotónica a demanda en tareas de alta densidad, pre-enfriamiento selectivo (hielo/mentol según tolerancia) y pos-rehidratación con sodio calculado por tasa de sudor estimada.[38]

Jugador "alto sudor/sodio": prever bebida con mayor sodio y volumen en sesiones ≥60–90 min; caps de cafeína solo si ya "probada" sin efectos GI/ansiedad; evitar ED por su variabilidad y riesgo cardiovascular innecesario en el contexto de partido.[40]

En síntesis, los clubes profesionales que siguen la evidencia actual combinan bebidas hipotónicas con sodio para hidratar durante el esfuerzo, isotónicas/geles para aportar carbohidratos cuando se requiere, control de cafeína como ergogénico (no mediante ED), y políticas térmicas basadas en WBGT con pausas y enfriamiento, todo individualizado a la tasa de sudor y al rol del jugador.[41]

Antecedentes

- "Hydration and sweating responses to hot-weather football competition" de Kurdak et al. (2010) analizó las respuestas de sudoración y balance hídrico en 22 jugadores masculinos durante un partido de fútbol en condiciones de clima cálido (34,3 ± 0,6 °C, humedad 64 ± 2 %). Los futbolistas perdieron en promedio 3,1 ± 0,6 L de sudor, con una reducción del peso corporal del 2,2 % ± 0,9 %. A pesar de disponer de agua y bebidas deportivas, solo repusieron el 55 % ± 19 % de las pérdidas. Se observó gran variabilidad individual en la ingesta de líquidos (741–2387 mL), donde la relación entre el estado de hidratación previo y el consumo de líquidos fue más fuerte que la relación entre tasa de sudoración e ingesta.[42]

- "Tasa de sudoración e hidratación durante la competencia en futbol profesional masculino del torneo Primera Nacional del futbol argentino" de Cucco y Diógenes (2022), evaluó a futbolistas de la Primera Nacional mediante pesajes pre y post partido, además del registro de ingesta de líquidos y orina. Se observó una tasa de sudoración promedio de 962 ± 538 mL/h, con un valor mínimo de 329 mL/h y máximo de 2316 mL/h. El porcentaje promedio de pérdida de peso corporal fue de 1,9 ± 0,9 %, con un mínimo de 0,5 % y un máximo de 3,5 %. Este estudio mostró que, en condiciones moderadas de temperatura (15 °C), las pérdidas fueron menores en comparación a ambientes más cálidos.[43]

- "Estado de hidratación en el equipo de Fútbol Femenino del Club Deportivo UAI Urquiza durante Noviembre de 2021" de Pérez Jalil (2021) abordó la evaluación del estado de hidratación pre, durante y post entrenamiento en 20 jugadoras de Primera División. El 95 % cumplió con las recomendaciones de ingesta de líquidos antes del entrenamiento. Según la densidad urinaria, el 95 % inició bien hidratado, mientras que con la escala de Armstrong el 80 % se encontraba en buen estado y el 20 % con deshidratación leve. Durante el entrenamiento todas las jugadoras se mantuvieron hidratadas, pero al finalizar el 55 % presentó deshidratación leve. Estos hallazgos resaltan la importancia de estrategias de rehidratación post ejercicio en el fútbol femenino.[44]

Planteamiento del problema

¿Los jugadores de futbol del club UFBC presentan una alta tasa de sudoración durante el entrenamiento?

Justificación

En la presente investigación se pretende evaluar la tasa de sudoración en los jugadores de fútbol del club UFBC, con el objetivo de determinar su estado de hidratación y establecer pautas específicas para la reposición de líquidos durante los entrenamientos. El análisis se centrará en cómo la pérdida de líquidos a través del sudor impacta en el rendimiento físico y cognitivo de los futbolistas, subrayando la importancia de diseñar estrategias de hidratación personalizadas que permitan optimizar la recuperación, mantener la capacidad de esfuerzo y prevenir la deshidratación.

Este estudio es de suma relevancia, ya que el fútbol es un deporte intermitente de alta intensidad que, por sus características, genera pérdidas hídricas significativas que, si no se reponen adecuadamente, pueden provocar disminución de la resistencia, menor capacidad de concentración y aumento del riesgo de lesiones. La evaluación de la tasa de sudoración permitirá identificar las necesidades hídricas individuales, considerando factores como la posición en el campo, la intensidad de la actividad y las condiciones ambientales.

Por lo tanto, los beneficiarios directos de este trabajo serán los jugadores del club UFBC, quienes contarán con información precisa para mejorar sus hábitos de hidratación y, en consecuencia, su rendimiento deportivo. Además, los resultados podrán extrapolarse a futbolistas de otras instituciones con características similares, contribuyendo a la difusión de pautas efectivas de reposición de líquidos en el ámbito del fútbol amateur y profesional.

Hipótesis

Los jugadores de fútbol del club UFBC presentan una alta tasa de sudoración durante el entrenamiento.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la tasa de sudoración en jugadores amateur durante el entrenamiento.

Objetivos específicos

- Determinar el peso pre-post entrenamiento.
- Estimar la hidratación durante el entrenamiento.
- Cuantificar la ingesta de líquido durante el entrenamiento.
- Describir el estado de hidratación de los jugadores durante el entrenamiento.

Marco metodológico

Área de estudio

El presente trabajo se llevará a cabo en un club de futbol de la localidad de Uranga, Provincia de Santa Fe.

Tipo de estudio

El presente estudio es de corte transversal, descriptivo, cuantitativo y observacional.

Población y muestra

Universo

Jugadores de futbol de reserva y primera división del club UFBC.

Población: la población del estudio se conforma por 50 jugadores pertenecientes a las divisiones de Primera y Reserva del club, quienes participaron en la evaluación de tasa de sudoración durante el entrenamiento llevado a cabo el 10 de marzo de 2025.

Muestra: 40 jugadores que participaron según criterios de inclusión y exclusión.

Criterio de inclusión

- Jugadores de futbol del club Uranga Football club que tengan de 20 a 35 años, de sexo masculino.
- Jugadores que se encuentren clínicamente sanos, sin enfermedades metabólicas, cardiovasculares ni infecciones agudas al momento de la evaluación.
- Jugadores que no hayan consumido bebidas alcohólicas ni suplementos diuréticos en las últimas 48 horas, debido a su posible influencia en la excreción de líquidos y electrolitos.

Criterio de exclusión

- Jugadores que no estén dispuestos a participar en el estudio.

- Jugadores que sufran alguna lesión antes o durante el entrenamiento que influya sobre el estudio y cambie los porcentajes de la tasa de sudoración.
- Jugadores que presenten fiebre o enfermedades febriles al momento de la evaluación, ya que podrían modificar la termorregulación.
- Aquellos jugadores que no tengan entre 20 y 35 años.

Materiales y métodos

Materiales

1) **Balanza digital calibrada:** utilizada para registrar el peso corporal de cada jugador antes y después del entrenamiento o partido. La variación en el peso corporal permitió estimar la cantidad de sudor perdido, considerando que la pérdida de peso refleja principalmente la pérdida de líquidos.

2) **Ropa de entrenamiento adecuada:** prendas confeccionadas con materiales como poliéster o mezclas sintéticas, que favorecen la evaporación del sudor y evitan su acumulación. Este aspecto fue relevante para obtener mediciones más precisas de la tasa de sudoración.

3) **Botellas individuales con identificación y capacidad graduada:** destinadas a registrar la cantidad de líquidos ingeridos por cada jugador durante la sesión. Este dato fue esencial para el cálculo de la tasa de sudoración, ya que permitió relacionar la pérdida de sudor con el volumen de líquidos consumidos.

4) **Toallas o almohadillas absorbentes individuales:** utilizadas por cada jugador para retirar el exceso de sudor superficial antes del pesaje final, con el fin de garantizar la mayor precisión posible en la medición del peso corporal.

5) **Recipientes recolectores de orina identificados:** empleados para cuantificar el volumen de orina emitido por cada jugador durante el periodo de evaluación. Este valor se consideró en el cálculo final de la tasa de sudoración y del balance hídrico individual.

Métodos

El método de tasa de sudoración es una técnica utilizada para cuantificar la pérdida de líquidos a través del sudor durante una sesión de entrenamiento o partido, permitiendo estimar las necesidades de hidratación y prevenir la deshidratación, factores determinantes para el rendimiento y la salud del jugador.

1. Preparación inicial

Previo al inicio de la actividad, se registró el peso corporal inicial de cada jugador utilizando una balanza digital calibrada, con ropa mínima (generalmente indumentaria de entrenamiento seca). La evaluación se realizó en condiciones ambientales controladas de temperatura y humedad en la medida de lo posible, con el objetivo de minimizar la variabilidad en las mediciones.

2. Desarrollo de la actividad

Los jugadores realizaron el entrenamiento o partido de forma habitual, manteniendo la intensidad y duración propias de la práctica competitiva. Durante este periodo, se controló el consumo de líquidos mediante botellas individuales previamente identificadas, registrando el volumen total ingerido (en mililitros). Asimismo, se recolectó el volumen de orina emitido durante la sesión, utilizando recipientes numerados para cada participante.

3. Registro post-actividad

Al finalizar la actividad, los jugadores entregaron las botellas y recipientes de orina. Se procedió a cuantificar el volumen ingerido y el volumen de orina recolectado. Posteriormente, antes del pesaje final, cada jugador retiró el exceso de sudor superficial mediante toallitas individuales para evitar alteraciones en la medición. El peso corporal final se registró en la misma balanza utilizada inicialmente y con la misma indumentaria que en el pesaje previo.

4. Cálculo de la tasa de sudoración

La tasa de sudoración se determinó a partir de la siguiente fórmula:

Tasa de sudoración (L/h) = [(Peso inicial − Peso final) + Volumen ingerido − Volumen de orina] / Duración (h)

Donde:

- Peso inicial y final: expresados en kilogramos.
- Volumen ingerido y volumen de orina: expresados en litros.
- Horas de actividad: duración total del entrenamiento.

Además, se calculó el porcentaje de pérdida de peso corporal en relación con el peso inicial, considerando este último como el 100%.

5. Interpretación

Los valores obtenidos permitieron identificar el grado de pérdida hídrica de cada jugador y establecer estrategias de hidratación personalizadas, optimizando el balance hídrico y reduciendo el riesgo de deshidratación durante entrenamientos y competiciones.

Variables y puntos de corte

Se tomo como indicador de análisis de la variable el porcentaje de pérdida de peso, teniendo una clasificación del indicador de análisis, como riesgo de deshidratación o hidratado.

Pérdida de peso / % de pérdida de peso

Categorización

Para medir el riesgo de deshidratación según la ACSM, DC y AND, los puntos de corte establecidos son:

- <1% de peso corporal perdido: hidratado.
- Entre 1% y 2% de peso corporal perdido: riesgo de deshidratación.
- >2% de peso corporal perdido: deshidratado.

Porcentaje de pérdida de peso

- Porcentaje de pérdida de peso: variable cualitativa ordinal. Dicho indicador se construye mediante el peso en gramos obtenido antes y después del ejercicio, de la siguiente manera: % de peso perdido= [(Peso antes-peso después) /peso antes]x100.

Tasa de sudoración en ml/min

La tasa de sudoración corporal en deportistas varía ampliamente, con un promedio de 20,2 ml/min, lo que representa entre 4,3 y 95,5 ml/min. A partir de estos datos, se establecieron los siguientes puntos de corte para determinar la tasa de sudoración :

- BAJA: < 13,3 ml/min
- MODERADA: 13,3-26,6 ml/min
- ALTA: > 26,6 ml/min

Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó el lunes 10 de marzo de 2025, en las instalaciones del club, iniciando aproximadamente a las 17:30 horas, antes del entrenamiento. La evaluación se efectuó en una única sesión con jugadores del plantel de fútbol de reserva y de primera.

En primer lugar, se brindó una breve charla explicativa del procedimiento del test de sudoración. A continuación, a cada jugador se le asignó una botella de 1,5 litros, identificada con un número pintado, y un recipiente para la recolección de orina con la misma numeración, a fin de asegurar la trazabilidad individual durante todo el protocolo.

Posteriormente, se registró el peso corporal inicial de cada participante utilizando una balanza digital calibrada, con ropa mínima (indumentaria de entrenamiento seca y sin sudoración visible).

Tras completar el entrenamiento/partido en condiciones habituales, los jugadores depositaron sus botellas y recipientes numerados en el área designada. Inmediatamente después, y antes del pesaje final, se solicitó a cada participante orinar en el recipiente asignado. Se registró el volumen total de orina recolectada para cada jugador (en mililitros); en caso de no producirse micción, se consignó 0 ml. Paralelamente, se verificó el consumo de líquido identificando la botella correspondiente a cada jugador y registrando el volumen ingerido durante la sesión.

Previo al pesaje final, se entregaron toallitas individuales para retirar el sudor superficial (secado rápido) y se aseguró que los jugadores mantuvieran la misma indumentaria utilizada en el pesaje inicial. Finalmente, se obtuvo el peso corporal final en la misma balanza.

Con los datos de cambio de masa corporal, volumen de líquido ingerido y volumen de orina recolectada, y considerando la duración de la sesión, se calculó la tasa de sudoración individual y el balance hídrico de cada jugador, a fin de evaluar las pérdidas por sudor y orientar recomendaciones de hidratación específicas.

Análisis e interpretación de datos

En esta sección se presentan los resultados del análisis llevado a cabo sobre la información recolectada en el trabajo de campo.

Tabla N°1. Resultado test de sudoración.

Jugador	Posición	Peso antes (kg)	Peso después (kg)	Líquido ingerido (ml)	Orina (ml)	Duración (min)	Tasa de sudoración (ml/min)	% pérdida de peso
Jugador 1	MEDIOCAMPISTA	79,1	77,47	500	63	90	15,3	2,06
Jugador 2	MEDIOCAMPISTA	81,2	80,12	250	66	90	9,35	1,33
Jugador 3	DELANTERO	66,6	65,79	250	0	90	7,84	1,21
Jugador 4	DEFENSOR	80,4	79,49	750	23	90	12,12	1,13
Jugador 5	MEDIOCAMPISTA	82,6	80,82	1000	35	90	20,3	2,15
Jugador 6	ARQUERO	85,6	85,06	250	72	90	5,31	0,62
Jugador 7	DEFENSOR	73,4	72,76	250	42	90	6,27	0,87
Jugador 8	DEFENSOR	85,9	84,81	750	0	90	13,5	1,26
Jugador 9	ARQUERO	77,8	77,36	500	68	90	6,45	0,56
Jugador 10	MEDIOCAMPISTA	83,5	82,64	1000	0	90	13,7	1,02
Jugador 11	DEFENSOR	79	78,19	500	16	90	9,5	1,02
Jugador 12	MEDIOCAMPISTA	80	78,3	500	0	90	16,2	2,12
Jugador 13	MEDIOCAMPISTA	69,3	67,99	500	15	90	13,2	1,89
Jugador 14	DEFENSOR	81,9	81,46	750	0	90	8,81	0,53
Jugador 15	MEDIOCAMPISTA	74,2	72,58	750	62	90	17,68	2,18
Jugador 16	DEFENSOR	84,1	83,51	500	101	90	7,32	0,7
Jugador 17	ARQUERO	71,1	70,48	1000	86	90	11,3	0,87
Jugador 18	DEFENSOR	70,5	69,65	250	22	90	7,97	1,2
Jugador 19	MEDIOCAMPISTA	81,5	80,92	500	62	90	7,53	0,71
Jugador 20	DEFENSOR	67,3	66,03	750	4	90	14,66	1,88
Jugador 21	ARQUERO	85,9	85,45	250	26	90	0,5	0,52
Jugador 22	DEFENSOR	71,5	71,03	1000	0	90	10,8	0,65
Jugador 23	DELANTERO	69,2	67,72	750	125	90	15,59	2,13
Jugador 24	MEDIOCAMPISTA	76,4	75,35	500	36	90	11,21	1,37
Jugador 25	MEDIOCAMPISTA	69,1	68,23	250	7	90	8,2	1,25
Jugador 26	MEDIOCAMPISTA	68,3	67,02	750	19	90	14,8	1,87
Jugador 27	DEFENSOR	70,9	69,99	250	94	90	7,8	1,28
Jugador 28	MEDIOCAMPISTA	67,4	66,34	500	76	90	10,9	1,57
Jugador 29	DELANTERO	79,5	78,92	1000	150	90	10,5	0,72
Jugador 30	MEDIOCAMPISTA	81,5	80,28	1000	27	90	16,2	1,49
Jugador 31	MEDIOCAMPISTA	86,4	85,44	1000	73	90	13,9	1,11
Jugador 32	DEFENSOR	72,9	72,3	500	72	90	7,6	0,82
Jugador 33	DEFENSOR	66,1	65,72	250	123	90	3,7	0,57
Jugador 34	DEFENSOR	67,5	66,53	500	0	90	10,8	1,43
Jugador 35	MEDIOCAMPISTA	77,1	75,76	1000	52	90	16,9	1,73
Jugador 36	DEFENSOR	74,3	73,24	750	100	90	19,3	1,42
Jugador 37	DEFENSOR	74,7	73,56	250	117	90	9,4	1,52
Jugador 38	DELANTERO	82,4	81,77	1000	76	90	11,5	0,76
Jugador 39	DEFENSOR	68,9	68,11	250	0	90	7,7	1,14
Jugador 40	MEDIOCAMPISTA	77,3	75,6	250	81	90	13,8	2,19

En la Tabla Nº1 se presentan los resultados individuales del test de sudoración de cada jugador, incluyendo el peso corporal inicial y final, el volumen de líquido ingerido, el volumen de orina, la tasa de sudoración y el porcentaje de peso perdido.

Tabla N°2. Estado de hidratación.

Jugador	% Perdida de peso	Estado de hidratación
Jugador 1	2,06	DESHIDRATADO
Jugador 2	1,33	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 3	1,21	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 4	1,13	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 5	2,15	DESHIDRATADO
Jugador 6	0,62	HIDRATADO
Jugador 7	0,87	HIDRATADO
Jugador 8	1,26	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 9	0,56	HIDRATADO
Jugador 10	1,02	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 11	1,02	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 12	2,12	DESHIDRATADO
Jugador 13	1,89	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 14	0,53	HIDRATADO
Jugador 15	2,18	DESHIDRATADO
Jugador 16	0,7	HIDRATADO
Jugador 17	0,87	HIDRATADO
Jugador 18	1,2	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 19	0,71	HIDRATADO
Jugador 20	1,88	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 21	0,52	HIDRATADO
Jugador 22	0,65	HIDRATADO
Jugador 23	2,13	DESHIDRATADO
Jugador 24	1,37	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 25	1,25	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 26	1,87	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 27	1,28	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 28	1,57	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 29	0,72	HIDRATADO
Jugador 30	1,49	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 31	1,11	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 32	0,82	HIDRATADO
Jugador 33	0,57	HIDRATADO
Jugador 34	1,43	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 35	1,73	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 36	1,42	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 37	1,52	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 38	0,76	HIDRATADO
Jugador 39	1,14	RIESGO DE DESHIDRATACIÓN
Jugador 40	2,19	DESHIDRATADO

En la Tabla Nº2 se muestra el estado de hidratación de cada jugador, clasificado en hidratado, en riesgo de deshidratación o deshidratado, según el porcentaje de peso corporal perdido durante la actividad.

Tabla N°3. Tasa de sudoración.

Jugador	Tasa de sudoración (ml/min)	Capacidad de sudoración
Jugador 1	15,3	MODERADA
Jugador 2	9,35	BAJA
Jugador 3	7,84	BAJA
Jugador 4	12,12	BAJA
Jugador 5	20,3	MODERADA
Jugador 6	5,31	BAJA
Jugador 7	6,27	BAJA
Jugador 8	13,5	MODERADA
Jugador 9	6,45	BAJA
Jugador 10	13,7	MODERADA
Jugador 11	9,5	BAJA
Jugador 12	16,2	MODERADA
Jugador 13	13,2	BAJA
Jugador 14	8,81	BAJA
Jugador 15	17,68	MODERADA
Jugador 16	7,32	BAJA
Jugador 17	11,3	BAJA
Jugador 18	7,97	BAJA
Jugador 19	7,53	BAJA
Jugador 20	14,66	MODERADA
Jugador 21	0,5	BAJA
Jugador 22	10,8	BAJA
Jugador 23	15,59	MODERADA
Jugador 24	11,21	BAJA
Jugador 25	8,2	BAJA
Jugador 26	14,8	MODERADA
Jugador 27	7,8	BAJA
Jugador 28	10,9	BAJA
Jugador 29	10,5	BAJA
Jugador 30	16,2	MODERADA
Jugador 31	13,9	MODERADA
Jugador 32	7,6	BAJA
Jugador 33	3,7	BAJA
Jugador 34	10,8	BAJA
Jugador 35	16,9	MODERADA
Jugador 36	19,3	MODERADA
Jugador 37	9,4	BAJA
Jugador 38	11,5	BAJA
Jugador 39	7,7	BAJA
Jugador 40	13,8	MODERADA

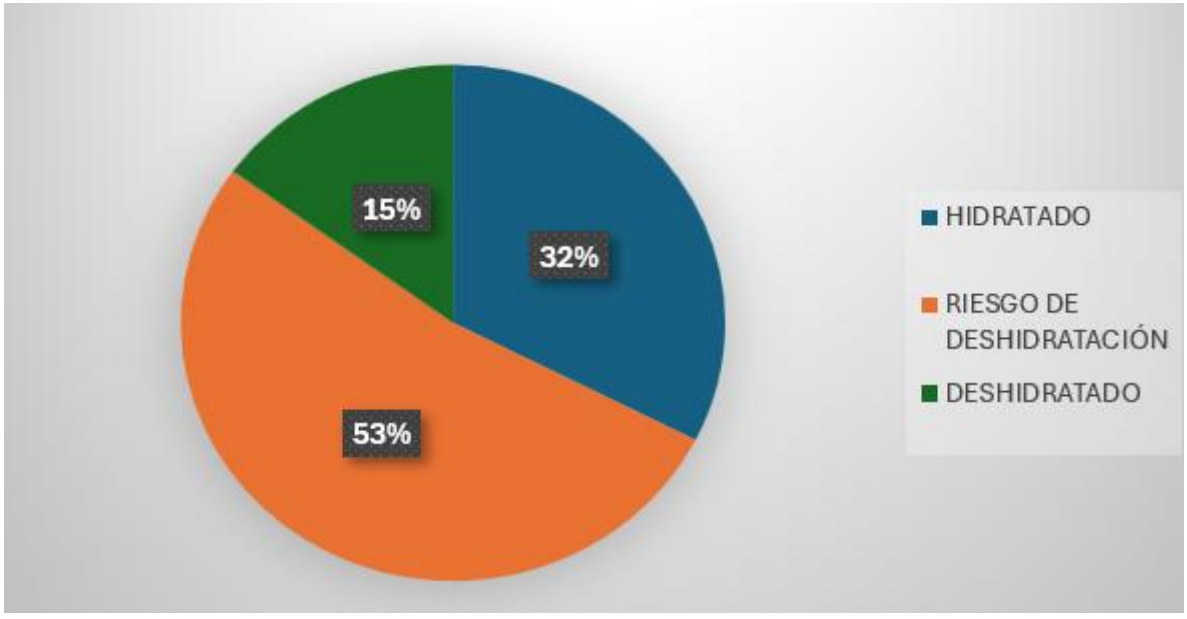
En la Tabla Nº3 se presenta la clasificación de los jugadores según su capacidad de sudoración, determinada a partir de la tasa de sudoración obtenida, y categorizada en baja o moderada.

Tabla N°4. Medidas de tendencia central.

Variable	Media	Unidad
Peso corporal antes	75.3	kg
Peso corporal después	74.7	kg
Δ Peso corporal	-0.6	kg
% pérdida de peso corporal	0.8	%
Tasa de sudoración (ml/min)	11.1	mL/min
Tasa de sudoración (ml/h)	670.0	mL/h
Ingesta de líquidos	587.5	mL
Balance hídrico neto	-415.0	mL

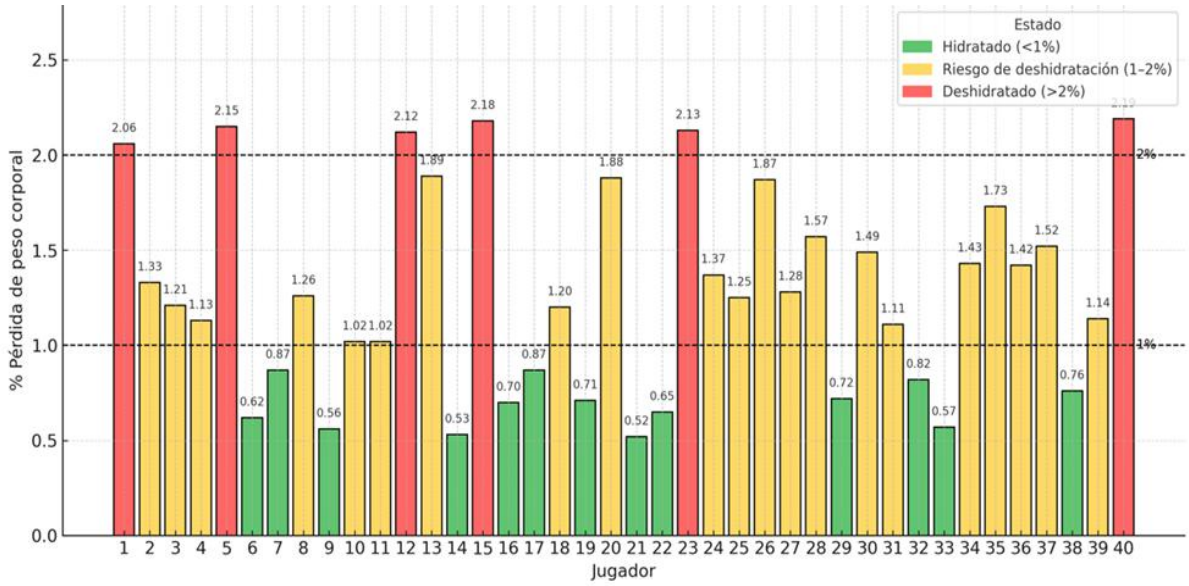
En la tabla Nº4 el peso corporal promedio antes del entrenamiento fue de 75,3 kg, descendiendo a 74,7 kg al finalizar, lo que representa una pérdida media de 0,6 kg (0,8%). La tasa de sudoración promedio fue de 11,1 mL/min (670 mL/h), mientras que la ingesta de líquidos se ubicó en 587,5 mL. Como resultado, el balance hídrico neto fue negativo, con un déficit promedio de 415 mL durante la sesión de 90 minutos.

Gráfico N°1. Estado de hidratación.



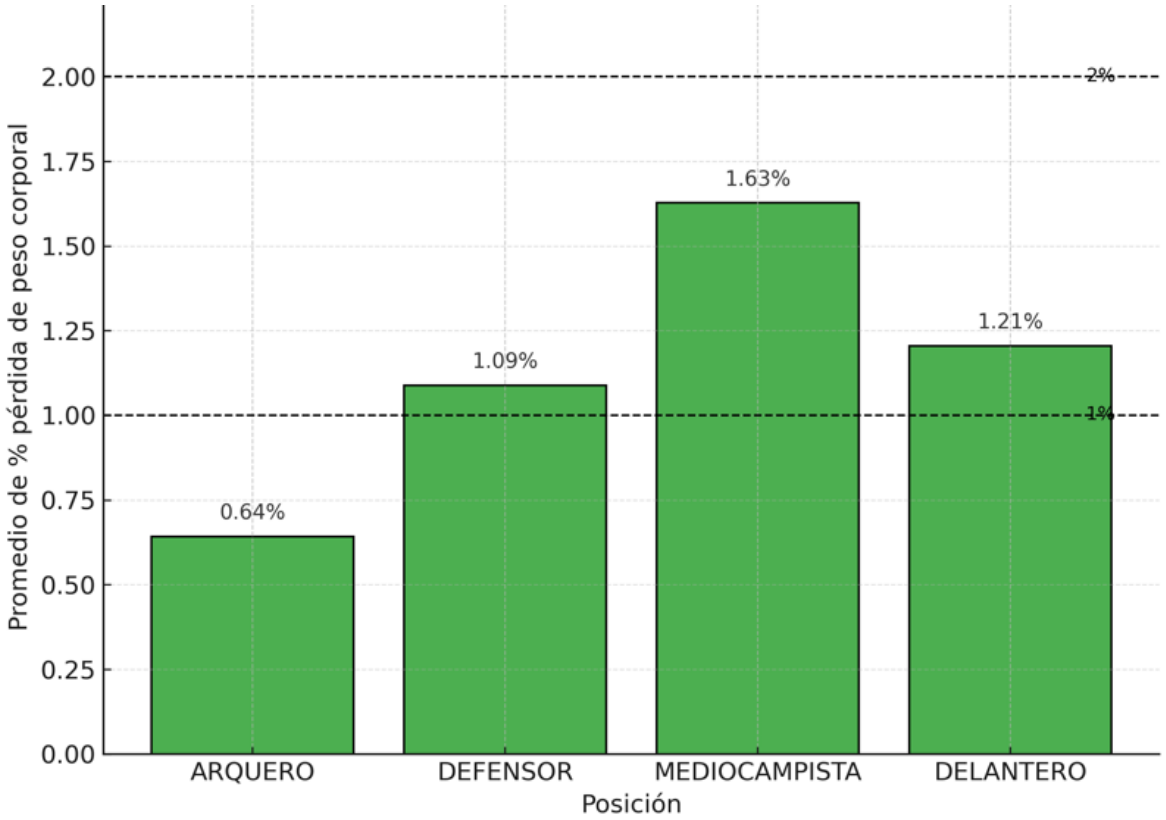
En el gráfico N°1 se observa que el 53% (21 jugadores) están en riesgo de deshidratación, el 32% (13 jugadores) están correctamente hidratados y el 15% (6 jugadores) están deshidratados.

Grafico N°2. Estado de hidratación por jugador.



En el grafico N°2 se observa el porcentaje de pérdida de peso corporal de los 40 jugadores del Club UFBC tras el entrenamiento. Las barras muestran el estado de hidratación individual: verde (hidratado <1 %), amarillo (riesgo 1–2 %) y rojo (deshidratado >2 %). Las líneas negras punteadas indican los puntos de corte del 1 % y 2 %. Se observa que la mayoría de los jugadores se ubicó en riesgo de deshidratación, y varios superaron el 2 %, reflejando una tendencia general a la deshidratación postentrenamiento.

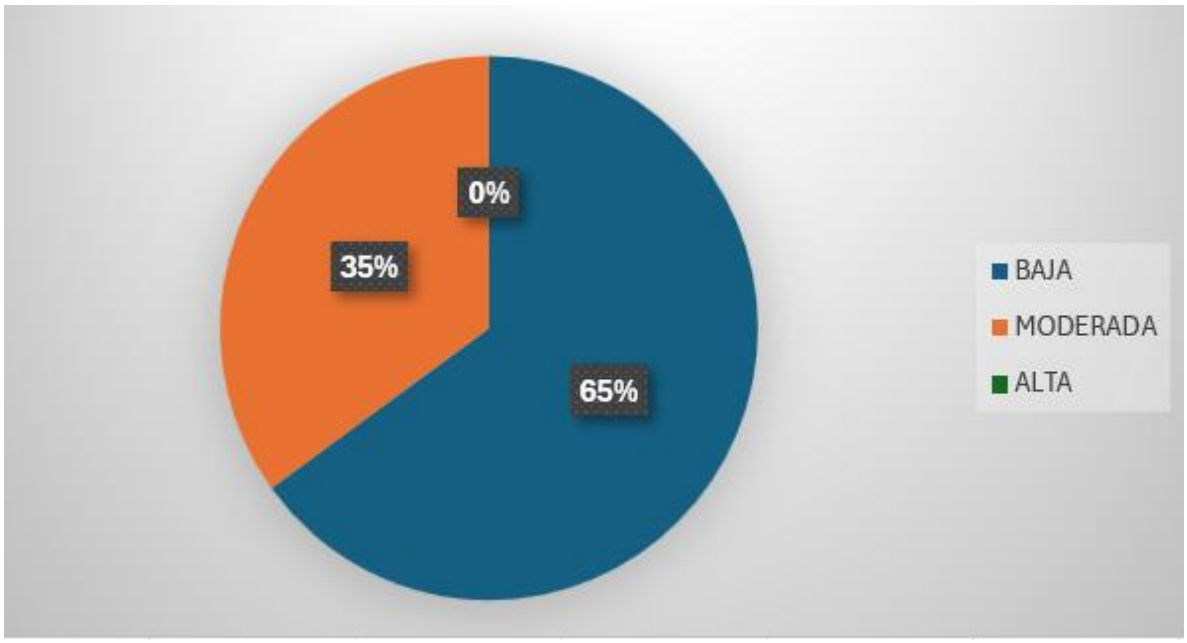
Gráfico N°3. Estado de hidratación por posiciones.



En el grafico N°3 el promedio de pérdida de peso corporal fue mayor en mediocampistas (1,63 %, n=16), seguidos por delanteros (1,21 %, n=4) y defensores (1,09 %, n=16), mientras que los arqueros (0,64 %, n=4) mostraron los valores más bajos.

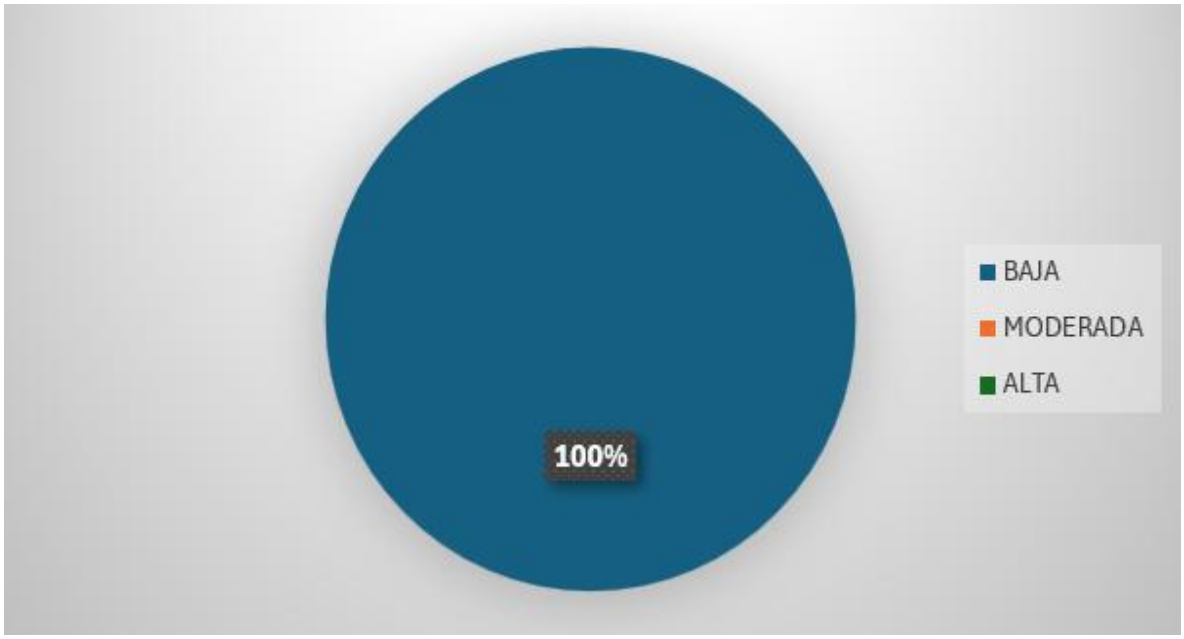
Según los puntos de corte (<1 % hidratado; 1–2 % riesgo de deshidratación; >2 % deshidratado), los arqueros presentaron los 4 jugadores hidratados; los defensores tuvieron 6 hidratados, 9 en riesgo de deshidratación, y 1 deshidratado; los mediocampistas, 4 hidratados, 9 en riesgo de deshidratación y 3 deshidratados; y los delanteros, 3 hidratados y 1 en riesgo de deshidratación.

Gráfico N°4. Capacidad de sudoración.



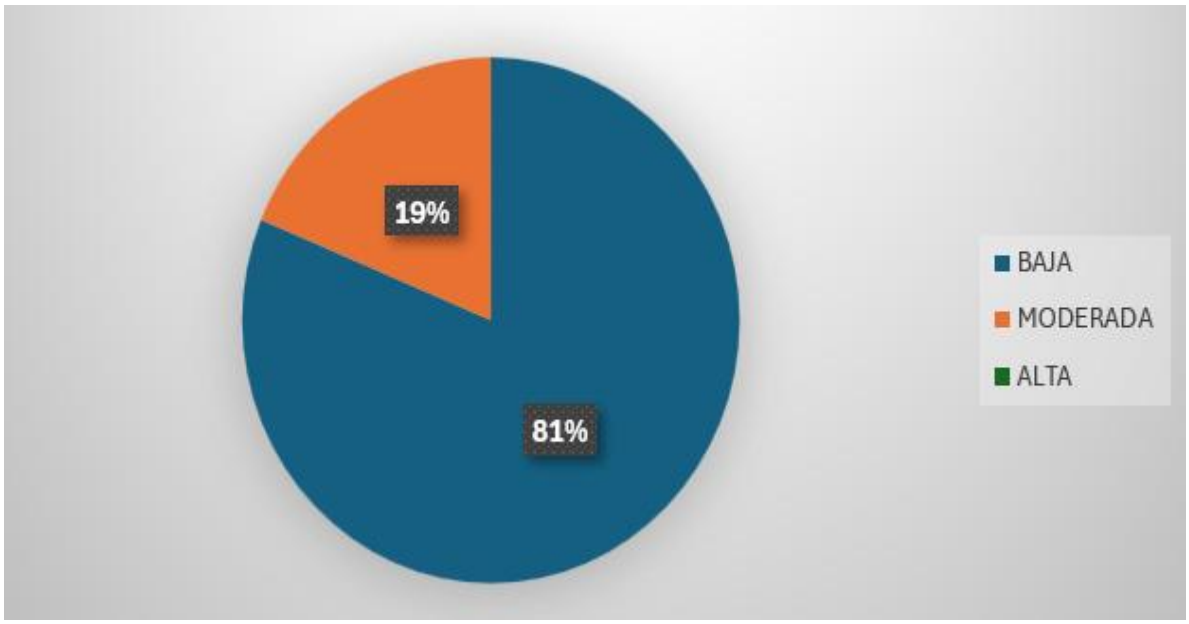
En el gráfico N°4 se observa que el 65% (26 jugadores) presentan una baja capacidad de sudoración, el 35% (14 jugadores) presentan una capacidad de sudoración moderada y ningún jugador presenta una capacidad de sudoración alta.

Gráfico N°5. Capacidad de sudoración en arqueros.



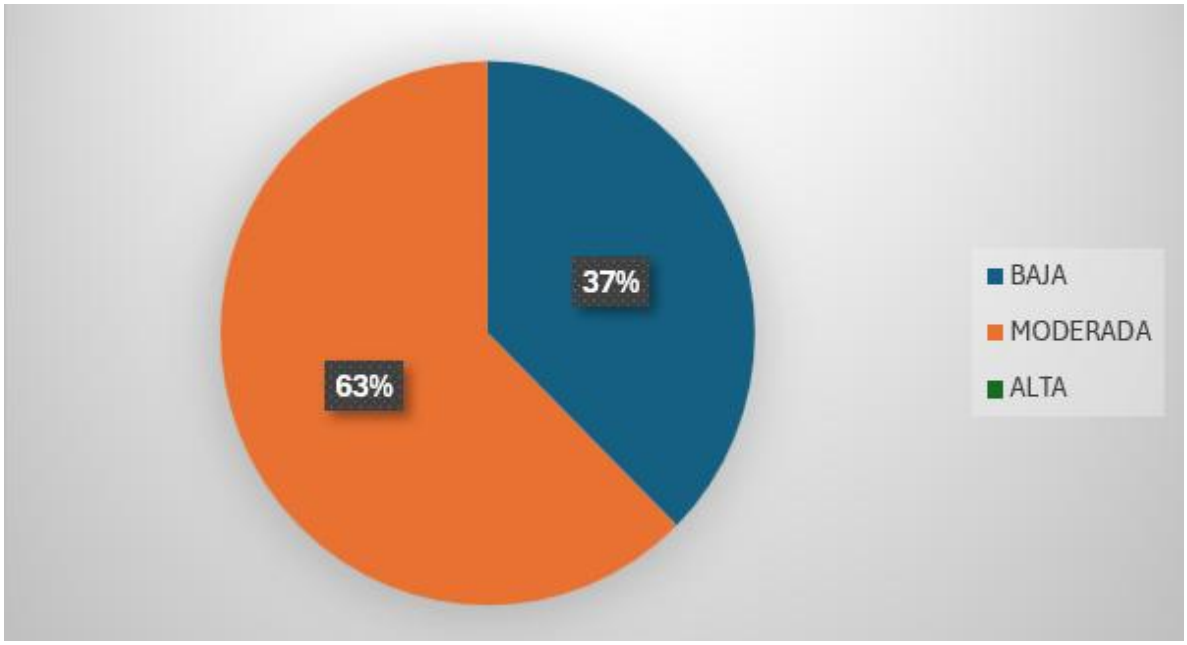
En el gráfico N°5 se observa que el 100% (4 jugadores) correspondiente a la posición de arquero, tienen una capacidad de sudoración baja.

Gráfico N°6. Capacidad de sudoración en defensores.



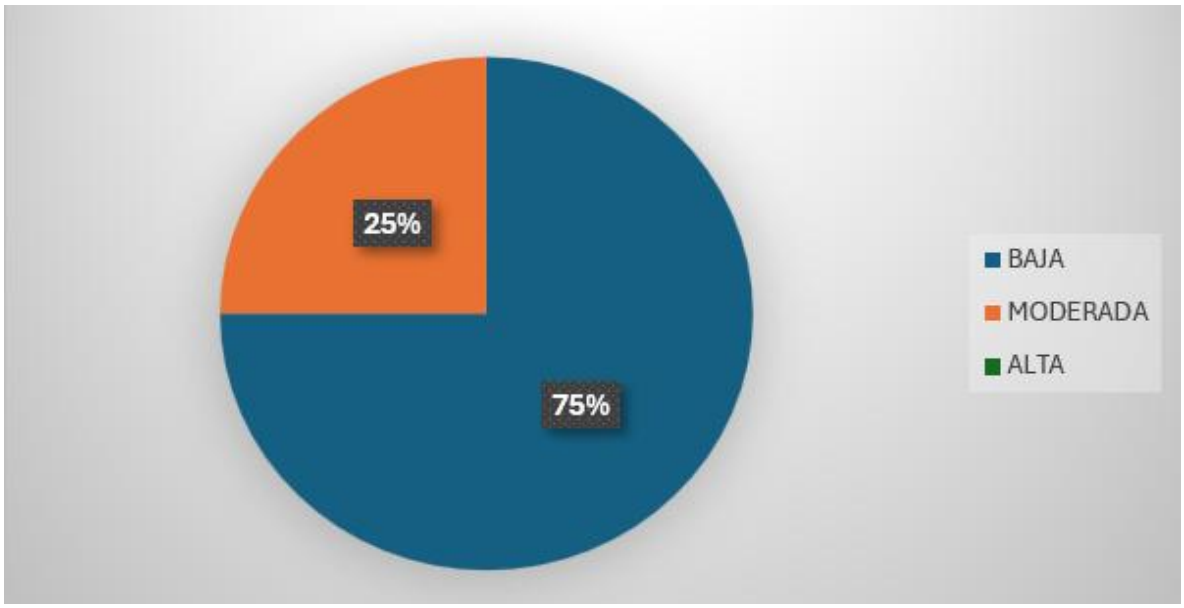
En el gráfico N°6 correspondiente a la posición de defensor, se observa que el 81% (13 jugadores) tiene una capacidad de sudoración baja, mientras que el 19% (3 jugadores) presenta una capacidad de sudoración moderada.

Gráfico N°7. Capacidad de sudoración en mediocampistas.



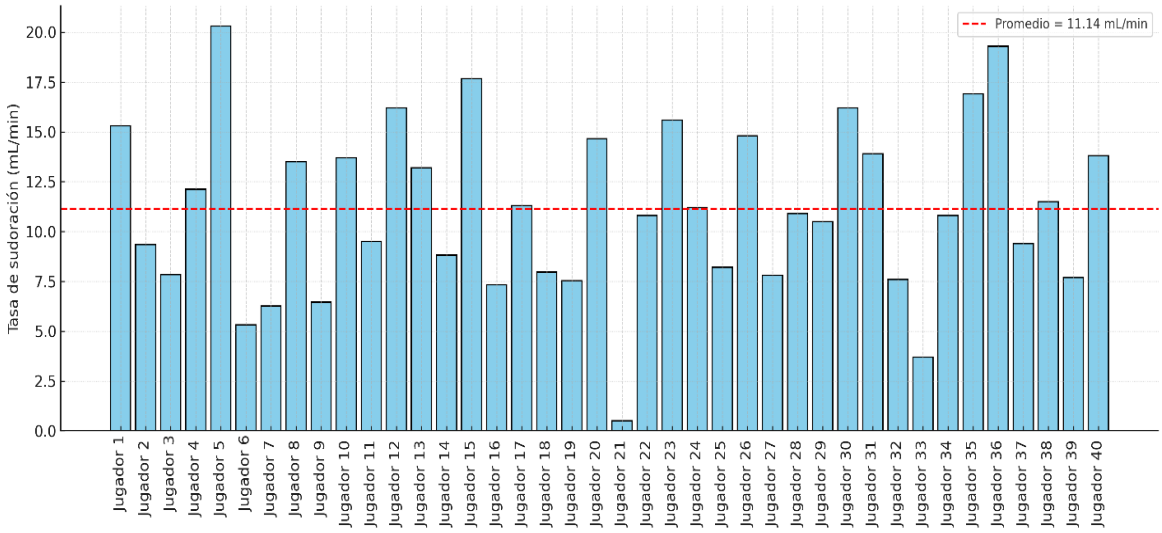
En el gráfico N°7 correspondiente a la posición de mediocampistas, se observa que el 63% (10 jugadores) presenta una capacidad de sudoración moderada y el 37% (6 jugadores) presenta una capacidad de sudoración baja.

Gráfico N°8. Capacidad de sudoración en delanteros.



En el gráfico N°8 correspondiente a la posición de delanteros, se observa que el 75% (3 jugadores) presenta una capacidad de sudoración baja, mientras que el 25% (1 jugador) presenta una capacidad de sudoración moderada.

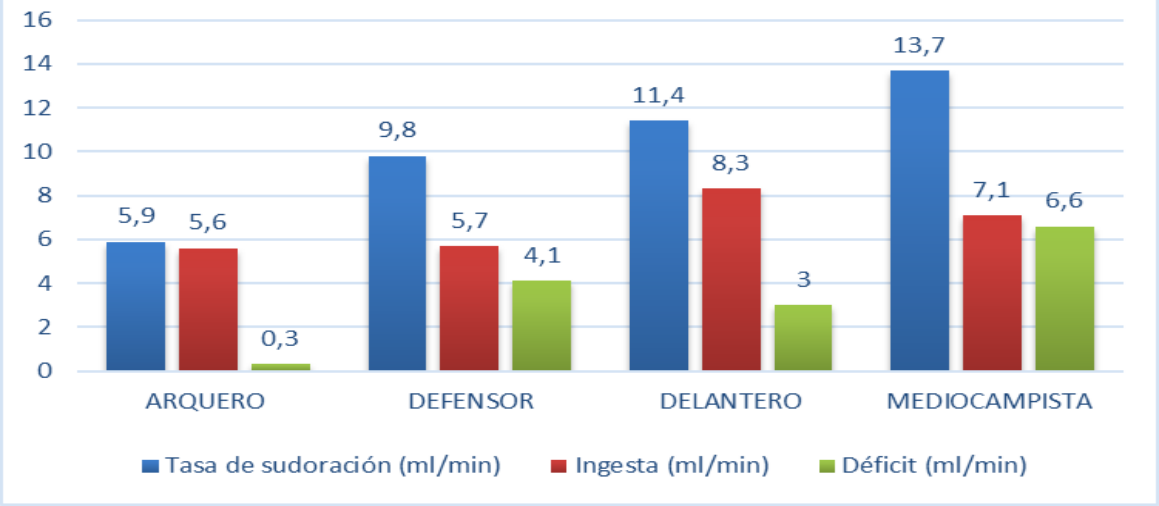
Gráfico N°9. Tasa de sudoración por jugador



En el grafico N°9 la tasa de sudoración promedio de los jugadores del club UFBC durante la sesión de 90 minutos fue de 11,14 ± X Ml/min (≈ 670 Ml/h). Se observaron diferencias interindividuales considerables, con valores mínimos cercanos a 5 Ml/min y máximos

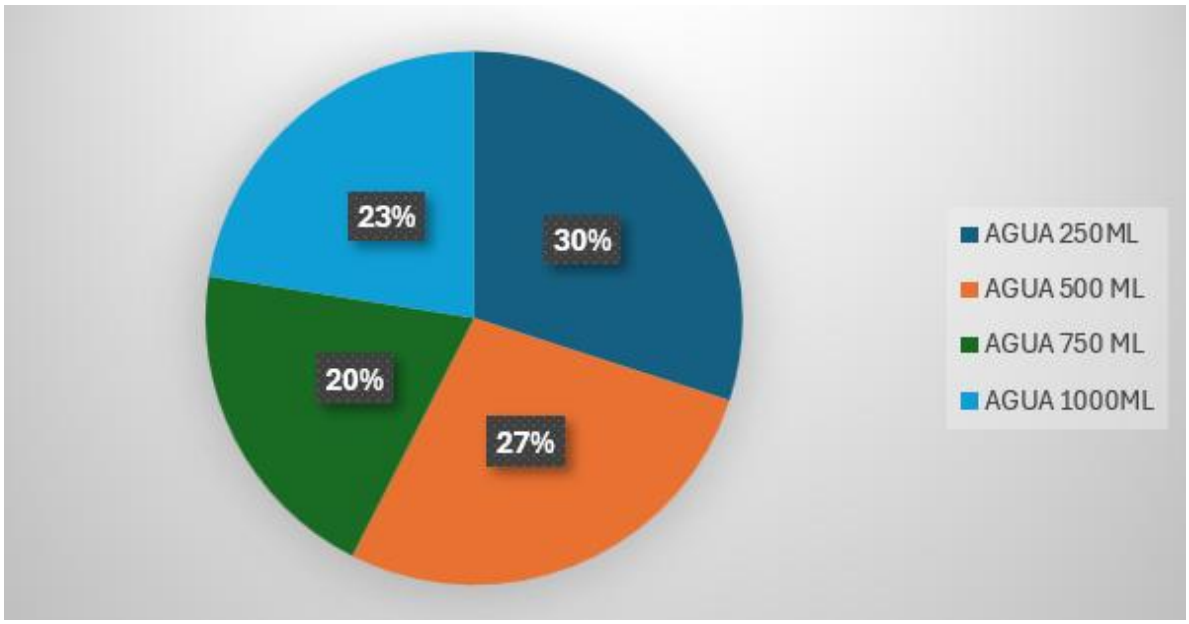
superiores a 20 Ml/min. Esta variabilidad evidencia la necesidad de estrategias de hidratación personalizadas, dado que algunos jugadores presentan pérdidas mucho mayores que otros, incluso en condiciones ambientales similares.

Gráfico N°10. Tasa de sudoración, ingesta y déficit hídrico por posición.



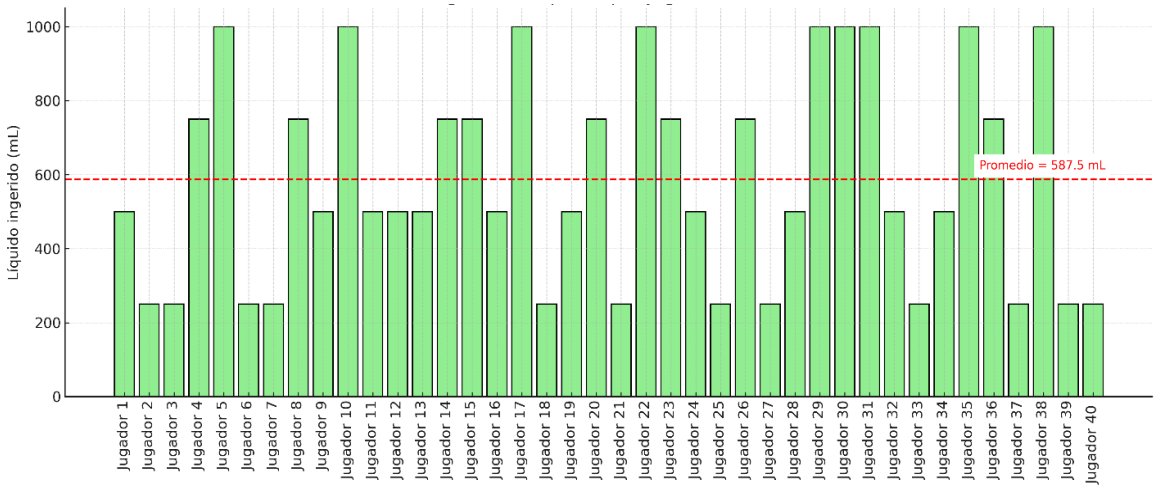
En el gráfico N°10 los arqueros mostraron valores equilibrados (sudoración: 5,9 ml/min; ingesta: 5,6 ml/min; déficit: 0,3 ml/min). Los defensores registraron 9,8 ml/min de sudoración, 5,7 ml/min de ingesta y 4,1 ml/min de déficit. Los delanteros presentaron 11,4 ml/min de sudoración, 8,3 ml/min de ingesta y 3 ml/min de déficit. Finalmente, los mediocampistas evidenciaron los valores más altos, con 13,7 ml/min de sudoración, 7,1 ml/min de ingesta y el mayor déficit hídrico (6,6 ml/min), siendo la posición más descompensada en relación ingesta-pérdidas.

Gráfico N°11. Cantidad de agua ingerida.



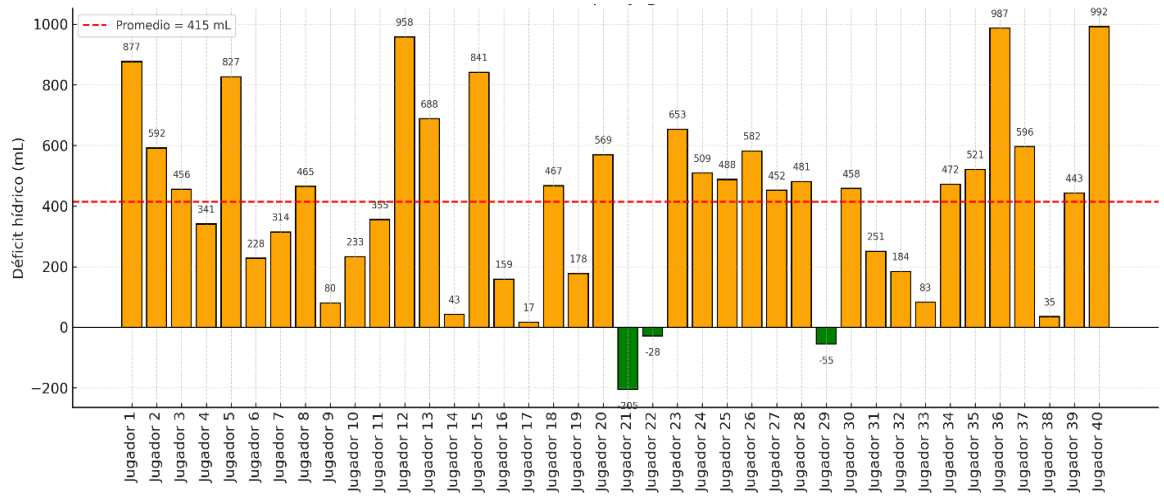
En el gráfico N°11 se observa que un 30% (12 jugadores) ingirieron 250 ml de agua, un 27% (11 jugadores) ingirieron 500 ml de agua, el 23% (9 jugadores) consumió 1 litro de agua y el 20% (8 jugadores) consumió 750 ml de agua durante el entrenamiento.

Gráfico N°12. Ingesta de líquidos por jugador.



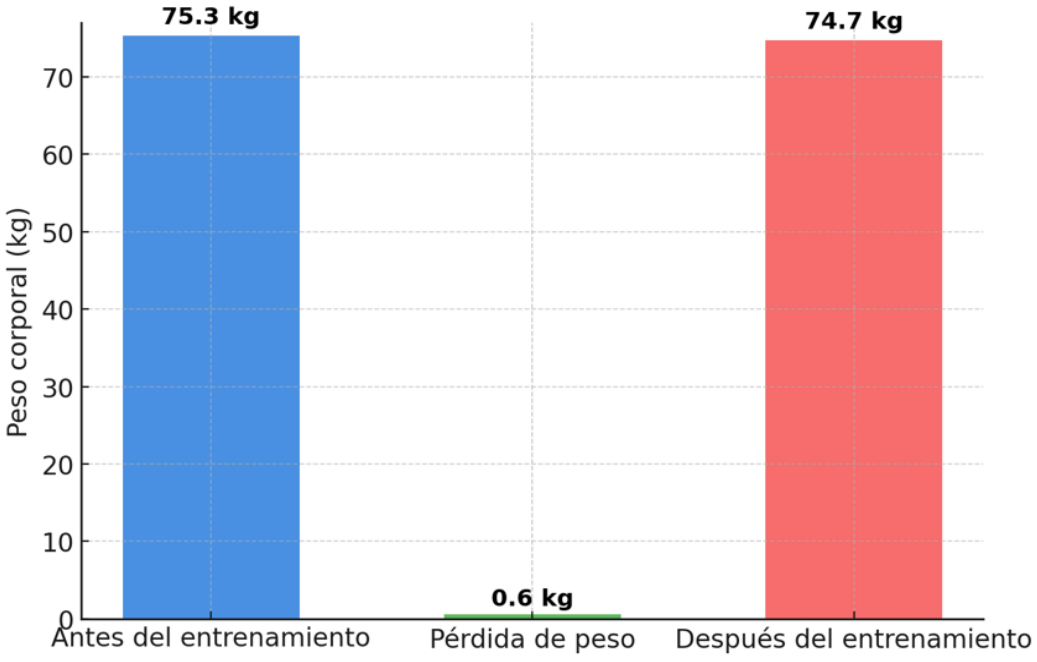
En el grafico N°12 la ingesta promedio de líquidos fue de 587,5 mL durante la sesión de 90 minutos. No obstante, se observó una alta dispersión interindividual, con valores mínimos de aproximadamente 220 mL y máximos cercanos a 1000 mL.

Gráfico N°13. Déficit hídrico por jugador.



En el grafico N°13 el análisis del balance hídrico mostró un déficit promedio de 415 mL durante la sesión de 90 minutos. Del total de 40 jugadores, la gran mayoría presentó un balance negativo, reflejando que la ingesta fue insuficiente para compensar las pérdidas por sudoración. Solo tres jugadores alcanzaron un balance positivo, mientras que los déficits más elevados superaron los 900 mL, evidenciando la marcada variabilidad interindividual en las estrategias de hidratación.

Gráfico N°14. Peso corporal promedio.



El Gráfico N°14 muestra la variación promedio del peso corporal de los jugadores antes y después del entrenamiento. Se observa una disminución media de 0,6 kg, lo que representa la pérdida de agua corporal producida por la sudoración durante la sesión. La barra azul corresponde al peso promedio antes del entrenamiento, la barra roja al peso posterior, y la barra verde intermedia indica la pérdida neta registrada.

Conclusiones

El análisis de la tasa de sudoración y la ingesta promedio de líquidos según la posición en el campo evidenció diferencias relevantes. Los arqueros presentaron valores más equilibrados entre lo perdido y lo ingerido (5,9 vs 5,6 ml/min), lo cual se relaciona con la menor exigencia física intermitente de su rol. En cambio, los defensores mostraron una tasa de sudoración considerablemente superior a su ingesta (9,8 vs 5,7 ml/min), reflejando un déficit marcado. Los delanteros alcanzaron valores intermedios (11,4 vs 8,3 ml/min), mientras que los mediocampistas fueron el grupo más exigido, con la mayor tasa de sudoración (13,7 ml/min) y un déficit promedio de 6,6 ml/min. Estos hallazgos confirman que la posición influye directamente en las pérdidas hídricas y en la capacidad de reposición.

El balance hídrico neto del plantel arrojó un déficit promedio de −415 mL durante una sesión de 90 minutos. La gran mayoría de los jugadores no logró reponer completamente el líquido perdido a través de la sudoración, y solo tres alcanzaron un balance positivo. Incluso se observaron déficits superiores a 900 mL, lo que evidencia una amplia variabilidad interindividual y refuerza la necesidad de un control más preciso sobre la ingesta durante la práctica deportiva.

En relación con la tasa de sudoración, se observó que el 65% (26 jugadores) presentó una capacidad de sudoración baja (<13,3 ml/min) y el 35% (14 jugadores) una capacidad moderada (13,3–26,6 ml/min), sin registrarse valores correspondientes a una capacidad alta (>26,6 ml/min). Estos resultados no respaldan la presencia generalizada de una alta tasa de sudoración en la muestra evaluada; sin embargo, ponen de manifiesto que, aun en rangos bajos o moderados, las pérdidas de líquido pueden ser suficientes para comprometer el estado de hidratación si la reposición no es adecuada.

En cuanto al volumen de líquido ingerido durante el entrenamiento, el 30% de los jugadores consumió 250 ml, el 27% ingirió 500 ml, el 23% alcanzó 1 litro y el 20% 750 ml. Este patrón

de hidratación indica que en numerosos casos la reposición de líquidos fue insuficiente, situación que se reflejó en el balance hídrico neto promedio de −415 ml durante una sesión de 90 minutos, con déficits que en algunos jugadores superaron los 900 ml.

El análisis por posiciones mostró diferencias relevantes: el 100% de los arqueros presentó capacidad de sudoración baja; en los defensores predominó la capacidad baja (81%) sobre la moderada (19%); entre los mediocampistas, el 63% alcanzó capacidad moderada, siendo el grupo con mayores pérdidas; finalmente, en los delanteros, el 75% mostró capacidad baja y el 25% moderada. Estas diferencias sugieren que la posición de juego influye en la tasa de sudoración, probablemente asociada a la intensidad y características de los esfuerzos físicos que demanda cada rol.

Por lo tanto, la hipótesis inicial no se confirma plenamente, ya que no se registraron valores de sudoración alta en la muestra estudiada. No obstante, el hecho de que más de la mitad de los jugadores finalice la práctica en riesgo de deshidratación o deshidratado, junto con la evidencia de un déficit hídrico promedio en el plantel, resalta la necesidad de implementar estrategias de hidratación personalizadas, adaptadas tanto a las características individuales como a las exigencias específicas de cada posición, con el objetivo de optimizar el rendimiento y prevenir los riesgos asociados a la pérdida excesiva de líquidos.

Estos resultados tienen una implicancia directa en el diseño de estrategias de hidratación. Si bien la media grupal permite obtener una referencia general, la marcada dispersión de valores muestra que no es suficiente aplicar una pauta uniforme para todo el equipo. En la práctica, se recomienda implementar estrategias de hidratación personalizadas:

- Los mediocampistas requieren protocolos más estrictos, con ingestas más frecuentes y el uso de bebidas que aporten electrolitos, dado que registraron las mayores pérdidas.
- Los defensores y delanteros necesitan reforzar su consumo durante las pausas, ya que presentan déficits considerables que podrían afectar su rendimiento hacia el final del entrenamiento o partido.
- Los arqueros, aunque con valores más cercanos al equilibrio, deben mantener igualmente un acceso constante a líquidos para evitar acumulación de déficit en sesiones prolongadas o en condiciones ambientales adversas.

Bibliografía

1. Poch Martinez G. Caracterización del fútbol [Internet]. efdeportes.com; 2008 [citado 2024 Nov 22].
2. Onzari M. Fundamentos de nutrición en el deporte. 2ª ed., 1ª reimp. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Ateneo; 2016.
3. Bi López LB, Suárez MM. Fundamentos de nutrición normal. 3ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2021.
4. Springer. Sports. In: Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders. First Online: 1 Jan 2021.
5. Comité Olímpico Internacional. Olympic Charter. Lausana: COI; 2020.
6. World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. Geneva: WHO; 2018.
7. Biddle SJ, Ciaccioni S, Thomas G, Vergeer I. Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. Psychol Sport Exerc. 2019;42:146–55.
8. UNESCO. International Charter of Physical Education, Physical Activity and Sport. París: UNESCO; 2015.
9. Onzari M. Fundamentos de nutrición en el deporte. 3ª ed., 1ª reimp. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Ateneo; 2021.
10. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodización del entrenamiento deportivo: Teoría y metodología. 6ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2019.
11. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ. 2006;174(6):801–9.
12. Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. Psychol Aging. 2005;20(2):272–84.
13. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. Sports Med. 2005;35(6):501–36.
14. García Manso JM, Navarro Valdivielso F, Ruiz Caballero JA. Fundamentos del entrenamiento deportivo. Madrid: Síntesis; 2012.
15. Parlebas P. Praxiología motriz y fenómeno deportivo en el siglo XXI. Acción Motriz. 2022;13(1):7–20.

16. Fédération Internationale de Football Association (FIFA). Reglas de juego 2022/23. Zúrich: FIFA; 2022.
17. The FA. Law 1 – The Field of Play. In: IFAB Laws of the Game 2025–26. The Football Association; 2025.
18. International Football Association Board (IFAB). Laws of the Game 2023/24 [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 28]. Disponible en: https://www.theifab.com/es/laws/latest/
19. Asociación del Fútbol Argentino (AFA). Reglamento General de la AFA [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 28]. Disponible en: https://www.afa.com.ar/es/reglaments/reglamento-general?s=1
20. Nike. ¿Cuáles son las posiciones en el fútbol? [Internet]. 2024 . Disponible en: https://www.nike.com/us/es/a/posiciones-futbol
21. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodización del entrenamiento deportivo: Teoría y metodología. Barcelona: Paidotribo; 2015.
22. de Oliveira LÁ, Melendi D, García R. Comparing Tactical Analysis Methods in Women's Soccer Using Positioning Data from Electronic Performance and Tracking Systems. Electronics. 2024;13(10):1876.
23. FutbolJobs. Posiciones de los jugadores de fútbol: los roles y funciones [Internet]. 2025 [citado 2025 Ago 28]. Disponible en: https://futboljobs.com/posiciones-de-los-jugadores-de-futbol-los-roles-y-funciones/
24. Football (soccer). In: Encyclopædia Britannica [Internet]. Chicago (IL): Encyclopedia Britannica; 2025 Jul 23 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: Britannica article on football history. Time. Ebenezer Cobb Morley's Rules Revolutionized Soccer… 2018 [citado 2025 Ago 18]. Disponible en: https://time.com/5368738/ebenezer-cobb-morley-soccer-google-doodle
25. Time. Ebenezer Cobb Morley's Rules Revolutionized Soccer… 2018 [citado 2025 Ago 18].
26. Krustrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(7):1242–8.
27. Sebastián-Rico J, Soriano JM, Sanchis-Chordà J, García-Fernández ÁF, López-Mateu P, de la Cruz Marcos S, Martínez-Sanz JM. Analysis of fluid balance and urine values in elite soccer players: Impact of different environments, playing positions, sexes, and competitive levels. Nutrients. 2024;16(6):903. doi:10.3390/nu16060903.

28. Suarez-Ortegón MF, Zea-León MDP, Astudillo-Gironza AM, Garzón S, Portela GF, Villarreal-Nieto OD. Sweat Rate, Sweat Sodium Losses, and Body Composition in Professional Male Soccer Players in Southwest Colombia. Medicina (Kaunas). 2024;60(1):113.
29. Súarez L. Agua y electrolitos. En: López LL, editor. Fundamentos de nutrición normal. 2ª ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2010.
30. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of Dietitians of Canada, the Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. J Acad Nutr Diet. 2016;116(3):501–28. Disponible en: https://www.jandonline.org/article/S2212-2672(15)01802-X/abstract
31. Nursing Fundamentals. Chapter 15: Fluids and Electrolytes. En: Nursing Fundamentals. 2021.
32. Fisiología renal. Hormona antidiurética (ADH) y aldosterona. Nefrología al día. 2020;5.2.1–5.2.2.
33. Rico Sanz W, Frontera MA, Rivera A, Rivera Brown PA, Mole CN, Meredith CN. Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite.
34. Sawka MN, Noakes TD. Does dehydration impair exercise performance? Med Sci Sports Exerc. 2007;39(8):1209–17.
35. Shirreffs SM, Sawka MN, Stone M. Water and electrolyte needs for football training and match-play. J Sports Sci. 2006;24(7):699–707.
36. Castro-Sepúlveda M, Astudillo S, Letelier J, Zbinden-Foncea H. Hydration in soccer: a review.Rev Bras Med Esporte. 2015;21(5):386–91.
37. Rowlands DS, et al. The hydrating effects of hypertonic, isotonic and hypotonic sports drinks and waters during exercise: a systematic meta-analysis. Sports Med. 2021;51(11):2429–44.
38. Collins J, et al. UEFA expert group statement on nutrition in elite football: current evidence to inform practical recommendations and guide future research. Br J Sports Med.2021;55(8):416.
39. Costantino A, et al. The dark side of energy drinks: a comprehensive review of their impact on the human body. Nutrients. 2023;15(15):3352.
40. Guest NS, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: caffeine and exercise performance. J Int Soc Sports Nutr. 2021;18(1):1.

41. Gouttebarge V, et al. Protective guidelines and mitigation strategies for hot weather conditions in professional football. BMJ Open Sport Exerc Med. 2023;9:e001608.
42. Kurdak SS, Shirreffs SM, Maughan RJ, Ozgünen KT, Zeren C, Korkmaz S, Yazici Z, Ersöz G, Binnet MS, Dvorak J. Hydration and sweating responses to hot-weather football competition. Scand J Med Sci Sports. 2010 Oct;20(3):133–9.
43. Cucco S, Diógenes D. Tasa de sudoración e hidratación durante la competencia en futbol profesional masculino del torneo Primera Nacional del futbol argentino [Tesis]. La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata; 2022.
44. Pérez Jalil A. Estado de hidratación en el equipo de Fútbol Femenino del Club Deportivo UAI Urquiza durante Noviembre de 2021 [Tesis]. Buenos Aires (Argentina): Universidad Abierta Interamericana; 2021.

Anexos

Consentimiento informado

Consentimiento para participar en el estudio

Por medio de la presente manifiesto mi consentimiento para participar en el estudio **"evaluación de la tasa de sudoración en jugadores de futbol del club UFBC en edades de 20 a 35 años antes y después del entrenamiento",** que incluye la medición de mi peso de forma anónima, con el fin de contribuir a un trabajo de investigación.

Nombre del participante: _____

DNI Nº: _____

Fecha: _____

Firma: _____

Registro de datos

Tabla: Registro y cálculo de tasa de sudoración en jugadores de fútbol

N°	*Posición*	Peso antes (kg)	Peso después (kg)	Líquido ingerido (ml)	Orina (ml)	Duración (min)	Tasa de sudoración (ml/min)	Porcentaje De Perdida de peso
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								