

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Evaluación del contenido de electrolitos y azúcares
reductores en seis diferentes bebidas hidratantes**

Artículo Académico

Nina Victoria Arguello Pérez

Química

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciada en Química

Quito, 26 de julio de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Evaluación del contenido de electrolitos y azúcares reductores en seis
diferentes bebidas hidratantes**

Nina Victoria Arguello Pérez

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

David A. Egas, Ph.D

Firma del profesor

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, Ph.D

Firma del profesor

Quito, 26 de julio de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Nina Victoria Arguello Pérez

Código: 00111805

Cédula de Identidad: 1719956920

Lugar y fecha: Quito, julio de 2016

RESUMEN

En este estudio se evaluó la efectividad hidratante de tres diferentes bebidas deportivas (PW, SP, GT), dos marcas de agua de coco embotellada (SX, CF) y un tipo de agua de coco pura (CC), basándose en el análisis del contenido de azúcares y de su composición electrolítica. Además se estudió las diferencias entre lotes de producción (L1 y L2) para cada una de las bebidas seleccionadas. El método utilizado para el análisis de sodio, potasio, calcio y magnesio fue Espectrometría de Absorción Atómica para el cual se trabajó con un modelo Buck Scientific, 210 VGP. El contenido de cloruros se cuantificó mediante la titulación de Mohr y el contenido de azúcares reductores mediante el método de Fehling. Todos los análisis demostraron coeficientes de determinación bastante buenos, además se encontró diferencias significativas de los factores bebidas hidratantes, lotes de producción e interacción lote-bebida. Las bebidas deportivas demostraron superioridad frente a las aguas de coco en cuanto al contenido de sodio (55.81 mg/100 mL), pero el agua de coco fue superior en contenido de potasio (452.1 mg/100 mL), calcio (19.05 mg/100 mL), magnesio (19.49 mg/100 mL) y cloruros (247.1 mg/100 mL). Para los azúcares no hubo una clara superioridad, ya que la bebida deportiva PW-L2 (6.68 g/100 mL) fue similar al de las aguas de coco (6.33 g/100 mL) demostrando que ambos hidratantes son eficientes para la recuperación de carbohidratos durante el ejercicio físico. En conclusión, el agua de coco es una buena opción como bebida deportiva natural, sin embargo, se recomienda compensar la carencia de sodio mediante la dieta o eligiendo la variedad y estado de maduración favorecidos.

Palabras clave: hidratación, electrolitos, sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruros, azúcar, agua de coco, bebidas deportivas

ABSTRACT

This study assessed the effectiveness of three different sport drinks (PW, SP, GT), two brands of bottled coconut water (SX, CF) and one type of fresh coconut water (CC) as rehydration fluids, based on the electrolyte and sugar contents of the different samples. Furthermore, the differences between the production batches (L1 and L2) of the selected beverages were also analyzed. A Buck Scientific, 210 VGP, Atomic Absorption Spectrometer was used to measure the content of sodium, potassium, calcium and magnesium in all the samples. Chloride was quantified by the Mohr method and the sugar content by the Fehling test. All of the results showed excellent coefficients of determination, and statistical significance was found for the analyzed factors, meaning, beverages, batches and beverage-batch interaction. The sport drinks showed higher values than the coconut water regarding sodium content (55.81 mg/100 mL), but coconut water was much better in relation to the potassium (452.1 mg/100 mL), calcium (19.05 mg/100 mL), magnesium (19.49 mg/100 mL) and chloride (247.1 mg/100 mL) contents. Finally, there was no clear difference in the sugar content of commercial drinks and coconut water, because PW-L2 (6.68 g/100 mL) and fresh coconut water (6.33 g/100 mL) were statistically the same, which means that both beverages are effective as a source of carbohydrate recovery after exercise. Conclusively, coconut water is a good choice as natural sport beverage, although, it is recommended to compensate the sodium deficiency with a salt rich diet or by choosing the sodium richer variety and maturity stage of the coconut.

Key words: Hydration, electrolyte, sodium, potassium, calcium, magnesium, chloride, sugar, coconut water, sport drink

TABLA DE CONTENIDO

Derechos de Autor	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
Introducción.....	9
Desarrollo del Tema	13
Materiales y métodos	13
Tratamientos y diseño experimental.....	13
Preparación de muestras	13
Análisis de sodio, potasio, calcio y magnesio	14
Análisis de cloruros	14
Análisis de azúcares reductores	15
Resultados y discusiones	16
Curvas de calibración:	16
Análisis de las variables de respuesta	17
Conclusiones	30
Referencias bibliográficas.....	31
Anexos	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de sodio en mg/100 mL	18
Tabla 2 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de sodio	19
Tabla 3 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de potasio en mg/100 mL .	20
Tabla 4 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de potasio.....	21
Tabla 5 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de calcio en mg/100 mL ...	22
Tabla 6 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de magnesio en mg/100 mL	22
Tabla 7 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de calcio.....	23
Tabla 8 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de magnesio	24
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de cloruros en mg/100 mL	24
Tabla 10 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de cloruros	25
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de azúcares reductores en g/100 mL.....	26
Tabla 12 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de azúcares reductores.....	27
Tabla 13 Osmolaridad teórica calculada en mOsm/L mediante todos los resultados de la investigación	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organización de fluidos corporales y electrolitos en compartimentos	10
Figura 2 Curvas de calibración en EAA para las variables A) sodio, B) potasio, C) calcio y D) magnesio	17

INTRODUCCIÓN

La deshidratación es una condición que se da cuando una persona pierde una cantidad de fluidos equivalente al 2-3% de su masa corporal[1]. Una pérdida de esta magnitud puede darse a causa de vómito o diarrea en personas enfermas[2] o por medio del sudor en deportistas[3]. De todos modos, en ambos casos se puede llegar a una deshidratación severa, condición que afecta el correcto funcionamiento de muchos sistemas, causando síntomas tanto físicos como cognitivos[4]. En cuanto a los deportes, la deshidratación afecta principalmente el rendimiento aeróbico[5], por este motivo, los deportistas son los principales interesados en la correcta hidratación, ya que beber antes, durante y después del ejercicio físico previene pérdidas excesivas de agua y cambios en el balance electrolítico que puedan afectar su rendimiento[6]. En este contexto, es importante conocer los elementos bioquímicos que participan en el proceso de hidratación, de tal manera que se pueda elegir las bebidas con mejores características.

El primer factor importante es el agua, la cual constituye el 60% del peso corporal, por lo tanto es encontrada en cada célula, en varios tejidos y en una gran cantidad de diferentes compartimentos del cuerpo humano. En adultos, dos tercios del agua total se encuentran en el fluido intracelular (ICF, por sus siglas en inglés) y un tercio en el fluido extracelular (ECF, por sus siglas en inglés). El agua es además el solvente principal en una gran cantidad de procesos, cumple una función transportadora y mantiene el volumen vascular, permitiendo así la circulación sanguínea[4]. Dado que el agua es un solvente polar, puede disolver una gran variedad de átomos, moléculas e iones que se encuentran balanceados en el ICF y el ECF. A su vez, en el ECF el agua y sus componentes se encuentran equilibrados entre el plasma y el líquido intersticial como se puede ver en la Figura 1.

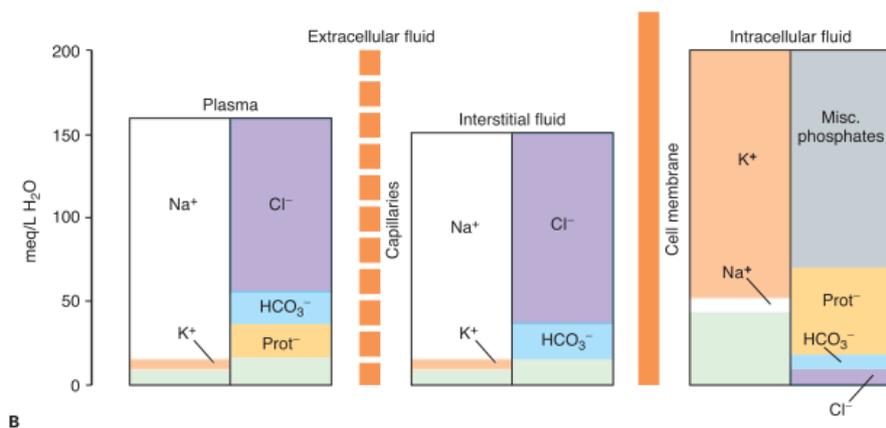


Figura 1 Organización de fluidos corporales y electrolitos en compartimentos

El equilibrio entre los compartimentos es regulado por mecanismos homeostáticos como pH, temperatura y presión osmótica, donde el último es de principal interés en el ámbito de la hidratación[7]. Para medir este balance entre compartimentos existe la osmolalidad, la cual es una variable medida en osmoles por kg de solvente y se basa en la cantidad de partículas que aportan a la presión osmótica de una solución, es decir que si un soluto se ioniza en una solución ideal, cada ión se convertiría en una partícula osmóticamente activa, por ejemplo, una molécula de cloruro de sodio, NaCl, aportaría con 2 Osm correspondientes a las dos partículas en las que se disocia. En el cuerpo humano todos los departamentos están cercanos al equilibrio osmótico y la osmolalidad total es el total de sodio mas el total de potasio dividido para el total de agua, demostrando así la gran importancia de estos electrolíticos para el mantenimiento del balance osmótico. Además, medir la osmolalidad total del plasma (290 mOSm/Kg) es muy útil para evaluar el grado de deshidratación, sobrehidratación y otras anormalidades de fluidos y electrolitos [8].

Una vez comprendido el sistema de balance de solutos es importante definir los iones más importantes para la fisiología humana, los cuales son Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Cl^- , mientras que los mayores no electrolitos en el plasma son glucosa y úrea. Por un lado, el sodio es el principal catión del fluido extracelular con un aporte de 20 al total de 290 mOsm/Kg del plasma, por lo tanto, es primordial para mantener la osmolalidad y el volumen extracelular, los cuales a su vez son indicadores importantes para el balance electrolítico [8]. El sodio viene usualmente asociado con el anión cloruro, el cual es el principal anión osmóticamente activo de la ECF y también juega un rol importante en mantener el balance de fluidos y electrolitos. Un desbalance en el contenido de estos iones puede causar desde problemas leves como debilidad o mal rendimiento, hasta consecuencias mortales como ataques cardíacos y puede ser causado por enfermedades, exposición al calor o actividad física [9].

Por otro lado, el potasio es el mayor catión intracelular del cuerpo con su principal función en la bomba sodio-potasio. En el ECF se encuentra en menores concentraciones, sin embargo, un pequeño cambio puede causar graves problemas al desbalancear el equilibrio intra-extracelular afectando así la transmisión neuronal, contracción muscular y el tono vascular. Además, el consumo de potasio disminuye los efectos negativos del sodio sobre la presión sanguínea y tiene propiedades de protección vascular, mientras que una deficiencia del mismo puede causar arritmias, debilidad muscular, hipercalciuria e intolerancia a la glucosa [9].

Finalmente, el calcio, el magnesio no cumplen un rol fundamental en la hidratación, sin embargo, son electrolitos importantes y de gran interés para la salud de un deportista. Por ejemplo el calcio, aparte de ser el componente mineral básico del esqueleto, participa en la transmisión neurológica, contracción muscular y coagulación de la sangre [10]. Por otro lado, el magnesio tiene un papel fundamental en muchas reacciones celulares, y está involucrado en más de 300 reacciones enzimáticas que incluyen la degradación del glucógeno, la oxidación de las grasas, la síntesis de proteínas, la síntesis de ATP y el sistema de segundos mensajeros

[11]. Por último está la glucosa, la cual no es un electrolito pero si es de gran interés para los deportistas, ya que es uno de los principales sustratos energéticos para la contracción muscular durante el ejercicio [12].

En este contexto, el mercado de hidratantes deportivos representa un segmento multibillonario en la industria de alimentos y bebidas, apoyado tanto por investigaciones científicas, como por enormes campañas de mercadeo a cargo de las grandes compañías, sin embargo, existe también un creciente interés en el consumo de productos naturales lo cual aumenta la importancia de esta investigación, en la cual se comparan los valores agregados de un hidratante natural frente a las bebidas deportivas comerciales [13]. Finalmente, dado que un 68% de la población ecuatoriana practica deporte y de estos la mayoría se encuentran en climas cálidos [14], además de ser productores de coco, el análisis del balance electrolítico y contenido de azúcares en el agua de coco y la comparación de este producto con bebidas comerciales importadas es de gran importancia para la industria ecuatoriana.

DESARROLLO DEL TEMA

Materiales y métodos

Tratamientos y diseño experimental

Las bebidas deportivas cumplen el objetivo de hidratar antes, durante o después de la actividad física. Se trata de soluciones cuyo ingrediente principal es agua, pero que también contienen una variedad de otros nutrientes y micronutrientes como carbohidratos y electrolitos [15]. Para el análisis se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 12 tratamientos y 5 repeticiones. El primer factor en estudio fue bebidas hidratantes (A) categorizadas como GT,SP y PW para las bebidas deportivas comerciales y SX, CF y CC para las aguas de coco embotelladas y naturales. El segundo factor fue lotes de producción (B) categorizados como L1 y L2 para cada bebida. Se midieron siete variables de respuesta que representaron los contenidos de sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), Calcio (Ca), cloruros (Cl-), y azúcares reductoras en cada una de las bebidas. El ANOVA del DCA permitió determinar la diferencia estadística entre los doce tratamientos bajo estudio y se seleccionó la prueba de Tukey para elegir la bebida con mejores características.

Preparación de muestras

El tratamiento que se les dio a todas las muestras fue la dilución con agua destilada en el caso de las titulaciones y con ácido nítrico al 2% en el caso de Espectroscopía de Absorción Atómica (EAA). Las muestras fueron diluidas en diferentes proporciones de acuerdo a las concentraciones de cada uno de los tratamientos. El factor de dilución se tomó en cuenta posteriormente en los cálculos.

Análisis de sodio, potasio, calcio y magnesio

Para el análisis de cationes se utilizó un Espectrómetro de Absorción Atómica Buck Scientific, modelo 210 VGP, con haz de luz simple y una lámpara deuterada en línea como corrección por ruido de fondo. Se utilizó cuatro lámparas de cátodo hueco con emisiones de Ca: 422.7 nm, K: 766.5 nm, Mg: 285.2 nm y Na: 589.0 nm. Previo a empezar se seleccionaba la lámpara deseada a la librería y se encendía el aire por 5 min para luego proceder a encender la llama con un combinación aire-acetileno para todos los análisis. Se esperó 15 min hasta que el sistema se equilibre y se ajustaron los parámetros necesarios: apertura (Na: 0.2 nm, K: 0.7nm, Ca: 0.7 nm y Mg: 0.7 nm) y calibración de la longitud de onda. Una vez terminado este proceso se realizaron tres curvas de calibración para cada uno de los cuatro elementos analizados [16]. Finalmente se realizó las mediciones de los tratamientos siguiendo el diseño experimental.

Para la calibración, las soluciones estándares de Na, K, Ca y Mg fueron preparadas por dilución sucesiva a partir de soluciones madre de aproximadamente 1000 $\mu\text{g/mL}$ en 2% v/v de HNO_3 . Para cada electrolito se prepararon cuatro estándares además del blanco. Las concentraciones de los estándares se calcularon según el rango de detección del espectrómetro (ppm): Na: 0.005-2.00, K: 0.01- 3.00, Ca: 0.05- 5.00, Mg: 0.005-1.50.

Análisis de cloruros

Para el análisis de cloruros se utilizó la titulación de Mohr, basada en un método argentométrico, en el cual se busca la formación de un halogenuro de plata, el cual es un sólido blanco. Se utilizó el cromato de potasio (K_2CrO_4) como indicador de tal manera que una vez formado el precipitado, el AgNO_3 en exceso empieza a reaccionar con el ion cromato y precipite formando cromato de plata (Ag_2CrO_4) el cual tiene una coloración roja y es fácilmente identificable.

Para la preparación y estandarización se disolvió 8 g de AgNO_3 en 500 mL de agua destilada con agitación constante. La solución se guardó en una botella de vidrio ámbar. Se preparó una solución 0.05 M de NaCl usando la técnica de pesado por diferencia. Posteriormente se tituló alícuotas de 25 mL de la solución de NaCl, obteniendo así una solución estandarizada de AgNO_3 con concentración de 0.09 M, la cual fue utilizada para todas las titulaciones posteriores. Se utilizaron 5 gotas de cromato de potasio 0.50 M, mediante el cual se observó el cambio de color de amarillo a naranja. Agitación continua fue necesaria para poder encontrar un punto final. Para el análisis, todas las muestras se diluyeron en una proporción 1:10, además se realizó una dilución sucesiva de la solución de AgNO_3 hasta obtener una concentración 0.01 M. Finalmente se agregaron cinco gotas de indicador y con agitación constante se tituló 25 mL de cada una de las muestras diluidas por cuadruplicado.

Análisis de azúcares reductores

Para determinar el contenido de glucosa se utilizó el reactivo de Fehling, el cual sirve para identificar azúcares reductores, es decir sacáridos con un carbono anomérico que no ha formado un enlace glucosídico y por lo tanto puede actuar como agente reductor [17]. Esta prueba sirve principalmente para demostrar la presencia de aldehídos como la glucosa, sacarosa y fructosa, los cuales son capaces de reducir el cobre divalente (Cu^{2+}), a cobre monovalente (Cu^+) de tal manera que en presencia de calor se forme óxido cuproso (Cu_2O), el cual es un precipitado rojo ladrillo [18].

Las soluciones Fehling se prepararon diluyendo 6.93 g de sulfato de cobre en 100 mL de agua para Fehling A y 3.46 g de tartrato de sodio y potasio con 10.00 g de hidróxido de sodio en 100 mL de agua para Fehling B. En la estandarización se preparó una solución de 0.50 g de glucosa pura en 100 mL de agua, con la cual se tituló una mezcla de 5 mL de Fehling A con 5 mL de Fehling B. Antes de empezar la titulación se llevó la mezcla a ebullición y se

agregó el indicador azul de metileno. Se consumieron 10 mL de solución de glucosa lo cual indicó que el Fehling estaba estandarizado. Para el análisis de muestras se colocaron igualmente 10 mL de mezcla de Fehling A y B a los cuales se añadió 15 mL de muestra diluida (3:100). Se llevó esta mezcla a ebullición y se añadieron cinco gotas del indicador. De esta manera se titularon gota a gota todas las muestras en ebullición y agitación constantes hasta el punto de viraje donde el color cambió de azul-violeta a rojo terracota [18].

Resultados y discusiones

Curvas de calibración:

Para el análisis de sodio, potasio, calcio y magnesio se realizaron cuatro curvas de calibración correspondientes a cada uno de los cationes en estudio. Todas las curvas se encontraron en el rango lineal con un coeficiente de determinación $R^2 > 0.99$ como se puede ver en la Figura 2 Curvas de calibración en EAA para las variables A) sodio, B) potasio, C) calcio y D) magnesio. Este resultado es un indicativo de que para todas las variables existe una correlación perfecta y positiva, cercana a uno [19] .

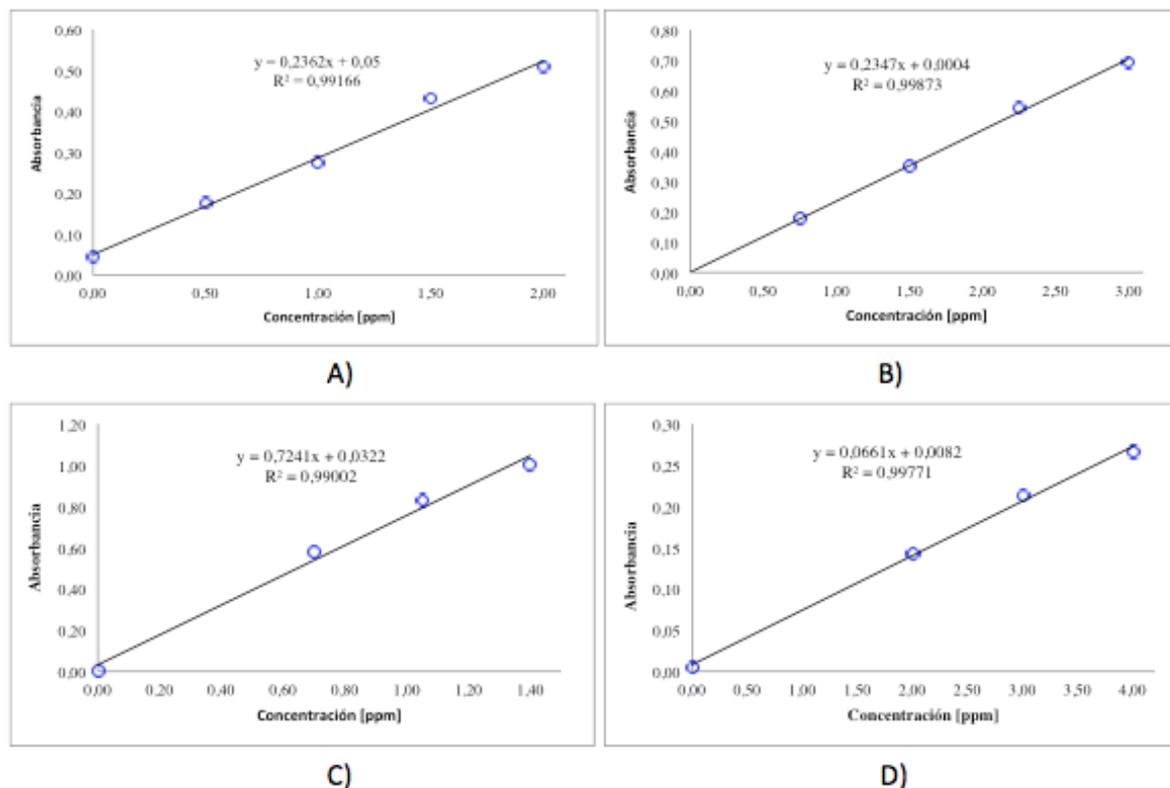


Figura 2 Curvas de calibración en EAA para las variables A) sodio, B) potasio, C) calcio y D) magnesio

Análisis de las variables de respuesta

En la Tabla 1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de sodio en mg/se presenta el análisis de varianza ANOVA de la variable contenido de sodio expresada en mg/100 mL, en la cual se observa que el coeficiente de variación (CV) fue de 6.57%, valor que está dentro de los rangos esperados para un experimento bajo condiciones controladas, lo que significa que los valores obtenidos para el contenido de sodio presentaron baja variabilidad, respaldando así una verdadera evaluación de los tratamientos y aportando credibilidad a los resultados del experimento[20]. De acuerdo con el ANOVA de la Tabla 1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de sodio en mg/se encontraron

diferencias estadísticas significativas para el factor bebidas hidratantes(A), lotes de producción (B) y para la interacción bebidas hidratantes por lotes de producción (AB).

Tabla 1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de sodio en mg/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	24875.34			
TRATAMIENTOS	11	24789.33	2253.58	1257.56*	1.99
A	5	22653.70	4530.75	2528.29*	2.41
B	1	565.58	565.58	315.61*	4.04
AB	5	1570.05	314.01	175.23*	1.99
ERROR EXP.	48	86.02	1.79		
CV		6.57%	S\bar{y}		1.34

* p<0.05

Considerando el factor A, la diferencia fue altamente significativa, lo cual implica que las seis bebidas son distintas en relación al contenido de sodio. En cuanto a las aguas de coco, las diferencias son similares a las obtenidas en otros estudios y revisiones, en los cuales se demostró que la variabilidad en contenido de sodio y otros electrolitos es dependiente, tanto del grado de madurez, como de la variedad de coco [21]–[24]. También se encontró diferencia significativa para el factor B, lotes, la cual está dada, en las aguas de coco, por la variabilidad en contenido de nutrientes entre los diferentes estados de maduración en los cocos[23] y en las bebidas hidratantes comerciales por la variación en los procesos de producción, industrialización y estandarización[25]. Finalmente, la diferencia significativa de la interacción AB indica que los factores no son independientes, es decir que los resultados del contenido de sodio en los diferentes lotes de producción varían en relación con los diferentes tipos de bebidas hidratantes.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la prueba de Tukey para la variable contenido de sodio, para la cual GT-L2 fue superior al resto con un valor de 55.81 mg/100 mL, el cual es

mayor a lo obtenido en otras investigaciones en las que se evalúa el contenido de sodio en esta misma bebida[15], [26]. Esta diferencia entre resultados se dio probablemente por las interferencias de matriz en el método que se utilizó en este estudio, es decir, EAA. Por otra parte, en este y en los otros análisis mencionados, se observó que los valores del contenido de sodio, tanto en aguas de coco, como en bebidas deportivas son menores al contenido de sodio en sueros de rehidratación oral[2].

Tabla 2 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de sodio

Tratamientos	CF-L2	SX-L1	CC-L2	CC-L1	CF-L1	SX-L2	SP-L1	GT-L1	PW-L2	PW-L1	SP-L2	GT-L2
Medias [mg/100mL]	0.63 ^c	0.68 ^c	0.71 ^c	1.20 ^c	1.49 ^c	1.53 ^c	30.24 ^b	30.83 ^b	36.93 ^b	39.47 ^b	45.14 ^b	55.81 ^a
Tukey	6.57											

La prueba de Tukey también demostró que, para esta variable, todas las bebidas deportivas fueron estadísticamente superiores a todos los tipos de agua de coco analizados. Estos resultados concuerdan con otras investigaciones en las cuales también se presentaron valores bajos de sodio en el agua de coco[22]–[24], lo cual es una desventaja considerando que este electrolito es primordial para el mantenimiento de la osmolalidad extracelular [27] y que pérdidas aproximadas en 2 horas de ejercicio pueden variar entre 2000-10 000 mg de sodio [3], lo cual implica un alto requerimiento de este electrolito para una correcta recuperación, sin embargo, algunos estudios de caso han demostrado que tanto el agua de coco como las bebidas deportivas tienen la misma capacidad rehidratante en deportistas entrenados[13], [28]–[30]. Esto se podría atribuir al contenido de otros electrolitos como el potasio.

Tabla 3 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de potasio en mg/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	1.304×10 ⁶			
TRATAM	11	1.297×10 ⁶	1.179×10 ⁵	8.328×10 ² *	1.99
A	5	1.056×10 ⁶	2.111×10 ⁵	1.491×10 ³ *	2.41
B	1	2.144×10 ⁴	2.144×10 ⁴	1.514×10 ² *	4.04
AB	5	2.199×10 ⁵	4.398×10 ⁴	3.107×10 ² *	1.99
ERROR EXP	48	6.796×10 ³	1.416×10 ²		
CV		8.16%	S_y	11.90	

* p<0.05

En la Tabla 3 se presentó el ANOVA de la variable contenido de potasio. Por un lado, el CV fue relativamente alto con un valor de 8.16% , el cual aún se encuentra dentro del rango aceptable para un experimento bajo condiciones controladas[20], sin embargo, fue mayor que el resto de variables medidas en este análisis. En otras investigaciones también existió una ligera superioridad en cuanto a la desviación estándar del potasio frente a otros minerales, sin embargo, no es tan grande como en este análisis[22], [23]. Estos valores elevados se deben probablemente a las interferencias de matriz que se dan en EAA, es decir, el contenido de iones en el ácido nítrico y en el agua destilada, los cuales son principalmente sodio y potasio[31]. Por otro lado, los factores A, B y AB muestran una diferencia altamente significativa en cuanto al contenido de potasio, lo cual implica que, como era esperado, las bebidas analizadas son diferentes entre sí, los lotes uno y dos no son estadísticamente iguales y existe una interacción entre bebidas y lotes demostrando así que hay una dependencia recíproca entre ambos.

Tabla 4 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de potasio

Tratamientos	PW-L1	PW-L2	SP-L1	SP-L2	GT-L2	GT-L1	CC-L1	CF-L2	SX-L2	SX-L1	CF-L1	CC-L2
Medias [mg/100mL]	12.38 ^e	12.97 ^e	13.27 ^e	14.40 ^e	14.56 ^e	14.82 ^e	147.85 ^d	227.10 ^c	267.15 ^b	285.47 ^b	287.60 ^b	452.07 ^a
Tukey	5.84											

En la Tabla 4 se presentaron los resultados de la prueba de Tukey para la variable contenido de potasio, donde el agua de coco fresco, CC-L2, tuvo el mejor rendimiento con un valor de 452.1 mg/100 mL, el cual es mayor a los valores encontrados en otras investigaciones en las que se analizan diferentes tipos de aguas de coco [22]–[24] y superior al contenido de potasio en sueros de rehidratación oral[2]. Las diferencias entre resultados están dadas probablemente, porque el contenido de nutrientes en el agua de coco varía de acuerdo a la variedad y estado de maduración de la fruta[21]. Finalmente, dada la importancia del potasio para la transmisión de los impulsos nerviosos, mantenimiento del potencial de membrana y ayuda a la contracción muscular y, dadas las pérdidas considerables de potasio de aproximadamente 200-500 mg/L en el sudor de un deportista [9], el resultado de la prueba de Tukey demostró que las aguas de coco son considerablemente superiores en contenido de potasio frente a todas las bebidas hidratantes comerciales, por lo tanto se concluyó que las aguas de coco son mejores para reponer las pérdidas de potasio en deportistas, además de ser un buen aporte a la ingesta diaria recomendada con valores comparables a la espinaca, las bananas y las naranjas, pero más fácil de consumir durante la actividad física[9].

Los coeficientes de varianza (CV) presentados en la Tabla 5 y la Tabla 6 corresponden a las variables contenido de calcio con un valor de 1.17% y a la variable contenido de magnesio con un valor de 4.06%, lo que significa que los valores obtenidos para estas mediciones presentaron baja variabilidad, aportando así veracidad a los resultados del experimento[20].

Tabla 5 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de calcio en mg/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	1.652×10^3			
TRATAM	11	1.652×10^3	1.502×10^2	4.023×10^4 *	1.99
A	5	1.352×10^3	2.704×10^2	7.243×10^4 *	2.41
B	1	4.842×10^1	4.842×10^1	1.297×10^4 *	4.04
AB	5	2.517×10^2	5.034×10^1	1.349×10^4 *	1.99
ERROR EXP.	48	1.800×10^{-1}	3.730×10^{-3}		
CV		1.17%	S\bar{y}	0.027	

* p<0.05

Según el ANOVA de la Tabla 5 y la Tabla 6 todos los factores medidos (A, B y AB) demostraron diferencia estadística significativa para ambas variables. En cuanto al factor A, el resultado fue el esperado, ya que las bebidas deportivas contienen muy poco o casi nada de calcio y magnesio[26], mientras que otras investigaciones acerca del agua de coco han demostrado la presencia de estos dos electrolitos en concentraciones considerables [21]–[24]

Tabla 6 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de magnesio en mg/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	2803.72			
TRATAM	11	2799.37	254.49	2809.31*	1.99
A	5	2271.26	454.25	5014.51*	2.41
B	1	101.29	101.29	1118.12*	4.04
AB	5	426.82	85.36	942.34*	1.99
ERROR EXP.	48	4.35	0.09		
CV		4.06%	S\bar{y}	0.13	

* p<0.05

En cuanto al factor B, la variación entre lotes fue dada probablemente por los mismos motivos que para sodio y potasio: variedad y maduración de la fruta en el caso de las aguas de coco y proceso de producción en el caso de las bebidas deportivas. Finalmente, la diferencia

significativa en el factor AB demostró que el contenido de calcio y magnesio se ve afectado por la interacción entre los diferentes tipos de bebidas y los lotes de producción.

A pesar de que tanto el calcio como el magnesio no son determinantes para el balance electrolítico y las pérdidas en el sudor son muy bajas, ambos son importantes para varios procesos bioquímicos implicados en el deporte como contracción muscular, función nerviosa en el caso del calcio y regulación del metabolismo corporal, incluyendo la utilización de energía y rendimiento físico en el caso del magnesio[11]. Por lo tanto, de acuerdo a las tablas 10 y 11 se determinó que la mejor bebida en cuanto al contenido de calcio y magnesio fue el agua de coco no embotellada, CC-L2, con valores de 19.05 mg/100 mL para calcio y 19.49 mg/100 mL para magnesio.

Tabla 7 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de calcio

Tratamientos	SP-L1	SP-L2	PW-L2	PW-L1	GT-L1	GT-L2	SX-L2	CF-L1	SX-L1	CF-L2	CC-L1	CC-L2
Medias [mg/100mL]	0.18 ^h	0.29 ^h	0.42 ^h	0.58 ^g	2.26 ^f	2.33 ^f	7.04 ^e	7.25 ^d	7.64 ^c	7.66 ^c	8.12 ^b	19.05 ^a
Tukey	0.13											

Por un lado, comparando el contenido de calcio y magnesio en las aguas de coco, los resultados de este análisis fueron valores intermedios en relación a los obtenidos en otros estudios similares, lo cual fue un resultado esperado, ya que las investigaciones mencionadas determinaron que sí existen grandes variaciones en el contenido de minerales de acuerdo a las distintas etapas de maduración y variedades de coco[21]–[24].

Tabla 8 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de magnesio

Tratamientos	GT-L2	GT-L1	SP-L1	PW-L1	PW-L1	PW-L2	CC-L2	SX-L2	CF-L1	CF-L2	SX-L1	CC-L2
Medias [mg/100mL]	0.19 ^g	0.24 ^g	1.43 ^f	1.62 ^e	2.17 ^e	2.22 ^e	5.07 ^d	12.92 ^c	14.19 ^b	14.61 ^b	14.71 ^b	19.49 ^a
Tukey	0.66											

Por otro lado, a pesar de la alta variabilidad entre los diferentes tipos de agua de coco, todas las muestras analizadas en esta investigación resultaron estadísticamente superiores a las bebidas deportivas, lo cual implica un valor agregado de las aguas de coco frente a los hidratantes deportivos comerciales.

El CV de la variable contenido de cloruros (Tabla 9) fue de 1.47%, lo que implica una baja variabilidad para esta medición, respaldando así una verdadera evaluación de los tratamientos.

El CV fue cercano a otra investigación en la cual se midió el contenido de cloruros en aguas de coco por electroforesis capilar[22], pero fue mucho menor que el CV presentado en otro artículo en el cual se utilizó el método de Volhardt y la variación de los resultados superó el rango aceptable para un experimento bajo condiciones controladas.

Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de cloruros en mg/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	1.963×10 ⁵			
TRATAM	11	1961×10 ⁵	1.783×10 ⁴	7.476×10 ³ *	1.99
A	5	1.750×10 ⁵	3.499×10 ⁴	1.467×10 ⁴ *	2.41
B	1	1.846×10 ³	1.846×10 ³	7.739×10 ² *	4.04
AB	5	1.933×10 ⁴	3.866×10 ³	1.621×10 ³ *	1.99
ERROR EXP.	48	1.145×10 ²	2.385		
CV		1.47%	S_y	0.69	

* p<0.05

De acuerdo al ANOVA de la Tabla 9, existe diferencia estadística altamente significativa entre bebidas hidratantes. Esta diferencia fue un resultado esperado considerando que los cloruros vienen usualmente en forma de cloruro de sodio o a veces como cloruro de potasio [9], por lo tanto, las diferencias del contenido de cloruros entre bebidas deberían ser altamente significativas al igual que las diferencias del contenido de sodio y de potasio. En el caso de los factores B y AB, los resultados demostraron también altas diferencias significativas indicando variación tanto entre lotes como en la relación lote-bebida.

En cuanto al contenido de cloruros, los resultados fueron presentados en la Tabla 10, donde se observó que la bebida con el mayor contenido de este electrolito fue el agua fresca de coco, CC-L2, con un valor de 247.1 mg/100 mL, el cual es mayor a los valores presentados en otras investigaciones parecidas [22], [23], pero similar a los al contenido en un suero de rehidratación oral[2].

Tabla 10 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de cloruros

Tratamientos	PW-L2	PW-L1	SP-L1	GT-L1	GT-L2	SP-L2	SX-L2	CF-L2	CC-L1	SX-L1	CF-L1	CC-L2
Medias [mg/100mL]	44.45 ^f	44.45 ^f	46.77 ^f	48.24 ^f	48.40 ^f	50.21 ^f	133.03 ^e	143.73 ^d	146.53 ^d	150.48 ^c	156.07 ^b	247.11 ^a
Tukey	3.39											

Dado que el sodio viene normalmente en forma de NaCl, las pérdidas de cloruro en el sudor son similares a las pérdidas de sodio y es complicado separar los síntomas y los beneficios de ambos[9], por lo tanto, el resultado esperado era un contenido de cloruros cercano al obtenido para el contenido de sodio, para el cual todas las bebidas deportivas comerciales fueron superiores a las aguas de coco. Sin embargo, esto no se cumplió, porque en el caso de los cloruros las aguas de coco fueron significativamente superiores a las bebidas deportivas. El

motivo de este resultado fue probablemente que en bebidas comerciales los iones cloruro vienen solamente en forma de cloruro de sodio pero en las frutas pueden venir también en forma de cloruro de potasio[9].

De acuerdo a la

Tabla 11, el CV para azúcares reductoras es de 2.82% lo que significa que los valores obtenidos para esta variable presentaron baja variabilidad, la cual fue menor que en otra investigación sobre aguas de coco en la cual se utilizó el método de refractometría [23], demostrando así una mayor eficiencia del método de Fehling para este tipo de análisis.

Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable contenido de azúcares reductores en g/100 mL

FV	GL	SC	CM	FC	Fesp
TOTAL	59	1663.65			
TRATAM	11	1661.56	151.05	3478.25*	1.99
A	5	1346.94	269.39	6203.17*	2.41
B	1	57.56	57.56	1325.54*	4.04
AB	5	257.06	51.41	1183.88*	1.99
ERROR EXP.	48	2.08	0.04		
CV		2.82%	S\bar{y}	0.09	

* p<0.05

En cuanto a los factores analizados, se encontró diferencias altamente significativas entre bebidas indicando que tanto las aguas de coco, como las bebidas hidratantes son diferentes entre sí, además se demostró diferencia entre lotes de producción, dada por las diferentes variedades y estados de maduración en los cocos y la estandarización de procesos de producción en las bebidas deportivas. Finalmente, se encontró interacción en cuanto a la relación lote-bebida lo cual implica que los valores de ambos varían de una forma recíproca.

Tabla 12 Medias y resultados de la prueba de Tukey de la variable contenido de azúcares reductores

Tratamientos	SP-L2	GT-L1	SP-L1	GT-L2	CC-L1	SX-L2	PW-L2	SX-L1	CF-L1	CF-L2	CC-L2	PW-L1
Medias [g/100mL]	3.91 ^d	4.02 ^d	4.04 ^d	4.57 ^c	4.90 ^b	5.17 ^b	5.25 ^b	5.37 ^b	5.60 ^b	6.26 ^a	6.33 ^a	6.68 ^a
Tukey	0.46											

En la Tabla 12 se presentaron los resultados para la variable contenido de azúcares reductoras, para la cual se encontró tres muestras superiores al resto, entre incluyendo dos tipos de agua de coco (CF-L2: 6.26 g/100 mL y CC-L2: 6.33 g/100 mL) y una bebida deportiva (PW-L1: 6.68 g/100 mL). Los valores de las aguas de coco fueron mayores a los presentados en otros estudios [22], [23], lo cual podría implicar que las variedades de coco ecuatorianas son más dulces que las evaluadas por otros autores en otros países. En cuanto a las bebidas deportivas, el contenido de azúcar fue similar a otra investigación realizada con bebidas deportivas comerciales [26]. El contenido de azúcar fue la única variable medida que no presentó una clara diferenciación entre bebidas deportivas comerciales y aguas de coco. Todas las bebidas contienen concentraciones de azúcar superiores al plasma sanguíneo y los sueros orales, pero no son superiores a las pérdidas que se pueden dar durante el ejercicio físico para el cual se recomienda consumir entre 30-60 g de carbohidratos por hora para ahorrar glicógeno muscular y aumentar la capacidad de resistencia de los atletas[12], llevando así a la conclusión de que, tanto las aguas de coco, como las bebidas deportivas comerciales son igualmente efectivas en relación a la reposición de carbohidratos durante el ejercicio físico.

Por último, mediante los resultados en las Tablas Tabla 2, Tabla 4, Tabla 7, Tabla 8,

Tabla 10 y

Tabla 12 correspondientes al contenido de sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruros y azúcares reductores se escogió los valores mínimos y máximos de cada variable tanto para aguas de coco como para bebidas deportivas y se calculó la osmolaridad teórica aproximada de las soluciones. Los resultados de estos cálculos se presentaron en la Tabla 13.

Tabla 13 Osmolaridad teórica calculada en mOsm/L mediante todos los resultados de la investigación

	Contenido mínimo mmol/L Agua de coco	Contenido máximo mmol/L Agua de coco	Contenido mínimo mmol/L Bebidas deportivas	Contenido máximo mmol/L Bebidas deportivas
Sodio	0.26	0.65	0.665	0.26
Potasio	37.6	115.6	3.8	3.1
Calcio	1.75	4.74	0.57	0.04
Magnesio	1.95	6.65	0.75	0.07
Cloruros	37.5	69.7	14.2	12.6
Azúcares reductoras	271.00	351.00	370.00	216.00
Osmolaridad (mOsm/L)	350.06	548.34	389.99	532.07

Se compararon los rangos obtenidos en la

Tabla 13 para las aguas de coco, que se encontraron entre 350.1-548.4 mOsm/L, con valores obtenidos experimentalmente en otras investigaciones que proporcionaron resultados similares (300-412 mOsm/L) [21], [23], demostrando así que el cálculo teórico fue coherente con las mediciones experimentales. De igual manera se comparó las bebidas deportivas con rangos entre 390.0-532.1 mOsm/L con datos experimentales que se encontraron cercanos pero un tanto más bajos que los obtenidos en esta investigación[26], sin embargo, estas variaciones se dieron probablemente, porque no se analizaron exactamente las mismas marcas de bebidas

La osmolaridad de una bebida es importante para la correcta hidratación. Para saber que bebida es más conveniente se utiliza la tonicidad, que consiste en una comparación entre la osmolaridad de la bebida con la osmolaridad del plasma sanguíneo (290 mOsm/L). En el caso de sueros se recomiendan bebidas isotónicas, es decir, con igual osmolaridad que el plasma. Este tipo de bebidas también se recomiendan durante la actividad física, pero después del ejercicio es mejor consumir bebidas ligeramente hipertónicas, es decir con mayor osmolaridad que el plasma sanguíneo[27]. En este contexto, tanto las aguas de coco como las bebidas deportivas comerciales demostraron ser ligeramente hipertónicas, lo cual les convierte en líquidos ideales para la recuperación post ejercicio.

CONCLUSIONES

Todos los análisis demostraron coeficientes de varianza dentro del rango aceptado para un experimento bajo condiciones controladas, además se encontró diferencias significativas de los factores Bebidas hidratantes, lotes de producción e interacción lote-bebida para todas las variables analizadas.

Las bebidas deportivas demostraron superioridad frente a las aguas de coco en cuanto al contenido de sodio, para el cual la muestra GT-L2 fue superior al resto con un valor de 55.81 mg/100 mL. El agua de coco demostró mayor variabilidad entre muestras en cuanto al contenido de nutrientes, de todos modos, todas las muestras de agua de coco analizadas fueron superiores a las bebidas deportivas en cuanto al contenido de potasio (452.1 mg/100 mL), calcio (19.05 mg/100 mL), magnesio (19.49 mg/100 mL) y cloruros (247.1 mg/100 mL), siendo esta una ventaja del coco frente a los hidratantes comerciales.

En cuanto al contenido de azúcares reductores no hubo una clara superioridad ya que la bebida deportiva PW-L2 (6.68 g/100 mL) demostró un contenido de azúcar similar al de las aguas de coco (6.33 g/100 mL, 6.26 g/100 mL) demostrando que ambos tipos de hidratantes son eficientes para la recuperación de carbohidratos durante el ejercicio físico. Además, ambas bebidas demostraron ser ligeramente hipertónicas.

En conclusión, el agua de coco es una buena opción como bebida deportiva natural, sin embargo, se recomienda enriquecerla con sodio, o elegir variedades y estados de maduración en los cuales se obtenga un mayor contenido de este electrolito, o simplemente complementarla con una dieta con mayores contenidos de sal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Zoorob, M. E. E. Parrish, H. O'Hara, and M. Kalliny, "Sports nutrition needs before, during, and after exercise," *Prim. Care - Clin. Off. Pract.*, vol. 40, no. 2, pp. 475–486, 2013.
- [2] OMS and UNICEF, "Tratamiento clínico de la diarrea aguda," 2004.
- [3] D. J. Casa, P. M. Clarkson, and W. O. Roberts, "American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements.," *Curr. Sports Med. Rep.*, vol. 4, no. 3, pp. 115–127, 2005.
- [4] E. Jéquier and F. Constant, "Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration," *Eur. J. Clin. Nutr.*, vol. 64, no. June 2009, pp. 115–123, 2010.
- [5] M. N. Sawka and T. D. Noakes, "Does dehydration impair exercise performance?," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 39, no. 8, pp. 1209–1217, 2007.
- [6] S. J. Montain, "Hydration recommendations for sport 2008," *Curr. Sports Med. Rep.*, vol. 7, no. 4, pp. 187–192, 2008.
- [7] B. M. Popkin, K. E. D'Anci, and I. H. Rosenberg, "Water, hydration, and health," *Nutr. Rev.*, vol. 68, no. 8, pp. 439–458, 2010.
- [8] K. Barrett, H. Brooks, S. Boitano, and S. Barman, *The Autonomic Nervous System*. 2010.
- [9] Institute of Medicine (US), *Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate*. Washington, D.C.: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS,

- 2008.
- [10] A. Duvan, “Some Minerals Changes After Exhausting Exercise,” *Int. J. Acad. Res.*, vol. 5, no. 6, pp. 123–126, 2013.
- [11] J. Franchella, V. Sanz, and J. Castillo, “Con Un Complejo Conteniendo Magnesio En Un Team De the Effects of Magnesium Supplementation on Physical,” vol. 16, pp. 122–129, 2015.
- [12] A. B. Peinado, M. A. Rojo, and P. J. Benito, “El azúcar y el ejercicio físico: su importancia en los deportistas,” *Nutr. Hosp.*, vol. 28, pp. 48–56, 2013.
- [13] D. S. Kalman, S. Feldman, D. R. Krieger, and R. J. Bloomer, “Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men,” *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2012.
- [14] F. Dávila, C. Vera, C. Ferreira, L. Guaagua, J. García, A. Intriago, L. Guadalupe, and G. Ocampo, “Costumbres y prácticas deportivas en la población ecuatoriana,” Quito, 2015.
- [15] S. M. Shirreffs, “Hydration in sport and exercise: Water, sports drinks and other drinks,” *Nutr. Bull.*, vol. 34, no. 4, pp. 374–379, 2009.
- [16] Buck Scientific, “210 / 211VGP ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER,” no. January. Buck Scientific, 2003.
- [17] C. W. Pratt and K. Cornely, “Essential Biochemistry, 3rd Edition,” pp. 291–294, 2012.
- [18] H. Whalley, Ed., *ICUMSA METHODS OF SUGAR ANALYSIS*. Keston, 1964.

- [19] J. Sánchez, *Introducción a la estadística en las ciencias biológicas*. Quito, 2002.
- [20] J. Sánchez, *Introducción al diseño experimental*. Quito, 2012.
- [21] A. Prades, M. Dornier, N. Diop, and J.-P. Pain, “Coconut water uses, composition and properties: a review,” *Fruits*, vol. 67, no. 2, pp. 87–107, 2012.
- [22] E. M. Richter, D. P. De Jesus, R. A. A. Mu??oz, C. L. Do Lago, and L. Angnes, “Determination of anions, cations, and sugars in coconut water by capillary electrophoresis,” *J. Braz. Chem. Soc.*, vol. 16, no. 6 A, pp. 1134–1139, 2005.
- [23] Khan, M.Nasiruddin, Muti-Ur-Rehman, Khan, Wazir, and Khurram, “A study of chemical composition of *Cocos nucifera* L. (coconut) water and its usefulness as rehydration fluid.pdf,” *Pakistan Journal of Botany*, vol. 35, no. 5, pp. 925–930, 2003.
- [24] J. W. H. Yong, L. Ge, Y. F. Ng, and S. N. Tan, “The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos Nucifera* L.) water,” *Molecules*, vol. 14, no. 12, pp. 5144–5164, 2009.
- [25] J. Samboy, “Estandarización de procesos: Un estudio de caso en una empresa multinacional de bebidas.”
- [26] J. S. Coombes and K. L. Hamilton, “The effectiveness of commercially available sports drinks,” *Sports Med.*, vol. 29, no. 3, pp. 181–209, 2000.
- [27] J. M. Martínez Sanz, A. Urdampilleta Otegui, and J. Mielgo Ayuso, “Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte,” *Eur. J. Hum. Mov.*, no. 30, pp. 37–52, 2013.
- [28] C. Carvajal, “Agua de coco: Una solución alternativa en la terapia de rehidratación

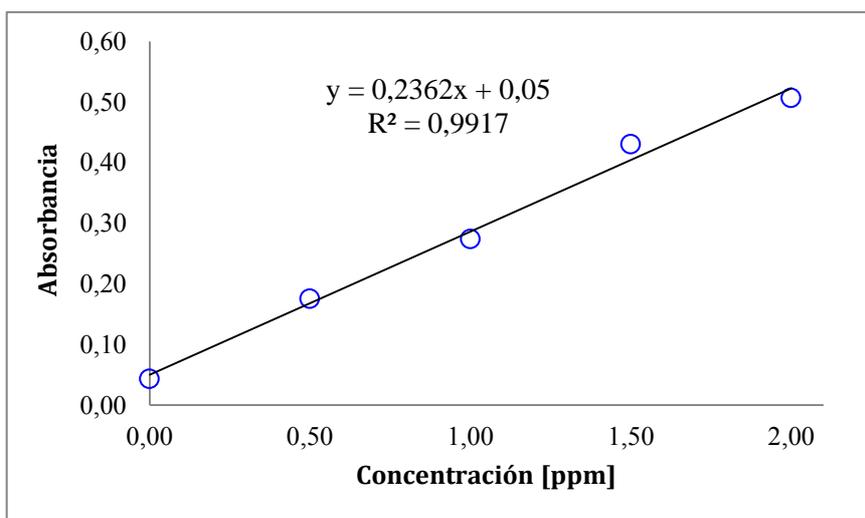
- oral,” vol. 70, no. 3, pp. 118–122, 2003.
- [29] I. Ismail, R. Singh, and R. G. Sirislinghe, “Rehydration with sodium-enriched coconut water after exercise-induced dehydration,” *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, vol. 38, no. 4, pp. 769–785, 2007.
- [30] A. Pérez, L. Fernando, and A. Vargas, “Rehidratación Post-Ejercicio Con Agua De Coco : ¿ Igual O Más Efectiva Que Una Bebida Deportiva ?,” vol. 1, no. 8, pp. 1–17, 2011.
- [31] J. W. Robinson, E. M. Frame, and G. M. Frame II, *Undergraduate Instrumental Analysis*. Boca Raton: CRC Press, 2014.

ANEXOS

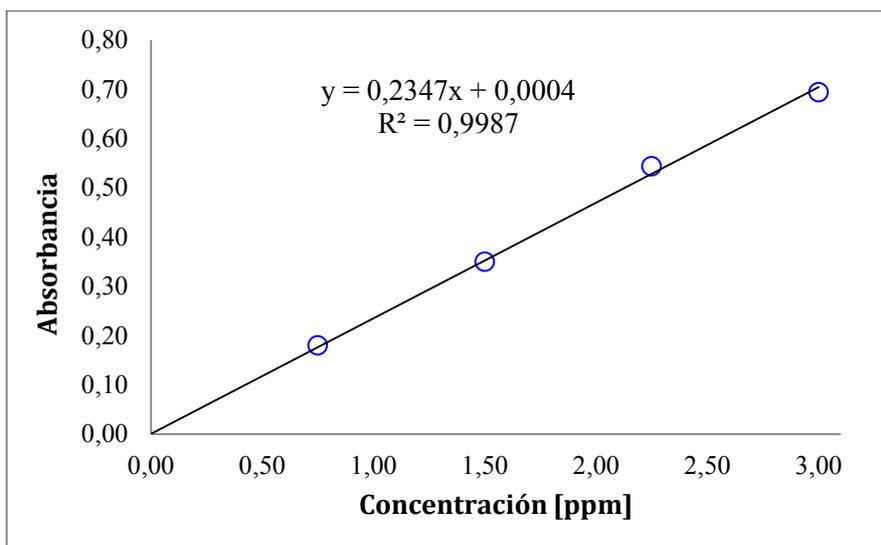
ANEXO 1

Curvas de calibración

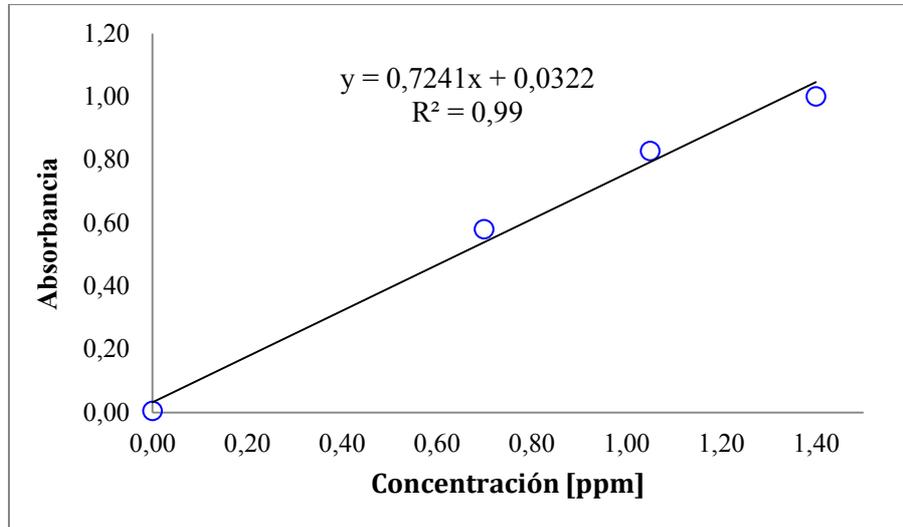
Sodio:



Potasio:



Calcio:



Magnesio:

