Semejanzas existentes entre aguas de bebida envasadas y las aguas Premium

José Ángel Díaz-Muñoz, Eulogio Pardo-Igúzquiza, María del Mar Corral-Lledó,
Elena Galindo-Rodríguez y Carlos Ontiveros-Beltranena

Instituto Geológico y Minero de España,
C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España.
j.diaz@igme.es; e.pardo@igme.es; mm.corral@igme.es; e.galindo@igme.es; c.ontiveros@igme.es.

RESUMEN

A lo largo de las últimas décadas, se viene constatando en España un incremento en el consumo de aguas minerales, así como la aparición en el mercado de nuevas marcas de aguas envasadas tanto nacionales como internacionales. Tradicionalmente, las aguas envasadas eran fundamentalmente aguas de origen subterráneo; sin embargo, en la actualidad es posible encontrar un mercado de aguas de muy diversos orígenes, conocidas como "aguas Premium", procedentes de iceberg, glaciares, agua de lluvia, etc. Su precio es muy variable, y si el precio de las aguas envasadas normales oscila entre 0,5 y 3,5 euros el litro, el precio de las "aguas Premium" es, al menos, un orden de magnitud mayor. La pregunta que se quiere responder en el presente trabajo, es si existe, en función de su composición química, una justificación de su alto precio, o si por el contrario su precio debe corresponder a una labor de marketing y publicidad, o a lo exótico de su origen. Se utilizan técnicas estadísticas para tratar de responder a dicha pregunta.

Palabras clave: agua mineral natural, agua envasada, agua "Premium", composición hidroquímica.

Similarities between bottled water and Premium water

ABSTRACT

There has been an increase in the consumption of mineral water and the creation of new national and international brands in recent decades. Traditionally the origin of bottled water has been ground water, now it is possible to find water from icebergs, glaciers, rain, etc. There is a wide range of prices, some of which are restricted to social minorities who can afford to pay for them. These waters are known as "premium" waters. The question that arises is whether there exists, in terms of physicochemical composition, an economic justification for some of the existing brands; or if the price corresponds to an important marketing job, advertising or the exoticness of the origin. Statistical methods have been used to try to answer this question.

Keywords: mineral water, bottled water, "premium water", hydrochemical composition.

Introducción

Durante las últimas décadas se ha producido en España, y en el mundo, un importante incremento en el consumo de aguas minerales envasadas. Este hecho parece ser debido a dos factores, por un lado, el mayor poder adquisitivo del consumidor y, por otro, la percepción subjetiva del consumidor de la existencia de una relación directa del consumo de dicho producto alimentario con la salud y el bienestar (Doria, 2006; Ward *et al.*, 2009; Saylor *et al.*, 2011). Estas son las causas fundamentales por la que un consumidor está dispuesto a pagar el precio del agua embotellada como garantía de una calidad óptima. Para muchos consumidores el agua embotellada es su forma preferida de hidratarse saludablemente de modo que el Mercado de agua embotellada se mantiene estable en el mercado de las bebidas envasadas no alcohólicas (EFBW, 2020). Como consecuencia de dicha tendencia, se ha producido un incremento en el consumo de aguas minerales, así como una proliferación de nuevas marcas de aguas envasadas de origen nacional e internacional, a las que se les asocia una calidad suprema del producto y que son denominadas con el término inglés “Premium”. Esta tipología específica de aguas minerales goza de un mayor prestigio o “glamour”. La pregunta que se suscita tras esta tendencia, es si realmente existe una relación justificable referente al incremento de precios de estas aguas en base a criterios de calidad que les aporten un valor añadido.

¿Qué son las aguas *Premium*?

Dentro de las diferentes modalidades de abastecimiento de agua potable a la sociedad, existe un amplio abanico de situaciones que oscilan desde la ausencia de agua potable en cantidad y/o calidad suficientes, en países en vías de desarrollo (Omarova *et al.*, 2019), a situaciones de máxima disposición, con agua de buena calidad en la red de distribución y/o la posibilidad de consumir agua embotellada (Bain *et al.*, 2012). Existe una extensa gama de aguas envasadas a disposición del consumidor (Figura 1), tales como las aguas minerales naturales, aguas de manantial o quizás las que se consideran el máximo exponente de calidad, las “aguas Premium” (Gleick, 2004). Años atrás, las “aguas Premium” eran un producto poco frecuente, cuya demanda estaba asociada a una población con muy altos recursos, a un uso muy restringido y con connotaciones tendentes a la extravagancia. Sin embargo, debido a conceptos como calidad, salud y sobre todo a un importante trabajo de marketing y publicidad, hoy en día existe un amplio abanico de marcas, en las que se introducen conceptos como: baja o

alta mineralización, gas natural o añadido, aromatizadas, con oxígeno u ozono añadido y otras singularidades como su origen: agua de iceberg, de origen glaciar, o agua de lluvia (Wilk, 2006). En la actualidad, para que un agua sea considerada “agua Premium”, el agua tiene que provenir de una fuente natural, la cual podrá ser subterránea o no, con un alto estándar de calidad y embotellada en origen, preservándose así sus características de pureza (Ferrier, 2001). Este concepto de producto excepcional que puede parecer novedoso y restringido a una elite social, siempre ha existido, siendo las propias aguas minero-medicinales (Baeza *et al.*, 2001) el producto “Premium” de épocas pasadas, con todas las connotaciones sociales y económicas asociadas que ello conllevaba. Los consumidores ven a este agua “gourmet” como un indicador de posición social, referente de moda y lujo; así como sinónimo de vida saludable (Ward *et al.*, 2009). Detrás del éxito del “agua Premium” están las buenas estrategias mercantiles de la marca, así como de diseño y marketing (Collins and Wright, 2014). Quizás el elemento más determinante para captar a nuevos consumidores sea la botella. El envase pone al producto en valor de máxima calidad y asigna el máximo reconocimiento social, transmitiendo connotaciones de exclusividad, que muchas veces es lo que el consumidor demanda (Lovett, 2013). De esta forma diseñadores de prestigio trabajan en la creación y diseño de botellas únicas que aporten una identidad a la marca; como Neil Kraft, director creativo de Calvin Klein, para la marca Voss o el arquitecto Anti Ekland para la marca Venn. Se recurre a estrategias comerciales de diseño de envases como el de la marca Finé, realizado con vidrio de Nihon Yamamura, el cual goza de gran reconocimiento y está considerado el mejor vidrio de Japón; o el diseño exclusivo del agua Bling H2O, cuyas botellas son decoradas de forma manual mediante incrustaciones de cristal Swarovsky; o el Acqua di Cristallo, Tributo a Modigliani, quizás una de las aguas más caras del mundo, cuya botella está hecha de oro sólido y de la que existen diferentes versiones: oro mate, plata, plata mate, cristal y una variedad de combinaciones de todos estos. Todo ello contribuye a que estas aguas puedan ser consideradas como un producto exclusivo, y se encuentren en tiendas “gourmet” y/o en los restaurantes más prestigiosos.

Tipos de aguas envasadas

En España la comercialización del agua envasada surge, en sus inicios, como continuación de los tratamientos recibidos en los balnearios y que los agüistas pretendían mantener fuera de dichos establecimientos (Corral *et al.*, 2008). La calificación de dichas aguas

era la de "Agua Minero-Medicinal" y se regulaba mediante el Real Decreto 743/28, de 25 de abril de 1928, por el que se aprueba el Estatuto sobre explotación de manantiales de aguas minero-medicinales. Posteriormente, estas aguas quedarán reguladas con la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y el Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería, todas ellas vigentes de forma parcial o total en la actualidad (Corral y Baeza, 2006). La aparición de una normativa a nivel europeo, la Directiva Comunitaria 80/777, determina que en España surja el Real Decreto 1164/1991, de 22 de junio, en el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio de Aguas de Bebida Envasada. Esta reglamentación ha sufrido diversas modificaciones a lo largo del tiempo con el fin de adaptarse a los cambios existentes en este ámbito. En la actualidad, las aguas envasadas se rigen por dos reales decretos: el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre de 2010, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano y el Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre de 2010, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano. En dichos reales decretos se definen y establecen los criterios de calidad para los distintos tipos de aguas envasadas que se comercializan en nuestro país. Las aguas envasadas se clasifican en la tipología que se define a continuación.

Aguas minerales naturales

Las aguas minerales naturales son aquellas aguas bacteriológicamente sanas, que tienen su origen en un estrato o yacimiento subterráneo, y que broten de

un manantial o puedan ser captadas artificialmente mediante sondeo, zanja, galería o la combinación de cualquiera de ellos. Se distinguen del resto por su naturaleza, constancia química y pureza original.

Aguas de manantial

Las aguas de manantial son las aguas de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo. Tanto las aguas minerales naturales como las aguas de manantial pueden someterse a tratamientos autorizados para eliminar elementos naturales inestables (hierro, azufre, manganeso, etc.) a condición de que no modifiquen los constituyentes del agua que le confieren sus propiedades esenciales y que no tengan efectos desinfectantes.

Aguas preparadas

Las aguas preparadas no son aguas minerales. Pueden tener cualquier tipo de procedencia y se someten a los tratamientos fisicoquímicos autorizados necesarios para que reúnan las características de potabilidad. Se clasifican en aguas potables preparadas y aguas de abastecimiento público preparadas. Las aguas potables preparadas son aquellas que pueden tener cualquier tipo de procedencia, subterránea o superficial y que han sido sometidas a tratamiento para que sean potables. Todas estas aguas perderían así, si la tuviesen, la calificación de agua de manantial o agua mineral natural, pasando a denominarse aguas potables preparadas. Por otra parte, las aguas de abastecimiento público preparadas son aquellas aguas que tienen dicha procedencia, y que se someten a tratamiento para mejorar su calidad.

Aguas de consumo público

Las aguas de consumo público son aquellas procedentes de la red de abastecimiento público, envasadas conforme a la normativa que regula los materiales en contacto con alimentos, de forma coyuntural para su distribución domiciliar y gratuita, con el único objeto de suplir ausencias o insuficiencias accidentales de la red pública.

Adicionalmente, existe otra terminología, de carácter internacional, ajeno a la recogida en la normativa española y que corresponde a la denominación existente en el lugar de origen, entre las que destacan las que se definen a continuación.

Figura 1. Algunos ejemplos de las marcas de aguas minerales en España

Figure 1. Some examples of the brands of mineral water bottled in Spain.

Agua artesiana ("Artesian water")

El agua artesiana corresponde con las aguas procedentes de una captación cuyo nivel piezométrico está por encima del nivel topográfico del terreno. La explotación del acuífero ha de ser sostenible con esta situación, no pudiendo disminuir el nivel por debajo de la superficie del acuífero. Este tipo de captaciones, al corresponder a localizaciones más restringidas en la naturaleza les hace ser más exclusivas, lo que les aportaría un supuesto valor añadido. Son ejemplos de aguas artesianas el agua Fiji de las islas Fiji y el agua Voss de Noruega.

Agua de captación no artesiana ("Well water")

Precisa de la realización de un pozo o sondeo para su extracción. En España numerosas aguas minerales naturales se obtienen así, alcanzando la máxima calidad dentro de un agua mineral, debido a la mayor protección contra posibles contaminantes; sin embargo, a nivel internacional se percibe de diferente manera. Es esa la razón por la cual en las etiquetas de las botellas no se hace referencia a este origen.

Agua de lluvia ("Rain water")

El agua de lluvia corresponde a aguas envasadas cuyo origen es el agua de lluvia y que se obtiene a partir de un dispositivo de recogida y filtrado. Son aguas de baja mineralización en las que se asegura la no incorporación de elementos resultantes del tránsito del agua a través de las formaciones geológicas. Este tipo de aguas gozan de alto valor de exclusividad. Algunos ejemplos son las aguas Cape Grim, Cloud Juice, Tasmanian Rain y, dentro de las representantes españolas, las aguas de lluvia de Bilbao.

Agua de niebla ("Fog water")

El agua de niebla podría considerarse como una variante del agua de lluvia. Esta agua se obtiene directamente de las nubes generada por los vientos alisios, (estratocúmulos orográficos), denominados como "mar de nubes", muy frecuentes en las cumbres de Gran Canaria, en el Océano Atlántico. Se obtiene a partir de unos captadores que recogen gota a gota esta agua de mineralización muy débil y posteriormente se somete a diversos procesos de microfiltrado y luego se trata mediante luz ultravioleta para asegurar su inalterabilidad. Un ejemplo de estas aguas es Aliseos Mist Water.

Agua de glaciación ("Glacial water")

El agua de glaciación es agua procedente de la fusión de un glaciar cuyo origen se remonta a varios miles de años. Se caracteriza por tener bajo contenido en minerales, menos de 5 mg/l, debido a que en el proceso de congelación no se incorporan estas moléculas minerales en la estructura del hielo, pudiendo considerarse como un proceso de purificación. Una de las aguas más afamadas es la marca "Ice Age".

Agua de iceberg ("Iceberg water")

El agua de iceberg corresponde a una variante de la tipología anterior. El origen es similar al agua de glaciación pero con la singularidad de proceder de un gran bloque de hielo flotante que es transportado, derretido y embotellado. Un ejemplo es "Iceberg Water". Recientemente se está comercializando en el Harrods "Food Hall" botellas de 750 ml de la marca Svalbardi, con un precio cercano a los 90 euros, haciendo de este agua un producto elitista reservado para unos pocos.

Cabe señalar que en España estas variedades atípicas, comentadas anteriormente, se clasifican o embotellan bajo la denominación de "agua potable preparada", las cuales gozan de una menor aceptación por el consumidor nacional. Sin embargo, la percepción del consumidor en otros países es muy distinta, pudiendo llegar a ser muy aceptada y consumida incluso el agua tratada o de grifo, como sucede en Estados Unidos, donde el 25% del agua embotellada tiene esta procedencia. El consumidor no busca grandes características organolépticas sino la garantía del producto.

Clasificación del agua mineral natural según sus características físico-químicas

La clasificación de un agua se puede realizar a partir de diferentes criterios, sirva como primera aproximación la indicada en el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano.

Facies hidroquímica

Una clasificación vendría dada por su composición química en base a los iones dominantes, lo que da lugar a una determinada facies hidroquímica. El agua se nombra en función del anión o el catión que sobrepasa al 50% en miliequivalentes de sus sumas respecti-

Facies hidroquímica	Composición química
Agua bicarbonatada	> 600 mg/l de bicarbonato
Agua sulfatada	> 200 mg/l de sulfato
Agua clorurada	> 200 mg/l de cloruros
Agua cálcica	> 150 mg/l de calcio
Agua magnésica	> 50mg/l de magnesio
Agua sódica	> 200 mg/l de sodio
Agua fluorada	> 1 mg/l de fluoruro
Agua ferruginosa	> 1 mg/l de hierro bivalente
Agua bicarbonatada	> 600 mg/l de bicarbonato

Tabla 1. Menciones de facies hidroquímica autorizadas en el etiquetado de aguas minerales naturales.

Table 1. Types of hydrochemical facies that can be mentioned on the label of the mineral water bottle.

vas; si ningún ion superara el 50%, se denominará en función de los dos iones más abundantes. Este tipo de clasificación da lugar a una amplia variedad de facies hidroquímicas. De forma adicional se puede añadir el nombre de algún ion menor que esté en concentración anormalmente alta. Según la normativa vigente RD 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, en el etiquetado de las aguas minerales naturales se autoriza la utilización de las denominaciones recogidas en la tabla 1.

Contenido de CO₂

La presencia del gas CO₂ en el agua puede ser de origen natural, en muchos casos ligada a ambientes volcánicos. Este contenido en CO₂ se manifiesta en forma de burbujas cuando la bebida se despresuriza. En otros casos, este CO₂ es añadido de forma artificial. Dicho gas puede obtenerse del mismo manantial o simplemente incorporando CO₂. Estas circunstancias deben ser indicadas claramente en la etiqueta. Según la normativa vigente en el etiquetado de las aguas minerales naturales se autoriza la utilización del término “acidulado” para concentraciones mayores de 250 mg/l de CO₂ libre.

Metodología y resultados

Con la finalidad de establecer una comparación que evalúe la similitud entre la composición físico química de las aguas “Premium” y las aguas minerales de producción nacional (agua mineral natural y agua de manantial), se ha procedido a realizar una recopilación de las marcas correspondientes a una y otra clase, con sus correspondientes analíticas. Para el caso de las aguas

“Premium” se ha partido de la información existente en la página web de finewaters.com. De esta forma, se han recopilado 112 marcas correspondientes a las diferentes tipologías existentes. A efectos de establecer una comparativa y proceder a la clasificación por facies se ha considerado las 79 marcas correspondientes a aguas de origen subterráneo; desestimando el resto de aguas como Rain water, Glaciar water, etc. Para las marcas nacionales se dispone de la información existente en el IGME, fruto de las encuestas remitidas anualmente a las plantas de envasado, en la que se solicitan datos socioeconómicos, técnicos y administrativos, dentro del marco de sucesivos convenios con la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.

Facies hidroquímicas

Para establecer una primera comparativa entre ambos grupos, se decidió agruparlas a partir de los parámetros mayoritarios, según sus facies hidroquímicas. Para ello, se representan los aniones mayoritarios [Cl⁻, SO₄⁼ y (CO₃⁼ + HCO₃⁻)] y los cationes mayoritarios [Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ y (Na⁺ + K⁺)] en diagramas Piper utilizando el programa informático GW_CHART (Winston, 2000). A la vista de los valores aportados en la tabla 2 y observando los diagramas de Piper (Figuras 2 y 3), es apreciable la amplia heterogeneidad de los datos de ambas poblaciones. Hay que tener en cuenta que en el caso de la Tabla 2, la variabilidad de los datos, obviamente, corresponde a la procedencia de países muy distintos, con diferentes ambientes geológicos, y en el caso de la Tabla 3, aguas españolas, responde a la amplia variación de ambientes geológicos existentes dentro de nuestra geografía. No obstante, la mayor parte de las analíticas procedentes de muestras de aguas envasadas españolas son bicarbonatadas cálcicas. Este dato es previsible ya que las facies predominantes de las aguas subterráneas españolas se agrupan en tres grandes familias: bicarbonatadas (67%), cloruradas (18%) y sulfatas (15%) (Corral et al., 2010). Tras la representación de las analíticas correspondientes a ambas poblaciones, se aprecia como en ambos casos las facies bicarbonatadas cálcicas son las más frecuentes. Este hecho, únicamente es indicativo de que en ambas poblaciones pueden tener cierta similitud, aunque por sí solo no constituye un elemento diferenciador concluyente. Un análisis estadístico nos permite sacar conclusiones de carácter cuantitativo.

Análisis estadístico

Se plantea realizar un análisis estadístico de la heterogeneidad de las composiciones químicas en base a los

Marca	Tipo	País	Cl	SO4	HCO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	PH	TDS	DUREZA	Si
Gerolsteiner	Artesiano	Alemania	39,7	36,3	1817	5,1	119	108	347	10,8	5,9	2527	1299	40,2
Apollinaris	Manantial	Alemania	100	80	1810	1,6	410	130	100	20	5,8	2767	770	
Cave H2O	Manantial	Alemania	12	67	281	6,2	8	8	105		7	500	394	
Staatl. Fachingen	Manantial	Alemania	129	37	1854	0,3	574	60	99	15,33	5,8	2864	488	11
Selters	Pozo	Alemania	260	20	850		290	40	110	13	6,6	1610	435	5
LAUQUEN	Artesiano	Argentina	17	95	48	1	4	2	22	2	7,2	190	80	19
Agua de las misiones Gourmet	Manantial	Argentina	26	4	90	3,8	20	3	11	1	7,3	148	40	
GOTA	Pozo	Argentina	15	13	22	2,9	45	34	60	7	7,2	350	210	10
Island Ice	Manantial	Australia	70	26	260	0,1	35	9	86	0,2			251	
Beloka water	Manantial	Australia	156	141	112	1	73	47	32	4	7,1	587	268	10
PH8 Natural Alkaline Water	Manantial	Australia	28	21,9	324	< 1,26	81,9	21,3	70,4	2,7	7,9	530	264	9,6
Serra da Graciosa	Manantial	Brasil	4	250	130	0,1		7,2	24	1	7,85	180	88	19
Aquadeco	Manantial	Canada	0,71	14	170	1,6	3,6	19	48	1,6	7,46	190		
Gize	Manantial	Canada	9,9	692	115	1,8	36,1	9,5	286	1,9	8,1	1170	753	15
Penguin Ice	Manantial	Canada	13	30	107	0,3	18	22	48	3,8		260		
Andes Mountain Water	Manantial	Chile	2	2	1	0,005	5	1	1	1	7,1	52	6,3	1
LAHUENCO	Manantial	Chile	7	6	58	0,7	84	1	1	1	9,5	232	4	
Puyehue	Manantial	Chile	38,6	36,7	47,3	1	49	0,3	2,3	2	8,5	218	6,95	8
Aonni	Manantial	Chile	1	56	5	0,8	15,7	6,36	38	2,6	6,8	271	118	3,4
Jana	Artesiano	Croacia	1,1	5,4	355	0,2	2,2	32,5	63	0,8	7,54	261	287	8
RAW Forest/Hills	Artesiano	Dinamarca	31	25	155	0,01	21	6	80	2	7,3	320	224	22
Iskilde	Artesiano	Dinamarca	86	35	229	1	71	6,8	61	2,7	7,7	440	185	12
Mill & Well	Manantial	Dinamarca	31	25	155	0,01	21	6	80	2	7,7	330	224	22
GÜITIG	Manantial	Ecuador	114,7	28	550	1	147	84,4	40,2	8	6,4	995	438	12
22 Artesian Water	Artesiano	España	12,9	288	224	1,4	13	32,2	142	1,2	7,6	663	485	29
Aigua de Vilajuïga	Manantial	España	257	8,8	1790	1	591	44,1	85	28	6,4	1946	421	40
Mondariz	Manantial	España	16,3	1,8	166	4,3	51,7	5	7,6	5,6	6,37	180	39,5	16,5
Vilas del Turbón	Manantial	España	0,5	4	150	1	0,6	1,3	50	1	8	139	129	5
Viva Roca	Manantial	España	1	4	124	1,8	1	3	38	1	7,55	123		4
FIJI Water	Artesiano	Fiji	11	2	152	0,27	17	15	18	5	7,7	222	105	93
SAVU	Artesiano	Fiji	8	5	104	0,14	11	3	20	0,5	7,8	120	63	33
Spring Aqua	Manantial	Finland	2,7	4,3		1,2	2,6		3,5	4	6,4			
VEEN	Manantial	Finland	0,7	3,9	1	0,15	1,9	0,67	2,4	1	6,6	17,22	8,7	11
Abatilles	Artesiano	Francia	137	8	127	< 1	100	9	19	4	8,2/5,1	354	84	0
Evian	Manantial	Francia	5	10	357	3,8	5	24	78	1	7,2	357	291	14
Badoit	Manantial	Francia	40	40	1300	5	150	85	190	10	6	1200	815	
Chateldon	Manantial	Francia	7	20	2075	1	240	49	383	335	6,2	1882	1154	21
Perrier	Manantial	Francia	22	33	390	5	9	3	147	1	5,5	475	380	121
383 the kipjary water	Pozo	Hungria	12	12	305	0,5	87	5	23,8		8,4	497	80	31
Kelzai Volcanic Water	Pozo	India	15	1	197	0,35	32	1	29		7,4	280	77	
Tipperary	Manantial	Irlanda	15	10	282	0,5	25	23	37	17	7,7	272		
Iceland Spring	Manantial	Islandia	10	2,2	26,5	1	12	0,92	4,2	1	8,7	48	25	13,5
Etrusca	Manantial	Italia	4	4,6	16	2,3	3,8	0,98	4,7	0,98	7	39,6	17	10
Panna	Manantial	Italia	7	21	100	5,7	7	7	30	1	8,2	188	103	7
San Pellegrino	Manantial	Italia	74	549	136	2,2	44	56	208	3	7,7	1109	744	9
Santa Vittoria	Manantial	Italia	0,9	20	189	2,5	0,6	18,4	36,2	0,5	8	169	164	5
Galvanina	Manantial	Italia	33	89	365	9	33	20	113	1	7,1	475	362	12
Solè	Manantial	Italia	2,9	19,3	439,3	6,6	2,6	31,1	108	43		412		6
Uliveto	Manantial	Italia	79	104	574	6,9	74	28	171	8	5,8	752	796	11
Etrusca	Manantial	Italia	4	4,6	16	2,3	3,8	0,98	4,7	0,98	7	39,6	17	10
Galvanina	Manantial	Italia	33	89	365	9	33	20	113	1	7,1	475	362	12
Solè	Manantial	Italia	2,9	19,3	439,3	6,6	2,6	31,3	108	43		412		6
Lauretana	Manantial	Italia	0,42	1,4	3,6	1,4	1,1	1	1	0,33	5,75	14	3,9	5
Valverde	Manantial	Italia	2,4	2,2	9,3	5,1	3,4	0,5	2,9	0,5	6,3	37,5	9,25	1
Rocchetta Brio Blu	Manantial	Italia	8	8	180	1,3	5	4	57	1	7,5	178	159	5
Finé	Artesiano	Japón	5,3	5,7	62		8,7	4,7	9,7	1,7	7,8			81,5
Spirit of Drini	Manantial	Kosovo	1,4	2	238	0,4	0,8	2,4	49	0,52	7,5	140	132	0,015
Rugovo	Manantial	Kosovo	6	11	178	1	4	2	59	1	7,5	192	155	1
Rim Natural Spring Mineral Water	Manantial	Libano	7	12	150	1,5	2,3	16	33	0,3	7,4	150	147	
Vytauta	Manantial	Lituania	3437	990	315	0,2	1600	254	534	34	5,4	7200	2351	38
ORO Luxury Water	Artesiano	Macedonia	64	150	2390	5,2	40	310	65	50	6,3	2900	1403	
OGO	Manantial	Nederland	16	18	231	1,5	8,5	7,6	63	4,5	7,83	300		19,3
VOSS	Artesiano	Noruega	12	7	20-230	1	4	1	4	1	5,5-4,8	44-290	14	1
Te Waihou	Manantial	Nueva Zeland.	5,7	2	18	0,46	8,52	1,47	2,62	3,86	6,8	129	13	77,8
Pedras	Manantial	Portugal	30	6	1983	0,3	577	24	102	29	6,1	2807	360	62
Vidago	Manantial	Portugal	32	3,3	1995	0,2	619	15	82	47		2853		0
Highland Spring	Manantial	Reino Unido	6	5	150	3,1	6	10	41	1	7,8	170	142	5
Iverkaya	Manantial	Rusia	7,5	31,2	125	1	20,1	2,4	8,1	5	6,7	250	29,85	10
Radenska	Manantial	Slovenia	44	76	2370	2	390	87	230	64	6,3	3263	923	35
ROI	Manantial	Slovenia	83	2100	7700	2,2	1600	1300	370	24	6,8	7481	13425	86
Malmberg	Artesiano	Suecia	8	6	220	1	6	5	68	2	8,2	220	190	
ARE	Manantial	Suecia	1,9	10	100	0,5	1,7	1,5	35	0,6	7,6	110	94	
Ramlösa	Manantial	Suecia	23	7,3	12		222	0,5	2,2	1,5	5,6	520	8	22
SwissMountainin	Manantial	Suiza	5,9	22	371	0,1	5	24	88		7,3	537	316	17
Pure Swiss	Manantial	Suiza		200,4	75,7		1,4	23	71,2	2,2	8,21	385		3,6
Primal	Artesiano	Sur Africa	6	4	0	1,8	4	49	89	1	7,7	320	419	0
Karoo	Manantial	Sur Africa	44,1	6	31	0,96	27,6	2,4	14,7	1,7	7,2	190	19,25	
Ceyu	Manantial	Turkia	2	5	124	2,8	1	4	32		7,8-8,2	414	95	
Uludag	Manantial	Turkia	55	18	1281	0,58	185	79	153	28	5,9	1843	649	

Tabla 2. Analítica de aguas Premium. Fuente: <http://www.finewaters.com/>.

Table 2. Analysis of premium water from <http://www.finewaters.com/>.

Figura 3. Diagramas de Piper de las aguas minerales emvasadas en España.

Figure 3. Piper diagram of the mineral water bottled in Spain.

componentes mayoritarios (Domenico and Schwartz, 1990; Drewer, 1997). Los estadísticos univariantes o descriptivos de ambas poblaciones de aguas minerales españolas y aguas Premium se muestran en la tabla 4. Se van a comparar ambas poblaciones utilizando métodos estadísticos de tres tipos:

1. Test de similitud de medias de las dos poblaciones considerando elemento a elemento, esto es, un test univariante para cada elemento.
2. Test de similitud de medias de las dos poblaciones considerando conjuntamente todas las medias de los ocho aniones y cationes utilizados en la comparación. Esto es, se plantea un test de similitud de medias multivariante.
3. Calculando la "similitud" o "distancia" entre las aguas españolas que nos permiten definir un umbral de similitud y verificando a continuación si para cada agua Premium hay un agua española que es "similar" en base a dicho umbral.

En todos los casos, los datos se han transformado calculando el logaritmo neperiano de modo que se consiguen que los histogramas sean más simétricos o gaussianos, ideal para el planteamiento de los tests estadísticos de hipótesis y para que todas las variables tengan una escala parecida y, por lo tanto, un peso similar en el cálculo de la "distancia" entre aguas.

Figura 4. Histograma de distancias entre las aguas minerales emvasadas en España.

Figure 4. Histogram of distances between types of mineral water bottled in Spain.

Comparación de las medias de las aguas españolas y Premium variable por variable

Esta comparación se ha efectuado mediante la aplicación de un test estadístico de hipótesis, donde la hipótesis nula es que las medias son iguales, frente a la hipótesis alternativa de desigualdad de medias. El estadístico utilizado es el estadístico t (Johnson and Wichern, 1988):

Dónde:

$$t = (\bar{x}_E - \bar{x}_P) / \left\{ s \sqrt{\left(\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_P} \right)} \right\}$$

$\bar{x}_E$: media de una variable, por ejemplo cloruros, para las aguas españolas y $\bar{x}_P$ es la media de la misma variable pero las aguas Premium.

n_E y n_P y son el número de datos (aguas analizadas) para las aguas españolas y Premium respectivamente. s : es una estimación de la varianza agregada de las aguas españolas y Premium.

Si la hipótesis nula es cierta, el estadístico anterior se distribuye con una distribución t de Student con ($n_1 + n_2 - 2$) grados de libertad (Johnson and Wichern, 1988). Los resultados obtenidos de la aplicación del test se muestran en la tabla 5 para los ocho elementos químicos considerados. Se puede observar que hay diferencias significativas en las medias para Cl, NO_3 y Mg, con un nivel de significación de 0.01, esto es, con un nivel de confianza del 99%. Se puede concluir que, en media, las aguas españolas tienen un contenido algo superior en Cl y NO_3 , y un contenido, en media, menor en Mg. No obstante, es de interés el poder examinar si las dos poblaciones son diferentes en el caso de que las

Marca	Cl	SO4	HCO3	NO3	Na	Mg	Ca	K
Agua de Bejís	28,9	19,1	566		10,98	22,81	183,4	
Agua de Beteta	6	31	566	0,5	4	49	129	2
Agua de Cuevas	4	48	466	2	2	42	100	0
Agua de Sierra Fría	18,45	5,023	14,62	15,6	9,4	3,01	3,21	1,3
Agua de Sousas	60	27	2460	9,5	865	22	26	61
Agua Mineral Natural La Ideal II Gasificada	23,9	7,8	403,2	16,6	40,9	32,6	59,3	9,5
Agua Mineral Natural El Toscal	36	9	94	12	33	13	9	5
Aguadoy	21	30	275	35	26,68	19	73	1,1
Aguas de Belascoain	3131	154,9	392	0,9	1458	154	459	8,4
Aguas de Chovar	19	10	464	12	16,87	68	42	1,75
Aguas de Guayadeque	88	56	271	17	91	33	34	6
Agua sana	16	12	13	5	14	4	2	2
Aigua del Montseny	25	20	20	24	13	5	19	1
Aiguaneu	9	15	271	5	23,04	11	64	2,36
Alzola	68,1	23,6	177,5	1,4	44,3	5,8	58,1	1
Aqua Nevada	6	7	57	11	5	9	11	1
Aquabona Fontoira	75,8	38,4	749,4	83,6	61,6	34,9	218,8	6,7
Aquabona Fuen-Mayor	15	103	1303	15	11	94	347	5
Aquabona Peña Umbría	8	5	291	11	6	34	49	1
Aquabona Santolín	6	20	682	25	8	10	231	3
Aquadeus	22	42	662	12	9,24	61	156	2
Aquadomus	4	3	60	1	2	3	18	1
Aquarel	11,3		19,5	1,3	6,1	3,3	3,8	0,8
Aquarel Avets	42	42	375	32	41	16	113	4
Ballanes	56	133	790	12	104,09	57	179	7,36
Balneario y Agua de Babilafuente	10	28	276	62	30	16	82	2
Balneario y Agua de Corconte	1486	185	399	18	981,15	21	133	25,23
Balneario y Aguas de Manzanera	8960	4200	448	1	6442	308	1200	54
Bastida	76,1	24,8	362,3		33,7	25,3	104,2	1,5
Betelu	265,5	111,1	252,2	0,8	157	23,3	100,8	6,5
Bezoya (Ortigosa)	0,4		10,2	2,8	2,3	0,3	2,7	
Bezoya Trescasas	0,2	1	18	2	1	2	3	0,5
Borines	7	17	95	3	42	3	3	0
Cabreiroá	44	21	1809	14,5	581	26	36	59
Calabor	4	9	120		42	4	2	1
Caldes de Bohí	66	36	150	0	68	14	20	4
Cantalar	19	17	259	6	12	24	57	0
Cortes	23	75	495	20	16,19	15	174	1,91
El Cañar	70	142	290	15	23	40	101	2
El Carrizal	3	9	138	2	1,1	5	29,3	0,4
Eliqua	14	16	236	2	5	14	59	
Estrella V	9	12	125	1	17	3	34	1
Font de L'Om	22	7	221	3	10	7	71	1
Font del Regás	46	66	578	27	74	23	148	2
Font del Subirá	31	28	330	9	27,77	16	98	3
Font des Teix	39	62	175	0,5	19	6	84	1
Font Major	21	4	163	2	12,85	11	43	1
Font Natura	17	61	195	9	10,41	13	74	0,53
Font Nova del Pla	16	104	282	11	8	33	82	0
Font Picant	13	53	656	0	68	42	110	4
Font S'Aritja	37	47	118	0,5	25	2	58	1
Font Sol	123,5	215	247	14,8	80	50	105	3
Font Sorda Son Cocó	60,2	9,1	336	2,4	30,3	29,9	78	1,6
Font Vella	610,5	52,3	2274	9	1117	27	67	49
Font Vella Sigüenza	78	141	1115	39	38	111	288	6
Fontarel	39	56	208	9	19,59	17	78	0,86
Fontcristall	7	25	125	12	8	7	44	1
Fontdalt	14	45	165	2	5,58	12	54	0,5
Fontdor	86,6	79,8	411,2	33	57,3	21,9	156	7
Fontecabras	60	142	290	16	21	40	97	2
Fontecelta	238,7	38,2	1609	2,2	602,7	23,2	134,5	22,5
Fonteide	17,1	4,7	56,5	14,5	20,1	3,4	7,7	8,2
Fontenova	90,1	26,2	2977	24,5	1067	15	19,2	59,1
Fonter	12	30	174	2	18	16	34	2

Tabla 3. Análítica de aguas minerales envasadas en España. Fuente: Elaboración propia. IGME 2017.

Table 3. Analysis of the mineral water bottled in Spain. Source: IGME 2017.

Marca	Cl	SO4	HCO3	NO3	Na	Mg
Fonxesta	9	3	42	4	11	2
Fuencisla	50	34	270	23	18	28
Fuensanta	17	172	493	1	39	32
Fuente Bruma	15,5					7,2
Fuente del Va	15	1	140	2	21	9
Fuente en Seg	5	52	226	7	2	5
Fuente Frank	10	6	124	8	8	36
Fuente Liviana	26	49	648	32	27,39	53
Fuente Madre	23	19	289	5	9,7	30
Fuente Pinar	4	24	380	6	1	40
Fuente Prima	66,7	75,2	566,6	37,8	37,4	44,8
Fuente dueñas	14	11	218	1	2	10
Fuente lajara	35	15	163	2	35	13
Fuenteror	26	11	95	19	28	9
Fuentes de Le	7	20	274	8	6	12
Fuente vera	41,5	6,8	254,3	3	89,96	8,9
Galea	14,8	19,4	224,5	0	9	15,1
Insalus	15,4	367,4	152,5		11,2	20,9
La Paz	25	48	229	20	9	12
La Serreta (Vi	38	19	273	10	17	29
Landín	15,7	1,3	164,9	1,9	49,7	5,7
Lanjarón Font	236,2	37,4	205,6	0	108,5	19,9
Lanjarón Salu	100,9	217,9	1185,8	18,3	78,8	127,4
Las Higueras	35	13	89	39	48	7
L'Avellà	6,9	14,4	234,2	5,3	2,6	7,8
Les Creus	39	59	699	11	69	41
Liviana	18,5	20,9	466	9,8	9,9	37,1
Los Cerrillos	21	18	86	20	9	15
Los Riscos	23	4,8	11	12,5	15,6	2,2
Lunares	74	156	270	15	25	42
Malavella	1238	112	4616	1	2453	20
Manantial Sar	25	91,9	234,6	10,5	16,7	10,9
Mondariz	19	2	154	2	41	7
Montepinos	30	21	684	10	9,65	13
Natura	11	30	73	5	2	14
Neval	211	251	421	8	128	81
Orotana	10	14	5	2	5	2
Peñaclara	13,1	306,8	229,4	1,4	14	31,6
Pineo	2	20	430	4	2,74	16
Ribes	8	49	258	23	11	15
San Andrés	9	14	76	1	1,25	12
San Joaquín	33	20	270	34	20	27
San Narciso	595,7	53,8	2196	0	1138	9
Sant Aniol	9,2	26,9	670	2,3	14,8	32,1
Sant Hilari	6	11	99	1	11,37	26
Sanxines	15	6	11	14	11	5
Sierra Bonela	36	65	253	85	13	43
Sierra Cazorla	7,9	155,4	736,7	12,7	3,9	87,2
Sierra de Segl	5	19	319	2	1	34

	Cl	SO4	HCO3	NO3	Na	Mg	Ca	K
Media	180,9	84,8	525,5	11,7	195,9	32,1	93,6	9,1
Error Estándar	77,2	33,7	87,6	1,3	66,7	5,9	11,1	2,3
Mediana	21,0	26,9	270,5	8,0	18,0	19,5	68,5	2,0
Moda	4,0	20,0	270,0	2,0	2,0	5,0	156,0	1,0
Desvío Estándar	873,2	376,5	983,7	14,6	751,5	66,6	125,9	24,9
Varianza de la muestra	762468,4	141754,7	967709,2	214,5	564772,8	4440,2	15861,7	620,0
Kurtosis	82,8	117,7	37,7	9,6	45,9	68,4	47,2	28,8
Asimetría/Sesgo	8,6	10,7	5,5	2,7	6,4	7,6	5,8	5,0
Rango	8959,8	4199,0	8535,0	85,0	6441,0	668,7	1198,0	192,0
Mínimo	0,2	1,0	5,0	0,0	1,0	0,3	2,0	0,0
Máximo	8960,0	4200,0	8540,0	85,0	6442,0	669,0	1200,0	192,0
Suma	23153,8	10605,6	66216,7	1418,1	24878,6	4113,5	11985,0	1098,3
Cuenta	128,0	125,0	126,0	121,0	127,0	128,0	128,0	121,0

A

	Cl	SO4	HCO3	NO3	Na	Mg	Ca	K
Media	75,9	87,5	523,0	2,0	115,9	43,8	79,2	12,6
Error Estándar	44,0	31,3	118,5	0,3	32,0	17,3	10,9	4,7
Mediana	12,0	16,0	170,0	1,0	17,5	9,0	50,0	2,0
Moda	7,0	4,0	150,0	1,0	4,0	1,0	1,0	1,0
Desvío Estándar	388,8	276,2	1039,9	2,2	282,4	152,4	96,7	40,4
Varianza de la muestra	151150,6	76294,7	1081463,8	4,8	79733,9	23221,7	9347,9	1629,0
Kurtosis	75,3	38,5	29,8	1,7	18,8	61,9	7,5	57,5
Asimetría/Sesgo	8,6	5,8	4,8	1,5	4,1	7,6	2,5	7,2
Rango	3436,6	2099,0	7700,0	9,0	1599,4	1299,7	533,0	334,8
Mínimo	0,4	1,0	0,0	0,0	0,6	0,3	1,0	0,2
Máximo	3437,0	2100,0	7700,0	9,0	1600,0	1300,0	534,0	335,0
Suma	5920,1	6826,6	40268,0	147,6	9039,8	3413,8	6255,4	930,9
Cuenta	78,0	78,0	77,0	73,0	78,0	78,0	79,0	74,0

B

Tabla 4. Estadísticos básicos para las muestras de aguas minerales españolas (A) y aguas Premium (B).

Table 4. Basic statistics for the samples of Spanish mineral water (A) and premium water (B)

8 medias se consideren simultáneamente. Esto se hace mediante un test F de Snedecor (Johnson and Wichern, 1988), que se describe en la sección siguiente.

Comparación de las medias de las aguas españolas y Premium en el caso multivariante

El test estadístico multivariante que se utiliza asume que la hipótesis nula es que no hay diferencias significativas en el vector de medias de ambas poblaciones, mientras que la hipótesis alternativa es que existen diferencias significativas. El estadístico F que se utiliza se define como (Johnson and Wichern, 1988):

$$F = \frac{(n_E + n_P - k - 1)T^2}{(n_E + n_P - 2)k}$$

Donde T^2 es el estadístico de Hotelling:

$$T^2 = n_E n_P (\bar{\mathbf{x}}_E - \bar{\mathbf{x}}_P)' \mathbf{C}^{-1} (\bar{\mathbf{x}}_E - \bar{\mathbf{x}}_P) / (n_E + n_P)$$

K es el número de variables utilizado (ocho elementos químicos en nuestro caso).

$\bar{\mathbf{x}}_E$ y $\bar{\mathbf{x}}_P$ son los vectores de dimensión 8×1 con las medias de los 8 elementos para las aguas españolas y las Premium respectivamente.

$\mathbf{c}$: es la matriz de covarianzas agregada para aguas españolas y Premium.

El superíndice -1 indica matriz inversa.

El superíndice ' indica matriz o vector transpuesto.

Si la hipótesis nula es cierta, el estadístico F sigue una distribución F de Snedecor (Johnson and Wichern, 1988) con 8 y 174 grados de libertad. El valor experimental obtenido para el estadístico F ha sido de

	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K
N ₁	128	125	126	121	127	128	128	121
Media	3.19	3.33	5.50	1.49	3.08	2.82	3.90	0.67
Varianza	2.56	1.67	1.65	4.53	3.20	1.23	1.72	4.13
N ₂	78	79	78	75	78	78	79	74
Media	2.54	2.83	4.99	-0.03	2.94	2.25	3.60	1.09
Varianza	2.75	2.58	4.09	2.26	3.85	2.89	2.22	2.29
Ratio de Varianzas	0.93	0.65	0.40	2.00	0.83	0.43	0.77	1.79
Varianza Agregada	2.63	2.02	2.58	3.67	3.45	1.86	1.91	3.43
Estadístico t	2.80	2.47	2.20	5.38	0.52	2.92	1.55	-1.54
Grados de libertad	204	202	202	194	203	204	205	193
Valor t, dos colas Alfa 0.01 99% NC	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58

Tabla 5. Resultados del test estadístico t de Student para elementos mayoritarios. N₁: número de muestras de agua mineral embotellada en España. N₂: número de muestras de agua Premium. NC: nivel de confianza.

Table 5. Results of the Student's t statistical test for the main ions. N₁: number of samples of mineral water bottled in Spain. N₂: number of samples of premium water. Premium NC: confidence level.

0.4020, mientras que el valor de la distribución F con 8 y 174 grados de libertad para un nivel de significación del 0.01 vale 2.51. Por lo tanto, no puede rechazarse la hipótesis nula de que las medias de ambas poblaciones son iguales.

Comprobación de si para cada agua Premium hay un agua española "similar"

Se ha diseñado la siguiente metodología para comprobar si para cada agua Premium hay un agua española "similar".

1) Se define la distancia entre dos aguas (*i* y *j*) como la distancia euclídea multivariante que es una medida de disimilitud conveniente (Martín, 1996). Esta distancia se define a partir de las 8 variables analizadas:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{l=1}^8 (x_{il} - x_{jl})^2}$$

x_{il} : valor de la muestra *l*-ésima para la variable hidroquímica *l*-ésima.

2) Se calcula el histograma de todas las distancias entre las aguas españolas (Figura 4). Este histograma de distancia nos permite elegir umbrales de distancia que son normales para definir la similitud entre aguas españolas.

3) Se calcula para cada agua Premium el agua española más próxima (la que está a una distancia más

pequeña). ¿Es esta distancia lo suficientemente pequeña como para considerarse similares el agua Premium y la española?

4) Por tanto, para tomar la decisión de si existe un agua española que es similar a un agua Premium, se ha de definir un umbral de distancia que define la similitud. De este modo, si la distancia entre dos aguas es más pequeña que ese umbral, ambas aguas pueden considerarse como similares. Este puede ser un percentil dado del histograma de distancias entre las aguas de España, por ejemplo, el percentil 25, 50, 75 o cualquier otro.

Siguiendo la anterior metodología se ha calculado el histograma de todas las distancias entre las aguas españolas y el resultado se muestra en la figura 4. Seguidamente se define un umbral, a partir de este histograma, como la distancia correspondiente a un percentil determinado. Por ejemplo, se define como umbral la mediana (o percentil 50) que tiene un valor 3.404. Entonces se calcula para un agua Premium la distancia a todas las aguas españolas y se determina el mínimo. ¿Es ese mínimo mejor al umbral previamente definido? Si la respuesta es afirmativa se considera que esa agua Premium tiene un agua española similar. Se repite el proceso para todas las aguas Premium y se podrá calcular un porcentaje de aguas Premium que han tenido un agua española similar. El proceso se podría repetir modificando el umbral. Esto se ha hecho y los resultados se muestran en la figura 5. De este modo si se toma la mediana (percentil 50) como umbral, o distancia que define la proximidad,

Figura 5. Porcentaje de aguas Premium que tienen un agua española similar de acuerdo al percentil de distancias entre aguas españolas que se considere para definir la proximidad.

Figure 5. Percentage of the premium water that has some mineral water bottled in Spain that is similar to the percentile of distances between the types of mineral water bottled in Spain that are considered to define the proximity.

se obtienen que el 98.5% de las aguas Premium tiene un agua española similar. Si se toma el percentil 25 como distancia que define la proximidad, se obtienen que el 94.1% de las aguas Premium tiene un agua española similar. De ello se deduce que para cada agua Premium hay un agua española químicamente similar en prácticamente todos los casos.

Discusión

En este trabajo se consideran las diferencias entre aguas embotelladas "clásicas", las aguas minerales embotelladas en España, y unas aguas embotelladas "especiales", denominadas aguas Premium. Un estudio comparativo semejante del cual se tienen muchos antecedentes es la comparación entre agua embotellada "normal" y agua del grifo. En este caso también ocurre que la decisión de beber agua embotellada frente a agua del grifo se basa en la percepción de que el agua embotellada tiene mejor calidad, mejor sabor y está libre de peligros para la salud (Azoulay et al., 2001). Se han realizado numerosos estudios de comparación entre agua del grifo y aguas embotelladas y se ha mostrado como los resultados dependen del tipo de análisis realizado, así como del país en el que se realizan los análisis. Por ejemplo, en el estudio de Azoulay et al. (2001) donde comparan el contenido mineral del agua del grifo y aguas embotelladas en Estados Unidos en base al contenido en Ca, Mg y Na; o en el estudio de Ahmad and Bajahlan (2009) donde comparan la calidad de agua del grifo y agua embotellada en la ciudad industrial de Yanbu (Arabia Saudi),

donde no se encuentran diferencias entre aguas embotelladas y agua del grifo. Pero en cambio, en Bangladesh, Rahman et al. (2017) encuentran que el agua embotellada posee una mayor calidad tanto desde un punto de vista estético, como de riesgo microbiológico y contaminación en Pb. Pero parece que la probabilidad de encontrar diferencias puede incrementarse si se incrementan la cantidad de elementos analizados, y así Le Bot et al. (2016), analizando 29 elementos químicos inorgánicos de agua del grifo en Francia, encuentran como el agua cumple con los requerimientos de regulación legal, pero aunque el contenido en Pb ha descendido todavía hay que continuar vigilando su evolución. Johnson (2002) hace un estudio de las dificultades que entraña el tratar de cambiar los hábitos de consumo de la población mediante este tipo de estudios comparativos. Este escueto resumen de los trabajos de comparación entre agua envasada y agua del grifo pretende poner en perspectiva las limitaciones de nuestro estudio. En el presente trabajo se comparan las aguas envasadas españolas y las aguas Premium internacionales en base a sólo 8 iones mayoritarios. Se está asumiendo que en todos los casos los análisis microbiológicos han resultado negativos en cuanto a contaminación y lo mismo pasa para otros componentes minoritarios de metales y metaloides y el resto de elementos geoquímicos. No obstante, si nos basamos en esos 8 iones mayoritarios que, por cierto, es la información más frecuente que suelen incluir las botellas de agua envasada, los análisis estadísticos mostrados concluyen que no son diferenciables las aguas minerales embotelladas en España y las aguas Premium.

Conclusiones

Los consumidores perciben el agua Premium como una cuestión de estatus, lujo y vida saludable. Esta tipología de aguas tiene su nicho de mercado y son una opción válida para el consumidor en la medida que satisfaga la expectativa demandada. Probablemente, una de las características verdaderamente diferenciadoras sea su precio, el cual suele ser notablemente más elevado y quizás sea, en sí mismo, el que le aporte ese elemento diferenciador, reservándolo únicamente para una minoría. No se ha valorado la calidad de uno u otro grupo, ya que esto le correspondería al consumidor. En este caso, el concepto de calidad más que una valoración desde el punto de vista del producto correspondería a un enfoque de percepción de los clientes. Desde el punto de vista de su composición química, se ha constatado que aproximadamente el 95% de las muestras de las aguas Premium consideradas tendrían un agua con

una composición química similar al grupo de aguas minerales envasadas en España. El porcentaje de similitud o semejanza entre ambos tipos de aguas varía entre el 98,5 y 94.1 % dependiendo de si se toma la mediana (percentil 50) como distancia que define la proximidad (98.5%) o si se toma el percentil 25 como distancia que define la proximidad (94.1%). De este modo, si se hiciese una valoración de la relación existente entre composición química y el precio, no se justificaría su adquisición ya que siempre existen otras marcas cuyas facies hidroquímicas y relaciones iónicas son similares y cuyos precios son mucho más bajos. En un mercado tan amplio y con la globalización existente, todas las opciones son válidas y todo producto tendrá su mercado. Aunque parece que lo más razonable para la elección de un agua sería a partir de sus elementos físico-químicos y criterios de constancia y pureza.

Agradecimientos

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a los profesores Angela Vallejos y Jose Benavente de las Universidades de Almería y Granada, respectivamente, por sus comentarios constructivos que han ayudado considerablemente a mejorar la versión final de este trabajo.

Referencias

- Ahmad, M. and Bajahlan, A.S., 2009. Quality comparison of tap water vs. bottled water in the industrial city of Yanbu (Saudi Arabia). *Environmental Monitoring Assessment*, 159, 1-14.
- Azoulay, A., Garzon, P. and Eisenberg, M.J., 2001. Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *Journal of General Internal Medicine*, 16, 168-175.
- Baeza, J., López, J.A. y Ramírez, A. 2001. *Las aguas minerales en España*. Ed. Instituto Geológico Minero de España, Madrid. 453 pp.
- Bain, R.E.S., Gundry, S.W., Wright, J. A., Yang, H., Pedley, S. and Bartram, J.K., 2012. Accounting for water quality in monitoring access to safe drinking-water as part of the millennium development goals: Lessons from five countries. *Bulletin of the World Health Organization*, 90, 228A-235A.
- Collins, H. and Wright, A., 2014. Still Sparkling: The Phenomenon of Bottled Water—An Irish Context. *Journal of Marketing Management*, 2 (1), 15-31.
- Corral, M.M., Abolafia, M. y Baeza, J., 2006. Recursos hidro-minerales: relación entre la producción y las características geológicas. In: López Geta, J.A., Rubio Campos, J.C., Martín Machuca, M. (eds.) *VI Simposio del Agua en Andalucía*. Hidrogeología y Aguas Subterráneas, no. 14. Servicio de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, Tomo I, 1387-1394.
- Corral M.M. y Baeza J., 2006. Síntesis y análisis de la legislación estatal en materia de aguas minerales. In: López Geta, J.A., Rubio, J.C., Martín, M. (eds.), *VI Simposio del Agua en Andalucía*. Hidrogeología y Aguas Subterráneas, no. 14. Tomo I. Servicio de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1377-1386.
- Corral M. M., López-Geta J. A., Ontiveros Beltranena C., Sánchez Guzmán J. y Ocaña Robles L., 2008. Las aguas minerales en España: caracterización de los dominios hidrominerales y sus singularidades. In: López-Geta J.A.; Loredó J.; Fernández Ruiz L. y Pernía J.M. (eds.) Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas, no. 27. *Investigación y Gestión de los recursos del subsuelo*, Servicio de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 309-335.
- Corral M. M., López-Geta J. A., Ontiveros Beltranena y Rico Castreño, R., 2010. Castilla y León: Las aguas minerales y termalés. Panorámica actual y perspectivas de futuro. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Domenico, P.A. and Schwartz, F. W., 1990. Physical and chemical hydrogeology. Wiley, New York, p 824
- Doria, M. F., 2006. Bottled water versus tap water: understanding consumers-preferences. *Journal of Water Health*, 4, 271-276.
- Drever, J. I. 1997. The Geochemistry of natural waters. Prentice-Hall, New Jersey, p 436
- EFBW, 2020. *European Federation of Bottled Waters*. Natural waters: The natural choice for hydration. Bottled Water. Key statistics. <https://www.efbw.org/index.php?id=90>
- Ferrier, C., 2001. *Bottled water: understanding a social phenomenon*. Discussion Paper commissioned by World Wildlife Fund (WWF), 26 p.
- Gleick, P. H., 2004. *The World's water 200-2005. The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press, Washington, 367 p.
- Johnson, B. B., 2002. Comparing bottled water and tap water: experiments in risk communication. Risk- Health, Safety & Environment, 13, 69-94.
- Johnson, R.A. and Wichern, D. W., 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall, Second Edition, 607 p.
- Le Bot, B., Lucas, J.-P., Lacroix, F. and Glorennec, P., 2016. Exposure of children to metals via tap water ingestion at home: Contamination and exposure data from a nationwide survey in France. *Environmental International*, 94, 500-507.
- Lovett, J., 2013. *Engineering design of a disposable water bottle for an Australian market*. Bachelor of Mechanical Engineering Dissertation, University of Southern Queensland, Faculty of Health, Engineering & Science, 138 p.
- Martín, M. C., 1996. Performance of eight dissimilarity coefficients to cluster a compositional data set. In Abstracts

- of IFCS-96. Fith Conference of International Federation of Classification Societies, Kobe, Japan, Abstracts, Volume 1, 215-217.
- Omarova, A., Tussupova, K., Hjorth, P., Kalishev, M. and Dosmagambetova, R., 2019. Water Supply Challenges in Rural Areas: A Case Study from Central Kazakhstan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 688, doi:10.3390/ijerph16050688.
- Rahman, I. M. M., Baura, S., Barua, R., Mutsuddi, R., Alamgir, M., Islam, F., Begum, Z. A. and Haswgawa, H., 2017. Quality assessment of the non-carbonated bottled drinking water marketed in Bangladesh and comparison with tap. *Food Control*, 73, Part B, 1149-1158.
- Saylor, A., Prokopy, L. S. and Amberg, S. 2011. What's Wrong with the Tap? Examining Perceptions of Tap Water and Bottled Water at Purdue University. *Environmental Management*, 48, 588-601.
- Ward, L. A., Cain, O. L, Mullally, R. A., Hilliday, K. S., Werhnam, A. G. H., Billie, P.D. and Greenfield, S. M., 2009. Health beliefs about bottled water: a qualitative study. *BMC Public Health*, 9, 196 doi:10.1186/1471-2458-9-196.
- Wilk, R., 2006. Bottled Water: The pure commodity in the age of branding. *Journal of Consumer Culture*, 6 (3), 303-325.
- Winston, R.B., 2000. Graphical User Interface for MODFLOW, Version 4: U.S. Geological Survey Open-File Report 00-315, 27 p.

Recibido: julio 2019

Revisado: noviembre 2019

Aceptado: enero 2020

Publicado: marzo 2021