

7  
641.1  
ROJ



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA  
EN ALIMENTOS  
CARRERA DE LICENCIATURA EN NUTRICIÓN**

**I SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2012 - 2013  
"NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEPORTIVA"**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

**TESINA:**

**"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA TASA DE SUDORACIÓN EN  
DEPORTISTAS DE TIRO CON ARCO Y BASKETBALL BAJO  
DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES".**

**PRESENTADO POR:**

**Tcnlg. ALFREDO SALOMÓN ROJAS PINCAY**

D-63226

**AÑO LECTIVO 2012 - 2013**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN ALIMENTOS  
CARRERA DE LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

I SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2012-2013:  
“NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEPORTIVA”

Previa obtención del título de:  
LICENCIADO EN NUTRICIÓN

TESINA:  
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA TASA DE SUDORACION EN DEPORTISTAS DE TIRO CON ARCO Y  
BASKETBALL BAJO DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES.

PRESENTADO POR:  
Tcnlg. Alfredo Salomón Rojas Pincay

AÑO LECTIVO 2012 – 2013

GUAYAQUIL – ECUADOR

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por darme una vez más la oportunidad de llegar a culminar con éxito esta meta, que forma parte de mi preparación académica.

A los docentes: Dra. Nibia Novillo Luzuriaga, MSc. Carlos Poveda Llor y mí a coordinadora académica Mba. Mariela Reyes López, que me han acompañado durante este largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## DEDICATORIA



A Dios por brindarme una nueva oportunidad de continuar con mi formación académica y la dicha de la vida al brindarme los medios necesarios para realizarlos.

A mis padres que con su amor y sabias palabras, continúan siendo generadores de fuerzas que me transforman y acaloran mis ánimos de continuar venciendo los obstáculos que se presenta a diario.

A nuestros docentes, quienes siempre estuvieron presentes aportando con sus conocimientos y parte de su tiempo en aclarar nuestras dudas y guiándome en nuestra preparación.

A mis hijos que con un toque de ternura y comprensión, supieron esperar todo este tiempo y aceptar aquellos momentos en los que no pude estar junto a ellos. Por ello les dedico este trabajo, porque también forman parte de él.

A mi esposa, quien me apoyo con todo su amor y paciencia, dándome el espacio, el tiempo y las condiciones que yo necesitaba para culminar este trabajo.



## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

*Dra Nibia Novillo Luzuriaga*

---

Dra. Nibia Novillo Luzuriaga

Profesora del Seminario de  
Graduación

*Carlos Poveda Loor*

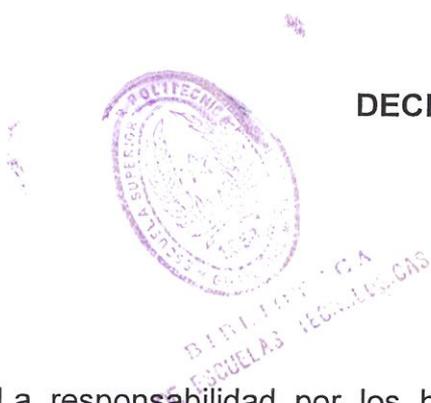
---

MSc. Carlos Poveda Loor

Delegado por Coordinación de  
PROTAL



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLOGICAS



## DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la **Escuela Superior Politécnica del Litoral**.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
PLANTENIMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVOS.....	5
OBJETIVOS GENERALES.....	5
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
JUSTIFICACION.....	6
DEFINICION DE BASKETBALL Y TIRO CON ARCO.....	7
BASKEBALL.....	7
TIRO CON ARCO.....	7
FACTORES QUE INCIDEN EN LA TASA DE SUDORACION.....	8
Factores ambientales.....	8
El Calor.....	8
Humedad relativa y el viento.....	9
TASA DE SUDORACION.....	11
DISTINTAS FORMAS DE DESHIDRATACION.....	13
Deshidratación isotónica.....	14
Deshidratación Hipertónica.....	14
Deshidratación Hipotónica.....	15
COMO EVITAR LA DESHIDRATACION.....	15
QUÉ OCURRE EN NUESTRO ORGANISMO CON EL CALOR EXTERNO O PROVOCADO POR EL ESFUERZO.....	18
EFFECTOS GENERALES DE LA DESHIDRATACIÓN EN LA SALUD.....	20

PORQUÉ SE PRODUCE LA SED.....	20
QUÉ OCURRE ANTE UN DÉFICIT DE AGUA.....	21
EFFECTOS DE LA INGESTA EXCESIVA DE LIQUIDOS.....	22
CUANTO Y QUÉ DEBEN BEBER LOS ATLETAS.....	23
MATERIALES.....	24
METODOLOGIA.....	24
PROCEDIMINETO.....	24
CALCULO DE LA TASA DE SUDORACION.....	26
RESULTADOS.....	27
GUIA PRÁCTICA SOBRE HIDRATACION.....	35
CONCLUSION.....	36
RECOMENDACIÓN.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38

## INDICE DE TABLA

TABLA 1.....	28
--------------	----



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLOGICAS

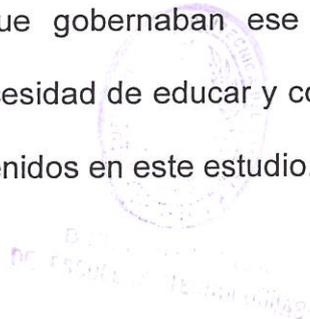
## INDICE DE FIGURAS

GRAFICAS.....	29 a 33
---------------	---------



## RESUMEN

La siguiente tesis, es un análisis de la tasa de sudoración realizada a deportistas de Tiro con arco y Basketball en la costa como la sierra a para analizar la influencia de los factores ambientales en los resultados obtenidos. Nuestro objetivo fue determinar durante el entrenamiento a diferentes condiciones ambientales, cuánto líquido pierden los deportistas y su grado de reposición. Para luego dar recomendaciones prácticas que concienticen a los deportistas sobre la importancia de mantener una buena hidratación. Para ello en primera instancia el trabajo fue dividido en tres partes: La primera parte consistió en buscar toda información relacionada a los deportes en estudio y las condiciones ambientales que afectan a la tasas de sudoración. La segunda parte contemplo revisar el método para determinar la tasa de sudoración y la calibración de equipos que serían usados durante el estudio de campo. La tercera y última parte se centro en la búsqueda de deportistas con la oportunidad de que nos acompañaran en las diferentes pruebas a realizar en ocasiones diferentes. Se concluye que la tasa de sudoración es más alta cuando el deportista practica su deporte en la costa y expuesto a temperatura ambiente directa (campo abierto). Así mismo se observo que el comportamiento de hidratación no es el ideal para las condiciones ambientales que gobernaban ese momento de la competencia lo cual sustenta la necesidad de educar y concientizar al deportista para mejorar los resultados obtenidos en este estudio.



## 1. INTRODUCCION

Si bien el basketball ocupa el cuarto lugar a nivel mundial con más de 400 millones de seguidores a diferencia del Tiro con arco que es más común en países Europeos y de América, no aparece dentro de los 10 deportes con mas seguidores en el mundo.

El baloncesto, es un deporte de equipo que se puede desarrollar tanto en pista cubierta como descubierta, en el que dos conjuntos de cinco jugadores cada uno, intentan anotar puntos, también llamados canastas. El baloncesto nació como una respuesta a la necesidad de realizar alguna actividad deportiva durante el invierno, en la Escuela Internacional de Capacitación de la YMCA en Massachusetts. Al profesor de la Universidad de Illinois James Naismith, le fue encargada la misión, en 1891, de idear un deporte que se pudiera jugar bajo techo, pues los inviernos en esa zona dificultaban la realización de alguna actividad al aire libre.

En tanto que el tiro con arco es actualmente una práctica deportiva en la que se utiliza un arco para disparar flechas. Su origen hay que buscarlo en el uso de esta arma como instrumento de caza y como instrumento bélico. Con la aparición de las armas de fuego quedó obsoleto y su utilización quedó relegada a un uso deportivo y de ocio.

Algunas investigaciones anteriores sugieren que el consumo de bebidas deportivas podría mejorar el rendimiento de estos deportes. Aún los niveles bajos de deshidratación (alrededor del 1%) son suficientes para perjudicar el rendimiento en el ejercicio.

El reemplazo del agua y las sales perdidas en el sudor, es sólo uno de los objetivos nutricionales de un deportista durante el entrenamiento o la competición. Los efectos adversos son la fatiga y el rendimiento que pueden acentuarse o reducirse por una inadecuada hidratación.

Algunas personas se deshidratan en exceso y esto puede ocasionar problemas gastrointestinales e hiponatremia. Además de agua, la sudoración contiene electrolitos que participan manteniendo el equilibrio de las funciones del cuerpo.

El propósito de este análisis es resumir las principales conclusiones sobre hidratación alcanzadas a lo largo de este proceso. Las recomendaciones a las que se han llegado y complementando con ejemplos de las evaluaciones de campo están respaldadas en publicados de revistas científicas.

## 2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Las diferentes condiciones ambientales afectan directamente a la tasa de sudoración de los atletas durante la actividad física, variando de un deportista a otro.

Se evidencia en la práctica que:

- La falta de Información y concientización en algunos casos es motivo de que los atletas resten importancia en el mantener una correcta hidratación antes, durante y después de sus entrenamientos dando como resultado una incorrecta reposición de los líquidos.
- No es un hábito mantener una correcta hidratación durante la actividad física, y su reposición está vinculada a la sensación de sed.

### 3. PLANTENIMIENTO DEL PROBLEMA

Pueden las diferentes condiciones ambientales afectar directamente a la tasa de sudoración de los atletas durante la actividad física, variando de un deportista a otro.



BIBLIOTECA  
DE INGENIERÍA



BIBLIOTECA  
DE INGENIERÍA

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVOS GENERALES

Determinar la tasa de sudoración en deportistas de tiro con arco y basketball bajo diferentes condiciones ambientales.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la medición de los líquidos perdidos durante la actividad física de los atletas de Tiro con Arco y Basquetbol bajo diferentes condiciones ambientales.
- Analizar las condiciones ambientales registradas durante el desarrollo del ejercicio.
- Desarrollar la tasa de sudoración obtenidas en este grupo de estudio.
- Diseñar una guía práctica sobre hidratación. Como un aporte para el mejorar el rendimiento deportivo.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 5. JUSTIFICACION

La deshidratación es la pérdida excesiva de agua y sales minerales de nuestro cuerpo. Esta puede producirse al exponernos a una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad) como: ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores.

Se puede considerar que el agua es la mejor ayuda ergogénica para la mejora del rendimiento deportivo. El motivo por el que el agua es tan importante se debe a sus funciones como transportadoras y disolvente universal. (1). El agua es la sustancia básica de todos los procesos metabólicos del organismo y la encontramos en todos los tejidos en cantidades muy importantes. El músculo está formado en un 70% ó 75% de agua; el tejido más pobre en agua es el hueso y el tejido graso con un 10% a 15% de agua.

Es por ello importante contar con información focalizada para los diferentes disciplinas deportivas y luego difundir y buscar los mecanismos de control más adecuados de reposición de los líquidos antes, durante y después del entrenamiento o competencia y de esta manera contribuir científicamente al mejor desempeño de las actividades deportivas.

## **6. DEFINICION DE BASKETBALL Y TIRO CON ARCO**

### **6.1. BASKEBALL**

El baloncesto, es un deporte de equipo que se puede desarrollar tanto en pista cubierta como en descubierta, en el que dos conjuntos de cinco jugadores cada uno, intentan anotar puntos, también llamados canastas o dobles y/o triples introduciendo un balón en un aro colocado a 3,05 metros del suelo del que cuelga una red, lo que le da un aspecto de cesta o canasta.

El baloncesto nació como una respuesta a la necesidad de realizar alguna actividad deportiva durante el invierno, en la escuela de YMCA en Massachusetts. Al profesor de la Universidad de Illinois (Massachusetts) James Naismith, (un profesor de educación física) le fue encargada la misión, en 1891, de idear un deporte que se pudiera jugar bajo techo, pues los inviernos en esa zona dificultaban la realización de alguna actividad al aire libre.

### **6.2. TIRO CON ARCO**

El tiro con arco es actualmente una práctica deportiva en la que se utiliza un arco para disparar flechas. Su origen hay que buscarlo en el uso de esta arma como instrumento de caza y como instrumento bélico. Con la aparición

de las armas de fuego quedó obsoleto y su utilización quedó relegada a un uso deportivo y de ocio.

## 7. FACTORES QUE INCIDEN EN LA TASA DE SUDORACION

### 7.1. Factores ambientales

Las características climáticas y micro climáticas de un sitio se traducen en las cambiantes condiciones meteorológicas que popularmente se denominan estado del tiempo. Estas condiciones se pueden definir a partir de un conjunto de parámetros que identificaremos como factores ambientales. Aunque los factores ambientales siempre actúan de manera conjunta, es importante analizarlos de manera aislada para comprender su importancia e implicaciones.

Entre los principales parámetros que se analizan en este tópico se encuentran la temperatura, el porcentaje de humedad ambiental y el viento:

### 7.2. El Calor

La temperatura es una forma de medir el calor corporal. La temperatura puede causar lesión térmica o enfermedad de calor, que es una de las amenazas más graves para el rendimiento y la salud del individuo

físicamente activo. Cualquier deportista que se ejercite en un ambiente cálido puede llegar a padecer de una lesión térmica. El individuo que se ejercita en condiciones ambientales muy calurosas sin tomar las debidas precauciones puede sufrir una o varias lesiones térmicas. Son tres los factores que favorecen el desarrollo de estas lesiones: el aumento de la temperatura interna, la pérdida de líquidos corporales y la pérdida de electrolitos (2).

Las temperaturas pueden considerarse: de 18 grados adecuadas, entre 18-24 grados moderadas, entre 25-29 grados altas y 30 grados peligrosas. La temperatura corporal central tiene rango de normalidad de 36°a 38°.

Durante el esfuerzo, este rango puede alcanzar valores de 38°-39,5° ya que poco del calor endógeno producido por el consumo de O<sub>2</sub>, es liberado a través de la piel (durante el ejercicio se libera energía calórico a razón de 3-4lt de O<sub>2</sub> por 650 a 100 Kcal.) Entonces al alcanzar los 39,5° se produce fatiga neurológica central y sensación de fatiga exhaustiva. Por lo tanto es imprescindible una adecuada hidratación antes durante y después de las competencias y sobre todo en los periodos de adaptación a climas con temperaturas superiores a los que los deportistas están acostumbrados

### **7.3. Humedad relativa y el viento**

Como el cuerpo humano reacciona de maneras distintas ante el frío y el calor, se efectúan cálculos diferentes en invierno y en verano para medir la sensación térmica. Durante el invierno, se considera la influencia de la

temperatura ambiente en combinación con la velocidad del viento, ya que la presencia de vientos intensos acelera el enfriamiento de la piel (3).

En días calurosos, el viento también ejerce su influencia refrescante sobre la sensación térmica al remover la capa de aire que rodea nuestra piel, disminuyendo la sensación de calor siempre y cuando las temperaturas reinantes no sean mayores que la temperatura de la piel (32 grados centí-grados).

Por otra parte, durante el verano, el factor con mayor incidencia sobre la sensación térmica es la humedad, ya que ésta afecta directamente a la capacidad de generación de sudor de la piel. En consecuencia, a mayor humedad, mayor es la sensación térmica, ya que nuestro cuerpo no puede enfriarse de manera tan eficiente en esas circunstancias y entonces sufrimos el calor con mayor intensidad.

Sin embargo, cuanto más humedad hay, nuestro cuerpo puede enfriarse menos, y se sufre el calor con mayor intensidad (aumenta la llamada sensación térmica). En términos de mediciones, los científicos dicen que la eliminación del calor del interior del cuerpo es posible sólo si éste tiene una temperatura mayor que la temperatura de bulbo húmedo del aire que lo rodea. Esta temperatura es la que señala un termómetro bajo sombra, con el bulbo envuelto en una mecha de algodón húmedo bajo una corriente de aire. La corriente de aire se produce artificialmente. Al evaporarse el agua,

absorbe calor rebajando la temperatura, efecto que refleja el termómetro. Cuanto menor sea la humedad relativa del ambiente, más rápidamente se evaporará el agua que empapa el paño. Este tipo de medición se utiliza para dar una idea de la sensación térmica o para calcular la humedad relativa del aire.

Los científicos explican en un artículo publicado en la revista Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), que los humanos mantenemos una temperatura corporal interior de unos 37 °C, y de alrededor de 35°C en la superficie de la piel. Si la temperatura de bulbo húmedo es superior a los 35°C se puede producir una elevación de la temperatura interior del cuerpo, conocida como hipertemía. Para que esto no ocurra, la temperatura de bulbo húmedo debe ser de 34°C o menor.

## **8. TASA DE SUDORACION**

La tasa de sudoración es la cantidad de líquido que se pierde durante cada hora de ejercicio en condiciones normales, principalmente a través de la transpiración. También corresponde a la cantidad de líquido que debería consumir cada hora mientras está realizando ejercicio para mantenerse hidratado y tener un rendimiento óptimo. Debido a que las tasas de

transpiración son muy diferentes en cada persona, incluso en condiciones similares de ejercicio, es importante que controle su tasa de transpiración (4).

Una estrategia general para reponer el líquido perdido es consumir entre 150 y 350 mililitros cada 15-20 minutos de ejercicio, dependiendo del tamaño corporal y de la tolerancia individual. La sed no es un buen indicador del requerimiento de líquidos del cuerpo. Hay que hidratarse antes de sentir sed. Se ha observado que los atletas que se hidratan voluntariamente reponen solamente entre un 30 y 50% de los fluidos perdidos. Por ello es recomendable establecer un plan de hidratación basado en la tasa de sudoración.

La tasa de sudoración depende de varios factores como la intensidad del ejercicio, la temperatura ambiental, el grado de aclimatación y otras características personales. Por ello se recomienda calcular la tasa de sudoración a diferentes temperaturas ambientales. La tasa de sudoración puede ser tan alta como 3 litros por hora.

Algunas personas se deshidratan en exceso y esto puede ocasionar problemas gastrointestinales e hiponatremia. También pueden presentar una sobre hidratación. Los síntomas son confusión, dolor de cabeza, visión borrosa, calambres, convulsiones, y en algunos casos ha provocado la muerte.

La tasa de sudoración se la obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de sudoración} = (A + B) \div C$$

Donde:

A = Peso corporal antes del ejercicio menos peso corporal después del ejercicio, en gramos

B = Consumo de líquidos durante el ejercicio (mililitros)

E = Tiempo de ejercicio (minutos)



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 9. DISTINTAS FORMAS DE DESHIDRATACION

Si se atiende a la pérdida de sodio en relación a la pérdida de agua, los tipos de deshidratación son tres: isotónica, hipertónica e hipotónica. Cualquiera puede darse en condiciones de enfermedad. No obstante, en condiciones de salud y en unas circunstancias concretas, también pueden darse indicios de deshidratación leve, que pueden subsanarse a tiempo si se siguen unos sencillos consejos.

### 9.1. Deshidratación isotónica.

La pérdida de agua es similar a la de solutos/electrolitos. Es la más frecuente, en el 70% de los casos. Algunos signos de alerta son la disminución de la turgencia de la piel, ojos hundidos y con ojeras. Se experimenta en personas que sudan mucho en condiciones normales de temperatura y humedad. La solución es tomar "suero oral" (SRO) o más conocidas como bebidas para deportistas (5).

### 9.2. Deshidratación Hipertónica.

La pérdida de agua es mayor que la de sales minerales. Se da en el 10%-15% de la población. Las manifestaciones clínicas incluyen sed intensa, mucosas secas y rojas, fiebre, agitación e irritabilidad. Sucede cuando de manera voluntaria o involuntaria se ingiere poco líquido, bien por falta de bebida o por enfermedad. Los niños y los ancianos son los grupos más vulnerables a sufrir este tipo de deshidratación, más aún tras procesos febriles con mala reposición de agua, o por quemaduras o insolación por larga exposición al sol. La solución es sencilla y similar a la anterior. Consiste en beber más agua, sola o enmascarada con sabores, en forma de caldos, sopas, gazpachos, zumos, infusiones, las conocidas como bebidas para el deportista o "suero oral".

### **9.3. Deshidratación Hipotónica.**

Se pierde en proporción más cantidad de sales y de sodio que agua. En condiciones de salud, puede ocurrir en personas que trabajan en ambientes cálidos y realizan un trabajo físico intenso, en deportistas que deben pasar pruebas en condiciones ambientales extremas. La solución en estos casos es tomar una bebida más concentrada en sales minerales (hipertónica), salar más los alimentos o incluso tomar, mientras dure el trabajo o el esfuerzo, un poco de sal (6).

## **10. COMO EVITAR LA DESHIDRATACION**

Con el verano y el calor en aumento es lógico que haya un mayor riesgo de deshidratación. Aunque nos puede pasar a todos, hay algunas personas que tienen más posibilidades de padecerla: ancianos, deportistas, embarazadas, niños, enfermos crónicos y trabajadores al aire libre. Para evitarlo, desde el Observatorio de Hidratación y Salud los especialistas recomiendan, además de agua, beber tanto infusiones como refrescos, zumos y lácteos.

La deshidratación es causa de cansancio, vértigo, dificultad de concentración, reducción del rendimiento intelectual y dolores de cabeza (7). Así, la Jefa de la Unidad de Nutrición Clínica y Dietética del Hospital La Paz,

Carmen Gómez Candela, recordaba que “la deshidratación es causa de ingreso hospitalario” y que debemos hacer todo lo posible por evitarla, no sólo con bebidas, si no también tomando alimentos con un alto contenido hídrico.

Dentro de la campaña de concienciación del Observatorio de Hidratación y Salud nos hacen las siguientes recomendaciones:

- Beber de 2 a 3 litros de líquido al día de manera continua y en pequeñas cantidades.
- Llevar siempre a mano una botella de bebida que nos recuerde la necesidad de beber.
- No confiar únicamente en la sensación de sed ya que suele aparecer cuando existe cierta deshidratación.
- Beber variedad de bebidas: agua, infusiones, refrescos, zumos, lácteos, etc.
- Ingerir alimentos ricos en agua (frutas, verduras y hortalizas).
- Evitar el consumo de bebidas alcohólicas, pues tienen efecto diurético.
- En épocas de calor intenso: aumentar el consumo de líquidos y mantenerse en un ambiente fresco y ventilado.
- Vigilar la adecuada ingesta de líquido de los más vulnerables a la deshidratación (ancianos, deportistas, trabajadores al aire libre, etc.).

La rehidratación se logra reponiendo las pérdidas de agua y electrolitos, y manteniendo el estado normal de hidratación corporal. El volumen necesario de líquido para evitar la hipohidratación durante el ejercicio prolongado en el calor, depende en gran medida de la sudoración. El mantenimiento de la euhidratación durante el ejercicio también dependerá del deseo de beber, lo que involucra la sensación de sed y otros aspectos de la conducta de beber, tales como la distensión del estómago o sensación de plenitud.

Además de agua, la sudoración contiene electrolitos. El sodio ( $\text{Na}^+$ ) es el de mayor interés por varias razones: es el ión predominante del espacio extracelular y su nivel plasmático cumple una función en la regulación del volumen de agua corporal es el ión principal en la sudoración y los bajos niveles plasmáticos de  $\text{Na}^+$  ( $< 130 \text{ mmol/L}$ ) pueden llevar a una hiponatremia sintomática.

A pesar de que el nivel de  $\text{Na}^+$  en la sudoración es menor (30 a 60  $\text{mmol/L}$ ) que en el plasma (40 a 145  $\text{mmol/L}$ ), la pérdida de  $\text{Na}^+$  puede llegar a ser considerable si la sudoración es profusa.

La hiponatremia ocurre más probablemente cuando la sudoración está acompañada por un excesivo consumo de agua o cuando la sudoración, durante varios días, no está acompañada por la ingesta de sal en las comidas. Debido a su gravedad, la hiponatremia sintomática debería ser

detectada en forma precoz. La apatía, náuseas, vómitos, estado de consciencia alterado y hasta convulsiones, son algunas de las manifestaciones neurológicas de la hiponatremia.

### **11. QUÉ OCURRE EN NUESTRO ORGANISMO CON EL CALOR EXTERNO O PROVOCADO POR EL ESFUERZO**

Cuando el cuerpo en reposo se expone al calor (> de 28° C de temperatura ambiente) o cuando realizamos actividad física, el contenido calórico del cuerpo tiende a aumentar, y los vasos sanguíneos de la piel se dilatan (vasodilatación) aumentando el flujo sanguíneo y elevando la temperatura dérmica. Si la temperatura exterior es menor que la de la piel, se facilita la pérdida de calor, si la carga de calor es suficientemente grande (entreno, temperatura exterior alta), se activan las glándulas sudoríparas y al evaporarse el sudor producido la piel se enfría. La activación de las glándulas sudoríparas provoca que la evaporación del sudor extraiga calor del cuerpo y origina una pérdida de calor por evaporación (8).

El sudor contiene diferentes sales, especialmente ClNa (Cloruro sódico) en consecuencia una transpiración excesiva puede originar una pérdida considerable de sal. Aunque el contenido salino del sudor es menor que el

## **12. EFECTOS GENERALES DE LA DESHIDRATACIÓN EN LA SALUD**

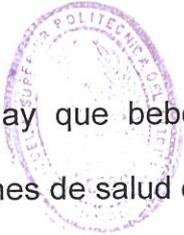
Es un factor de riesgo para el agotamiento por calor y para los infartos de miocardio. Puede aumentar la probabilidad o severidad de un fallo renal agudo. Junto al déficit de sodio está asociado a calambres musculares.

El consumo de fluidos que exceso genera descompensación nutricional, se refleja con la disolución de minerales como sodio, potasio, calcio y magnesio a través de la orina.

## **13. PORQUÉ SE PRODUCE LA SED**

En nuestro cerebro, existen receptores sensibles a las concentraciones de sales minerales en la sangre, cuando esta concentración aumenta, envía una señal que genera la sensación de sed. Este mecanismo se produce cuando ya estamos deshidratados.

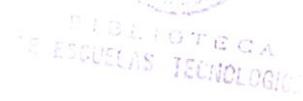
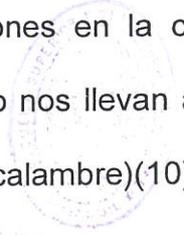
Cualquier cambio en nuestro organismo que conduce a una hipo hidratación celular (deshidratación) originará un aumento de la concentración salina de los líquidos corporales y nos lleva a la sensación de sed, también se producirá un aumento de la hormona antidiurética (ADH) provocando que cuando sudamos mucho el volumen de la orina disminuya para compensar la pérdida de agua. Sensación de boca seca, orina oscura o mareos son los síntomas habituales de la deshidratación.



Algunos opinan que hay que beber sólo cuando se tiene sed, pero las mejores recomendaciones de salud en corredores populares, nos indican que debemos estar siempre correctamente hidratados, sobretodo llegar a las competencias hidratados, para no mermar en nuestro rendimiento (9). Sobre todo 48 horas antes de la competición beberemos lo suficiente sabiendo las condiciones atmosféricas que tendremos al día siguiente.

#### 14. QUÉ OCURRE ANTE UN DÉFICIT DE AGUA

Si hacemos ejercicio, sudamos mucho y no estamos hidratados suficientemente, se origina en nuestro cuerpo un déficit de agua corporal (hipohidratación o deshidratación), esto puede tener serias consecuencias. Pero una consecuencia directa es la fatiga del músculo, alteraciones en la contracción y en la distribución de metabolitos en el mismo. Por lo que un equilibrio adecuado del agua desempeña un papel importante para mantener una capacidad óptima de rendimiento, ya que desórdenes hidrominerales previos a una carrera puede ser una de las causas de calambres durante la misma (además de la fatiga muscular acumulada, sobretodo en la maratón y aunque la deshidratación no sea la única causa de los calambres, existen estudios que indican que alteraciones en la contracción muscular como desequilibrio magnesio-potasio-calcio nos llevan a un fallo en la transmisión del impulso nervioso, provocando el calambre)(10).



## 15. EFECTOS DE LA INGESTA EXCESIVA DE LIQUIDOS

La toxicidad aguda por agua, ocurre cuando el consumo de líquidos sobrepasa la capacidad de los riñones para eliminar el exceso de líquido. La intoxicación con agua puede conducir a la hiponatremia o déficit de sodio y pone en riesgo la vida, (con sodio < 135 mmol/L), ocurre sobretodo en épocas de calor, en maratones, para evitar la deshidratación se bebe demasiada agua sin tener en cuenta el contenido de sodio de la misma, lo que conlleva a un consumo Inadecuado de sales, al disminuir el sodio de manera grave, se puede producir congestión pulmonar e inflamación cerebral (11). Los síntomas de la toxicidad son fatiga, cefalea, calambres, contracción muscular, curiosamente parecidos a los del golpe de calor, por lo que hay que valorar muy cuidadosamente el caso y no tratarlo como una deshidratación, en la mayoría de los casos al corregir el descenso de sodio se equilibra el organismo de nuevo.

## 16. CUANTO Y QUÉ DEBEN BEBER LOS ATLETAS

En corredores, la sudoración es el factor que produce mayor pérdida de agua, que aumenta con el grado de calor ambiental. Es importante reponer

las pérdidas de líquidos, y además si sudamos mucho, hemos de reponer los electrolitos perdidos también. Si un atleta pierde el 2% de su peso corporal (esto es 1,5 L en un corredor de 70 Kg.), pierde una capacidad muscular contráctil de un 20 % empeorando su marca personal de 3 a 7%. Por ejemplo a 35° C de temperatura ambiente, las necesidades de líquidos pueden variar de 2L a 6L por día dependiendo de la intensidad del entreno.

Por lo general, se aconseja alrededor de 200 ml de líquido (aproximadamente un vaso), unos 20' antes de la carrera, entre 10 y 20 ml durante la carrera cada 20', y al finalizar entre medio y un litro de líquido o 1,5L de líquido por cada Kg. de peso perdido. En carrera debemos llegar hidratados, y beber durante y después de la misma, para reponer las pérdidas de sales por el sudor. Sabremos que estamos bien hidratados porque el color de la orina es claro (12).



## 17. MATERIALES

- Balanza con capacidad de 120 kilos con una precisión de 100 gramos o menor.

- Balanza con capacidad de 1 a 5 kilos o más con precisión de 10 gramos o menor u recipiente que permita medir los líquidos.
- Cronometro.
- Botellas para contener el agua.
- Termo hidrómetro ambiental.



## **18. METODOLOGIA**

### **18.1. PROCEDIMIENTO**

Este análisis se realizó mediante la asistencia a los equipos durante sus entrenamientos, pesando a cada uno de los atletas antes y después del ejercicio, monitoreando muy cuidadosamente la ingesta de líquidos durante el tiempo que duró el entrenamiento. Paralelamente a esta actividad se realizó lecturas de las condiciones ambientales que acompañaban el desarrollo del entrenamiento como la temperatura ambiental y % de la humedad relativa.

### **18.2. LOS PASOS SEGUIDOS FUERON LOS SIGUIENTES:**

**Pesaje pre-ejercicio**

- Se peso al sujeto antes de inicio de la sesión del ejercicio, en este caso no era necesario que este en ayunas, el pesaje se realizo con la menor cantidad de ropa posible.
- Se solicito que el sujeto vaya al baño a vaciar la vejiga y el intestino antes del pesaje, y durante la competencia el sujeto no debe orinar de nuevo hasta que se haya hecho la segunda medición de pesaje.

### **Sesión de ejercicios.**

- Todos los deportistas realizaron la actividad física en condiciones habituales (ropa, intensidad, ambiente, etc.) hidratación como de costumbre.
- A cada deportista se le proporciono una cantidad de agua previamente pesada antes del desarrollo de la actividad deportiva, y posteriormente se peso el sobrante en caso de que existiera.
- Se cronometro el tiempo que duro el ejercicio con la finalidad de establecer las tasas de sudoración en unidad de tiempo.

### **Pesaje pos-ejercicio**

- El atleta debió reposar bajo la sombra durante 5 a 10 min para lograr que su cuerpo se enfríe y disminuir la tasa de sudoración.
- Se solicito: quitarse la ropa mojada y quedar en traje de baño nuevamente (seco), secarse completamente la piel con una toalla.

- Se procedió a tomar el peso de cada deportista.
- Se determinó la tasa de sudoración mediante la siguiente fórmula:

### 18.3. CALCULO DE LA TASA DE SUDORACION:

$(A + B) \div C$ , donde:

A = Peso corporal antes del ejercicio menos peso corporal después del ejercicio, en gramos

B = Consumo de líquidos durante el ejercicio (mililitros)

E = Tiempo de ejercicio (minutos)

- Los datos recogidos fueron analizados en el programa EXCEL.



## 19. RESULTADOS

### TABLA # 1

Valores de humedad, temperatura y cálculo de la tasa de sudoración bajo diferentes condiciones ambiente presentes durante la práctica deportiva de los atletas de basketball y Tiro con Arco.

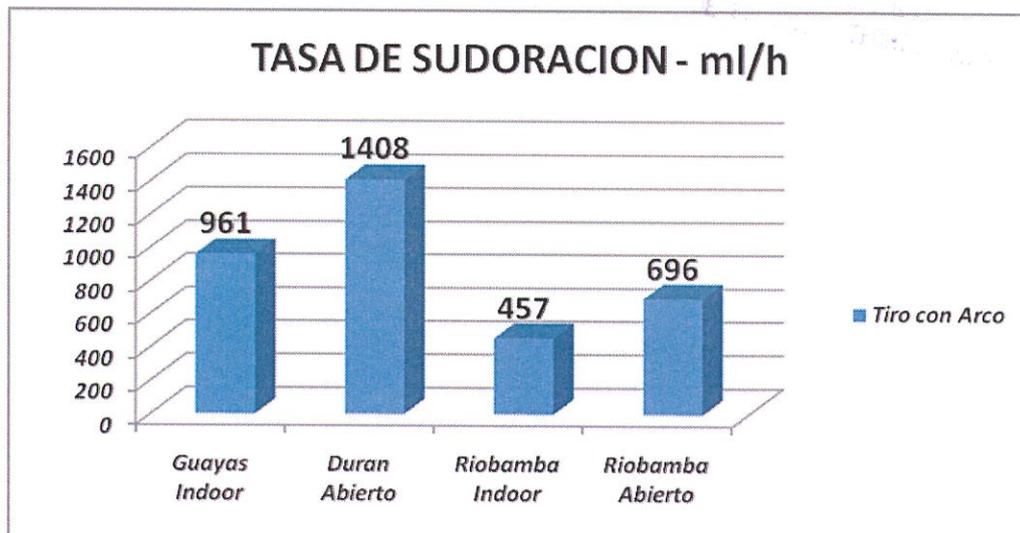


Deporte	Lugar	Condición	Deportista	T Amb (°C)	Hora	% Hm	Peso inicial (A)	Peso Final (B)	B - A	Consumo de agua (ml)	Tasa de sudoración (ml)	Horas	Deshidratación ml/H	% Adecuación
Basketball	GUAYAS	Indoor	A				70.36	69.82	545	2500	3045	2.5	1218	82
		Indoor	B	27 a 26	18:30 a 21:00	58 a 62	67.82	67.55	273	1500	1773	2.5	709	85
		Indoor	C				89.45	88.91	545	2000	2545	2.5	1018	79
		Indoor	D				104.8	104.27	545	1500	2045	2.5	818	73
	GUAYAS	Abierto	A				70.00	69.30	700	3000	3700	2.5	1480	81
		Abierto	B	39	13:30 a 16:00	26 a 28	67.20	66.69	510	1700	2210	2.5	884	77
		Abierto	C				89.00	88.00	1000	1900	2900	2.5	1160	66
		Abierto	D				104.60	104.00	600	1800	2400	2.5	960	75
	RIOBAMBA	Indoor	A				61.27	60.73	545	800	1345	2	673	59
		Indoor	B	12	08:00 a 10:00	52 a 55	58.73	58.45	273	920	1193	2	596	77
		Indoor	C				75.82	75.27	545	950	1495	2	748	64
		Indoor	D				61.64	61.18	455	1150	1605	2	802	72
	RIOBAMBA	Abierto	A				65.82	65.41	409	350	759	2	380	46
		Abierto	B	14	14:00 a 16:00	54 a 58	63.27	63.14	136	450	586	2	293	77
		Abierto	C				80.36	79.82	545	500	1045	2	523	48
		Abierto	D				67.55	67.23	318	875	1193	2	597	73
Tiro con Arco	GUAYAS	Indoor	A				65.20	65.00	200	1850	2050	2.2	932	90
		Indoor	B	25 a 26	11:20 a 13:40	45 a 46	92.00	90.50	1500	1600	3100	2.2	1409	52
		Indoor	C				55.91	55.45	455	1250	1705	2.2	775	73
		Indoor	D				59.05	58.55	500	1100	1600	2.2	727	69
	DURAN	Abierto	A				65.36	65.36	0	1591	1591	1.8	884	100
		Abierto	B	37 a 39	11:10 a 13:00	26 a 28	91.91	89.00	2909	1200	4109	1.8	2283	29
		Abierto	C				56.05	55.45	591	1350	1941	1.8	1078	70
		Abierto	D				60.55	59.55	1000	1500	2500	1.8	1389	60
	RIOBAMBA	Indoor	A				65.50	65.24	260	500	760	2.5	304	66
		Indoor	B	14 a 12	16:00 a 18:30	54 a 58	93.00	92.79	210	475	685	2.5	274	69
		Indoor	C				56.05	55.45	591	650	1241	2.5	496	52
		Indoor	D				60.50	59.55	955	930	1885	2.5	754	49
	RIOBAMBA	Abierto	A				65.60	65.00	600	600	1200	2	600	50
		Abierto	B	12 a 13	10:45 a 12:45	55 a 57	93.00	92.79	210	745	955	2	477	78
		Abierto	C				55.91	55.50	409	1000	1409	2	705	71
		Abierto	D				60.55	59.55	1000	1000	2000	2	1000	50





GRAFICO # 1



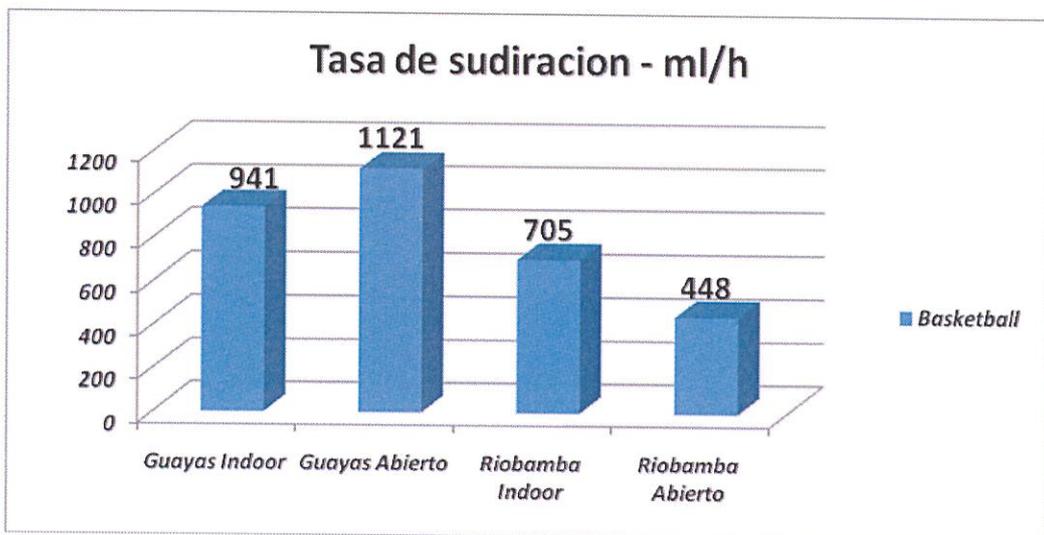
El grafico #1 y Tabla 1 demuestra que en deportistas de Tiro con Arco la tasa de sudoración promedio más alta obtenida fue de 1408 ml/h en la costa a campo abierto, en condiciones de humedad ambiental de 26 a 28 % y a temperatura de 37 a 39 °C en un horario de 11H10 a 13H00, mientras que cuando se jugó en la costa indoor la tasa de sudoración promedio bajo a 961 ml/h a humedad de 45 a 46 % y una temperatura de 25 a 26 °C en horarios de 11H20 a 13H40.

A nivel de sierra la tasa de sudoración promedio es mucho más baja que en la costa campo abierto (696ml/h) en condiciones de humedad de 55 a 57 % y a temperatura de 12 a 13 °C en un horario de 10H45 a 12H45. Así mismo a nivel a nivel indoor es mucho más baja (457 ml/h) en condiciones de

humedad de 54 a 58 % y a temperatura de 14 a 12 °C en un horario de 16H00 a 18H30.



**GRAFICO #2**



El grafico #2 y Tabla 1 demuestra que en deportistas de Basketball la tasa de sudoración promedio más alta obtenida fue de 1121 ml/h en la costa a campo abierto, en condiciones de humedad ambiental de 26 a 28 % y a temperatura de 39 °C en un horario de 13H30 a 16H00, mientras que cuando se jugó en la costa indoor la tasa de sudoración promedio bajo a 941 ml/h a humedad de 58 a 62 % y una temperatura de 27 a 26 °C en horarios de 18H30 a 21H00.

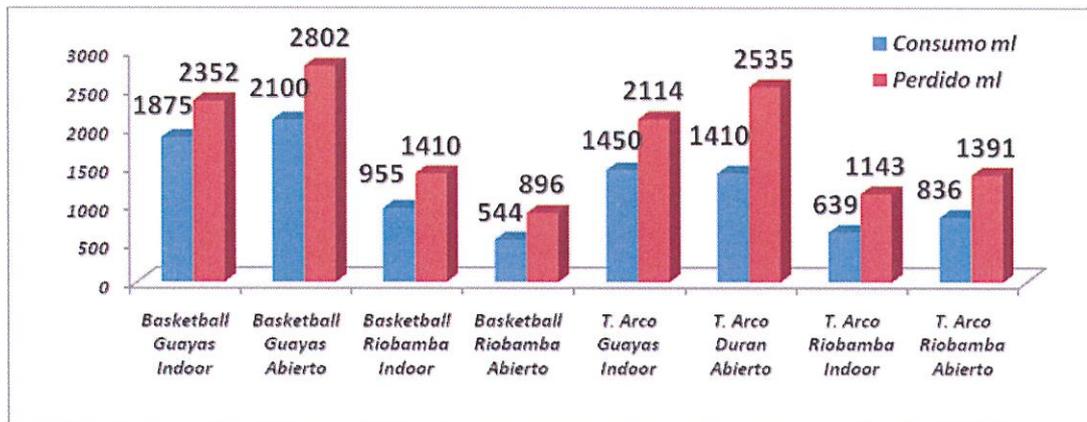
A nivel de sierra la tasa de sudoración promedio es mucho más baja que en la costa campo abierto (448 ml/h) en condiciones de humedad de 54 a 58 % y a temperatura de 14 °C en un horario de 14H00 a 16H00. Así mismo a nivel a nivel indoor es mucho más baja (705 ml/h) en condiciones de humedad de 52 a 55 % y a temperatura de 8 a 10 °C en un horario de 8H00 a 10H00.

Estos datos nos demuestran que la temperatura ambiental y la humedad influyen directamente sobre la pérdida de líquidos corporales (a mayor calor más alta es la pérdida de líquidos). Por lo que el deportista debe tomar muy encuentra las condiciones ambientales en las que se va a desarrollar la competencia para mantener un programa de hidratación acorde a las condiciones ambientales presentes o pronosticadas.



**GRAFICA # 3**

**VALORES EN ML DE LOS LIQUIDOS PERDIDOS Vs CONSUMIDOS DURANTE LA ACTIVIDAD FISICA.**

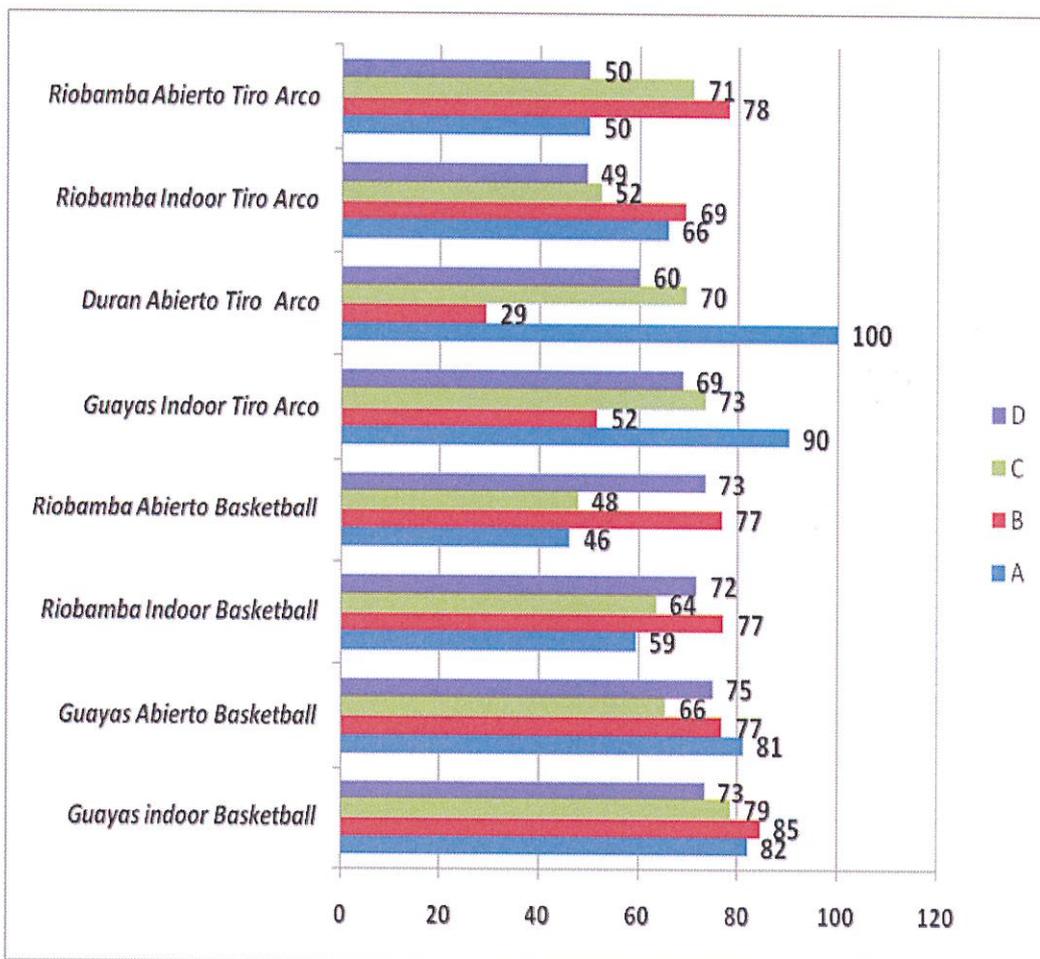


La siguiente grafica demuestra el grado de reposición de los líquidos perdidos Vs los líquidos consumidos en las dos disciplinas analizadas bajo diferentes condiciones ambientales en ella podemos apreciar que el deportista no alcanza a reponer los líquidos perdidos en un 100%.



**GRAFICA # 4**

**PORCENTAJE DE ADECUACION INDIVIDUAL DE LA TASA DE SUDORACION DE LOS DEPORTISTAS DE LAS DOS DISCIPLINAS ANALIZADAS.**



De manera general, los integrantes de ambos equipos no reponen los líquidos perdidos en su totalidad durante la sudoración después de un entrenamiento. La desviación de los datos de sudoración es amplia entre un deportista y otro. Sin embargo podemos destacar que del grupo de deportistas analizados tan solo uno alcanzo a una hidratación ideal que es del 100 %.

Según estudios esto se debe a diferentes factores como: la falta de costumbre a beber, la falta de sed, cuan hidratado entra el deportistas a la competencia, etc. Grafica # 4.



20. GUIA PRÁCTICA SOBRE HIDRATACION



## Guía de Calculo de la Tasa de Sudoración

- **¿Cómo calculamos las pérdidas?**
- Con el fin de calcular las pérdidas ocasionadas por el ejercicio te damos unas pautas fáciles de seguir, que son:
  1. Pesarse antes de la actividad (sin ropa)
  2. Realiza tu entreno diario
  3. Controla la cantidad de líquido que bebes
  4. Péstate al terminar (sin ropa)
  5. Resta el peso obtenido al primero.
  6. Calcula la diferencia y añádele a este peso el líquido ingerido
  7. Como es aconsejable beber cada 15 min. para determinar cuánto se debe de beber hay que dividir la tasa de sudoración por hora por 4. Es solamente una guía de la cantidad de líquido que hay que ingerir cada 15 min.
  8. Se debe de tener en cuenta las condiciones climáticas de este día y repetir las mediciones ante el cambio en las condiciones climáticas. Así tendremos una idea de lo diferente que pueden ser las condiciones ambientales y de cómo influyen en la tasa de sudoración.
- Se desaconseja realizar actividades físicas en las horas centrales de los días calurosos, llevando excesiva ropa de abrigo en relación a la temperatura ambiental, exponiéndose exageradamente al sol. todo ello nos puede llevar a un estado de deshidratación sin apenas darnos cuenta

Fuente: Universidad Central de Venezuela. Escuela de Nutrición y Dietética. Nutrición y Deporte

• **Formula: Tasa de Sudoración = (A - B)/C**

A= peso inicial

B= peso final

C= tiempo

• **Por que hacerlo.**

Actualmente se conoce que la reposición de fluidos perdidos a través del sudor es un aspecto importante en la alimentación de las personas activas; ya que esto permite mantener la función cardiovascular, mejora el rendimiento, reduce la incidencia de las lesiones por calor y disminuye la percepción del esfuerzo físico.

• **Recomendaciones**

Varios organismos como el colegio Americano de Medicina del Deporte (CAMD) recomiendan consumir 500 ml 2 horas antes del ejercicio, entre 600 y 1200 ml durante la actividad física (o la cantidad máxima que pueda tolerar) y 500 ml por cada ½ kilo de peso perdido.



BIBLIOTECA DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 22. RECOMENDACION

1. Educar, concienciar a la población deportista sobre prácticas de hidratación adecuada respaldadas sobre evidencia científica.
2. Difundir en forma masiva información vinculada con la hidratación en la práctica deportiva para contribuir al mejoramiento del rendimiento deportivo.
3. Dotar en los lugares de concentración deportiva de los equipos necesarios como: balanza, recipientes de medición en cc, para que cada deportista determine su tasa de sudoración y se hidrate adecuadamente, con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos en este estudio.
4. Que cada deportista adquiriera el hábito de monitorear su tasa de sudoración después de cada competencia deportiva.

## 23. BIBLIOGRAFIA

1. Olgyay, Víctor. Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1998.
2. Mazria, Edward. El libro de la energía solar pasiva. Ed. Gustavo Gili. México, 2005.
3. Hinz, Elke; González, Eduardo; de Oteiza, Pilar; Quiros, Carlos. Proyecto, clima y arquitectura. Ediciones G. Gili. México, 1986.
4. Gisolfi CV, Copping JR (1974). Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. Med. Sci. Sports Exerc.; 6:108-113
5. Sawka MN, Pandolf KB (1990). Effect of body water loss on physiological and exercise performance. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. Perspectives in exercise and sport medicine, Vol. 3. Fluid homeostasis during exercise
6. Senay L (1979). Temperature regulation and hypohydration: a singular view. J. App. Physiol. 47:1-7

7. American Academy of Pediatrics. Committee on sports medicine (2000). Climatic heat stress and the exercising child. *Pediatrics*, 69:808-809
8. Squire DL. Heat Illness (1990). Fluid and electrolyte issues for pediatric and adolescent athletes. *Pediatr. Clin. North Am.* 37:1085-1109
9. Araki T, Toda Y, Matsushita K, et al (1979). Age differences in sweating during muscular exercise. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* 28:239-248
10. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, R.V. Reiff RV, Rich BSE, Roberts WO, and Stone JA. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for athletes. *J Athl Train* 35: 212-224, 2000.
11. Rivera-Brown AM, Gutierrez R, Gutierrez JC, Frontera WR, and Bar-Or O. Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in



BIBLIOTECA  
ESCUELAS TECNOLÓGICAS

exercising, trained, heat-acclimatized boys. J Appl Physiol 86: 78-84, 1999.

12. Rivera-Brown AM, Ramirez-Marrero FA, Wilk B, and Bar-Or O. Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate. Eur J Appl Physiol 103: 109-116, 2008.

13. American Academy of Pediatrics. Committee on sports medicine (1982). Climatic heat stress and the exercising child. Pediatrics, 69:808-809

