

# Evaluación de la calidad de un agua embotellada

Rosa Margarita Camelo Suárez\* y Jairo Alberto Romero Rojas\*\*

El agua embotellada es un alimento susceptible de sufrir deterioro de su calidad durante su transporte y almacenamiento en enfriadores y dispensadores. En este artículo se resumen los resultados obtenidos durante la observación de la evolución de la calidad de un agua embotellada en envase plástico transparente y abastecida por dispensador con enfriamiento, en condiciones ambientales de luz solar, mediante determinaciones de turbiedad, color, pH, cloro residual, conductividad, temperatura, AUV<sub>254</sub><sup>\*</sup>, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y conteo heterotrófico en placa<sup>(1)</sup>.

## INTRODUCCIÓN

Según un estudio del Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC, por su sigla en inglés)<sup>(2)</sup>, el agua embotellada que se vende en Estados Unidos no es necesariamente más limpia ni más segura para beber que la mayor parte de las aguas potables. El estudio del NRDC incluyó pruebas de más de mil botellas de 103 marcas de agua embotellada. A pesar de que se encontró que muchas de las aguas examinadas eran de alta calidad, algunas marcas estaban contaminadas; cerca de la tercera parte de estas aguas contenían algún nivel de contaminación, incluyendo químicos orgánicos sintéticos, bacterias y arsénico. Por lo

menos una de las muestras excedía el límite permitido por los estándares establecidos para la industria del agua embotellada. Igualmente se indicó que las bacterias, aun en pequeñas cantidades, en muestras de agua embotellada, podrían representar un riesgo para personas con sistemas inmunológicos débiles, como es el caso de los pacientes de sida, los ancianos o la gente que recibe tratamiento de quimioterapia. El mercado mundial de agua embotellada representa un volumen anual de 89.000 millones de litros y su valor se estima en US\$22.000 millones. El 75%

del mercado mundial está aún bajo el control de actores locales. Más de la mitad (59%) del agua embotellada que se bebe en el mundo es purificada, en tanto que el 41% restante es mineral o de manantial. Mientras el agua embotellada se origina en fuentes protegidas (75% en manantiales y acuíferos subterráneos), el agua de abastecimiento proviene principalmente de ríos y lagos.

El agua embotellada es agua de cualquier origen: agua de manantial, agua mineral o agua mineralizada que no contiene materia extraña ni contaminantes químicos, físicos o microbiológicos que causen efectos nocivos a la salud y que, para su comercialización,

El agua embotellada es un alimento susceptible de sufrir deterioro de su calidad durante su transporte y almacenamiento en enfriadores y dispensadores.

se presenta al consumidor en envases cerrados.

El consumo mundial de agua embotellada crece constantemente a una tasa promedio del 12% anual y es considerado el sector más dinámico de la industria de la alimentación y la bebida. En la tabla 1 se observa el crecimiento porcentual del consumo de agua embotellada en el mundo entre los años de 1996 y 2001, en la figura 1 se incluyen los consumos de agua embotellada en Latinoamérica y en la tabla 2 se presentan los costos de agua embotellada en Colombia.

\* Ingeniera civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

\*\* I.C., MEEE, profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería  
jromero@escuelaing.edu.co

**Tabla 1**

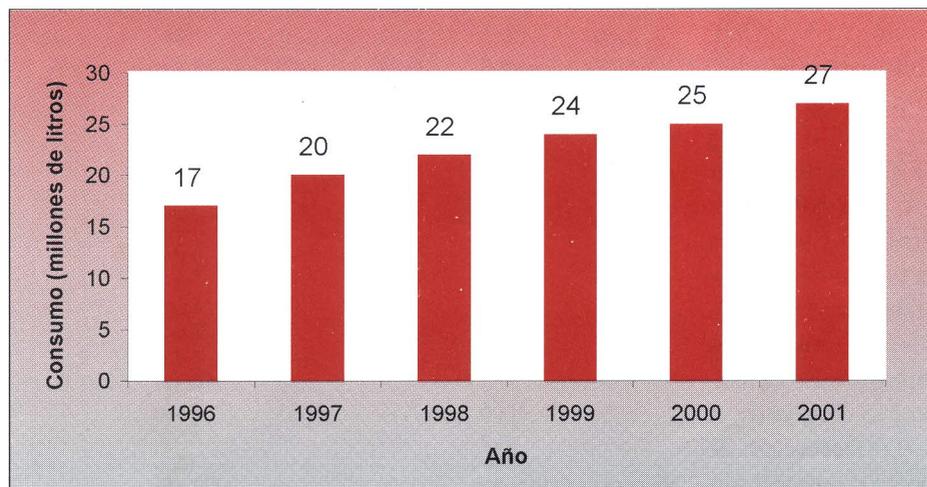
Crecimiento porcentual del consumo de agua embotellada  
Período 1996-2001<sup>(3)</sup>

Región	Crecimiento
Norteamérica	16
Asia-Australia	31
Europa	17
Latinoamérica	20
Otros	16

La calidad del agua embotellada depende de la calidad del agua empleada para su fabricación y de las condiciones sanitarias existentes durante el proceso de embotellado,

transporte y manipulación. La contaminación durante estas etapas del proceso puede ser consecuencia de condiciones higiénicas deficientes en la planta de producción, del uso de envases sucios o de manejo indebido. El agua embotellada debe cumplir los mismos requisitos de calidad bacteriológica del agua potable. Si la fuente de agua está expuesta a contaminación fecal, el procesamiento del agua debe incluir un tratamiento eficaz de filtración y desinfección para garantizar que el agua esté exenta de bacterias patógenas.

La vigilancia sistemática del agua embotellada tiene gran importancia para la salud pública, especialmente en las zonas donde se consume con frecuencia. Los microorganismos patógenos pueden pasar por contacto directo del producto con quienes lo manipulan, a través de las superficies de contacto o por el aire. Este tipo de agua de consumo humano debe analizarse, incluyendo pruebas con muestras tanto de la fuente como del producto embotellado, con una frecuencia que depende del volumen producido. Cuando los análisis demuestren que el agua no se ajusta a las normas, es necesario efectuar muestreos repetidos e inspecciones sanitarias para determinar el origen de la contaminación y las medidas que se deben adoptar para eliminar el riesgo de contaminación.



**Figura 1.** Consumo de agua embotellada en Latinoamérica.

**Tabla 2**

Costo del agua embotellada en Colombia en el año 2003<sup>(4)</sup>

Cantidad (litros)	Pesos colombianos	Empresa productora
0,26	650	Caribe Postobón
0,26	500	Bavaria
0,50	1.000	Manantial
0,50	1.000	Cristal Postobón
0,50	1.000	Bavaria
0,50	900	Panpaya
5,00	2.800	Indega
5,00	2.900	Postobón
5,00	2.200	Bavaria
5,00	2.600	Panpaya

En la tabla 3 se incluyen los estándares de calidad para agua embotellada establecidos por diferentes entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Internacional del Agua Embotellada (IBWA), Colombia y otras.

Para conservar las condiciones físicas, bacteriológicas y químicas del agua durante su proceso de manipulación, transporte y comercialización, se deben cumplir las condiciones establecidas por las normas que rigen el envasado y etiquetado de este producto. La Resolución 8688 de 1979, expedida por el Ministerio de Salud de Colombia, presenta las exigencias sobre el rotulado que debe tener el envase del agua. La Resolución 12186 de 1991, del Ministerio de Salud de Colombia, estipula los materiales de los envases que se deben utilizar y las condiciones de cierre de ellos. El Código de Prácticas de Higiene para los Alimentos Envasados, CAC/RCP 46 de 1999, promulgado por el Codex, establece recomendaciones para evitar la proliferación de

microorganismos patógenos, los principios para análisis de riesgos y los controles para puntos críticos (HACCP). Este código formula recomendaciones para los procesos e instalaciones de producción de alimentos, y establece los principios generales de higiene de ellos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3- 1997), a los cuales el agua embotellada se debe someter.

## METODOLOGÍA

Se utilizaron dos conjuntos de muestras de agua marca Agua Cristal Postobón. El primer conjunto

**Tabla 3**  
Normas de calidad del agua embotellada

Parámetros	IBWA <sup>(10)</sup>	FDA <sup>(11)</sup>	EPA <sup>(12)</sup>	Colombia <sup>(13)</sup>	México <sup>(14)</sup>	España <sup>(15)</sup>	OMS <sup>(16)</sup>
<b>Químicos inorgánicos</b>							
Arsénico mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,025	0,05	0,05
Bario mg/L	1	2	2	1	-	-	-
Cloro mg/L	0,1	4	4	1	0,9	-	-
Cromo mg/L	0,05	0,1	0,5	0,05	-	0,05	0,05
Plomo mg/L	0,005	0,005	0,015	0,01	0,01	0,05	0,05
Mercurio mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	-	0,001	0,001
Níquel mg/L	0,1	0,1	-	-	0,02	0,05	-
Nitritos mg/L - N	1	1	1	0,1	-	0,1	-
Nitratos mg/L - N	10	10	10	15	-	50	10
Selenio mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Plata mg/L	0,025	0,1	0,1	0,05	0,1	0,01	-
<b>Microbiológicos</b>							
Coliformes totales, NMP/100mL	0UFC/100 mL	< 9,2	NEGATIVO	< 2,0	< 1,1	0 UFC/100 mL	0
Coliformes fecales, NMP/100 mL	-	-	-	< 2,0	-	0 UFC/100 mL	0
<i>Escherichia coli</i> , UFC/100 mL	0	-	-	-	-	-	-
Conteo total bacteriano, UFC/mL	-	-	500	100	100	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , NMP/mL	-	-	-	< 2,0	-	-	-
<b>Físicos</b>							
Color (UPTCo)	5	15	5	15	15	20	15
Olor y sabor, NDO	3	3	3	Inobjetable	Inodoro insípido	-	Aceptables
Turbiedad (UTN)	0,5	5	0,5	2	5	6	5
Sólidos totales (mg/L)	-	-	-	200	-	-	1.000
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 9,0	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Conductividad $\mu$ mho/cm	-	-	-	-	-	400	-

corresponde a muestras de una botella empleada como testigo para el estudio, adquirida el 19 de enero de 2004, la cual se mantiene a temperatura ambiente y no se usa para consumo. El segundo conjunto corresponde a muestras de botella para consumo normal, la que en el transcurso del estudio se reemplaza a medida que se agota y que se mantiene refrigerada por un dispensador automático expuesto al medio ambiente.

Los parámetros analizados sobre cada muestra son color, turbiedad, conductividad, temperatura, AUV<sub>254</sub>, pH, cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y conteo heterotrófico en placa, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Standard Methods<sup>(6)</sup>. Los ensayos bacteriológicos se realizaron por la técnica de filtro membrana, utilizando para coliformes fecales el medio FC, para coliformes totales m-Endo, para *Escherichia coli* el medio ColiBlue, y para el conteo heterotrófico en placa medio TGE (caldo de glucosa y triptona). Todos los medios de cultivo para los ensayos bacteriológicos son suministrados por Millipore<sup>(6)</sup>. Los ensayos se realizaron durante un período de 105 días, entre el 28 de enero y el 12 de mayo de 2004. La frecuencia de ocurrencia de cada parámetro (f) se calcula como se indica en la referencia 9.

## RESULTADOS

En las tablas 4 a 10 se incluyen los resultados obtenidos para los dos conjuntos de muestras.

**Tabla 4**  
pH del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		pH	pH ascendente	pH	pH ascendente
0	3,1	7,22	6,87	7,38	6,98
7	9,4	7,02	6,89	7,29	7,15
13	15,6	6,87	6,98	6,98	7,21
21	21,9	7,21	7,02	7,40	7,23
28	28,1	6,89	7,14	7,21	7,27
35	34,4	6,98	7,17	7,51	7,29
42	40,6	7,44	7,19	7,23	7,32
49	46,9	7,19	7,21	7,32	7,38
56	53,1	7,17	7,22	7,47	7,40
63	59,4	7,39	7,23	7,51	7,47
77	65,6	7,14	7,39	7,15	7,5
82	71,9	7,41	7,41	7,68	7,51
84	78,1	7,61	7,44	7,63	7,51
91	84,4	7,23	7,52	7,27	7,52
97	90,6	7,52	7,61	7,50	7,63
105	96,9	7,64	7,64	7,52	7,68
Promedio aritmético		7,25		7,38	
Desviación estándar		0,24		0,19	

**Tabla 5**  
Color del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		Color UC	pH ascendente	Color UC	pH ascendente
0	3,1	5	5	5	5
7	9,4	5	5	5	5
13	15,6	5	5	5	5
21	21,9	5	5	5	5
28	28,1	5	5	5	5
35	34,4	5	5	5	5
42	40,6	5	5	5	5
49	46,9	5	5	5	5
56	53,1	5	5	5	5
63	59,4	5	5	5	5
77	65,6	5	5	5	5
82	71,9	5	5	5	5
84	78,1	5	5	5	5
91	84,4	5	5	5	5
97	90,6	5	5	5	5
105	96,9	5	5	5	5
Promedio aritmético		5		5	
Desviación estándar		0		0	

**Tabla 7**  
Turbiedad del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		Turbiedad (UTN)	Turbiedad (UTN) ascendente	Turbiedad (UTN)	Turbiedad (UTN) ascendente
0	3,1	0,347	0,104	0,505	0,118
7	9,4	0,135	0,108	0,290	0,120
13	15,6	0,160	0,109	0,253	0,132
21	21,9	0,208	0,135	0,430	0,141
28	28,1	0,280	0,142	0,344	0,145
35	34,4	0,330	0,160	0,343	0,167
42	40,6	0,210	0,171	0,203	0,195
49	46,9	0,250	0,187	0,141	0,203
56	53,1	0,142	0,208	0,195	0,234
63	59,4	0,104	0,210	0,167	0,253
77	65,6	0,187	0,212	0,234	0,272
82	71,9	0,264	0,250	0,272	0,290
84	78,1	0,212	0,264	0,132	0,343
91	84,4	0,109	0,280	0,120	0,344
97	90,6	0,171	0,330	0,145	0,430
105	96,9	0,108	0,347	0,118	0,505
Promedio aritmético		0,201		0,243	
Desviación estándar		0,077		0,115	

**Tabla 6**  
Conductividad del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		Conductividad ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Conductividad ascendente	Conductividad ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Conductividad ascendente
7	3,3	283	252	314	265
13	10,0	288	265	309	266
21	16,7	297	267	360	270
28	23,3	281	268	363	276
35	30,0	297	269	333	309
42	36,7	297	270	266	314
49	43,3	252	271	276	316
56	50,0	269	280	265	328
63	56,7	268	281	270	332
77	63,3	280	283	340	333
82	70,0	271	288	334	334
84	76,7	292	292	341	340
91	83,3	267	297	328	341
97	90,0	270	297	332	360
105	96,7	265	297	316	363
Promedio aritmético		278		316	
Desviación estándar		14		33	

**Tabla 8**  
 $AUV_{254}$  del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		$AUV_{254}$ $\text{cm}^{-1}$	$AUV_{254}$ $\text{cm}^{-1}$ ascendente	$AUV_{254}$ $\text{cm}^{-1}$	$AUV_{254}$ $\text{cm}^{-1}$ ascendente
0	3,8	0,0332	0,0045	0,0377	0,0228
7	11,5	0,0323	0,0174	0,0376	0,0230
13	19,2	0,0530	0,0247	0,0375	0,0320
21	26,9	0,0326	0,0257	0,0575	0,0375
28	34,6	0,0045	0,0320	0,0580	0,0376
35	42,3	0,0174	0,0323	0,0477	0,0377
42	50,0	0,0247	0,0326	0,0230	0,0477
49	57,7	0,0257	0,0332	0,1020	0,0482
56	65,4	0,0362	0,0343	0,0745	0,0490
63	73,1	0,0355	0,0352	0,0228	0,0575
77	80,8	0,0320	0,0355	0,0320	0,0580
97	88,5	0,0343	0,0362	0,0482	0,0745
105	96,2	0,0352	0,0530	0,0490	0,1020
Promedio aritmético		0,0305		0,0483	
Desviación estándar		0,0113		0,0217	

**Tabla 9**  
Temperatura del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		Temperatura °C	Temperatura °C ascendente	Temperatura °C	Temperatura °C ascendente
0	3,1	20	17	8	5
7	9,4	18	18	8	5
13	15,6	18	18	7	5
21	21,9	18	18	5	5
28	28,1	19	18	6	5
35	34,4	18	18	5	5
42	40,6	18	18	8	5
49	46,9	17	18	5	5
56	53,1	18	18	5	6
63	59,4	19	18	5	6
77	65,6	18	18	6	7
82	71,9	18	18	5	8
84	78,1	18	18	5	8
91	84,4	18	19	5	8
97	90,6	18	19	8	8
105	96,9	18	20	8	8
Promedio aritmético		18		6	
Desviación estándar		1		1	

**Tabla 10**  
Conteo heterotrófico en placa del agua embotellada

Días, ensayo	f (%)	Sin uso		Con uso	
		CHP (UFC/mL) ascendente	CHP (UFC/mL) ascendente	CHP (UFC/mL) ascendente	CHP (UFC/mL) ascendente
21	5,00	135	130	330	180
35	15,00	150	135	350	190
42	25,00	130	150	300	200
63	35,00	500	180	500	300
77	45,00	500	190	500	330
82	55,00	180	200	180	350
84	65,00	500	500	500	500
91	75,00	500	500	500	500
97	85,00	190	500	190	500
105	95,00	200	500	200	500
Promedio aritmético		300		355	
Desviación estándar		175		137	

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para los 105 días de ensayo, el pH del agua sin uso osciló entre 7,64 y 7,87, con un promedio de 7,25. Para los cinco botellones de agua consumidos por uso, el pH osciló entre 6,98 y 7,68, con un promedio de 7,38. En consecuencia, no existe un cambio radical en el pH para ninguna de las dos aguas y, por tanto, tampoco en sus características de alcalinidad y acidez. Además, no hay ninguna diferencia notable entre el pH del agua sin uso y el pH del agua con uso. Por otra parte, no se observó ninguna tendencia de cambio de pH en función del tiempo, pues los valores oscilan sin proporcionalidad directa con el período de análisis. En todo este lapso el pH satisface el estándar de calidad estipulado por la norma colombiana.

El color del agua embotellada, durante los 105 días de almacenamiento, no presentó ningún cambio, manteniéndose en 5 UPtCo para los dos conjuntos de muestras.

El color del agua embotellada, durante los 105 días de almacenamiento, no presentó ningún cambio, manteniéndose en 5 UPtCo para los dos conjuntos de muestras.

Los valores de conductividad para el agua sin uso varían entre 250 y 300  $\mu\text{mho/cm}$ , con un valor promedio de 278  $\mu\text{mho/cm}$ , y entre 265 y 365  $\mu\text{mho/cm}$ , con un promedio de 316  $\mu\text{mho/cm}$  para el agua con uso. El rango de variación y el valor promedio de la conductividad en la muestra sin uso son menores que el de la muestra con uso, debido probablemente a menores cambios de la forma o contenido de sólidos disueltos totales.

La turbiedad oscila entre 0,100 y 0,500 UTN, con un valor promedio de 0,200 UTN para agua sin uso y de 0,240 UTN para la muestra con uso. El rango indica que no hay polución por introducción de sólidos suspendidos y que el 100% del tiempo satisface la norma colombiana para agua embotellada.

Para el agua sin uso, la AUV varía entre 0,004 y 0,530  $\text{cm}^{-1}$ , con un promedio de 0,0305  $\text{cm}^{-1}$ . Para el agua con uso, la AUV osciló entre 0,0228 y 0,1020  $\text{cm}^{-1}$ , con un promedio de 0,048  $\text{cm}^{-1}$ . Los valores de AUV para el agua con uso son siempre superiores a los del agua sin uso, debido probablemente a la manipulación que se le imparte a esta muestra. La AUV<sub>254</sub> para aguas buenas se ha sugerido que sea menor de 0,04  $\text{cm}^{-1}$ , valor que corresponde aproximadamente a una concentración de carbono orgánico total menor de 2 mg/L<sup>(7)</sup>. Para la muestra sin uso, el 16% del

tiempo la AUV sobrepasa el límite sugerido de  $0,04 \text{ cm}^{-1}$ , y para la muestra con uso más del 50% del tiempo se supera dicho límite (figura 1).

La temperatura de la muestra sin uso varía entre 17 y  $20^\circ\text{C}$ , con un valor promedio de  $18^\circ\text{C}$ , valores similares a los de la temperatura ambiente. La muestra con uso presenta una temperatura promedio de  $6^\circ\text{C}$ , que corresponde a la temperatura del dispensador; la diferencia de temperatura entre las muestras se debe a las condiciones en que se encuentran almacenadas.

En todos los casos, tanto la muestra sin uso como la de uso no contie-

nen cloro residual; por tanto, el agua embotellada no cumple la norma colombiana<sup>(8)</sup> de mantener un cloro residual total entre 0,6 y  $1,2 \text{ mg/L-Cl}_2$  o de 0,5 a  $1,0 \text{ mg/L}$  de cloro residual libre. La carencia de cloro residual en las botellas de agua indica la necesidad de mantener condiciones asépticas estrictas de manejo del agua para garantizar su potabilidad.

Los valores del CHP oscilan entre 130 y 500 UFC/mL, con un promedio de 300 UFC/mL para el agua sin uso, y de 180 a 500 UFC/mL, con un promedio de 355 UFC/mL para el agua con uso. Se puede observar que el CHP de las dos

muestras es similar, la cuenta bacteriana no sigue una tendencia de aumento directo con el tiempo de almacenamiento, lo que indica que no hay deterioro en la calidad microbiana del agua. El agua cumple con el límite establecido para CHP por la Usepa, por la norma de Perú y por la norma de Uruguay, pero no se ajusta al estándar establecido en Colombia y en México. Al respecto vale la pena anotar que las diferencias entre dichas normas es de un factor igual a 5; 500 UFC/mL para las normas de la EPA, Perú y Uruguay, y de 100 UFC/mL para la norma colombiana y mexicana. Aunque el CHP no es estándar obligado de calidad bacteriológica del agua, en la mayor parte de las normas sirve para evaluar calidad microbiana, y parece más razonable un valor de 500 UFC/mL para dicho estándar.

La muestra con uso presenta una temperatura promedio de  $6^\circ\text{C}$ , que corresponde a la temperatura del dispensador; la diferencia de temperatura entre las muestras se debe a las condiciones en que se encuentran almacenadas.

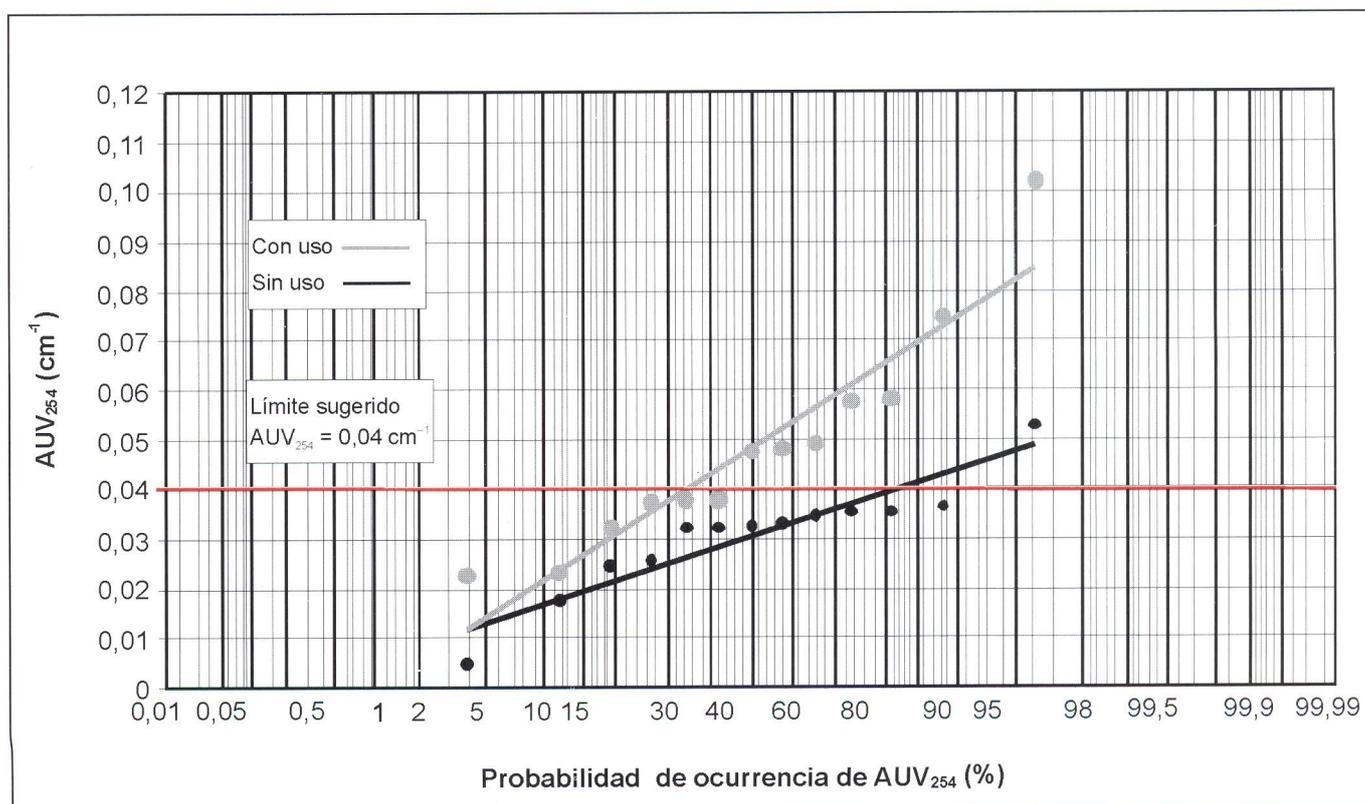


Figura 2. AUV<sub>254</sub> del agua embotellada.

La presencia en el agua de coliformes totales (CT) se considera un índice evidente de la ocurrencia de contaminación fecal y, por ende, de contaminación de organismos patógenos. El ensayo de coliformes totales arrojó en todos los casos resultados negativos y demuestra que no existió contaminación fecal.

La determinación de coliformes fecales (CF) pretende distinguir entre coliformes de origen humano o animal y coliformes del suelo, utilizando el medio FC. El ensayo de coliformes fecales no presentó indicadores positivos de presencia de bacterias de origen intestinal, confirmando que el agua está libre de estas bacterias y la ausencia de contaminación fecal.

La *Escherichia coli* es la bacteria indicadora por excelencia del grupo coliforme fecal, debido a su presencia permanente en la flora intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente. Su ausencia en todas las muestras analizadas indica la ausencia de patógenos entéricos y la garantía de que el agua fue siempre segura para su consumo.

## CONCLUSIONES

- La industria de la producción de agua embotellada tiene un gran potencial de desarrollo y crecimiento a causa del aumento acelerado de su consumo por razones diferentes como salud, beneficios dietéticos o por moda, y por el alto precio que los consumidores están dispuestos a pagar por este producto, como es el caso de los japoneses, que pagan hasta US\$33,50 por una botella pequeña.

- La calidad del agua embotellada analizada cumple con los estándares de calidad exigidos para pH, color, conductividad, turbiedad, CHP, CT, CF y *Escherichia coli*, durante un período de 105 días.

- El agua embotellada satisface todos los estándares de control bacteriológico, durante el período de análisis, a pesar de no contener cloro residual.

- Se debe exigir que el envase y la etiqueta de identificación del agua embotellada cuenten con fecha de vencimiento,

la cual podría ser de un máximo de cien días, manteniendo el envase aislado de la luz solar y refrigerado.

- El agua embotellada analizada no cumple con el estándar de cloro residual, lo cual indica que en el tratamiento se debe suplir esta demanda. Además, debe tenerse en cuenta que sin esta protección el agua exige, por seguridad, condiciones asépticas de manejo.

- El ensayo de la AUV<sub>254</sub> por su facilidad de determinación, constituye un buen indicador de la calidad del agua embotellada. Es necesario, sin embargo, continuar con estudios de este tipo para formular concentraciones límites de AUV<sub>254</sub> en el agua embotellada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Camelo Suárez, Rosa Margarita, "Evaluación de la calidad de un agua embotellada", Escuela Colombiana de Ingeniería, mayo de 2004.
2. Natural Resources Defense Council (NRDC), "Agua embotellada", [www.nrdc.org](http://www.nrdc.org), marzo de 1999.
3. Anónimo, "Mercado mundial del agua embotellada", [www.wateryear2003.org](http://www.wateryear2003.org), junio de 2003.
4. Ventas Panpaya, [www.panpaya.com.co/productores](http://www.panpaya.com.co/productores), febrero de 2004
5. APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> ed., 1998.
6. Millipore, Productos para Microbiología, Purificación y Análisis de Fluidos Ltda., calle 91 No. 27 - 21, Bogotá, D.C., 2000.
7. AWWA, *Water Quality & Treatment, A Handbook of Community Water Supplies*, McGraw Hill, 1999.
8. Ministerio de Salud de Colombia, Decreto 475 de 1998, Normas de calidad de agua potable.
9. Romero Rojas, Jairo Alberto, *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño*, 3<sup>a</sup> ed., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2004.
10. IBWA, Consumo de agua embotellada, [www.bottedwater.org](http://www.bottedwater.org), marzo de 2004.
11. FDA, Norma de calidad de agua potable, FDA, [www.bottedwater.org](http://www.bottedwater.org), marzo de 2004.
12. EPA, Norma de la EPA para agua potable, [www.epa.gov](http://www.epa.gov), marzo 2004.
13. Ministerio de Salud de Colombia, Resolución 12186 del 20 de septiembre de 1991.
14. Secretaría de Salud de México, Norma Mexicana Nom-201-SSA1-2002, Productos y Servicios. Agua y Hielo para Consumo Humano, Envasada y a Granel, Especificaciones Sanitarias, febrero de 2004.
15. Secretaría de Salud de España, Real Decreto 1138 de 1990, Reglamentación técnico sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. <http://noticias.juridicas.com.es>, septiembre de 1990.
16. OPS, OMS, *Guías para la calidad de agua potable*, OPS, 1985

El agua embotellada analizada no cumple con el estándar de cloro residual, lo cual indica que en el tratamiento se debe suplir esta demanda. Además, debe tenerse en cuenta que sin esta protección el agua exige, por seguridad, condiciones asépticas de manejo.