

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se evaluaron a 12 competidores de la modalidad de combate del equipo representativo de TKD, 7 hombres y 5 mujeres, en la semana del 8 al 12 de febrero del 2016, en la etapa de pre-competencia (previo a la pesaje) y de post- pesaje (día de la competencia) de la semana en la que se llevó a cabo el estatal del CONDDE.

A continuación, en el Cuadro 8 se presenta el resumen de las características de la población de estudio.

Cuadro 8. Características de la población de estudio

	Hombres	Mujeres
<i>n</i>	7	5
Peso (kg)	79.4 ± 13.5	54.6 ± 4.4
Estatura (cm)	178.31 ± 6.18	161.94 ± 6.12
Edad (años)	21.14 ± 2.12	21 ± 1

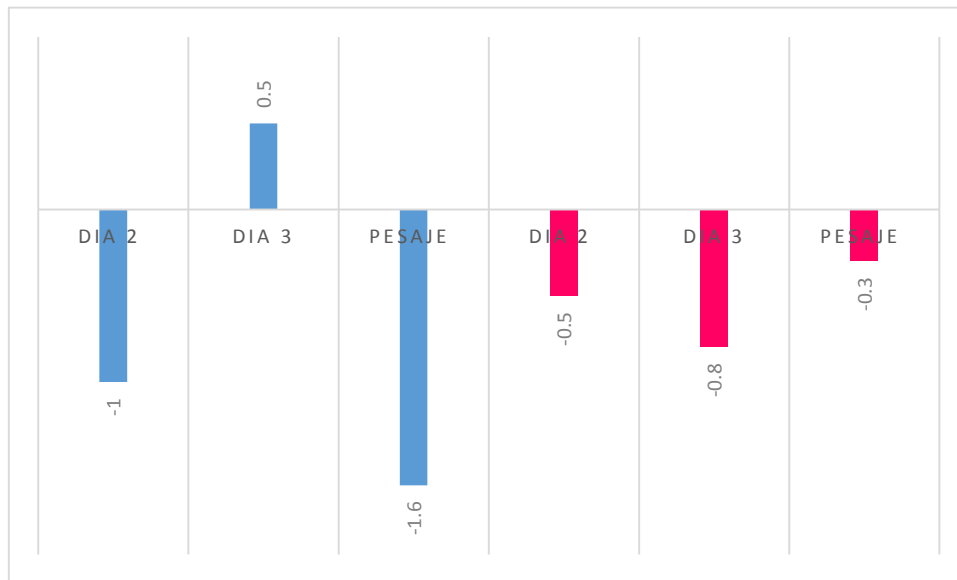
n: muestra; kg: kilogramos; cm: centímetros.

7.1 Análisis de cambio de peso.

En la etapa de pre-competencia, 8 de los 12 participantes en el estudio llevaron a cabo prácticas de “WC” para perder peso. Entre ellas, se observaron técnicas de sudoración inducido mediante ejercicio excesivo utilizando camisetas, chamarras, trajes de plástico y el equipo de competencia (peto, careta y protecciones). De igual forma, restringieron la ingesta de líquidos y alimento, así como reportaron sentir boca seca, mareo y debilidad.

A continuación se presentan las gráficas que describen el promedio de cambio de peso previo al pesaje, Gráfica 1 (etapa de pre-competencia) y en el día de la competencia Gráfica 2. (etapa de post- pesaje) en hombres y mujeres.

Gráfica 1. Promedio de kg perdidos previo al pesaje en hombres y mujeres.



La pérdida de peso promedio en hombres fue de 2.09 kg, \pm 2.84 kg, lo cual equivale a una pérdida del 2.64% de peso. Cabe mencionar que la mayor pérdida de peso registrada en los hombres fue de 7.15 kg y la mínima fue de 0.3 kg.

Las mujeres tuvieron una pérdida de peso de 1.54 kg, \pm 0.77 kg a partir del día 1 al día del pesaje, lo cual equivale a una pérdida del 2.82 % de peso. Hay que destacar que la mayor pérdida de peso fue de 2.6 kg y la mínima de 0.5 kg.

Según Franchini *et al* (2012), en su revisión “Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects”, señalan que el 63.3 % de los competidores se someten a técnicas para perder peso de una forma rápida en un promedio, el tiempo con el que empiezan éstas prácticas es 9.7 ± 5.2 días. En este estudio, el 66.6% (8 participantes) se sometieron a éstas prácticas 4 días antes de la competencia y se encontró que en promedio perdían $3.2 \text{ kg} \pm 1.2 \text{ kg}$, lo que concuerda con lo reportado en este estudio. El género no es un factor que afecte la prevalencia de las pérdidas rápidas de peso.

Cabe mencionar que las grandes pérdidas de peso en lapsos cortos de tiempo son extremadamente dañinas para el cuerpo. Franchini *et al* (2012), reportó

que con éstas prácticas se ven comprometidas la termorregulación del cuerpo y el equilibrio electrolítico. Así mismo puede reducir la fuerza muscular, el rendimiento físico en actividades aeróbicas.

Adicionalmente, hay reducción en el fluido sanguíneo renal y el volumen de líquido filtrado por los riñones. Por su parte, la Academia Nutricional y Dietética (AND), reporta que también hay una reducción en las reservas de glucógeno (American Dietetic Association *et al*, 2009).

Por otro lado, puede haber un daño psicológico importante. Las pérdidas rápidas de peso pueden afectar la función mental mediante un déficit de concentración, en memoria y la velocidad de los procesos cognitivos, además de grandes posibilidades de desarrollar problemas en la conducta alimentaria (Franchini *et al*, 2012).

Ha sido comprobado que la pérdida rápida de peso afecta negativamente una serie de parámetros relacionados con la salud. Puede causar disfunciones cardiovasculares agudas, inmunosupresión, disminución de la densidad ósea, daños en la termorregulación, daños en la función cognitiva, estado de ánimo negativo, desbalance hormonal, deterioro de crecimiento, un pobre estado nutricional y el riesgo de desarrollar trastornos de la conducta alimentaria (Artioli *et al*, 2010).

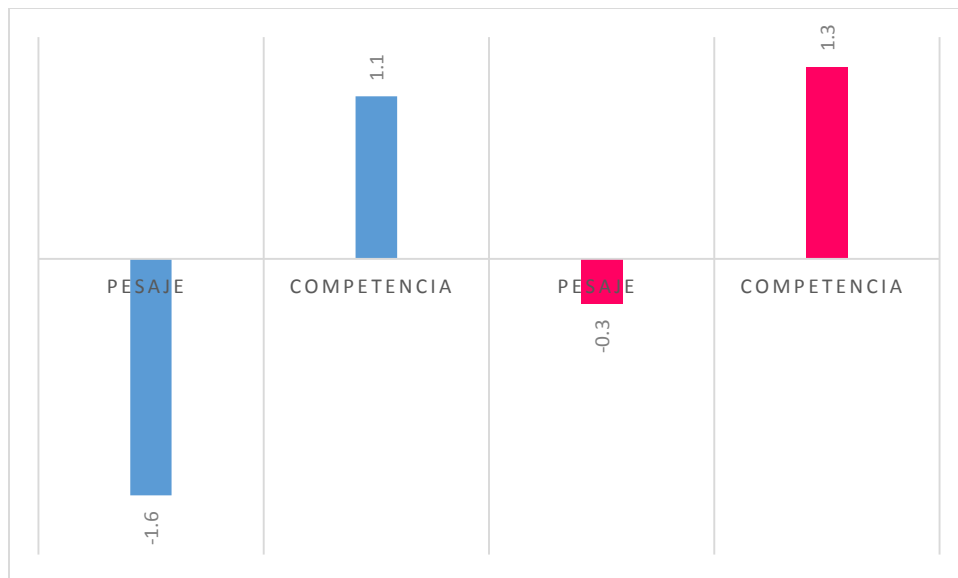
El día del pesaje, 3 de los 12 participantes se sintieron con boca seca, 2 se dijeron sentirse débiles, cansados y con sensación de sequedad en la boca. Como puede observarse anteriormente las categorías de peso son, en general, muy livianas por lo que obliga a los atletas a someterse a métodos de pérdida de peso; ya que en la mayoría de los casos, los deportistas que se encuentran con un peso natural situado en la mitad de dos categorías, tienden a reducir su masa corporal para competir en la categoría inferior. Lo anterior, con el propósito de competir en categorías más livianas y así tener ventaja contra atletas más débiles y livianos

además de buscar aumentar la potencia conforme se disminuye el peso (Artioli *et al*, 2010 y Peniche *et al*, 2011).

Dado el bajo porcentaje de hidratación, la medición a través de la impedancia bioeléctrica (utilizando el mBCA seca 515/514), fue más complicada o se tuvo que repetir en varias ocasiones conforme se acercaba el día del pesaje, ya que los participantes se encontraban muy deshidratados, observando más problemas en los hombres que en las mujeres.

Una vez terminado el pesaje y registrado el peso, los competidores pueden ingerir toda la comida y bebida que deseen pues el peso no importa el día de la competencia, además que buscan recuperarse tras las pérdidas de peso anteriores. A continuación se presenta la gráfica de cambio de peso para las mediciones del pesaje y día de la competencia. Es importante mencionar que el día de la competencia fue al día siguiente al del pesaje.

Grafica 2. Promedio de kg ganados en la etapa de post- pesaje en hombres y mujeres.



La ganancia de peso promedio en hombres fue de 1.10 kg, \pm 2.08 kg, lo que equivale a una ganancia de peso de 1.42%. Cabe mencionar que la mayor ganancia de peso registrada fue de 5.15 kg y la mínima de 0.5 kg. Por su parte, las mujeres tuvieron una ganancia de peso promedio de 1.31 kg, \pm 0.36 kg lo que equivale a una ganancia de 2.47% de peso. La mayor ganancia fue de 1.85 kg y la mínima de 1.05 kg.

Peniche *et al* (2011), explican que es común que los atletas que deben cumplir con un cierto peso, no lo puedan mantener por periodo prolongado, lo que ocasiona que tengan grandes fluctuaciones de peso, lo cual puede tener efectos adversos sobre la salud y la imagen corporal. Además de que un consumo excesivo de energía posterior al pesaje puede resultar en un incremento del tejido adiposo, así como un aumento del riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas por incorrectos hábitos de alimentación. Asimismo de sufrir posibles conductas inadecuadas como comer de manera compulsiva o presentar ansiedad y agresividad.

Kraemer *et al* (2001), en su estudio “Physiological and performance responses to tournament wrestling.”, donde evaluaron los cambios neuromusculares, fisiológicos y de rendimiento durante el periodo entre el pesaje oficial y día de la competencia, pudieron destacar la gran capacidad del organismo de los participantes de “rebotar” tras los descensos de rendimiento neuromuscular y del metabolismo anaeróbico que se producen durante la fase de pérdida de peso. En este corto periodo (6-18 horas), los competidores aumentaron significativamente su rendimiento, siendo tal que recuperaron buena parte del estado corporal que tenían antes de comenzar el periodo de disminución de PCT. Lo anterior parece indicar que el peso de los atletas es muy similar al que poseían previo a la etapa de pérdida de peso, produciendo una disminución significativa del rendimiento deportivo durante la competencia en comparación a los valores de la etapa pre-competitiva.

Es importante conocer qué compartimentos de la composición corporal se ven alterados durante la etapa de pre- pesaje, en donde se llevan a cabo los métodos de “WC”, lo cual afecta el PCT resultando en una disminución del mismo.

7.2 Análisis de la composición corporal.

A continuación se analizan los cambios en la composición corporal en la etapa de pre- competencia y post- pesaje en hombres y mujeres.

Cuadro 9. Promedio de cambios de la composición corporal en la etapa de pre- competencia en hombres y mujeres.

	MG (%)	MM (%)	AF (°)	HIDRATACIÓN (%)
Hombres (n=7)				
DIA 1	19.16 ± 5.91	80.84 ± 5.91	6.31 ± 0.23	64.69 ± 3.85
DIA2	19.40 ± 5.74	80.60 ± 5.74	6.47 ± 0.19	63.39 ± 3.15
DIA 3	19.00 ± 6.83	81.00 ± 6.83	6.67 ± 0.12	61.85 ± 4.04
PESAJE	18.89 ± 5.88	81.01 ± 5.88	6.59 ± 0.39	61.54 ± 5.42
PROMEDIO DE CAMBIO	-0.27	0.17	0.27	-3.14
D.E.	2.21	2.33	0.39	4.36
Mujeres (n=5)				
DIA 1	25.06 ± 3.60	74.96 ± 3.60	5.36 ± 0.43	72.82 ± 6.88
DIA2	25.14 ± 3.54	74.86 ± 3.54	5.36 ± 0.39	73.02 ± 6.55
DIA 3	23.96 ± 4.09	76.04 ± 4.09	5.46 ± 0.36	71.04 ± 3.46
PESAJE	23.96 ± 4.05	76.04 ± 4.05	5.48 ± 0.36	70.60 ± 5.32
PROMEDIO DE CAMBIO	-1.10	1.08	0.12	-2.22
D.E.	0.93	0.92	0.13	1.67

MG: Masa grasa; MM: Masa magra; AF: Ángulo de fase

Este cuadro muestra el promedio de los cambios en la composición corporal en la etapa de pre- competencia en hombres y mujeres.

En el caso de los hombres, en promedio hubo una disminución de -0.27% de MG $\pm 2.21\%$, 0.17% de MM $\pm 2.33\%$, $0.27^\circ \pm 0.39^\circ$ en el AF y de -3.14 en el porcentaje de hidratación $\pm 4.36\%$. La mayor pérdida de MG registrada fue de -4% , de MM 4% , -11.7% en el porcentaje de hidratación; y con respecto al AF, durante el estudio todos los participantes aparecieron dentro de los parámetros normales con excepción de un participante que apareció fuera de los mismos en el día del pesaje.

Con respecto a las mujeres, en promedio perdieron -1.10% de MG, ± 0.93 , 1.08% de MM $\pm 0.92\%$, 0.12° en el AF $\pm 0.13^\circ$ y -2.22 en el porcentaje de hidratación $\pm 1.67\%$. La mayor pérdida de MG fue de -1.9% , 1.9% de MM, 0.3° del AF y -4.9 en el porcentaje de hidratación.

Estudios realizados por Rhyu *et al* (2014) en 18 competidores de TKD de nivel preparatoria, tras 3 semanas de análisis en la composición corporal en el periodo de pérdida de peso previo a una competencia, obtuvo como resultados que los atletas comenzaron con $10.93\% \pm 1.36\%$ de MG y terminaron en $10.21\% \pm 2.03\%$; de igual forma fue reportado que los mismos iniciaron con $54.97\text{kg} \pm 6.90\text{kg}$ de MM y terminaron con $52.78\text{kg} \pm 8.26\text{kg}$. Otros estudios realizados por los mismos autores, en 20 competidores de TKD bajo las mismas condiciones reportan que los participantes iniciaron el estudio con $11.31\% \pm 2.77\%$ de MG y $54.94\text{ kg} \pm 6.50\text{ kg}$ de MM y terminaron con $10.23\% \pm 2.63\%$ y $53.55\text{ kg} \pm 8.16\text{ kg}$ de MG y MM respectivamente. Lo que concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de acuerdo a la pérdida de MG y MM ocasionada por una restricción calórica severa. Es importante considerar que la pérdida de MG que se observó en el estudio se compensó con una ganancia de MM.

El AF es el parámetro de bioimpedancia mayormente establecido para el diagnóstico de la desnutrición, asociado con cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquido. El AF expresa cambios en la cantidad y calidad de la masa de los tejidos blandos, es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación (Llames, *et al*, 2013). La disminución del AF en este estudio está relacionada con la deshidratación inducida presentada en los participantes para entrar en una categoría de peso más liviana.

Los valores de referencia reportados del AF de la población americana en una gráfica adaptada por Llames *et al* (2013) a partir de Bosy- Westphal *et al* (2006) y Barbosa *et al* (2005) nos dice que en promedio los hombres en un rango de edad de 20 a 29 años es de $8,02^{\circ} \pm 0,75^{\circ}$ y en mujeres de $6,98^{\circ} \pm 0,92^{\circ}$. Lo cual indica que los participantes de este estudio se encontraron ligeramente por debajo de los valores de referencia, que podría estar relacionado con la deshidratación que presentaron desde el primer día de mediciones.

Con respecto a la disminución del porcentaje de hidratación, se debe a que las pérdidas de agua en el cuerpo ocurren principalmente por 4 vías: piel, vías respiratorias, el tracto gastrointestinal y los riñones (Peniche *et al*, 2011). Debido a que los atletas perdían líquido sin la adecuada reposición de los mismos con la finalidad de perder peso previo a la competencia, explica por qué hubo una disminución en el porcentaje de hidratación. De igual manera, es importante destacar que al reducirse la cantidad de agua en los participantes, la posibilidad de perder peso conforme se acercaba el día del pesaje disminuía debido a que cada vez los mismos se encontraban cada vez más deshidratados.

Es importante destacar que tanto en hombres como en mujeres, se observó que conforme se fue acercando el día del pesaje, los valores de MG y porcentaje de hidratación fueron disminuyendo y los de MM y AF incrementaron.

Cuadro 10. Promedio de cambios de la composición corporal en la etapa de post-pesaje en hombres y mujeres.

	MG (%)	MM (%)	AF (°)	HIDRATACIÓN (%)
<i>Hombres (n=7)</i>				
Pesaje	18.89 ± 5.88	81.01 ± 5.88	6.59 ± 0.39	61.54 ± 5.42
Competencia	18.17 ± 5.69	81.83 ± 5.69	6.27 ± 0.21	65.06 ± 4.14
PROMEDIO DE CAMBIO	-0.71	0.81	-0.31	3.51
D.E.	1.11	1.26	0.31	3.79
<i>Mujeres (n=5)</i>				
PESAJE	23.96 ± 4.05	76.04 ± 4.05	5.48 ± 0.36	70.60 ± 5.32
Competencia	25.94 ± 2.85	74.06 ± 2.85	5.18 ± 0.36	75.24 ± 5.19
PROMEDIO DE CAMBIO	1.98	-1.98	-0.30	4.64
D.E.	1.27	1.27	0.00	0.69

MG: Masa grasa; MM: Masa magra; AF: Ángulo de fase

En cuanto a la masa grasa se observó que en promedio, los hombres y las mujeres ganaron $-0.71\% \pm 1.11\%$ de MG y $1.98\% \pm 1.27\%$ respectivamente. La mayor ganancia registrada en hombres fue de 0.2% y en mujeres de 3.9%.

Con respecto a la MM se encontró que los hombres ganaron $0.81\% \pm 1.26$ y las mujeres $-1.98\% \pm 1.27\%$. La mayor ganancia en hombres fue de 2.7 % (El mismo participante tuvo una pérdida de -2.5 % en la etapa de pre-competencia, lo cual significa que ganó aproximadamente lo que perdió de MM) del día del pesaje al de la competencia. La mayor ganancia de MM en mujeres fue de -3.9 %.

Referente al AF, se observó que los hombres ganaron $-0.31^\circ, \pm 0.31^\circ$ y las mujeres $-0.30^\circ, \pm 0.00$. La mayor ganancia en hombres fue de -0.9° y en mujeres se observó que todas ganaron -0.3° .

En cuanto al porcentaje de hidratación se observó que los hombres ganaron 3.51%, \pm 3.79% y las mujeres 4.64%, \pm 0.69%. La mayor ganancia en hombres fue de 11.3 %. Cabe mencionar que las dos participantes con menor pérdida en el porcentaje de hidratación, -0.4 % y -1.5 %, fueron las de la mayor ganancia con 5.1 % y 5.5 % respectivamente. En las mujeres se observó que en general hubo una mayor ganancia en el porcentaje de hidratación que de pérdida. La obtención de agua en el cuerpo proviene del consumo de bebidas y alimentos principalmente (Peniche *et al*, 2011). Debido a que después del pesaje los atletas pueden comer e ingerir la cantidad de comida y líquidos que deseen, explica la ganancia de agua en el día de la competencia.

La ganancia de MG y del porcentaje de hidratación se debe al restablecimiento de la ingesta energética e hídrica posterior al pesaje. El AF se vió modificado debido a que se disminuyeron los niveles de deshidratación, viéndose éste mejor en comparación al día del pesaje. En cuanto a la pérdida de MM, al volver a los valores normales de MG, se observa menor cantidad de músculo.

Cuadro 11. Comparación de hidratación, cambio de peso y tasa de sudoración

	Día 1	Día 2	Día 3
Diferencia de hidratación (%)	-1.57 \pm 2.26	-1.66 \pm 1.20	-0.96 \pm 1.83
Cambio de peso (%)	1.19 \pm 0.70	1.16 \pm 0.55	0.91 \pm 0.59
T. de sudoración (mL/min)	17.93 \pm 13.12	16.18 \pm 9.95	13.96 \pm 14.71

T. de sudoración: Tasa de sudoración; %: Porcentaje, mL/min: mililitros por minuto

En este cuadro puede observarse que tanto la diferencia en el porcentaje de hidratación, el porcentaje de cambio de peso y la tasa de sudoración disminuyeron del día 1 al día 3. Los porcentajes de cambio de peso más elevados durante un

entrenamiento fueron de 2.99 % en el día 1 y de 2.62 % en el día 2, ambas cifras fueron del mismo participante. Así como la tasa de sudoración más alta fue de 54.54 (mL/min).

En cuanto a los datos cualitativos tomados durante la realización de la tasa de sudoración, se observó que la mayoría sintió boca seca desde el primer día, sólo algunos presentaron cansancio y mareos. El número de personas que presentaron los síntomas anteriores, fueron incrementándose mientras se acercaba el día del pesaje, aumentando el número de personas que reportaron sentir mareo y cansancio.

Los métodos utilizados en promedio fueron la restricción de líquidos, uso de camisetas, chamarras, térmicos y el peto para entrenar. Estos resultados concuerdan con lo reportado por varios autores en la bibliografía, en donde definen que uno de los principales métodos de "WC" es la restricción calórica e hídrica, utilizar trajes de plástico, sudoración inducida por el ejercicio sin ingerir líquidos y realizar ejercicio excesivo (Artioli *et al*, 2010 y Peniche *et al*, 2011).

La tasa de sudoración indica la pérdida de peso y el volumen de sudor producido, en función de la unidad de tiempo (Juncos, 2013 y Peniche *et al*, 2011). De esta forma, se conoce la cantidad de líquido que se pierde durante la actividad física y cuánto líquido debe consumirse para evitar la deshidratación (Juncos, 2013).

Tal como se observa en el Cuadro 11, la cantidad de sudor disminuyó porque con la deshidratación, ocurre una disminución del volumen sanguíneo originando un aumento de la osmolalidad del plasma y por ende la viscosidad de la sangre. Como el cuerpo trata de mantener el suministro de sangre a los músculos activos y a los órganos vitales, la frecuencia cardiaca también se ve aumentada. Sin embargo, pese a latir más rápido, el gasto cardíaco disminuye y no hay suficiente sangre para difundir a los músculos; desciende la cantidad de sangre que llega a la piel y

disminuye la producción de sudor, se afecta la pérdida de calor del cuerpo y aumenta la temperatura del mismo (Peniche *et al*, 2011).

De igual manera los individuos reportaron sentir los síntomas de deshidratación reportados en la bibliografía, tales como sensación de sed, fatiga muscular, disminución del rendimiento (observado en el último día previo al pesaje) y dolor de cabeza.

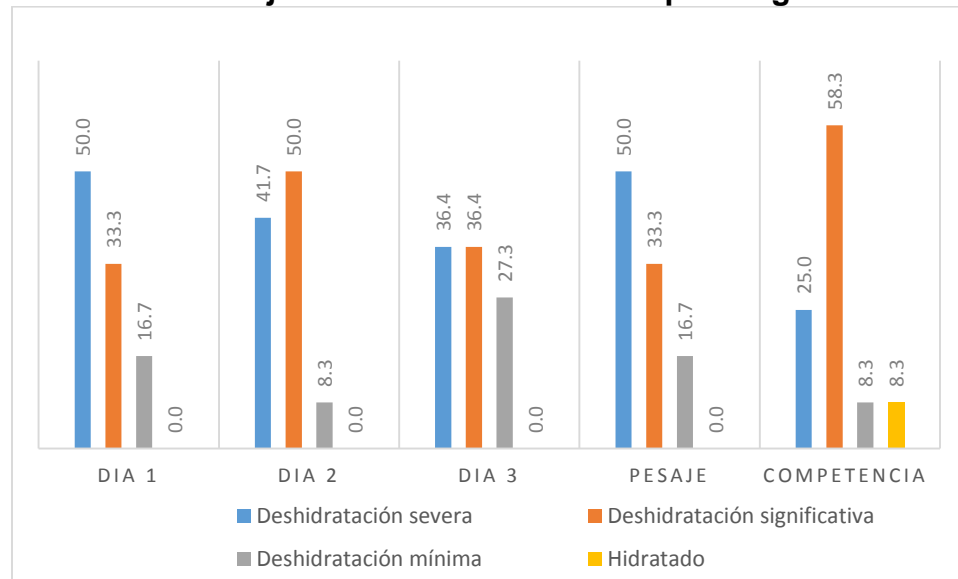
Las desventajas de llevar a cabo estas prácticas son que pueden afectar el balance electrolítico en el cuerpo, especialmente de Ca, lo que puede dar como resultado desmineralización ósea y fracturas por estrés (Chemical analysis of Urine, 2016), reduce el rendimiento deportivo, la función neurológica, el metabolismo del músculo, (Peniche *et al*, 2011) la irrigación sanguínea a los tejidos además de alterar las funciones fisiológicas del organismo.

7.3 Análisis de hidratación por orina.

De acuerdo a su libro “Nutrición aplicada al deporte”, Peniche *et al* (2011), señalan que los indicadores urinarios de la deshidratación incluyen una disminución del volumen de orina, GEO elevada, y color oscuro de la orina. A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidas para ambas variables, cabe mencionar que los datos de hombres y mujeres fueron analizados juntos al contar con el mismo parámetro de referencia.

La Gráfica 3 muestra el porcentaje promedio de la GEO en orina para los 5 días.

Gráfica 3. Porcentaje de la GEO de los 5 días por diagnóstico.



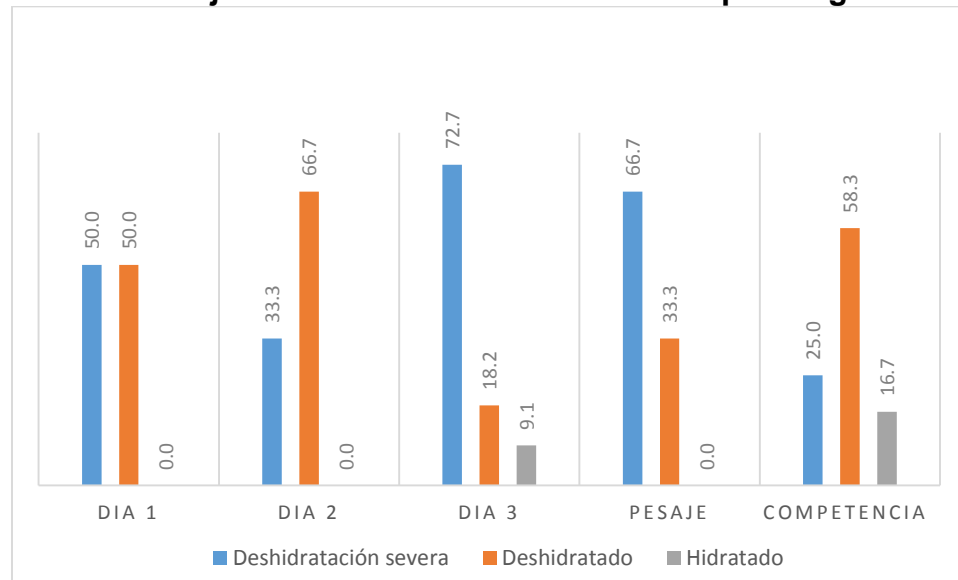
En esta gráfica puede observarse que durante los 3 días previos al pesaje ningún competidor se encontró hidratado de acuerdo con los datos obtenidos a partir de la determinación de la GEO en orina. La mayoría de los deportistas se encontró dentro de los rangos de deshidratación mínima, severa y significativa. Los resultados observados durante este periodo se deben a la restricción calórica e hídrica a la que se someten la mayoría de los participantes.

Del día del pesaje al día de la competencia, hubo una reducción del 25% de los participantes con hidratación severa, un incremento del 2% en deshidratación significativa, un decremento de 8.4 % en deshidratación mínimo y hubo un 8.3 % de los participantes en buena hidratación.

La Gráfica 4 muestra el porcentaje del color en orina para los 5 días, cabe mencionar que, en individuos sanos, éste debe ser claro, amarillo pálido a ámbar (Suverza *et al*, 2010). Esta variable fue evaluada tomando como referencia la escala de Armstrong para el diagnóstico de la hidratación, ya que muestra una elevada correlación con la GEO de la orina y puede usarse para determinar el estado de hidratación cuando no es necesaria una gran precisión. En este estudio fue utilizado

como complemento al análisis de la GEO, ya que éste es un método fiable, práctico y no invasivo (Silva *et al*, 2010).

Gráfica 4. Porcentaje del color en orina de los 5 días por diagnóstico.



En esta gráfica puede observarse que hubo un incremento del 16.7 % en hidratación severa a partir del día 1 al del pesaje. En esta etapa, puede observarse que en el día 3 se presentó el mayor porcentaje con deshidratación severa con 72.7 % y el único día donde hubo un 9.1 % en estado hidratado.

Es importante mencionar que durante este periodo, fueron observadas orinas de color rojizo y naranja oscuro que puede relacionarse con un síndrome clínico y bioquímico llamado rabdomiolisis, el cual es el resultado del daño muscular, necrosis del músculo-esquelético y liberación del contenido celular al torrente circulatorio, el cual se traduce como “disolución del músculo esquelético” debido a que estas lesiones en el músculo esquelético alteran la integridad del sarcolema liberándose el contenido intracelular de las células musculares en el plasma incluyendo CKP, mioglobina, lactato, potasio y fósforo (Ortega, 2011 y Pérez *et al*, 2001).

En individuos sanos, es asociada al deporte porque es inducida por el ejercicio vigoroso debido a que los niveles de CPK suelen aparecer en niveles más altos en individuos que realizan ejercicios con contracciones musculares excéntricas o de alargamiento (acciones que provocan que el músculo se alargue, fundamentales en la mayoría de los deportes debido a que sirven para frenar movimientos y a los cambios de dirección; actividades utilizadas en el TKD) que en contracciones concéntricas o de acortamiento. Por otro lado, la deshidratación, el uso de ropa restrictiva, la contracción muscular intensa, las alteraciones electrolíticas (que producen un desequilibrio iónico en el sarcolema, de igual forma en situaciones de hipo/hipernatremia, hipocalemia e hipofosfatemia, debido a que intervienen las bombas de Na^+ - K^+ y la de Ca^{2+} - Na^+ que se encuentran en la membrana celular, manteniendo las diferencias de concentración iónica y así el buen funcionamiento) también pueden inducir a la aparición de rhabdomiólisis (Ortega, 2011).

Con respecto del día del pesaje al de la competencia hubo una reducción de 41.7 % de los participantes con deshidratación severa, un aumento del 25 % con deshidratación y un 16.7 % de participantes en estado de buena hidratación.

Los datos obtenidos en el estudio mediante la GEO y el color, concuerdan con el proceso de deshidratación que pasaron los atletas en la etapa de pre-competencia en cuanto a la aplicación de técnicas de "WC", mediante sudoración inducida por el ejercicio, poca ingesta de agua, uso de trajes de plástico y ejercicio excesivo. Por esta razón, los resultados muestran niveles mayores de deshidratación en el día del pesaje.

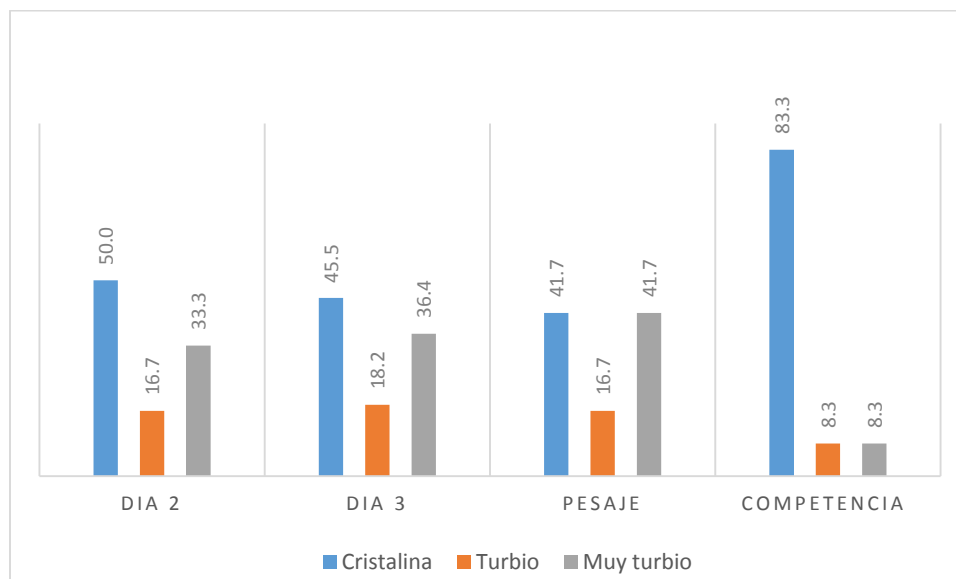
Como consecuencia a la rehidratación después del pesaje, hubo una mejora en el estado de hidratación de los participantes en comparación con el día del pesaje. La ACSM establece que los individuos que buscan alcanzar una recuperación rápida y completa después de la deshidratación deben consumir aproximadamente 1.5 L de líquido por cada kilogramo de PCT perdido (Peniche *et*

al, 2011). La mayor pérdida de peso registrada en el estudio fue de 7.15 kg, lo que equivaldría a que ingiriera 10.72L de líquido siguiendo la recomendación anterior.

Dadas las grandes pérdidas de peso que experimentaron algunos de los participantes, ingerir demasiado líquido en poco tiempo podría afectar el organismo dando como consecuencia que los individuos cayeran en estado de hiperhidratación lo que aumenta la posibilidad de orinar durante la competencia o eleva el riesgo de sufrir hiponatremia por dilución lo que puede traducirse en confusión, desorientación, dolor de cabeza, náusea, vómito y debilidad muscular (Peniche *et al*, 2011).

Otra de las variables evaluadas en el presente estudio fue la turbidez de la orina, que de acuerdo con Suverza *et al* (2010) refleja infección, pus o bien concentración; la cual está relacionada con la deshidratación. La Gráfica 5. muestra los resultados obtenidos durante los dos días previos al pesaje, el pesaje y la competencia.

Gráfica 5. Promedio de la turbidez en orina de los 4 días.



Puede observarse que el 50 % de las muestras fueron cristalinas el día 2 del estudio, el 16.7% fueron turbias y el 33.3% fueron muy turbias. Conforme pasaron los días hubo una disminución de las muestras de orina cristalinas y un aumento de las muestras muy turbias.

El día del pesaje, el 41.7 % de las muestras fueron cristalinas, el 16.7 % fueron turbias y el 41.7 % fueron muy turbias. Hubo una disminución del 8.3 % de muestras cristalinas del día 2 al día del pesaje. El porcentaje de muestras turbias se mantuvo y hubo un incremento de 8.4 % de muestras muy turbias del día 2 al día del pesaje.

En la etapa de post- pesaje, el 83.3 % de las muestras fueron cristalinas, el 8.3 % fueron turbias y el 8.3 % fueron muy turbias. Hubo un aumento de orinas cristalinas de 41.6 % en el día de la competencia, hubo una reducción de 8.4 % y 33.4 % de muestras de orina turbia y muy turbia respectivamente.

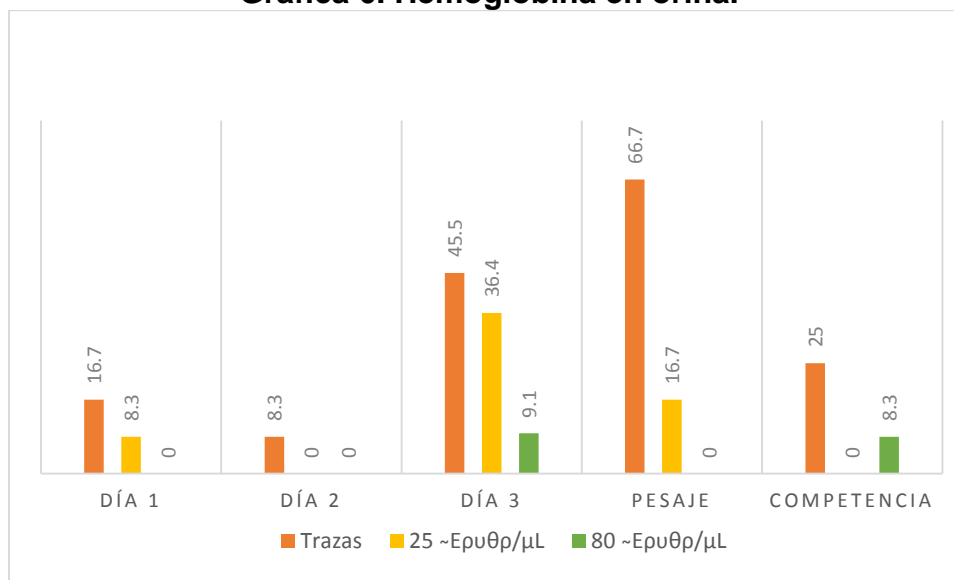
En condiciones normales, la orina debe ser cristalina o transparente. Cuando la orina es turbia puede ser evidencia de presencia de fosfatos, uratos, moco, bacterias, células epiteliales o leucocitos (Complete urinalysis, 2016). Este moco está compuesto principalmente por la glicoproteína de Tamm- Horfall secretada por las células tubulares distales y el asa de Henle ascendente, es poco significativo desde el punto de vista clínico.

Debido a las prácticas de WC, dónde la deshidratación es la más común, se cree que la turbidez de la orina de los participantes se debe a la deshidratación, pues en éstos casos el riñón se ve forzado a concentrar la orina para poder eliminar de forma eficiente las sustancias de desecho, dando como resultado orina más concentrada (más oscura) (Suverza *et al*, 2010). Lo anterior se comprueba con la disminución de la turbidez en las muestras analizadas el día de la competencia.

7.4 Análisis de química de orina.

De igual manera, se realizó el análisis de la composición química de la orina por medio de las tiras reactivas Multistix. En las siguientes gráficas se presentan únicamente los resultados alterados.

Gráfica 6. Hemoglobina en orina.



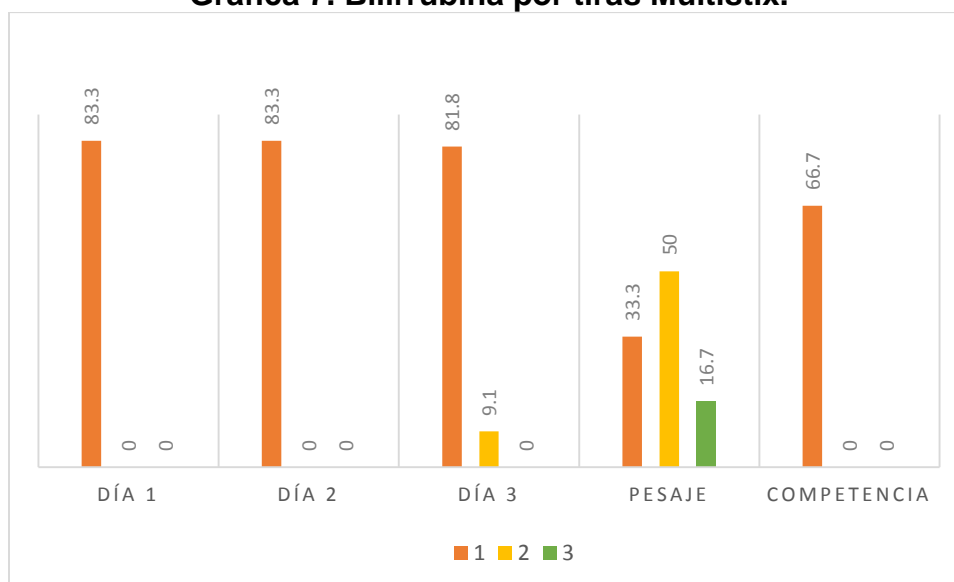
En esta gráfica puede observarse la presencia de hemoglobina en las muestras de orina estudiadas, misma que se incrementó a medida que se acercaba el día del pesaje. En el primer día, el 16.7 % de los competidores presentaron trazas de sangre en la orina, en comparación con el día del pesaje en donde el 66.7% presentó trazas de sangre en orina, habiendo una diferencia del 50 % entre el día 1 al día del pesaje.

En el día de la competencia, el número de participantes que presentaron trazas hemoglobina en orina disminuyó 41.7% en comparación con el día del pesaje, habiendo sólo un 25% de los integrantes del estudio que presentaron trazas de sangre en la orina.

La hemoglobina es una proteína transportadora de oxígeno encontrada dentro de los glóbulos rojos, en condiciones normales esta debe estar ausente en orina, ya que su presencia indica que hay sangre en la misma, mejor conocido como hematuria (UA | Lab Tests Online, 2016). La hemoglobina en la orina se presenta cuando hay: enfermedades renales y del tracto urinario, cálculos renales, uso de medicamentos, consumo de tabaco y ejercicio excesivo (UA | Lab Tests Online, 2016 y Suverza *et al*, 2010).

En el caso de los sujetos de estudio, se cree la presencia de hemoglobina es debida al ejercicio excesivo y rabdomiólisis, ya que el TKD al ser un deporte de combate, los eritrocitos se rompen y son secretadas trazas de hemoglobina por la orina. Además de que los días previos a la competencia, la mayoría realizaba entre uno y tres entrenamientos al día para perder sudor y de esta forma peso. Cabe mencionar, que como se comentó anteriormente, la presencia de eritrocitos en orina pueden ser indicador de infección.

Gráfica 7. Bilirrubina por tiras Multistix.



Dónde: 1 = aprox. 5 mg/dL (bajo), 2= entre 6 y 7 mg/dL (moderada) y, 3 = aprox. 8 mg/dL (alto)

En esta gráfica se puede analizar la presencia de bilirrubina en las muestras de orina estudiadas. La bilirrubina es un producto de desecho del hígado que proviene de la rotura de la hemoglobina presente en los glóbulos rojos que son removidos de la circulación. Se vuelve un componente de la bilis, que se secreta en los intestinos para ayudar a la digestión de los alimentos. (Urinalysis Examinations: Urine Test; Urine Analysis; UA | Lab Tests Online, 2016).

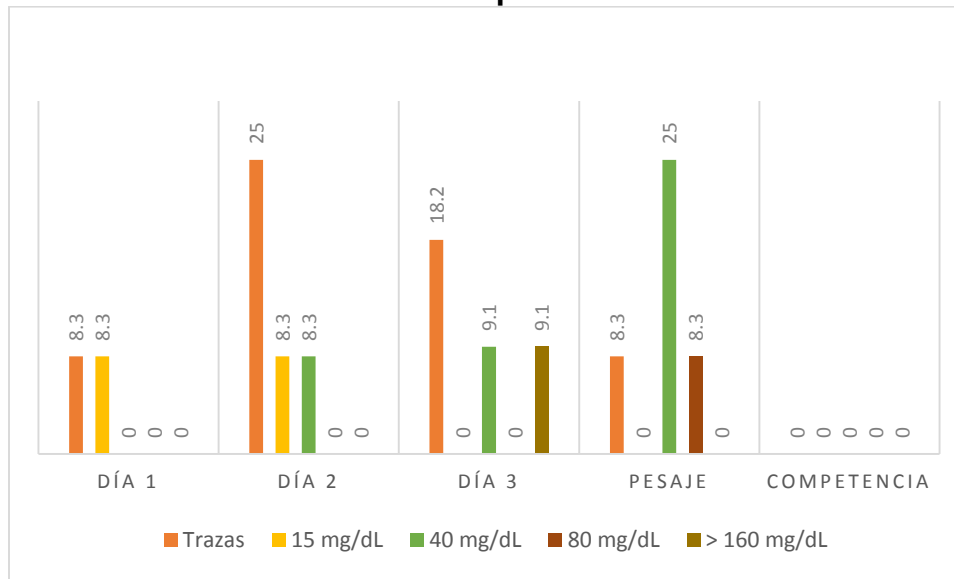
La bilirrubina no debe estar presente en individuos normales o sanos. Su presencia indica cálculos biliares e inflamación de hígado y ductos biliares. La presencia de bilirrubina en orina es un indicador temprano de enfermedades del hígado y puede presentarse antes de que se manifiesten los síntomas clínicos, como el desarrollo de ictericia. (UA | Lab Tests Online, 2016 y Suverza *et al*, 2010)

Es importante mencionar que del día 1 al día 3 predominó el 1 positivo en las muestras de orina. El día del pesaje, un 50 % de los participantes presentó 2 positivo, 33.3 % se ubicó en 1 positivo y un 16.7% en 3 positivo. Además, ningún participante se encontró dentro de los parámetros normales, es decir, sin bilirrubina en orina.

El día de la competencia sólo se observa un 66.7 % de los participantes en 1 positivo mientras que los demás estuvieron dentro de los parámetros normales.

La Gráfica 8 muestra el análisis de las cetonas en orina, mismos que son metabolitos que se forman como producto de la degradación de ácidos grasos (UA | Lab Tests Online, 2016), de los tres compuestos cetónicos presentes en la orina: hidroxibutirato 78%, ácido acetoacético 20% y acetona 2%, sólo el ácido acetoacético es adecuadamente detectado por la cinta reactiva (Cavagnaro, 2016). En el ámbito deportivo, éstos deben ser negativos, su presencia es indicador de práctica de ejercicio excesivo, ingesta insuficiente de energía y/o hidratos de carbono, un ayuno prolongado o inanición.

Gráfica 8. Cetonas por tiras Multistix.



Tal como se observa en esta gráfica, la concentración de cetonas en orina, así como el número de deportistas que las presentaban, se incrementó conforme se acercaba el día del pesaje. En el día 1, el 16.6 % de los participantes presentaron cetonas en la orina en comparación con el día del pesaje en el que el 41.6 %. Es importante destacar que en el día 3, el 9.1 % de los participantes presentaron >160 mg/dL de cetonas en orina, siendo éste el valor más elevado registrado en el estudio.

El día del pesaje, el 25 % de los participantes presentaron 40 mg/ dL de cetonas en orina, el 8.3 % presentó 80 mg/dL y el 8.3 % tuvo trazas de cetonas en orina. En contraste, el día de la competencia, el 100 % de los participantes aparecieron dentro de los parámetros normales, es decir, sin cuerpos cetónicos en orina.

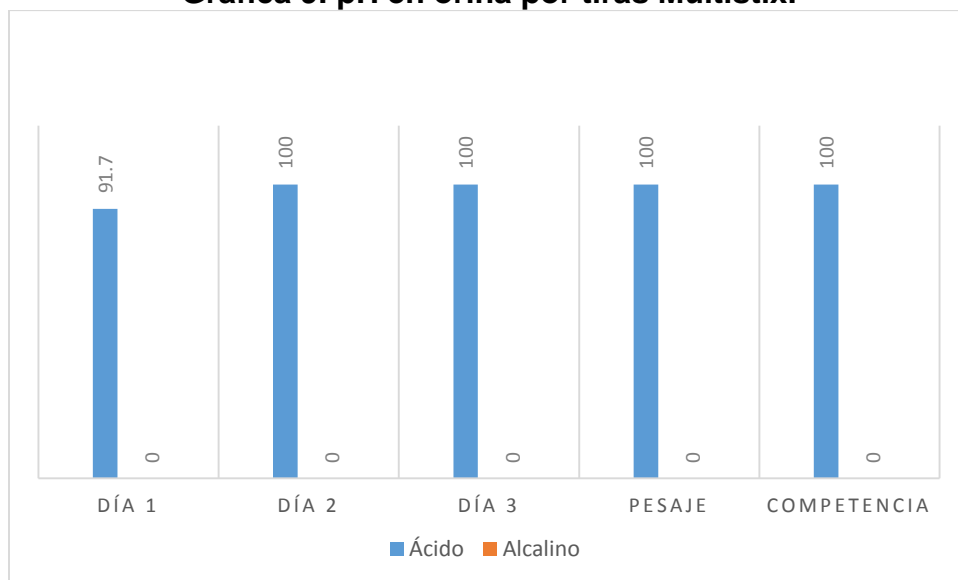
Como se mencionó con anterioridad, en el contexto deportivo, la prueba de cetonas en orina debe salir negativo. Si ésta prueba sale positiva, es indicador de que éste está entrenando con los depósitos de glucógeno muscular vacíos y como consecuencia el rendimiento deportivo disminuya (Urdampilleta *et al*, 2012). De la misma manera, las cetonas presentes en orina en deportistas pueden deberse a la

deficiencia de los depósitos de glucógeno, en condiciones de dietas hiperproteicas (Urdampilleta *et al*, 2012).

Nuevamente, los resultados obtenidos confirman la práctica del WC, donde se busca la restricción calórica como otro método para alcanzar los objetivos de peso deseados. Cabe mencionar que el día de la competencia nadie tuvo cetonas en orina debido a que la ingesta calórica volvió a la normalidad, y por ende la glucosa volvió a ser el sustrato energético principal.

Por otro lado, se evaluó el pH de la orina, el cual refleja el equilibrio ácido-básico de la orina. En el ámbito deportivo es frecuente encontrar valores de pH en la orina entre 5 y 6, la cual es considerada levemente ácida (Urdampilleta *et al*, 2012). Los valores de éste indicador se modifican de acuerdo con función renal, la presencia de infección urinaria, el tipo de dieta o drogas consumidas, y el tiempo de obtenida la muestra (Cavagnaro, 2016, Chemical analysis of Urine, 2016 y Suverza *et al*, 2010). En la Gráfica 9 se muestra el resumen de los valores obtenidos.

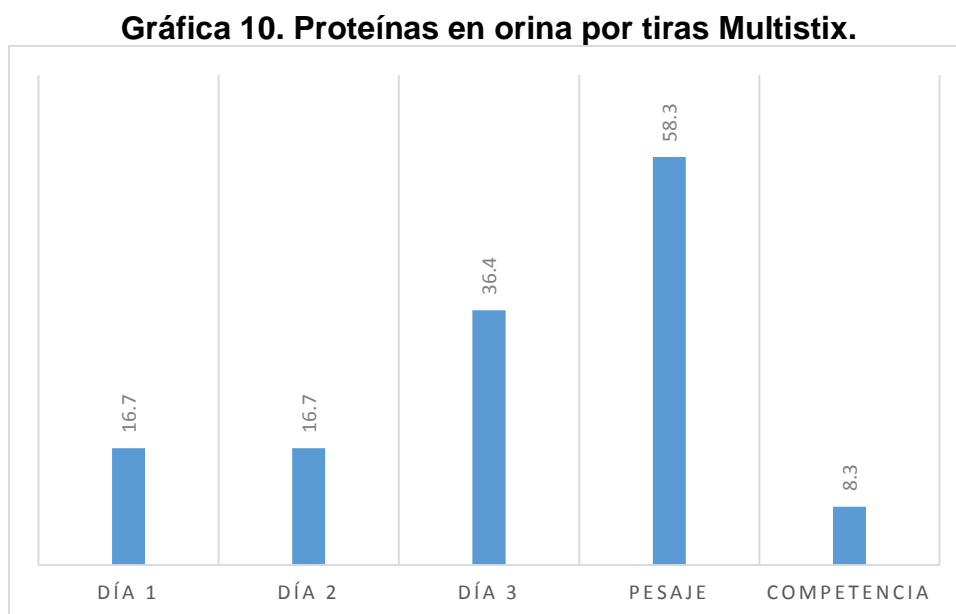
Gráfica 9. pH en orina por tiras Multistix.



Durante todo el estudio la mayoría de los participantes presentaron pH ácido en la orina con excepción del día 1, en el que el 8.3 % se encontró con un pH alcalino. De acuerdo con Suverza *et al* (2010), el pH ácido refleja acidemia, ayuno, deshidratación, dieta rica en proteínas, cetonas o cálculos renales. Otros autores también mencionan que es signo de inanición, hiponutrición y un aumento en la intensidad del entrenamiento (Urdampilleta *et al*, 2012 & University of Maryland Medical Center, 2016).

Una vez más se comprueba que debido a las prácticas de “WC” llevadas a cabo, en este caso llevar una dieta baja en HCO, alta en proteínas, la deshidratación, el ayuno y una intensidad de entrenamiento elevada se ven reflejados, en casi un 100% en la semana del estudio, en un pH ácido.

La presencia de proteínas en orina es indicador de enfermedad renal temprana o causado, en condiciones no patológicas, por actividad física extenuante, deshidratación y dietas hipeproteicas. Por lo que fueron analizadas en el presente estudio, la Gráfica 10 muestra los resultados.



Como se observa en la Gráfica 10, durante los dos primeros días de estudio algunos de los participantes presentaron trazas de proteína en orina (16.7%), que se intensificó a medida que se acercaba el pesaje (58.3%) y disminuyeron el día de la competencia (8.6%). Cabe mencionar que el 50 % que no apareció dentro del grupo con trazas de proteínas en la orina, encontrándose dentro de los parámetros normales, es decir, sin proteínas en la orina.

Las tiras reactivas miden la cantidad de albúmina contenida en la orina. Normalmente, no debe haber cantidades detectables. Cuando los niveles de proteína son elevados, se presenta una condición llamada proteinuria, lo que puede ser una señal temprana de enfermedad renal. La presencia de proteinuria significativa sugiere enfermedad renal, aunque puede no serlo (Cavagnaro, 2016). En otros casos donde puede haber proteinuria son por condiciones que destruyan los glóbulos rojos, inflamación del tracto urinario (UA | Lab Tests Online, 2016).

Las causas de proteinuria no patológicas asociadas son el esfuerzo físico, llevar a cabo una dieta hiperproteica, (Complete urinalysis, 2016) fiebre, deshidratación o ejercicios extenuantes, o la secundaria a hiperproteinemias (Cavagnaro, F., 2016).

Tlatoa *et al* (2014), explican que la proteinuria se relaciona más con la intensidad del ejercicio que con la duración. Las proteinurias de esfuerzo pueden ser interpretadas en parte por una disminución de la reabsorción tubular de las existentes en el filtrado glomerular y se explican por un aumento de la permeabilidad de la membrana de filtración glomerular; permitiendo el paso de proteínas de mayor peso molecular. Además parece que pueden intervenir otros mecanismos, como la disminución de la capacidad de reabsorción de las proteínas durante el ejercicio, por existir cierto grado de lesión a nivel de los túbulos de la nefrona, además de pequeñas lesiones a nivel muscular, que pueden producir lesiones en las nefronas.

En este caso se relaciona que la presencia de proteínas en la orina es originada por el esfuerzo físico y entrenamientos extenuantes, la deshidratación y el seguimiento de una posible dieta hiperproteíca, como consecuencia de la baja ingesta de HCO como método de "WC".

7.5 Análisis de la hidratación tras ingerir bebidas deportivas, agua de coco y agua natural.

Una vez completado el pesaje, los deportistas proceden a reponer las pérdidas de los días anteriores utilizando líquidos rehidratantes y alimentos. Para efectos de éste estudio, los participantes fueron divididos en tres grupos (cuatro personas por grupo), a cada uno se les proporcionó 1 litro de bebidas rehidratantes (agua de coco, Gatorade o agua natural), dependiendo del grupo en el que se encontraban y además debían tomar agua natural *ad libitum* (a libre demanda). Aunado a esto, se les pidió que llevaran un registro de bebidas (Anexo 3).

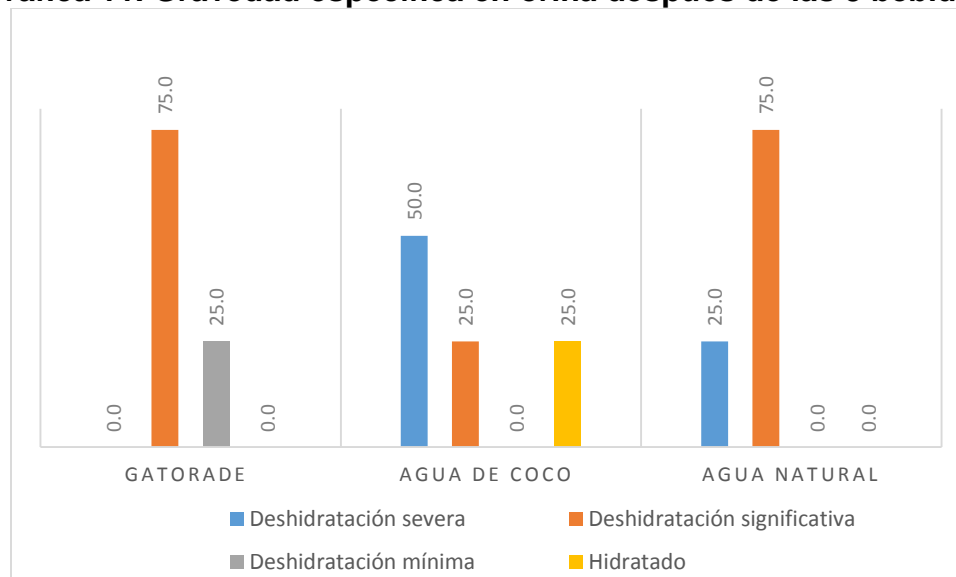
En promedio el grupo de Gatorade ingirió 1, 250 ml de Gatorade y 1, 425 ml de agua natural, sumando un total de 2, 675 ml ingeridos, lo cual fue lo adecuado, debido a que en promedio los participantes perdieron 1.30 kg lo que equivale a una ingesta de 2,250 ml de acuerdo a la recomendación. Tres de los cuatro participantes del grupo mencionaron que se sintieron bien pero sintieron sensación de sed con el Gatorade, así que tuvieron que beber agua natural. El otro participante comentó que se sintió mucho mejor y sin síntomas de sed.

El grupo de agua de coco, en promedio bebió 1, 275 ml de agua de coco y 1, 887.5 ml de agua natural, sumando un total de 3, 162.5 ml ingeridos, lo cual no fue lo esperado, ya que los integrantes de este grupo perdieron en promedio 3.18 kg, lo que equivale a una ingesta recomendada de 4, 770 ml, de acuerdo al cálculo mencionado anteriormente. Tres de cuatro participantes del grupo comentaron que no les gustó el sabor pero que se sintieron mucho mejor y recuperados. El otro integrante mencionó que se sintió bien y que el sabor le gustó.

El grupo de agua natural, consumió en promedio 2,175 ml de agua, lo cual no fue lo adecuado, debido a que en promedio los participantes perdieron 1.77 kg, lo que equivale a un consumo de 2,650 ml para cumplir con el requerimiento. Todos comentaron que se sintieron bien pero en algunos casos mencionaron que sintieron que les faltó glucosa y que no se sintieron “enteros”.

Además del registro de bebidas, para determinar cuál era el mejor líquido rehidratante, se evaluó el nivel de hidratación en orina el día de la competencia. A continuación se presenta el análisis comparativo de la GEO (Gráfica 11) y turbidez (Gráfica 12), para las muestras de los tres grupos.

Gráfica 11. Gravedad específica en orina después de las 3 bebidas.



En el grupo del Gatorade, el día de la competencia hubo 75 % con deshidratación significativa y 25 % con deshidratación mínima. En el grupo de agua natural sucedió algo similar, donde el 25 % presentó una deshidratación severa y el

75 % una deshidratación significativa. Cabe mencionar que en ninguno de los dos se vieron competidores con buena hidratación.

En el grupo de agua de coco, el día de la competencia, los porcentajes de deshidratación severa y significativa se mantuvieron (50% y 25%, respectivamente), no hubo participantes en deshidratación mínima pero hubo 1 participante en el grupo de buena hidratación.

Como se mencionó en capítulos anteriores, el Gatorade es la bebida rehidratante que contiene la mayor cantidad de HCO y Na, en comparación con el agua de coco y, obviamente, el agua natural. De igual forma, el Gatorade contiene un poco más del doble de Na que el agua de coco. Se sabe que la relación glucosa: Na en una bebida rehidratante es importante para la absorción del agua a nivel de intestino, la cual se lleva a cabo mediante difusión pasiva (Peniche *et al*, 2011).

Cabe mencionar que los participantes que tomaron Gatorade, fueron los que demostraron tener una mejora en cuánto a los niveles de hidratación, los integrantes de este grupo reportaron sentir sensación de sed con esta bebida. Durante la competencia, los participantes reportaron sentirse bien aunque algunos mencionaron sentir las piernas pesadas y falta de aire durante el combate. De este grupo la mitad clasificó y la otra mitad no, siendo dos y dos respectivamente.

Otro electrolito que fue tomado en cuenta en este estudio fue el K, ya que éste interviene junto con el Na y el Ca, en la regulación neuromuscular y en la transmisión electroquímica de impulsos nerviosos, la estimulación y acción de los músculos al participar en bomba de Na⁺-K⁺. También contribuye en el metabolismo de HCO y proteínas al participar en el almacenamiento de glucógeno hepático (fuente de energía de reserva) y nitrógeno muscular (Peniche *et al*, 2011). Datos que respaldan lo reportado por los participantes del grupo de agua de coco, bebida que contiene la mayor cantidad de este mineral (16 veces más en comparación con

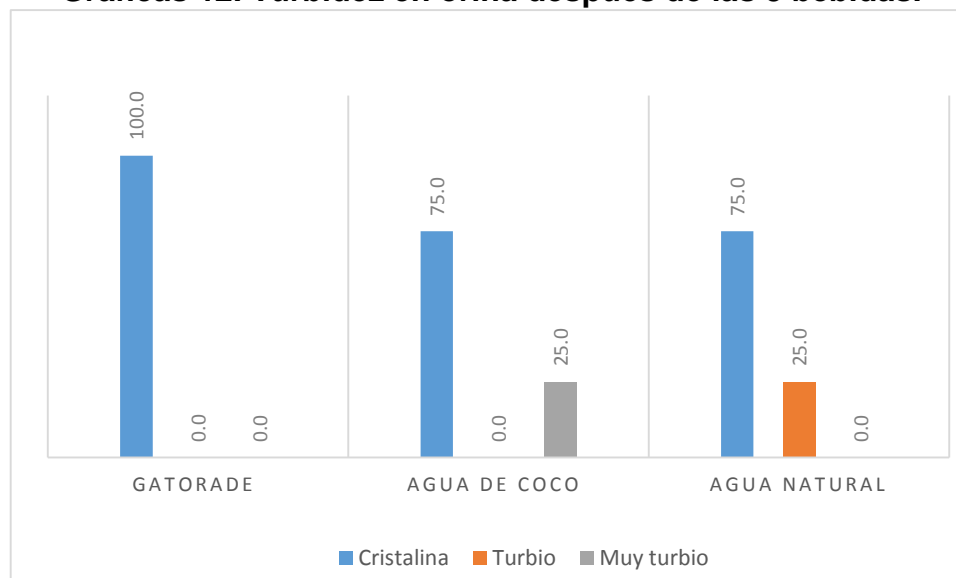
el Gatorade), en donde todos dijeron haberse sentido una mejor recuperación aunque el sabor no les había gustado mucho.

Es importante mencionar que el único grupo que bebió agua de coco como líquido rehidratante presentó 1 competidor en estado de buena hidratación, aunque se encontró el mismo porcentaje de deshidratación severa y deshidratación significativa a comparación del día de la competencia. Esto puede deberse a la menor cantidad de glucosa y Na contenidos en el agua de coco, pero que de igual forma ayudaron a la hidratación.

En cuanto a los participantes del grupo de agua natural, no pudieron verse muchos cambios en la hidratación, debido a que el agua no contiene Na, K o glucosa lo cual es necesario para la absorción de agua en el intestino, por lo que no se recomienda como único líquido rehidratante.

En la Gráfica 12. se compran el grado de turbidez presentada por los participantes tras la ingesta de las mismas bebidas.

Gráficas 12. Turbidez en orina después de las 3 bebidas.



En ésta gráfica destaca el grupo de Gatorade, con el 100% de los participantes con orina cristalina. En el caso de los participantes que bebieron agua de coco y agua natural, el 75 % presentaron orina cristalina y el otro 25 % presentó orina muy turbia. Estos datos se encuentran relacionados con el nivel de hidratación.

7.6 Relación de hidratación con resultados deportivos.

De los 12 participantes en el estudio, 8 clasificaron y los otros 4 no clasificaron a la etapa regional del CONDDE 2016.

De los 4 competidores que no clasificaron, 1 se encontraba con deshidratación severa y 3 con deshidratación significativa. Tres participantes mencionaron sentirse con falta de aire durante el combate, una persona comentó que sintió las piernas pesadas y tres personas comentaron que a pesar de la falta de aire y las piernas pesadas se sintieron bien.

De los 8 participantes que clasificaron, 4 mencionaron que sintieron que les faltó el aire durante el combate, 2 comentaron que sintieron las piernas pesadas, 3 con las boca seca y 2 se sintieron bien a pesar de sentir las piernas pesadas y la falta de aire y otros 2 mencionaron sentirse bien.

Aunque el éxito competitivo es multifactorial y complejo para ser determinado en una sola variable, las asociaciones que brindan estos investigadores son intuitivas y ayudan a discernir el impacto que tienen las pérdidas de peso en un lapso corto de tiempo. Franchini *et al* (2012) y Martínez (2013) mencionan en sus meta-análisis y revisión respetivamente, los resultados obtenidos por Wroble y Moxley (1998), en donde mencionan que a nivel regional, en una competencia de lucha, observaron que los atletas que perdieron más PCT obtuvieron mejores resultados que los que perdieron menos peso, además reportaron que atletas que llevaron a cabo los métodos más agresivos de “WC”, tuvieron mejores resultados

competitivos comparado con los individuos que estaban conscientes de cuidar su salud. Además, ambos autores citan de igual manera el estudio realizado por Horswill *et al* (1994), en donde concluyen que la cantidad de peso perdido, y por consecuencia, la cantidad de peso ganado no representa ningún efecto en el éxito competitivo.

Por estas razones, no es posible comparar el nivel de hidratación con el nivel competitivo, ya que el éxito del mismo engloba muchas variables. Aunque puede observarse que todos los participantes que no clasificaron se encontraban en deshidratación severa o significativa. Dos de ellos mencionaron sentirse desconcentrados, el cual es otro efecto adverso de la deshidratación.