

Diferencias de dureza del agua y las tasas de longevidad en la península de nicoya y los otros distritos de Guanacaste

Differences water harness and longevity rates in the peninsula of nicoya of Guanacaste and the otrher districts

Darner A. Mora-Alvarado¹, Carlos F. Portuguez-Barquero²,
Nuria Alfaro-Herrera³, Michael Hernández-Mirault⁴

Fecha de recepción: 29 de octubre del 2014
Fecha de aprobación: 18 de febrero del 2015

Mora-Alvarado, D; Portuguez-Barquero, C; Alfaro-Herrera, N; Hernández, Mirault, M. Diferencias de dureza del agua y las tasas de longevidad en la península de nicoya y los otros distritos de Guanacaste. *Tecnología en Marcha*. Vol. 28, N° 3, Julio-Setiembre. Pág 3-14.

1 Director del Laboratorio Nacional de Aguas-AyA (dmora@aya.go.cr)
2 Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas-AyA (fportuguez@aya.go.cr)
3 Funcionaria del Laboratorio Nacional de AguasA-A (nalfaro@aya.go.cr)
4 Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas-AyA (mhernandez@aya.go.cr)

Palabras clave

Agua dureza; longevidad; tasa; Zona Azul.

Resumen

Objetivo: analizar las características de dureza del agua para consumo humano y las tasas distritales de longevidad/10 000 habitantes, tanto en la península de Nicoya (“Zona Azul”) como en el resto de los distritos de la provincia de Guanacaste, con el propósito de determinar si los contenidos minerales del agua son o no un factor protector de calidad y larga vida.

Metodología: para cumplir con el objetivo de este estudio descriptivo-analítico-retrospectivo se aplicaron seis pasos. Primero se procesaron al menos 3.000 análisis físico-químicos de las aguas para consumo, provenientes de 425 acueductos de los 59 distritos de Guanacaste. El segundo paso fue calcular la dureza total (carbonato de calcio+carbonato de magnesio), por promedios en cada distrito. Tercero, con los datos del Censo 2011 se determinaron las tasas promedio de longevidad/10. 000 habitantes, para los segmentos de edad de 80-89, 90-99 y ≥ 100 años. En el cuarto paso, se realizó un análisis de frecuencias, ubicando las tasas promedio de longevidad en los intervalos de dureza total de 0-90, >90-180, >180-270 y >270, todos en mg/L; con estos datos se analizaron las tendencias entre la dureza total del agua y las tasas de longevidad por distritos. En el quinto paso se identificaron los 29 distritos de la denominada “Zona Azul”, ubicados en la Península de Nicoya, y se compararon los datos de Dureza Total con las tasas de longevidad promedio/10.000 habitantes de los restantes 30 distritos, usados como control. En el sexto paso se le aplicó la “Prueba t de Students” a las diferencias entre las longevidades en los 3 segmentos de edad, para verificar si existe o no diferencia estadística significativa al 90% ($p < 0,10$), 95% ($p < 0,05$) y 99% ($p < 0,01$) de confianza.

Resultados

Los promedios de dureza total de las aguas de consumo indican que en 21 distritos (35,6%) utilizan aguas “blandas”; 23 (39%), aguas “moderadamente duras”; 11 (18,6%), agua “duras” y 4 (5,8%) aguas “Muy Duras”. El análisis de tendencias entre los 4 intervalos de Dureza Total y las tasas promedio de longevidad, en los segmentos de 80-89 y 90-99 años, indica que a mayor dureza del agua mayor es la tasa de longevidad en los 59 distritos. Por otro lado, al comparar los promedios de durezas del agua y las tasas de longevidad de la “Zona Azul” y los distritos control, se comprueba que dichos promedios son marcadamente superiores en la “Zona Azul” en los tres segmentos de edad; no obstante, estas diferencias son estadísticamente significativas al 95% en el primero (80-89 años) y al 99% en el segundo (90-99 años).

Conclusiones

Los resultados comprueban una asociación positiva entre el consumo de aguas “duras” y las tasas de longevidad en personas >80 años, lo cual evidencia que el consumo prolongado de agua mineralizada es un factor de protección para la longevidad y la calidad de vida de los habitantes respectivos.

Recomendaciones

Verificar si el consumo de agua “dura” es un factor protector común de la longevidad de los habitantes en las restantes “Zonas Azules” del mundo, a saber Cerdeña (Italia), Okinawa (Japón), Loma Linda (California EUA) e Icaria (Grecia).

Keywords

Water hardness; longevity; rate; Blue Zone.

Abstract

Objective: to analyse drinking-water hardness characteristics and the longevity rates/10.000 inhabitants of the districts within the Nicoya Peninsula ('Blue Zone') and the rest of Guanacaste. The aim is to determine whether mineral content of water is a protective factor for quality and long life.

Methodology: six steps were followed in order to meet the objective of the present study. First step was to perform at least 3.000 physical-chemical analysis of drinking-water, from 425 aqueducts of the 59 districts of Guanacaste. Secondly, total hardness (calcium carbonate + magnesium carbonate) was calculated using average values for each district. Third, using data from Censo 2011 longevity average rates/10.000 inhabitants were determined for three different age ranges: 80-89, 90-99, and >100 years old. Fourth step was to perform a frequency analysis, placing the longevity average rates throughout the total hardness ranges: 0-90, >90-180, >180-270, and >270 mg/L. These data were used to analyse trends between total water hardness and longevity rates for each district. Fifth step consisted in the identification of the 29 districts of the 'Blue Zone', located within the Nicoya Peninsula. The total hardness values were compared to the longevity average rates/10.000 inhabitants values from the other 30 districts, used as control. Sixth step was to implement the 'Student's t-test' for the differences between longevity within the three age ranges, in order to verify whether there was a statistically significant difference with 90% ($p < 0,10$), 95% ($p < 0,05$), and 99% ($p < 0,01$) confidence.

Results

Total drinking-water hardness averages show that 21 districts (35,6%) use 'soft' water, 23 (39%) 'moderately hard' water, 11 (18,6%) 'hard' water, and 4 (5,8%) 'very hard' water. Trend analysis between the four total hardness ranges and the longevity average rates, within the age ranges of 80-89 and 90-99 years old, indicate there is a positive correlation between both factors along the 59 districts: the harder water is the higher longevity rate. On the other hand, water hardness averages appear to be markedly higher for the 'Blue Zone' than for the control districts throughout the three age ranges. However, the differences are statistically significant with 95% confidence in the first group (80-89 years old) and 90% in the second one (90-99 years old).

Conclusions

The results show there is a positive correlation between the consumption of 'hard' water and the longevity rates within people >80 years old. Drinking mineralised water for long periods of time is a protective factor for longevity and quality of life.

Recommendations

To verify if consumption of 'hard' water is a common protective factor for longevity within the remaining 'Blue Zone' throughout the world, i.e. Sardinia (Italy), Okinawa (Japan), Loma Linda (California, USA), and Icaria (Greece).

Introducción

La dureza del agua (DA) o calcárea —por contraposición al agua “Blanda”— es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de calcio y magnesio (Miñara, 2002). Se expresa normalmente como la cantidad de carbonato de calcio, y se calcula genéricamente a partir de la suma de las concentraciones de carbonato de calcio y carbonato de magnesio, en mg/L, existentes en cada litro de agua. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el grado de DA se clasifica con base en el CaCO_3 , en 4 intervalos de 0-60 mg/L, y se define como “blanda”, entre 61-120 mg/L como “moderadamente dura”, de 121-180 mg/L se clasifica como “dura” y >180 mg/L como “muy Dura” (OMS, 2004). No obstante, y para el presente estudio, en vista de que generalmente la relación calcio/magnesio es de aproximadamente el doble, en Costa Rica se adoptó la alternativa de sumar ambos minerales para calcular la DA, por lo que se definieron los intervalos de 0-90 mg/L como “blanda”, >90-180 mg/L como “moderadamente dura”, >180-270 mg/L como “dura” y >270 mg/L como “muy dura” (Mora, Portuguesez, Alfaro, 2001).

La DA puede ser temporal (de carbonatos) o permanente (no carbonatos), generalmente de sulfatos y cloruros. Las durezas de carbonato de calcio y carbonato de magnesio son menos soluble en agua caliente que en agua fría; es decir, al hervir el agua, la DA puede disminuir al precipitarse; por el contrario, la dureza permanente de sales de sulfatos y cloruros de calcio o magnesio no disminuye al hervir el agua.

Otra diferencia importante y visible es que las aguas “duras” son incrustantes, formando sarros o depósitos de carbonato de calcio en las tuberías, calderas y otros tipos de envases que la contienen. Las aguas “Blandas” son corrosivas y desmineralizadas, induciendo a la lixiviación del material del envase que los contiene, como los tanques de almacenamiento y la red de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano (ACH) (Mora, 2009). Con respecto a la relación del grado de DA y la salud de los consumidores, la primera observación la realizó el sabio Hipócrates hace, aproximadamente, 2500 años en su documento ecológico titulado “*Aires, aguas y lugares*”.

En este documento Hipócrates indicaba a sus estudiantes de medicina que “...*Quien desee estudiar correctamente la medicina deberá proceder entre otros aspectos, de la siguiente manera... Deberán considerar con el mayor cuidado todas estas cosas y, también a donde tienen que ir los nativos para buscar el agua, si usan aguas pantanosas, suaves o que son duras y vienen de lugares altos y rocosos, o son salubres y ásperas también el suelo, si es llano y seco, o boscoso y de aguas abundantes...*” (OMS, 1948); es decir, según Hipócrates la salud de la población dependerá, entre otros factores, de las características físico-químicas del agua, en especial su “dureza” o “blandura”.

En el siglo XX algunos estudios han demostrado una débil relación inversa entre la DA y las enfermedades cardiovasculares en los varones, cuando el grado de dureza total del agua sobrepasa los 170 mg/L de carbonato de calcio (OMS, 1994) (Calvo, Sardiñas, 1992). No obstante, la OMS ha revisado las evidencias, y concluyó que los datos eran inadecuados para emitir una recomendación acerca de un nivel de DA (OMS, 2004). Otros estudios, realizados tanto a nivel de Costa Rica como en otras latitudes del mundo, indican que el exceso de DA ha sido vinculado como un factor de riesgo para padecer litiasis renal (Mora, Chamizo, 2007) (Medina-Escobeto, 2002). En el contexto mundial, y relacionado con la longevidad de las personas, se han identificado varios lugares o poblaciones denominadas “Zonas Azules”, en donde las personas viven más años y, en muchos casos, superan los 100 años de edad (Buettner, 2002) (Buettner, 2008). Estas regiones fueron estudiadas por Dan Buettner, de la National Geographic, señalando características específicas locales y prácticas culturales que

generan altas incidencias de casos de longevidad. Las 5 “Zonas Azules” identificadas hasta el momento son:

- Cerdeña, Italia (específicamente en la provincia de Nuoro y Ogliastra).
- La isla de Okinawa, Japón.
- Loma Linda, California.
- Icaria, en la Isla de Grecia cerca de la costa turca.
- La península de Nicoya, Costa Rica.

De acuerdo con varios investigadores, los principales factores que favorecen la longevidad de la población de estas “Zonas Azules” son la nutrición centrada en la ingesta de minerales, mediante el consumo de vegetales y aguas “duras” con altos contenidos de calcio y magnesio (Grainger, 2009) (Winfrey, 2009). Otros aspectos importantes son la filosofía de vida de los ciudadanos con poco “stress”, ejercicio natural en sus labores y la genética de los pobladores (Buettner, 2011). Específicamente en la península de Nicoya se cumple la mayoría de estos aspectos, sobre todo el consumo de agua mineralizada y de tortillas a base de maíz “curado” con carbonato de calcio. Estos factores en conjunto provocan mayor longevidad, fuerza, vitalidad y felicidad en los habitantes de la “Zona Azul” de la península de Nicoya (Laboratorio Nacional de Aguas, 2014).

Actualmente, se conoce que el calcio es responsable de funciones estructurales que afectan el esqueleto y los tejidos blandos, y las funciones de regulación como la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos, incluyendo el movimiento del corazón, la secreción celular y la coagulación sanguínea. Más del 99% del calcio del organismo se encuentra en los huesos. Este catión divalente es el más abundante en el organismo humano, y constituye entre el 1,5% y 2,0% del peso corporal total (OMS/OPS, 1997).

El magnesio desempeña un papel esencial en muchas reacciones celulares básicas, por lo que su deficiencia puede acarrear varios trastornos electrolíticos. Un cuerpo humano de 70 kg de peso tiene alrededor de 20 a 28 g de magnesio. En el infarto de miocardio la administración intravenosa de magnesio reduce la frecuencia de arritmias graves y la mortalidad. Como se observa, este es un mineral esencial que se adquiere a través de la dieta, principalmente de los vegetales y del ACH. Por ejemplo en Costa Rica, según estudios elaborados en el Laboratorio Nacional de Aguas, este líquido aporta en promedio 4,6% a la dieta diaria del costarricense (Mora, 2000).

En razón de esto, y al papel que juegan el calcio y el magnesio en la fisiología humana (Ten, Yu suf, Collin, 1991) (Suárez, 2012), se realiza el presente estudio, con el objetivo de analizar las características de DA y las tasas distritales de longevidad de los habitantes en la “Zona Azul” de la península de Nicoya y el resto de los distritos de la provincia de Guanacaste, con el propósito de determinar si los contenidos de minerales del agua son, o no, un factor protector de calidad y larga vida de la región Chorotega.

Materiales y métodos

Para cumplir con el objetivo de este estudio ecológico-descriptivo-retrospectivo-analítico se aplicaron los siguientes pasos:

Promedios de dureza total, dureza de calcio y dureza de magnesio en las aguas por distritos

Los promedios de dureza total del ACH, en cada uno de los 59 distritos de Guanacaste, se calcularon con al menos 3000 análisis fisicoquímicos, provenientes de las aguas de 425

acueductos de los 11 cantones de la región Chorotega, en el periodo del 2007 al 2013. Dichos datos se obtuvieron de los datos históricos del Laboratorio Nacional de Aguas.

Clasificación de la dureza total del agua

Como se indicó en la introducción, la clasificación de DA se realizó mediante los siguientes 4 intervalos:

Agua “blanda” de 0–90 mg/L.

Agua “moderadamente dura” de >90–180 mg/L.

Agua “dura” de >180–270 mg/L.

Agua “muy dura” >270 mg/L.

Datos sobre las tasas de longevidad por distritos

Fundamentados en los resultados del Censo 2011 (INEC, 2012), se determinó el número de personas por distritos de Guanacaste con edades entre 80-89, 90-99 y ≥ 100 años. Con estos datos, se calcularon las tasas de longevidad/10.000 habitantes para cada segmento poblacional, para luego ubicar estos resultados promedio de longevidad en los cuatro intervalos de dureza total.

Análisis de tendencias en los 59 distritos

Con los intervalos de dureza total y las tasas promedio de longevidad/10.000 habitantes se elaboró un análisis de frecuencias, con el propósito de identificar la tendencia mediante un cuadro y su respectivo gráfico, valorando así la hipótesis de que “A mayor DA mayores son las tasas de longevidad/10 000 habitantes, distribuidos en los segmentos de 80-89, 90-99 y ≥ 100 años”.

Comparación de dureza total y las tasas promedio de longevidad entre los distritos de la provincia de Nicoya y el resto de los distritos de Guanacaste

Los 29 distritos ubicados en los cantones de Nicoya, Hojancha, Santa Cruz, Carrillo y Nandayure (Ávalos, Bran, 2013), han sido clasificados como una de las 5 “Zonas Azules” del mundo por el número de personas longevas, las cuales pueden vivir más de 100 años con calidad de vida. Estos se compararon con los otros 30 distritos ubicados en los cantones de Liberia, Cañas, Bagaces, Tilarán, La Cruz y Abangares (no pertenecientes a la “Zona Azul”), con el objetivo de determinar si hay diferencias estadística significativa, en los promedios de dureza total y las tasas promedios de longevidad/10 000 habitantes, en los 3 segmentos de edades.

Análisis estadísticos

Para valorar si las diferencias entre la Dureza Total y las respectivas tasas de longevidad presentan diferencia estadística significativa, entre los intervalos de la “Zona Azul” y los distritos control en los 3 segmentos de edad, se aplicó la “Pruebas t de Student” al 90%, 95% y 99% de confianza (es.wikipedia.org/wiki/Prueba_t_de_Student, 2014).

Estos resultados nos permitirán plantear la hipótesis de que las “Concentraciones de Dureza Total en las ACH son un factor importante para mantener las longevidades promedio por distritos en Guanacaste”.

Cuadro 1. Promedio de dureza total, dureza de calcio y Dureza de magnesio y las tasas de longevidad/10 000 habitantes en los 59 distritos de Guanacaste

Distritos	Cantones	Dureza Total mg/L	Dureza de Calcio mg/L	Dureza de Magnesio mg/L	Relación Mg/Ca	Relación Ca/Mg	Tasas de población por edades ≥ 80 años		
							80-89	90-99	> 100
Liberia	Liberia	30,00	19,33	10,67	0,55	1,81	113,52	20,61	2,06
Cañas Dulces	Liberia	72,00	46,00	26,00	0,57	1,77	173,37	34,06	0,00
Mayorga	Liberia	262,00	169,00	93,00	0,55	1,82	118,32	37,52	0,00
Nacascolo	Liberia	69,00	39,00	30,00	0,77	1,30	88,93	0,00	0,00
Curubandé	Liberia	77,00	52,50	24,50	0,47	2,14	102,89	31,66	0,00
Nicoya	Nicoya	153,00	95,30	57,70	0,61	1,65	193,69	42,69	3,22
Mansión	Nicoya	250,67	233,34	17,33	0,07	13,46	271,12	43,73	5,25
San Antonio	Nicoya	197,19	147,32	49,87	0,34	2,95	316,17	84,31	1,51
Quebrada Honda	Nicoya	259,56	233,00	26,56	0,11	8,77	352,75	75,81	0,00
Sámara	Nicoya	178,00	127,00	51,00	0,40	2,49	119,59	22,78	2,85
Nosara	Nicoya	167,17	117,83	49,34	0,42	2,39	73,29	22,39	0,00
Belén-Nosarita	Nicoya	107,17	75,28	31,89	0,42	2,36	227,10	40,95	0,00
Santa Cruz	Santa Cruz	200,81	122,23	78,58	0,64	1,56	187,52	45,95	1,39
Bolsón	Santa Cruz	377,50	275,00	102,50	0,37	2,68	319,61	11,39	0,00
Veintisiete de Abril	Santa Cruz	178,67	109,33	69,34	0,63	1,58	209,99	34,05	2,84
Tempate	Santa Cruz	199,08	116,44	82,64	0,71	1,41	119,01	39,08	0,00
Cartagena	Santa Cruz	218,97	135,58	83,39	0,62	1,63	175,21	44,46	5,23
Guajiniquíl	Santa Cruz	143,25	80,50	62,75	0,78	1,28	117,38	22,36	0,00
Diriá	Santa Cruz	169,30	62,10	107,20	1,73	0,58	279,13	48,66	0,00
Cabo Velas	Santa Cruz	168,40	92,80	75,60	0,81	1,23	121,95	35,69	0,00
Tamarindo	Santa Cruz	158,00	64,00	94,00	1,47	0,68	105,10	34,51	0,00
Bagaces	Bagaces	41,28	26,14	15,14	0,58	1,73	115,63	29,92	3,23
La Fortuna	Bagaces	120,00	28,75	91,25	3,17	0,32	181,42	29,03	0,00
Mogote	Bagaces	58,13	40,13	18,00	0,45	2,23	114,77	20,60	0,00
Río Naranjo	Bagaces	49,67	30,33	19,34	0,64	1,57	197,04	0,00	0,00
Filadelfia	Carrillo	193,27	130,13	63,14	0,49	2,06	149,63	35,21	2,51
Palmira	Carrillo	193,31	122,14	71,17	0,58	1,72	131,09	44,31	0,00
Sardinal	Carrillo	199,50	119,50	80,00	0,67	1,49	126,74	24,81	2,01
Belén	Carrillo	220,50	126,67	93,83	0,74	1,35	147,04	38,46	1,13
Cañas	Cañas	89,60	50,99	38,61	0,76	1,32	121,54	23,54	1,92
Palmira	Cañas	103,58	51,38	52,20	1,02	0,98	111,34	60,73	0,00
San Miguel	Cañas	105,17	68,50	36,67	0,54	1,87	133,82	42,58	0,00
Bebedero	Cañas	84,50	52,00	32,50	0,63	1,60	86,37	9,60	0,00
Pozzal	Cañas	301,00	285,00	16,00	0,06	17,81	179,37	14,95	0,00
Las Juntas	Abangares	87,28	65,56	21,72	0,33	3,02	149,76	34,80	0,00
Sierra	Abangares	50,71	33,88	16,83	0,50	2,01	136,11	17,01	0,00
San Juan	Abangares	83,40	61,20	22,20	0,36	2,76	189,27	12,62	0,00
Colorado	Abangares	287,53	200,61	86,92	0,43	2,31	106,04	34,62	2,16
Tilarán	Tilarán	88,00	48,00	40,00	0,63	1,20	163,65	38,03	3,46
Quebrada Grande	Tilarán	52,01	32,23	19,78	0,61	1,63	170,37	40,74	0,00
Tronadora	Tilarán	35,50	21,49	14,01	0,65	1,53	189,42	11,14	0,00
Santa Rosa	Tilarán	35,00	18,00	17,00	0,94	1,06	195,37	77,12	0,00
Líbano	Tilarán	78,45	55,73	22,72	0,41	2,45	323,70	23,12	0,00
Tierras Morenas	Tilarán	31,10	19,14	11,96	0,62	1,60	213,55	36,82	0,00
Arenal	Tilarán	49,13	34,30	14,83	0,43	2,31	108,70	13,04	0,00
Carmona	Nandayure	175,25	107,50	67,75	0,63	1,59	205,15	64,36	4,02
Santa Rita	Nandayure	173,86	106,57	67,29	0,63	1,58	179,81	82,99	6,92
Zapotal	Nandayure	102,33	55,67	46,66	0,84	1,19	139,92	74,07	0,00
San Pablo	Nandayure	445,50	230,67	214,83	0,93	1,07	167,65	31,72	0,00
Porvenir	Nandayure	115,00	63,00	52,00	0,83	1,21	175,44	53,98	0,00
Bejuco	Nandayure	143,69	93,00	50,69	0,55	1,83	145,41	33,05	3,30
La Cruz	La Cruz	128,97	101,65	27,32	0,27	3,72	109,84	26,10	3,26
Santa Cecilia	La Cruz	36,00	24,00	12,00	0,50	2,00	123,04	30,36	2,85
La Garita	La Cruz	123,25	75,50	47,75	0,63	1,58	118,48	35,55	17,77
Santa Elena	La Cruz	138,50	121,17	17,33	0,14	6,99	107,84	39,22	0,00
Hojancha	Hojancha	145,45	82,84	62,61	0,76	1,32	188,46	47,11	4,71
Monte Romo	Hojancha	55,89	32,11	23,78	0,74	1,35	149,03	14,90	0,00
Puente Carrillo	Hojancha	123,25	73,42	49,83	0,68	1,47	158,83	19,06	6,35
Huacas	Hojancha	130,00	75,13	54,87	0,73	1,37	127,30	56,58	0,00

FUENTE: Laboratorio Nacional de Aguas.

Análisis de aguas

Los análisis físico-químicos de las aguas para consumo humano se realizaron siguiendo las directrices del "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water" (APHS/AWWA/WEF, 2012).

Resultados

En el cuadro 1 se presentan los datos promedios de los tres tipos de DA, y los promedios de las tasas de longevidad/10 000 habitantes en cada uno de los 59 distritos guanacastecos.

Dureza total y tasas promedio de longevidad

En el cuadro 2 se presentan, por intervalos, los promedios de dureza total promedio y las respectivas tasas promedio de longevidad/10 000 en los 3 segmentos por edades, para cada distrito en Guanacaste.

Dureza total promedio en los distritos de la "Zona Azul" (península de Nicoya), longevidad y su comparación con los otros distritos control de la provincia de Guanacaste

En el cuadro 3 se resumen, en forma comparativa, las variables de dureza total, dureza de calcio y dureza de magnesio y las tasas de longevidad/10 000 habitantes en los 3 segmentos de edad, entre los 29 distritos de la "Zona Azul" y los 30 distritos control.

Cuadro 2. Intervalos de dureza total promedio y las respectivas tasas promedio de longevidad/10.000 habitantes en personas >80 años de edad por distritos en Guanacaste

Intervalos de dureza Total (mg/L)	Longevidad: tasas por 10 000 habitantes		
	80 a 89 años	90 a 99 años	≥ 100 años
0 - 90	153,62	24,75	0,64
>90 -180	153,49	42,11	2,40
>180 - 270	190,42	46,70	1,73
>270	193,17	23,17	0,54

Fuente: Elaboración de los autores

Cuadro 3. La "Zona Azul" y los distritos control: dureza total, dureza de calcio y dureza de magnesio, sus proporciones y las tasas promedio de Longevidad en provincias mayor igual a 80 años.

Distritos de la "Zona Azul"	Número	Dureza Total (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	MgCO ₃ (mg/L)	Ca/Mg	Mg/Ca	Longevidad/10.000		
							80-89	90-99	≥ 100 años
	29	184,78	116,85	67,94	2,24	0,66	179,34	42,31	1,77
Distritos Control	30	95,44	64,53	30,91	2,57	0,63	146,33	28,45	1,27
Diferencias		89,34*	52,32*	37,03*	-0,33	0,03	33,01**	13,86*	0,50

Fuente: Elaborado por los autores

*Diferencia estadística al 99% de confianza.

** Diferencia estadística al 95% de confianza

En el figura 1, se visualizan los datos del cuadro 2.

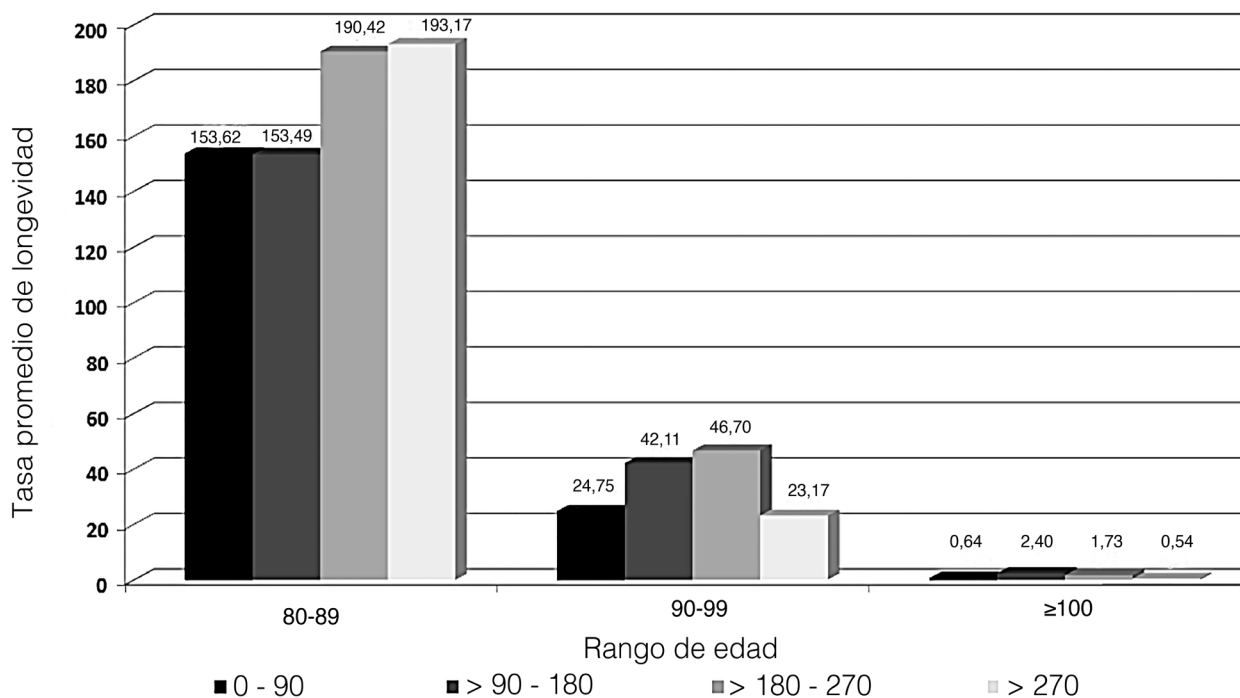


Figura 1. Distritos de Guanacaste: dureza total por intervalos y las tasas promedio de longevidad en personas de 80 a 89, 90 a 99 y ≥100 años. Fuente: Elaborado por los autores

En el figura 2, se visualizan los datos comparativos del cuadro 3.

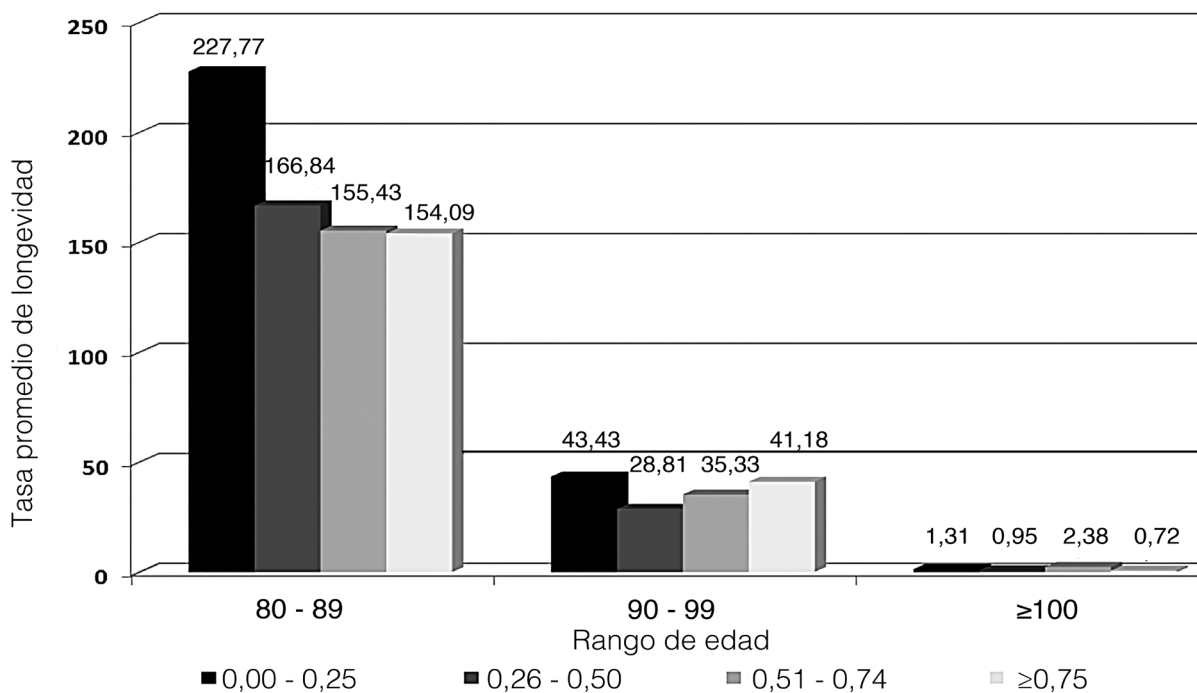


Figura 2. “Zonas Azules” y distritos control: longevidad en tasas/10 000 habitantes, según dureza total promedio en el agua de consumo. Fuente: Elaborado por los autores

Resultados del análisis estadístico

En el cuadro 4 se presentan los valores de “Probabilidad” (p) de la aplicación de la “Prueba t de Student”, entre las diferencias de las tasas promedio de longevidad/10 000 habitantes, en los diferentes segmentos de edad, y los intervalos de dureza total. Igual, se incluyen las diferencias de las tasas de longevidad entre los distritos de la Península de Nicoya (“Zona Azul”) y los otros 30 distritos control del resto de Guanacaste.

Cuadro 4. Datos de probabilidad (Resultados de la “Prueba t de Student” al 90%, 95% y 99% de Confianza)

CUADRO 4. DATOS DE PROBABILIDAD (RESULTADOS DE LA "Prueba t de Student" al 90%, 95% y 99% de Confianza)															
Intervalo	Dureza Total			Dureza de CaCO3			Dureza de MgCO3			Zonas Azules					
	80-89 años	90-99 años	≥100 años	80-89 años	90-99 años	≥100 años	80-89 años	90-99 años	≥100 años	Dureza total	Dureza CaCO3	Dureza MgCO3	80-89 años	90-99 años	≥100 años
Uno/dos	0,993	0,002*	0,057***	0,525	0,018**	0,064***	0,395	0,055***	0,140	0,000021*	0,001*	0,000017*	0,039**	0,004*	0,499
Uno/tres	0,208	0,003*	0,113	0,566	0,021**	0,172	0,461	0,023**	0,024**						
Uno/cuatro	0,452	0,828	0,870	0,083***	0,408	0,586	0,574	0,424	0,120						
Dos/tres	0,198	0,481	0,517	0,858	0,479	0,423	0,804	0,823	0,952						
Dos/cuatro	0,449	0,036**	0,078***	0,115	0,744	0,332	0,298	0,236	0,054***						
Tres/cuatro	0,960	0,017**	0,166	0,150	0,477	0,718	0,338	0,140	0,03**						

Fuente: Elaboración de los autores

*Diferencia significativa al 99% de confianza. ** Diferencia significativa al 95% de confianza. ***Diferencia significativa al 90% de confianza.

Nota 1: Las diferencias entre la “Zonas Azul” y los distritos control, en los tres tipos de durezas (Total, calcio y magnesio), son significativas estadísticamente al 99% de confianza con valores “p” de 0,000021, 0,001 y 0,000017, respectivamente.

Análisis de resultados

Distribución de los distritos de Guanacaste según la clasificación de dureza total

En el cuadro 1 se resume la dureza total, la dureza de calcio y la dureza del magnesio en las ACH, por promedio distrital.

La distribución de los 59 distritos indica que 21 (35,6%) se ubican en el intervalo de 0-90 mg/L (“Aguas Blandas”); 23 distritos (39%) se clasifican como aguas “moderadamente duras” (>90-180); 11 distritos (18,6%) consumo aguas “duras” (>180-270 mg/L); y 4 distritos (5,8%) aguas “muy duras” (>270 mg/L). En resumen, de la totalidad de los 59 distritos de los 11 cantones guanacastecos, en 23 se consumen aguas blandas (35,6%) y 36 (64,4%) se utilizan aguas de “moderadamente dura” a “muy dura”.

Dureza Total y tasas promedio de longevidad

Los datos del cuadro 2 y la tendencia observada en el gráfico 1, indican que las tasas de longevidad/10.000 habitantes son mayores a partir del intervalo de Dureza Total de >180-270 mg/L (aguas clasificadas como “duras”). En el segmento 2, de 90 a 99 años, la diferencia de las tasas de longevidad se da a partir del intervalo >90-180 mg/L de Dureza Total, es decir agua “Moderadamente Dura”. En el caso del segmento 3 (≥100 años), la diferencia de las tasas de longevidad/10.000 se presenta en el intervalo de Dureza Total >90-180 mg/L. Estas diferencias son significativas estadísticamente al 95% de confianza en el segmento de 90 a 99 años.

Distritos de península de Nicoya (“Zona Azul”) y los distritos control

Los resultados promedio de los 3 tipos de dureza (Dureza Total, Dureza de calcio y Dureza de magnesio), de los 29 distritos de la “Zona Azul”, son marcadamente superiores con respecto a los promedios de los 30 distritos usados como control. En concordancia con estos datos, las diferencias de las tasas promedio en los 3 segmentos de edad también son mayores en los distritos de la “Zona Azul” con respecto a los distritos control. Lo importante de estas diferencias es que fueron significativas al 95% de confianza en el segmento de edad 80-89 años y al 99% en el de 90-99 años. Por otro lado, en la “Zona Azul” los promedios de dureza total (184,79 mg/L), clasifican el agua como “dura”, mientras que en los 30 distritos control fue de 95,44 mg/L para una clasificación de “moderadamente dura”. Con respecto a la Dureza de calcio, en los distritos de la “Zona Azul” fue de 116,85 mg/L (“moderadamente dura”) y en los distritos control de 64,53 mg/L, también agua (“moderadamente dura”). En el caso de la Dureza de magnesio, en la “Zona Azul”, el valor promedio fue de 67,94 mg/L; es decir, superior al intervalo de agua “blanda” (0-30 mg/L).

Por último, no se observaron diferencias en las relaciones o proporciones del carbonato de calcio y carbonato de magnesio, y viceversa, en ambos grupos de distritos. Sin embargo, se observa que la relación carbonato de calcio y carbonato de magnesio es de 2,24 y 2,57 veces en ambos intervalos. Lo mismo sucede a la inversa, en donde los 2 datos promedios son muy semejantes, 0,66 mg/L (“Zona Azul”) y 0,63 mg/L (distritos control).

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Se observa una asociación positiva entre los contenidos de Dureza Total del ACH y las tasas promedio de longevidad/10 000 habitantes, sobre todo en el agua clasificada como “dura” (>180-270 mg/L) en el segmento de 80 a 89 años. En el segmento de longevidad de 90 a 99 años y de ≥ 100 años, el “salto” se observa con el consumo de agua “moderadamente dura”.

No se observa, en el segmento de ≥ 100 años, un incremento en las tasas promedio de longevidad en el intervalo mayor a 270 mg/L; es decir, en el agua clasificada como “muy dura”.

En la comparación de los 29 distritos de la “Zonas Azules” se aprecia diferencia, con significancia estadística al 99% de confianza, en todos los tipos de dureza y las tasas de longevidad promedio/10 000 habitantes, con respecto a los 30 distritos usados como control ubicados en los restantes cantones de Guanacaste.

Los resultados obtenidos, tanto en la tendencia de los intervalos de Dureza Total y las tasas promedio de longevidad/10 000 habitantes, como en la comparación de la “Zona Azul” y los 30 distritos control, permite sugerir que la DA es factor protector en la longevidad de los habitantes de Guanacaste, específicamente en la Península de Nicoya.

Recomendaciones

El análisis obtenido en el estudio de tendencias y la comparación entre los datos de dureza del agua y las tasas promedio de longevidad, sugieren que el agua clasificada como “moderadamente dura” y “dura” es la recomendable para el consumo de los minerales de calcio, magnesio y otros, para optar por una larga y buena vida en los seres humanos residentes en las zonas respectivas.

Se recomienda verificar si el consumo de agua moderadamente dura y dura son un factor protector común en la calidad y longevidad de los habitantes, en las otras zonas azules del mundo: Cerdeña (Italia), Okinawa (Japón), Loma Linda (California, EUA) e Icaria (Grecia).

Bibliografía

- APHS/AWWA/WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 22nd Edition; Washington D.C. 2012.
- Ávalos, A.; Bran, C. (2013). *Robles de Cien Años y Más*. San José. Revista Dominical. La Unión. Domingo 6 de enero.
- Buettner, D. *Bebidas y tisanas que alargan la Vida*. En línea: <http://www.planetase libros. com>.
- Buettner, D. (2008). *The Blue Zones: Lesson for living longer From the People Whove Lived the Longest*. National Geographicpágs. 1-277.
- Buettner, D. (2011). *Thrive Finding Happiness the Blue Zonas Way*. National Geographic Society. págs. 1-283.
- Calvo, M.; Sardiñas, O. (1992). *Evaluación de las concentraciones de oligoelementos y dureza total del agua de consumo humano y su posible relación con la mortalidad por infarto de miocardio en Agua y Salud*. Instituto Nacional de Higiene. Epidemiología y Microbiología. Cuba págs. 115 a 129.
- Documento en línea. (2014). *Sección "Cálculos" del documento "Prueba t de Student"*. Dirección: es.wikipedia.org/wiki/Prueba_t_de_Student. Consultado el 21 de octubre.
- Grainger. L. (2009). *6 secretos para vivir 100 años. Selecciones*. En línea cr. Selecciones.com/.../content_imprimir.p
- Instituto Nacional de Censos y Estadísticas. (2012). *Censo 2011*. INEC. San José. Costa Rica.
- Laboratorio Nacional de Agua. (2014). *Análisis de Dureza total, Dureza de calcio y Dureza de magnesio en las aguas para consumo humano*. La Unión. LNA-AyA; 2007-2013.
- Medina-Escobeto, M. y Colaboradores. (2002). *Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México, para Litiasis Urinaria*. México D.F. Salud Pública de México. Vol. 44. N.º 6. pág. 541-545.
- Miñara, V. (2002). *Calcio en el agua de bebida en la infancia: ¿molesto o necesario?* Madrid. Acta Pediátrica Española. Vol. 60, N.º 2.
- Mora, D. (2009). *Agua*. San José, Costa Rica. UNED.
- Mora, D., Chamizo, H. (2007). *Estudio Exploratorio-Ecológico sobre las concentraciones de sales de calcio en el Agua para Consumo Humano y la Litiasis Renal en Costa Rica*. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 16. N.º31. Edition 31. págs.13-18.
- Mora, D. y colaboradores. (2000). *Aportes del Agua de Bebida a los Requerimientos de magnesio de la Población Costarricense*. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 9. Número 17. págs.45-60.
- Mora, D.; Portuguez, F.; Alfaro, N. (2001). *Relación entre la Dureza del Agua y las Cardiopatías Isquémicas en Costa Rica*. Laboratorio Nacional de Agua. Cartago, La Unión, Tres Ríos. OMS. Extracto de Hipócrates. (1948). *Aires, Aguas y Lugares*. WHS. Joves (ed). Cambridge. Harvard University Press.
- OMS/OPS. (1997). *Conocimientos Actuales sobre Nutrición*. Washington, D.C. Publicación Científica N.º 565, Séptima edición.
- Suárez, F. (2012). *El Poder del Metabolismo*. San José. Masterlitho S.A.
- Ten KK, Yu suf, Collin R, et al. (1991). *Effects of intravenous magnesium in suspected caute myocondial infaretion; over-view of randomized trial*. Brmed: 303. 1499-1503.
- Winfrey, O. (2004). *Zonas Azules: Nicoya "Secretos de las Zonas Azules"*. En línea [http:// ocascante. Blogspot. com/2009/02.zonas-azulesnicoya.html](http://ocascante.blogspot.com/2009/02.zonas-azulesnicoya.html).23/09/2004.
- World Heath Organization. (2004). *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva; Third Edition; Volume 1. Recommendations.
- World. Health Organization. (1994). *Guidelines for drinking-Water Quality*. Geneva Second Edition-Volume 2-Health criteria and other supporting Information.Geneva.
- Wold Health Organization (1994). *Guidelines for drinking-Water Quality*. Volume 1. Recommendation. Third Edition.