

INTERSEDES

REVISTA ELECTRÓNICA DE LAS SEDES
REGIONALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



SEDE CARIBE

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

WWW.INTERSEDES.UCR.AC.CR

Vol. XV, N°30 (2014)

ISSN 2215-2458

Consejo Editorial Revista InterSedes

Director de la Revista:
Dr. Edgar Solano Muñoz. Sede de Guanacaste

Consejo Editorial:

M.Sc. Jorge Bartels Villanueva. Sede del Pacífico. Economía
M.L. Edwin Quesada Montiel. Abarca. Sede del Pacífico. Enseñanza del
Inglés
Dra. Ethel García. Sede de Occidente. Historia.
Dra. Magdalena Vásquez Vargas. Sede Occidente. Literatura
M.L. Guillermo González. Sede Atlántico. Filología
M.Ph. Jimmy Washburn Calvo. Sede Atlántico. Filosofía. Bioética
M.L. Mainor González Calvo. Sede Guanacaste. Filología
Ing. Ivonne Lepe Jorquera. Sede Limón. Administración. Turismo
Dra. Ligia Carvajal. Sede Limón. Historia

Editor Técnico: Bach. David Alonso Chavarría Gutiérrez. Sede Guanacaste
Editora: Licda. Margarita Alfaro Bustos. Sede Guanacaste

Consejo Científico Internacional

Dr. Raúl Fonet-Betancourt. Universidad de Bremen, Alemania.
Dra. Pilar J. García Saura. Universidad de Murcia.
Dr. Werner Mackenbach. Universidad de Potsdam, Alemania. Universidad
de Costa Rica.
Dra. Gabriela Marín Raventós. Universidad de Costa Rica.
Dr. Mario A. Nájera. Universidad de Guadalajara, México.
Dr. Xulio Pardelles De Blas. Universidad de Vigo, España.
M.Sc. Juan Manuel Villasuso. Universidad de Costa Rica.

Indexación: Latindex / Redalyc / SciELO

Licencia de Creative Commons

Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa
Rica, todos los derechos reservados.

Intersedes por intersedes.ucr.ac.cr está bajo una licencia de Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica
License.



Determinación de cationes en agua potable del cantón de Grecia, Costa Rica por absorción atómica.

Determination of cations in drinking water Grecia, Costa Rica by atomic absorption.

John Diego Bolaños- Alfaro¹

Recibido: 21.05.13

Aceptado: 27.10.13

Resumen

Se analizaron veintinueve nacientes del cantón de Grecia, en las que se cuantificó la concentración de cationes, obteniendo como resultado lo siguiente: Calcio, presentó un rango entre 8,14 mg L⁻¹ y 13,74 mg L⁻¹ con un promedio de 10,96 mg L⁻¹. Magnesio el rango fue de entre 2,01 mg L⁻¹ y 3,79 mg L⁻¹ con un promedio de 2,66 mg L⁻¹. Sodio, el rango comprende valores entre los 2,23 mg L⁻¹ y 4,71 mg L⁻¹ con un promedio de 3,20 mg L⁻¹. Potasio el rango es de entre 1,10 mg L⁻¹ y 3,31 mg L⁻¹ con un promedio de 2,12 mg L⁻¹. En general se puede decir que la concentración de cationes en la zona del cantón de Grecia es baja o muy baja, según el período estacional, con valores inferiores a los recomendados en el Reglamento de Agua Potable de Costa Rica, el estudio de los resultados con relación a repercusiones en salud de la población abastecida debido a un consumo normal, concluye que las concentraciones de cationes no provocan consecuencias sobre la salud a pesar de su carencia, si se complementa con una dieta alimenticia suplementaria.

Palabras claves

cationes en agua; análisis de agua potable; nacientes del Cantón de Grecia; aporte nutricional de cationes.

Abstract

Analyzed the springs twenty-nine Grecia, which was quantified cation concentration, resulting in the following: Calcium, presented a range between 8.14 mg L⁻¹ and 13.74 mg L⁻¹ with an average of 10.96 mg L⁻¹. Magnesium the range was from 2.01 mg L⁻¹ and 3.79 mg L⁻¹ with a mean of 2.66 mg L⁻¹. Sodium, comprising the values between the range 2.23 mg L⁻¹ and 4.71 mg L⁻¹ with an average of 3.20 mg L⁻¹. Potassium range is between 1.10 mg L⁻¹ and 3.31 mg L⁻¹ with an average of 2.12 mg L⁻¹. In general it can be said that the concentration of cations in the canton of Grecia is low or very low, according to seasonal period, with values less than those recommended in the Drinking Water Regulations from Costa Rica, study results regarding effects on health of the population supplied due to normal consumption, concluded that concentrations of cations do not cause health consequences despite its lack, if complemented with a supplementary diet.

Keywords

cations in water; drinking water analysis; springs of Grecia Canton; nutritional contribution cation.

¹Costarricense. Docente Recinto Grecia, Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica. Email: john.bolanos@ucr.ac.cr

Antecedentes.

El agua es una de las sustancias más abundantes del planeta; sólo la que se halla contenida en los océanos y mares, cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre. A esta enorme masa líquida se suman además las aguas subterráneas, así como la contenida en el suelo, ríos, lagos y en la propia atmosfera. (MS, ICAA, OPS; 2007)

El agua de nacientes, es agua natural de origen subterráneo principalmente, normalmente es utilizada para consumo humano, gracias a su alta pureza, no obstante, no está exenta de un alto contenido de sólidos, los cuales son de distinto origen debido a los procesos que sufre el ciclo hidrológico de forma natural y continua, donde los procesos de infiltración y percolación provocan en el agua cambios en la composición debido a la solubilidad que presentan las partículas de los distintos tipos y estratos del suelo, provocando concentraciones muy heterogéneas aún en lugares donde existan dos nacientes que estén separados por unos pocos metros.

El mal tratamiento de aguas servidas en los hogares o en industrias, provoca precursores responsables del deterioro de los ríos así como de las aguas subterráneas que contienen el preciado líquido vital, al sufrir sus respectivos procesos de recarga, mediante procesos naturales a partir de percolación y la infiltración, lo anterior ocurre cuando se depositan desechos sólidos, químicos tóxicos, materia orgánica, aguas negras, entre otros de manera indiscriminada.

Una caracterización general del agua superficial y subterránea, indica que los principales componentes son el dióxido de carbono, el oxígeno gaseoso, los sulfatos, los cloruros, los bicarbonatos de sodio y potasio, y los óxidos de calcio y magnesio, también se presentan cantidades representativas de fosfatos provenientes de materia animal y de fertilizantes comunes (Brown, 2004).

El presente artículo hace énfasis en el análisis de cationes (calcio, sodio, magnesio y potasio), los cuales se encuentran disueltos en el agua y deben ser estudiados con el fin de establecer si representan uno o varios factores de riesgo desde el punto de vista ambiental o para la salud humana, facilitando el desarrollo oportuno de criterios encausados hacia la prevención o la corrección de no conformidades que se evidencien durante la investigación.

Por ejemplo, el sodio, además de ser uno de los elementos más abundante en la naturaleza, está presente en el agua de tierras bajas en alta concentración, debido a los procesos de salinización, así como al desarrollo de una mayor cantidad de actividades de origen antropogénicas que requieren una mayor extracción de agua para satisfacerlas, dicha proporción de concentración se ve considerablemente disminuida en tierras altas gracias a la influencia escasa de solubilización de los minerales provenientes del lecho roco; el sodio se caracteriza por jugar un importante papel en la gestión de la sal y el agua del hombre; su principal función es la

de regular el equilibrio de líquidos en el organismo, en el sistema nervioso y en el tejido muscular, incluyendo el del músculo del corazón. Sin embargo, el papel del sodio, tanto en la patogenia de la hipertensión arterial (HTA) como su correlación con la mortalidad cardiovascular, es actualmente muy debatida, incluso López et al. (2007) asegura que no existe un acuerdo en el mundo científico acerca del impacto real del sodio en la HTA; no obstante es reconocido como un factor de riesgo actualmente.

El potasio un catión que se encuentra en menor concentración que el sodio en el agua de nacientes, es considerado vital para el ser humano debido a que regula procesos renales, hepáticos, así como la regulación celular de los equilibrios electrolíticos, así como la carga y descarga de energía por las células neuromusculares que controlan las acciones del sistema digestivo, el corazón y otros músculos.

Mora (2000), menciona que el magnesio se presenta en el agua potable como carbonato de magnesio ($MgCO_3$), y junto con el calcio conforman la dureza del agua; se relaciona con una gran variedad de procesos bioquímicos y fisiológicos a nivel humano, entre ellos la contractibilidad muscular y la excitabilidad nerviosa; el calcio como catión, también circula en la sangre y es muy importante para una cantidad de funciones corporales, como mantener el ritmo cardíaco, la transmisión nerviosa o la coagulación. Para realizar estas y otras actividades, el organismo busca el calcio que se ingiere con la dieta o con el consumo de agua; pero si no lo encuentra lo extrae de los depósitos que existen en los huesos.

Las veintinueve nacientes del cantón de Grecia estudiadas en el presente artículo, son administradas por ASADAS, así como por la Municipalidad del cantón, las cuales abastecen para el año 2011 un total de 78.898 habitantes, según datos del INEC; dicha población depende exclusivamente de éste tipo de recurso debido a que es la principal fuente de abastecimiento para el cantón. El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación más amplio desarrollado por la Universidad de Costa Rica, que pretende caracterizar el agua en esas nacientes y determinar, cómo se mencionó, el contenido de cationes sodio, potasio, magnesio y calcio, empleando como técnica analítica la absorción atómica como método de cuantificación.

Materiales y métodos.

Reactivos e instrumentación

Los reactivos empleados en soluciones son grado reactivo-analítico, el agua es destilada y desionizada, para preparación de las curvas, se utilizó reactivos patrón primario para la preparación de soluciones estándar, según la tabla N°1. El material volumétrico utilizado fue lavado con detergente no iónico, haciendo cinco enjuagues finales con agua desionizada.

Las determinaciones analíticas de:

- pH: se determinó in situ, a temperatura y presión normal de campo (18 a 22°C) utilizando pH-metro portátil, marca Hanna Instruments, modelo HI-9126, con determinación adicional de temperatura.
- Conductividad: se realizó in situ, con ayuda de un conductímetro portátil, marca Sartorius, modelo PT-20C, con determinación adicional de salinidad y sólidos totales disueltos.
- Concentración de Cationes: se efectuó con un Fotómetro de llama, marca Cole Parmer, modelo 410, cuantificando la concentración en muestras refrigeradas a 4°C.

Tabla 1. Preparación de Patrones de Sodio (Na⁺), Potasio (K⁺), Calcio (Ca⁺²) y Magnesio (Mg⁺²) para determinación analítica utilizando Absorción Atómica.

Catión	Na ⁺		K ⁺		Ca ⁺²		Mg ⁺²	
Estándar (µg/mL)	1000		1000		1000		1000	
Factor de dilución	0,25		0,25		0,10		0,10	
Sln Madre (µg/mL)	250		250		100		100	
Patrón	Fact.	Cn	Fact.	Cn	Fact.	Cn	Fact.	Cn
	Dil.	(µg/mL)	Dil.	(µg/mL)	Dil.	(µg/mL)	Dil.	(µg/mL)
1	0,002	0,50	0,004	1,0	0,01	1,0	0,012	1,2
2	0,004	1,00	0,008	2,0	0,04	4,0	0,014	1,4
3	0,006	1,50	0,012	3,0	0,06	6,0	0,016	1,6
4	0,008	2,00	0,016	4,0	0,07	7,0	0,018	1,8
5	0,012	3,00	0,020	5,0	0,08	8,0	0,020	2,0
6	0,016	4,00	0,024	6,0	0,10	10,0	0,026	2,6

Fuente: El autor, 2012.

Procedimientos analíticos para la determinación de cationes

Se siguió el procedimiento indicado en el Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 2012. pp 3-89, 3-90, 3-99 y 3-100, 3500-NaB, 3500-KB, 3500-CaB, 3500-MgB y 3500-MgE; es procedimiento se basa en el principio demostrado por Kirchhoff el cual dice: cualquier materia que pueda emitir luz a una cierta longitud de onda, también absorberá luz a esa longitud de onda. En absorción atómica el interés de medir la absorción, consiste en conocer la proporcionalidad que representa su concentración atómica. La relación entre absorción y concentración se encuentra definida en la Ley de Lambert-Beer, la cual establece que como la trayectoria de la radiación permanece constante y el coeficiente de absorción es característico para cada elemento, la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de las especies absorbentes, lo que permite su determinación cuantitativa,

mediante un método sensible, rápido y de casi nula generación de desechos químicos de laboratorio.

Análisis de las muestras de agua potable de nacientes

Las muestras de agua provienen de 29 nacientes ubicados a lo largo y ancho del cantón de Grecia, las cuales fueron recolectadas de forma directa, a nivel de ojo de agua o naciente y provienen de sitios administrados por la Municipalidad de Grecia y las ASADAS de las siguientes poblaciones San Roque, San Miguel, Carbonal, Barrio Latino, Bodegas, Tacares, Puente de Piedra, San Isidro, Calle San José, Santa Gertrudis Sur, Santa Gertrudis Norte, El Cedro, Calle Guayabal, La Arena, Barrio San Vicente y El Cajón; en todos los casos el agua se utiliza para consumo humano.

Fueron recolectadas en envases de plástico, con capacidad de 1,8 litros, previamente lavado y esterilizado, al cual se le adiciona una solución de ácido nítrico al 0,2%, para eliminar la materia orgánica que pueda presentar la muestra, así como para preservar los cationes presentes en ella. Durante su traslado, se mantuvieron en hieleras a 4°C, manteniendo una cadena de frío hasta su análisis antes de 24 horas de su recolección.

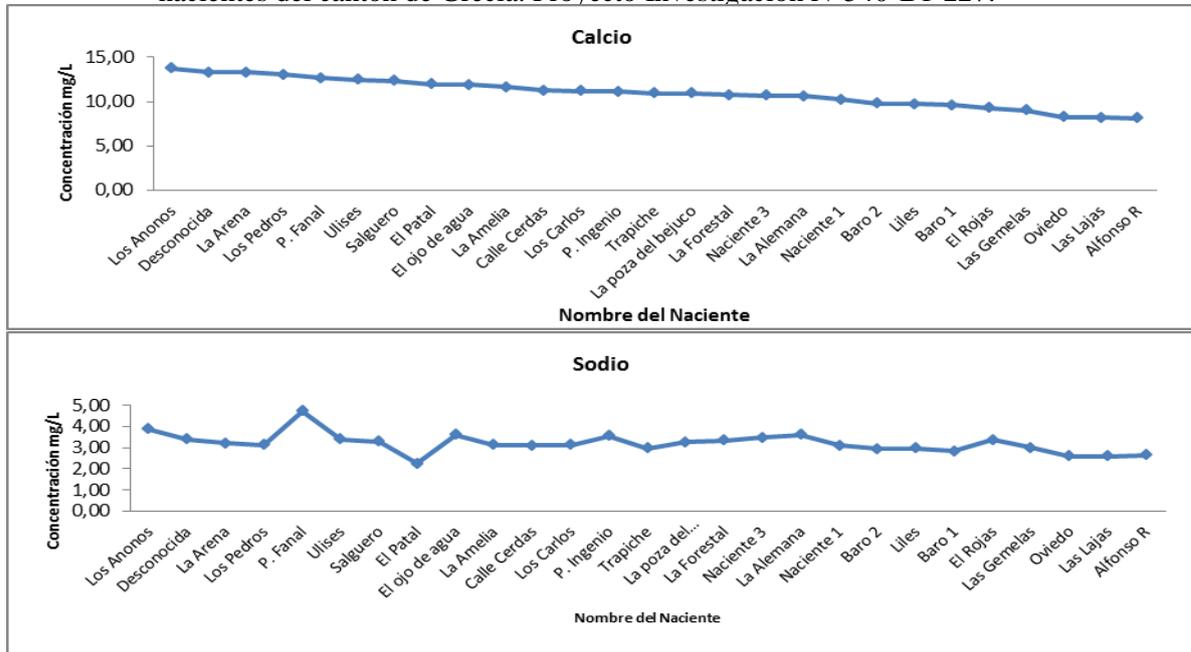
Los análisis se realizaron en el Laboratorio de la Química de la Universidad de Costa Rica, ubicado en el Recinto de Grecia, se ejecutaron por duplicado y se les determinó además otros parámetros denominados de Nivel 1 y Nivel 2 en el decreto N°32327-S, titulado Reglamento para la Calidad del Agua Potable, publicado en La Gaceta N°84, de mayo del 2005 y que por sus características responden a información vital en materia de gestión preventiva y correctiva para el recurso estudiado, que pretende dar origen a mayor información para el desarrollo de investigación y la publicación de futuros resultados, de interés cantonal en primera instancia, pero que trasciende con información científica de interés nacional e internacional, en materia del recurso hídrico.

Discusión y resultados.

Las concentraciones de calcio en forma iónica registradas en las muestras de agua recolectadas en los 29 nacientes de Grecia, presentaron un rango entre 8,14 mg L⁻¹ y 13,74 mg L⁻¹ con un promedio de 10,96 mg L⁻¹ (Ver figura N°1). En el caso del magnesio el rango fue de entre 2,01 mg L⁻¹ y 3,79 mg L⁻¹ con un promedio de 2,66 mg L⁻¹. Para el sodio, el rango comprende valores entre los 2,23 mg L⁻¹ y 4,71 mg L⁻¹ con un promedio de 3,20 mg L⁻¹. Finalmente para el potasio el rango es de entre 1,10 mg L⁻¹ y 3,31 mg L⁻¹ con un promedio de 2,12 mg L⁻¹ (Ver figura N°2). Importante destacar que todos los valores determinados analíticamente están dentro del rango recomendado según el decreto N°32327-S y que son

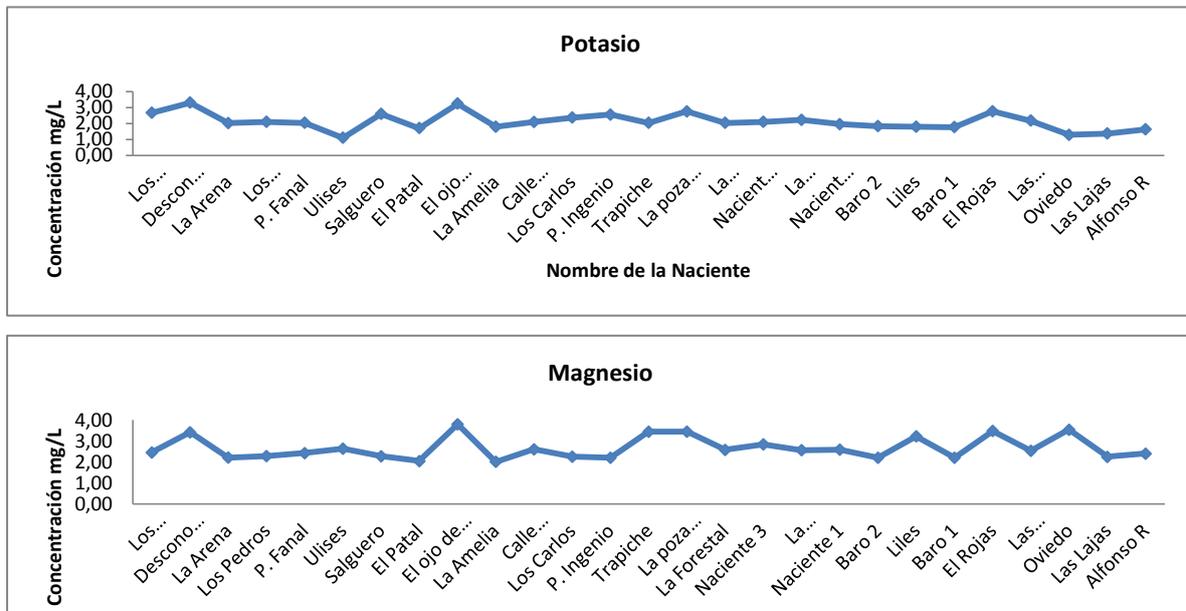
concentraciones relativamente bajas principalmente para cationes como el calcio, magnesio y sodio principalmente.

Figura 1. Concentración de cationes mayoritarios, Calcio y Sodio en agua potable en 29 nacientes del cantón de Grecia. Proyecto Investigación N°540-B1-227.



Fuente: El Autor, 2012.

Figura 2. Concentración de cationes mayoritarios, Calcio y Sodio en agua potable en 29 nacientes del cantón de Grecia. Proyecto Investigación N°540-B1-227

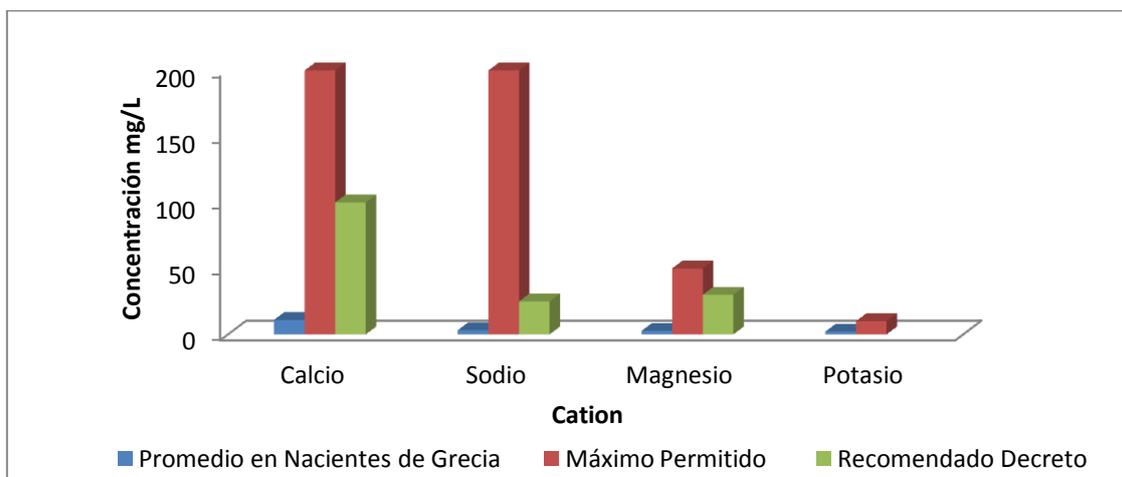


Fuente: El Autor, 2012.

Respecto a los valores de pH y conductividad, las muestras cumplieron con el rango de valores recomendados en el mismo decreto mencionado y comprende respectivamente, un rango entre los 6,50 y 7,32, con un promedio de 6,90; asimismo, la conductividad presentó un rango entre 85 y 186 μs , con un promedio del 120 μs .

En la figura N°3, se establece una comparación entre los valores promedio obtenidos en campo de las nacientes, respecto a los valores que recomienda el Decreto N°32327-S; se denota que la totalidad de cationes presentes en el agua utilizada para consumo humano sumaron concentraciones bajas, inferiores al 5% de lo establecido en dicho reglamento como máximo permitido. Estos resultados son esperados por la geografía que presenta el cantón de Grecia y entre otros factores, uno de los principales actores involucrados en el resultado es la altura, las muestras corresponden a nacientes que están en un rango de altura entre los 400 y 1400 msnm; como indica la literatura y datos científicos, en las tierras bajas, a pocos metros sobre nivel del mar, la concentración de cationes se ve notablemente incrementada, tal y como ocurre en los cantones de Guanacaste o Puntarenas.

Figura 3. Análisis comparativo entre la concentración de cationes en agua de nacientes en el Cantón de Grecia y los valores establecidos en el Nivel 2, del Reglamento de Calidad de Agua para Costa Rica.



Fuente: El autor y Decreto N° 32327-S.

Si se relacionan las concentraciones de calcio obtenidas en las nacientes estudiadas para el cantón de Grecia, con respecto a la concentración que debe presentar un ser humano como calcio total en la sangre, el cual presenta un rango de valores que están entre 8,5 a 10,5 mg g^{-1} ; una ingesta de agua potable diaria recomendada, supliría los requerimientos de calcio necesarios para los usuarios del cantón a nivel de su metabolismo en un porcentaje casi insignificante, menor al 0,05%, pero vitales por estar ionizado, es decir su absorción una vez que ingresa al organismo es total y será usado en los distintos procesos metabólicos donde es requerido.

Sin embargo, investigaciones realizadas en los Estados Unidos indican que las concentraciones de calcio a nivel plasmático oscilan entre 20-145 mg L⁻¹, valores más altos que hace repensar si sólo con el consumo de agua se puede suplir esos requerimientos, para este país, la dureza del agua es mucho mayor que la nuestra, es decir la población si se podría ver influenciada por el contenido sérico de calcio, debido a que la concentración de calcio iónico en ese país es 10 veces más alta que el nuestro, provocando un incremento en las caries dentales, problemas de cálculos renales y finalmente problemas de osteoporosis.

La población de Grecia puede y debe consumir alimentos ricos en calcio, eso le permite compensar parte del calcio carente en el agua potable, suponiendo que en promedio los griegos consumen dos litros de agua por persona por día, dato recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS); Mora (2000) asegura que el aporte a las recomendaciones dietéticas admisibles (RDA) fluctúa entre el 5 y el 20%; contrario a lo que todo el mundo piensa con respecto al calcio, sobre el hecho de que solo tiene que ver con los huesos, los huesos son solo una bodega del calcio, de allí se extrae el calcio para el cerebro, fertilidad, procesos de digestión, vista, mecanismo de defensa contra enfermedades, sistema inmunológico, entre muchas otras funciones que cumple este catión en el cuerpo humano.

Cuando existe un exceso de calcio en la sangre, es decir, una hipercalcemia, son comunes las náuseas, los vómitos, síntomas neuromusculares, debilidad muscular, confusión y trastornos cardiacos. De la misma forma, un descenso del calcio en la sangre, llamado hipocalcemia, se suele producir con un espasmo carpopedal, calambres, parestesias; pueden darse también, hipotensión, depresión, cuadros psicóticos, extrapiramidales y trastornos cardiacos, éstos últimos síntomas son a los que debemos prestar atención en caso de no seguir la recomendación de complementar la dieta con alimentos ricos en calcio.

Ahora bien los datos reportados, corresponden a un muestreo realizado en período de invierno; históricamente, existe un cambio en la concentración de cationes generalizado para todos los nacientes, respecto al período de verano. Analizando información suministrada por el Laboratorio Nacional de Agua, respecto a los nacientes estudiados, en el período de verano la concentración de cationes se duplica en los cationes calcio, sodio, potasio y magnesio; pese a ello, los máximos de concentración no alcanzan el 50% del valor recomendado en el decreto N°32327-S, con lo cual se puede asegurar que la concentración de cationes investigados sigue siendo baja, sin importar el período estacional.

Haciendo una relación de concentración para el magnesio como ión, los valores séricos normales son de 1,5 a 2,1 mg L⁻¹, casi la mitad del magnesio está libre y unos dos tercios unidos a albúmina; el resto, incluyendo la mayor parte de los huesos, no es intercambiable. (Mora et al, 2000). Un consumo de dos litros diarios de agua potable, no suple metabólicamente los

requerimientos de magnesio necesarios para la población abastecida del cantón, según las concentraciones bajas determinadas. No obstante, una particularidad que presenta este catión en el organismo es que a medida que disminuye el calcio de la dieta, aumenta la absorción de magnesio; el riñón conserva con eficiencia el magnesio cuando su ingestión es baja, y la absorción tiende a variar inversamente con la del calcio, eso mejora la condición de escasas que muestra el agua potable de la zona analizada, ya que podemos esperar que el cuerpo no deje escapar la concentración de magnesio que se consume en agua.

Respecto al sodio y su concentración como catión, se sabe que la concentración plasmática normal en sangre es de 8 a 8,5 mg L⁻¹; cuando se produce un desbalance de este mineral plasmático se producen dos situaciones: hipernatremia, es decir cuando aumenta la concentración de sodio en sangre, y la hiponatremia, que consiste en una disminución por debajo de los valores normales de la concentración de sodio. (Rodríguez, 2010).

Los resultados del agua potable estudiada en el cantón demuestran que las concentraciones cuantificadas como se mencionó son bajas y no deberían preocupar a la población; no obstante, la ingesta de sal de mesa en las comidas debe ser controlada, principalmente para personas que presenten factor de riesgo como la hipertensión arterial. El sodio interviene directamente sobre la tensión arterial, cuando éste se eleva mucho, se produce hipertensión arterial y cuando disminuye se produce hipotensión arterial.

Existen muchos estudios que muestran que el control de la presión arterial (PA) en los hipertensos es mejor cuando se reduce la ingesta de sal, ya que existe un porcentaje importante de pacientes (entre 20-40% son sal-sensibles) permite reducir el número y la dosis de fármacos. (López, 2007)

El potasio último catión a discutir, se oxida rápidamente en el aire, es muy reactivo, especialmente en agua, y se parece químicamente al sodio, también es un elemento químico esencial en el organismo. En el cuerpo humano es el principal catión extracelular dentro del cuerpo donde alcanza concentraciones cercanas a 150 mEq L⁻¹, con una concentración en el plasma entre 3,5 a 5 mEq L⁻¹ (Razeto, Nutricionista). La cantidad de potasio en el líquido extracelular es de entre 30 a 70 mEq L⁻¹, representando un 2% del potasio corporal total (2.500 a 4.500 mEq). Finalmente, los valores recomendados de potasio en una dieta balanceada son de 4,7 gramos constituyendo un déficit de potasio un valor inferior a 2,7 gramos. (Zarate, 2012).

Estudio de Caja Costarricense de Seguro Social en el presente año, revelan que la población Guanacasteca, seguida por la de Puntarenas, presentan un alto porcentaje de problemas renales, muchos de los cuales son crónicos y podrían estar asociados a una ingesta elevada de iones disueltos en el agua, la ausencia de estudios sobre las mediciones que se

desarrollan las ASADAS o municipios sobre sus nacientes, no ha detonado alertas tempranas de las implicaciones sobre la salud de los pobladores.

Los riñones sanos son los encargados de mantener la cantidad correcta de potasio. La pérdida mínima de potasio al día puede ser del orden de 240 mg. (Amatriain, 2000). Valores altos de potasio pueden desencadenar la hipercalemia, un desequilibrio electrolítico, indicado por un nivel alto de potasio en la sangre. Por el contrario, valores bajos de potasio desencadenan la hipokalemia, un desequilibrio electrolítico, con un nivel bajo de potasio en la sangre. El potasio afecta la carga y descarga de energía por las células neuromusculares que controlan las acciones del sistema digestivo, el corazón y otros músculos.

Al igual que con el magnesio, los valores encontrados en el agua analizada en las nacientes están por debajo de lo recomendado, contrario a lo que sucede en Guanacaste o Puntarenas, entonces se debe complementar con la ingesta de productos alimenticios ricos en potasio, supliendo cualquier carencia del catión a nivel del organismo.

Conclusiones.

- La concentración de cationes medidas en las nacientes del cantón de Grecia en general son bajas, respecto a los valores que establece el Reglamento para la Calidad del Agua Potable utilizado en Costa Rica, debido posiblemente a que los parámetros indicados en el decreto, para el caso de cationes se basó en normas similares Europeas o Estadounidenses y como se expuso, no se basan estudios científicos nacionales, con valores promedio.
- Bolaños (2012), concluye que realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua potable que tiene un uso la población, permite generar indicadores de factores de riesgo que revelan la vulnerabilidad del ambiente, así como el peligro para la salud de la población abastecida, además se convierte en una herramienta poderosa en materia de prevención y seguimiento sobre la gestión adecuada del recurso hídrico.
- Existe en materia hídrica un grado de heterogeneidad considerable a nivel de nacientes aún en el mismo cantón, la principal razón las características de un área geográfica varían con respecto a otra cercana, esto provoca cambios en la concentraciones de cationes de un sitio a otro.
- Dada la concentración baja de cationes, la población del cantón de Grecia debe complementar a su dieta con una ingesta de alimentos ricos en calcio, potasio y magnesio, para mantener los equilibrios iónicos que el metabolismo humano requiere para el desarrollo de sus procesos orgánicos.

- A pesar de existe un porcentaje considerable de población sal-sensibles, el agua del cantón de Grecia no representa actualmente un factor de riesgo sobre pacientes que padezcan HTA, a pesar de que el agua es clorada, la concentración de sodio es muy baja.

Bibliografía.

- Amatriain, M. (2000). El potasio para su salud. *Medicina Naturista*. Toronto, Canadá. (1) 17-19
- Bolaños, J. (2012, Octubre). Importancia del monitoreo de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia y sus repercusiones sobre la salud y el ambiente. *Ponencia presentada II Coloquio Internacional sobre diversidad cultural y estudios regionales realizado en Sede Occidente de la Universidad de Costa Rica*.
- Brown, T. (2004). Química la Ciencia Central. 9 Edición. Pearson Prentice Hall. México. págs. 1152.
- López, S; Rodríguez, C; Sánchez, M; Meijide, R; Vázquez, E; (2007). Hipertensión arterial y aguas minerales: ¿sabemos dar el mejor consejo?. *Originales SMG*. Universidad de la Coruña. págs. 93-100.
- MS, ICAA, OPS. (2007). Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. Recuperado de www.bvs.sa.cr/php/situacion/agua.pdf el 29 de setiembre de 2012.
- Mora, D; Alfaro , N; Portuguez , C; González , J. (2000). Aporte del agua de bebida a los requerimientos de magnesio de la población costarricense. *Revista Costarricense de Salud Pública*. (9) 17.
- Mora, D; Alfaro , N; Portuguez , C; González , J. (2000). Aporte del agua de bebida a los requerimientos de calcio de la población costarricense. *Revista Costarricense de Salud Pública*. (9) 16.
- Razeto, M. Nutricionista. Nefrodialisis San Lucas. Recuperado de: http://www.sanlucas.cl/v3/pdf/nutricion_d.pdf el 30 de noviembre del 2012.

Rodríguez, A; Rodríguez R. (2010). La Dureza del Agua. Universidad Tecnológica Nacional.
Recuperado de: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf el 15 de diciembre del 2012.

Standard Methods for The Examination of Water and wastewater. (2012). 22th Edition.
Washington DC. *American Public Health Associations*.

Zárate, L; Valenzuela; A. (2012). Equilibrio sodio-potasio en la regulación de la hipertensión arterial. *Revista Biomédica*. (2) 12.