Rev.MVZ Córdoba 14(2):1736-1744, 2009

ORIGINAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA ENVASADA EN BOLSAS PRODUCIDA EN SINCELEJO - COLOMBIA

ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WATER PACKED IN BAGS MANUFACTURED IN SINCELEJO - COLOMBIA

Jhon Vidal D[1]*, Ing. Químico, Adolfo Consuegra S[1], Esp, Luty Gomescaseres P[1], Esp, Jose Marrugo N[2], Ph.D.

[1]Universidad de Sucre, Facultad de Educación y Ciencias, Grupo de Investigación Conservación del Recurso Hídrico y Alimentos (CRHIA). Sincelejo, Colombia. [2]Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Grupo de Aguas, Química Aplicada y Ambiental. Montería, Colombia. *Correspondencia: Johnvidavi@yahoo.com

Recibido: Diciembre 12 de 2008; Aceptado: Mayo 28 de 2009

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la calidad microbiológica y fisico-quimica del agua envasada en bolsas producidad en la ciudad de Sincelejo-Colombia con destino al consumo humano. **Materiales y métodos**. Para la estimación de organismos coliformes totales y fecales, *Pseudomona aeruginosa* y mesófilos en el agua envasada de 13 marcas, se utilizó el método de filtración por membrana (FxM). **Resultados**. El 92 % de las marcas de agua envasada en bolsa que se produce en la ciudad de Sincelejo presentaron bacterias mesófilas en su producto, mientras que en el 33% de ellas se encontraron coliformes totales. Cabe destacar que una marca presentó coliformes fecales, otra *Pseudomonas aeruginosa* y el reporte microbiano fue mayor en las envasadoras que poseían registro INVIMA. **Conclusiones**. Gran parte del agua envasada en bolsas de la ciudad de Sincelejo genera un riesgo a la salud de los consumidores, debido a la presencia de microorganismos patógenos, lo que está relacionado con inadecuados procesos de producción y a la intermitencia del suministro del agua utilizada como materia prima.

Palabras clave: Agua, calidad, coliformes, Colombia.

ABSTRACT

Objective. To evaluate the microbiological quality of water for human consumption packed in bags, manufactured in Sincelejo (Colombia), as well as the physicochemical and operational variables that may affect it. **Materials and methods**. For the assessment of total and faecal coliforms, *Pseudomonas aeruginosa* and mesophiles in 13 brands of water packed in bags, the method of membrane filtration (FxM) was used. **Results.** 92% of the brands of water packed in bags manufactured in Sincelejo city, presented mesophilic bacteria in their product, while in 33% of them were found total coliform. In a brand fecal coliforms were detected, in another one *Pseudomonas aeruginosa*; the microbial reports were higher in the packaging plants with INVIMA registration. **Conclusions**. Much of the water plastic bag packed manufactured in Sincelejo, have a risk to consumers health, due to the presence of pathogenic microorganisms, which is related to inadequate production processes and intermittent supplies of the water used as feedstock.

Key words: Water, quality, coliforms, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades causadas por la mala calidad del agua de consumo humano son frecuentes en todo el mundo, ellas ocurren por diferentes causas como la falta de un tratamiento correcto del agua o por contaminación en las redes de distribución (1-3). Así, desde el año 1993, se han descrito más de 20 enfermedades, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad, en cuya aparición la calidad del agua incide directa o indirectamente (4).

Esto ha creado una desconfianza generalizada sobre la potabilidad del agua de grifo y es la principal razón para que los consumidores prefieran una alternativa de consumo como es el agua envasada en bolsas o en botellas plásticas (5-7), que a pesar de ser más costosa, la mayoría de las personas la compran y beben con confianza convencidos de su calidad (8). Debido al aumento de la aceptación del agua envasada, esta industria es una de las de mayor auge, con tasas de crecimiento anuales por encima del 7% en el orden mundial (9-11), lo que incrementa el riesgo de afectar la salud de un mayor número de consumidores, en caso de que el agua envasada no cumpla con los estándares microbiológicos y fisicoquímicos de calidad (12).

La contaminación microbiológica en el agua envasada se ha reportado por diferentes autores alrededor del mundo. Jeena_et al (13), reportaron que más del 40% de muestras procedentes de seis estados de la India presentaron bacterias heterotróficas (BHT) con más de 100 UFC /mL y de estas el 44% presentaron coliformes totales; asimismo, Kassenga (14) estableció que el 92% del agua envasada analizada de diferentes sitios de expendio en Tanzania presentaron BHT y coliformes fecales en una proporción de 3.6%. Por otro lado, en Londrina-Brasil, Da Silva et al (15), determinaron que la presencia de coliformes totales, *Escherichia coli*, *esterococos fetales*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus spp* y heterotróficos en agua, aumentaba 42.2% por el proceso inadecuado de envasado. En Colombia, Gomescaseres et al (16), reportaron coliformes fecales en el 27% del agua envasada y en el 81% de las bolsas de empaque del producto expendido de manera ambulante en la ciudad de Cartagena.

En la ciudad de Sincelejo-Colombia, al igual que en muchas ciudades del país se ha incrementado el número de envasadoras de agua en bolsa. Sin embargo, no se contaba con una investigación amplia, que abarcara

aspectos de calidad con relación a las variables de proceso y condiciones de los lugares de manufactura. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica y fisico-quimica del agua envasada en bolsas que se produce en la ciudad de Sincelejo con destino al consumo humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y población. El estudio fue realizado entre febrero de 2007 y marzo de 2008 en la ciudad de Sincelejo, norte de Colombia. La ciudad tiene cerca de 280.000 habitantes y una temperatura media de 28ºC. La población objeto de este estudio fue el agua envasada en bolsas producida en la ciudad con destino al consumo humano.

Tipo de estudio, tamaño de la muestra y recolección de datos. Esta investigación fue de tipo descriptivo, en la que se seleccionaron trece marcas de agua envasada, para evaluar su calidad bacteriológica en cuatro muestreos al azar, tres en producto y uno en albercas. La unidad de muestreo consistió en 30 unidades de agua envasada en bolsas, que fueron tomadas en las bodegas de las empresas antes de ser enviadas a los sitios de comercialización. De ellas se seleccionaron 7 bolsas aleatoriamente para su estudio. Además se registró información relacionada con condiciones locativas y operativas de cada envasadora como capacidad, material de construcción y altura con respecto a la superficie terrestre de los depósitos de agua; intervalo de suministro del agua de acueducto usada como materia prima; empleo de aguas provenientes de camiones cisterna; condiciones higiénicas locativas (análisis de cumplimiento de las BPM); tipo de desinfección empleado; y si estas poseían o no registro de funcionamiento sanitario del Instituto Colombiano de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).

Analisis fisico-quimico. A cada muestra se le realizaron análisis fisicoquímicos de pH (método electrométrico S.M 4500-H^+B), fosfatos (método del acido ascórbico, S.M 4500-P E); y cloro residual (método de yodométrico, S.M 4500 Cl) (17).

Análisis bacteriológicos. Para la estimación de organismos coliformes totales y fecales, *Pseudomonas aeruginosa* y mesófilos, se utilizó el método de filtración por membrana (17). Los medios de cultivo y reactivos utilizados fueron: M-endo para la determinación de *E. coli* y bacterias coliformes totales; medio cetrimide y lámpara ultravioleta de onda larga para *Pseudomonas aeruginosa*; y agar para recuento de microorganismos mesófilos. Para la evaluación de la eficiencia del proceso de desinfección se determinó la presencia de microorganismos en el agua de materia prima almacenada y en el producto elaborado a partir de esta.

Análisis de datos. Se relacionaron los porcentajes de presencia bacteriológica en el agua envasada de diferentes marcas con las variables del proceso de producción y las condiciones de los lugares de manufactura, a través del establecimiento de asociaciones mediante análisis clúster (método del vecino más próximo y como distancia métrica euclidiano cuadrado) (18).

RESULTADOS

Calidad bacteriológica del agua envasada. El 92% de las envasadoras estudiadas presentaron mesófilos en su producto y en el 27% de ellas se reportó este tipo de bacterias en todos los muestreos realizados (Tabla 1).

El 33% de las empresas locales presentaron coliformes totales en su agua envasada (Tabla 2). Por otra parte, en una muestra tomada en la envasadora Agua Legal se reportó *E. coli* con 2,00 x10^2 UFC; y otra de la envasadora Agua de La Sierra presentó 100 UFC de *Pseudomonas aeruginosa*.

En cuanto a la relación entre el agua en las albercas y en el producto, se tuvo que el 64% de las envasadoras presentaron mesófilos en agua de materia prima almacenada en un periodo corto de almacenamiento (2 días), mientras que en el 36% de estas se reportó este tipo de bacterias en el producto elaborado a partir del agua almacenada analizada. Tres envasadoras no mostraron ningún cambio en

Tabla1. Presencia de mesófilos (UFC) en agua envasada en bolsas con destino al consumo humano en la ciudad de Sincelejo.

Marca	Mesófilos		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Gotas de la Sabana	6.40 × 104	0	6.00 × 10^2
Agua Cristalina	0	0	0
Agua Deliagua	0	0	1.00 × 10^2
Agua Tropical	0	0	4.00 × 10^2
Gotas de lluvia	3.00 × 104	4.00 × 10^2	1.00 × 10^2
Puriagua	4.80 × 106	0	4.00 × 10^2
Agua Pura Freska	7.30 × 105	2.00 × 103	1.00 × 103
Agua Pura Legal	1.00 × 10^2	0	2.00 × 103
Agua Pura	2.00 × 10^2	2.00 × 10^2	0
Agua Sabana	0	1.00 × 10^2	8.00 × 105
Agua Viva	8.00 × 105	0	2.00 × 10^2
Agua Nat. Granizada	4.50 × 10^3	1.00 × 10^3	2.00 × 10^2
Agua Cristal	0	0	0

Tabla 2. Presencia de coliformes totales en agua envasada en bolsas con destino al consumo humano en la ciudad de Sincelejo.

Marca	Coliformes totales		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Gotas de la Sabana	50	0	0
Agua Cristalina	0	0	0
Agua Deliagua	0	0	0
Agua Tropical	0	0	0
Gotas de lluvia	0	0	0
Puriagua	1.10 × 10^2	0	0
Agua Pura Freska	0	0	0
Agua Pura Legal	0	0	4.00 × 10^2
Agua Pura	0	0	0
Agua Sabana	0	0	0
Agua Viva	0	0	0
Agua Nat. Granizada	0	20	0
Agua Cristal	0	0	0

la presencia de mesófilos en el producto con respecto a la materia prima; y en otra se incrementó la magnitud de la presencia de estos microorganismos (Tabla 3).

Variables del proceso de producción y condiciones de los lugares de manufactura. Existe una alta variabilidad en las condiciones operativas y locativas de las envasadoras que producen en el municipio de Sincelejo (Tabla 4). Algunas como agua Sabana, Gotas de lluvia y Agua tropical tienen depósitos de gran capacidad de almacenamiento, construidos principalmente en concreto, mientras que otras como Deliagua y Agua Pura Freska tienen reservorios de poca capacidad que incluso no superan los 5 m^3, construidos con plástico o fibra de vidrio. Asimismo, hay diferencias en cuanto al nivel del reservorio con respecto a la superficie terrestre, y aunque predominan los reservorios subterráneos, los hay también elevados y sobre el suelo.

Tabla 3. Presencia de mesófilos en agua de materia prima y producto elaborado.

Marca	Alberca (UFC/ 100 mL)	Producto (UFC/ 100 mL)
Gotas de la Sabana	0	0
Agua Cristalina	0	0
Agua Deliagua	2.00 x102	0
Agua Tropical	0	0
Gotas de lluvia	1.00 x103	4.00 x102
Puriagua	1.00 x102	0
Agua Pura Legal	1.00 x103	0
Agua Pura	1.00 x102	2.00 x102
Agua Sabana	1.00 x102	1.00 x102
Agua Viva	0	0
Agua Natural Granizada	1.00 x103	1.00 x103

El suministro de agua por parte de la empresa de acueducto es intermitente, presentándose la mayor frecuencia en las envasadoras agua de la sabana y agua cristalina, mientras que la que presenta una menor frecuencia es agua viva, que se abastece cada ocho días. Esto ha conllevado a que el 36% de las envasadoras locales suplan los requerimientos de materia prima con agua distribuida por camiones cisterna. Las condiciones higiénicas locativas de las envasadoras Gotas de la Sabana, Gotas de Lluvia, Agua Cristalina y Puriagua son buenas con respecto la aplicación de las BPM y a lo establecido por el decreto 3075 de 1997 (19). Mientras que otras como Agua Legal y Agua Natural Granizada tienen unas condiciones higiénicas locativas deficientes. Aunque existen envasadoras locales de agua que tienen más de 4 años de funcionamiento sólo el 27% de ellas poseen registro INVIMA.

El proceso empleado con mayor frecuencia para la desinfección del agua usada como materia prima es la cloración (64%), que se realiza con hipoclorito de calcio o de sodio. Pocas envasadoras locales utilizan otras técnicas como la ozonificación y radiación U.V, mientras que el 18 % de las envasadoras no realizan ningún tipo de desinfección. Por otra parte, los valores de pH y de concentración de fosfatos, de todas las muestras, están dentro de los rangos de 8.4 - 8.6 y 0 - 0.05 µg/mL, respectivamente.

DISCUSIÓN

Presencia de mesófilos. El 40% de las muestras tomadas en envasadoras que tienen albercas construidas en concreto presentaron mesófilos, mientras que aquellas que tienen reservorios combinados de concreto, plástico y fibra de vidrio, la presencia fue de 80%, en razón a que la combinación de depósitos de agua de materia prima incrementa la manipulación de esta, permitiendo así su contaminación. De igual manera las muestras de agua tomadas en los depositos elevados tuvieron 100% de presencia de mesófilos. En comparación con las albercas subterráneas que tuvieron 25% y los reservorios combinados (elevados, superficiales y subterráneos) con un 66%. Esto se debe a que los tanques elevados están expuestos al contacto con bacterias mesófilas, y a la radiación solar, que genera altas temperaturas y permite un rápido agotamiento del cloro residual. Asimismo, la frecuencia de limpieza de estos tanques es menor, llevando a un mayor crecimiento de microorganismos. Por otra parte, aquellas envasadoras que emplean agua de camiones cisterna presentaron mesófilos en un 75% de las muestras tomadas, a diferencia de aquellas que no utilizan este servicio que fue de 57%, esto es debido a la mayor manipulación y exposición ambiental a contaminación microbiana.

Tabla 4. Variables locativas y operativas de las envasadoras de agua

Marca	CR (m^3)	MCR	NR	F S. A (Días)	EC	CHL	TD	R.I	EE (Años)	pH	CF (ppm)
Gotas de la Sabana	06/02/2002	Concreto- Plástico- Plástico	Subterránea – Elevado-Elevado	2	No	Buena	Ca(ClO)2	Si	4	8.5	0
Agua Cristalina	12	Concreto	Subterránea	2	No	Buena	NaClO	No	12	8.6	0.04
Agua Deliagua	02-Feb	Plástico	Elevado	3	No	Aceptable	NaClO	No	17	8.3	0
Agua Tropical	16	Concreto	Subterránea	04-May	No	Aceptable	Ninguna	No	1	8.6	0.04
Gotas de lluvia	27	Concreto	Subterránea	5	No	Buena	U.V	No	4	8.5	0.04
Puriagua	9-2-2-2	Concreto- Plástico- Plástico- Plástico	Superficial- Elevado	4	Si	Buena	NaClO	Si	5	8.4	0.03
Agua Pura Freska	02/01/2002	Concreto- Plástico	Superficial	6	No	Aceptable	Ninguna	No	2	8.4	0
Agua Pura Legal	08/02/2003	Concreto- Plástico- Fibra de vidrio	Superficial- Elevado	4	Si	Mala	Ca(ClO)2	No		8.5	0
Agua Sabana	10-40-50	Concreto	Superficial	4	No	Buena	Ca(ClO)2	Si	30	8.4	0
Agua Viva	8	Concreto	Subterránea	8	Si	Aceptable	Ozonificación	No	7	8.5	0.05
Agua Nat. Granizada	10-Feb	Concreto- Plástico	Elevado	4	Si	Mala	Ca(ClO)2	No	8	8.4	0

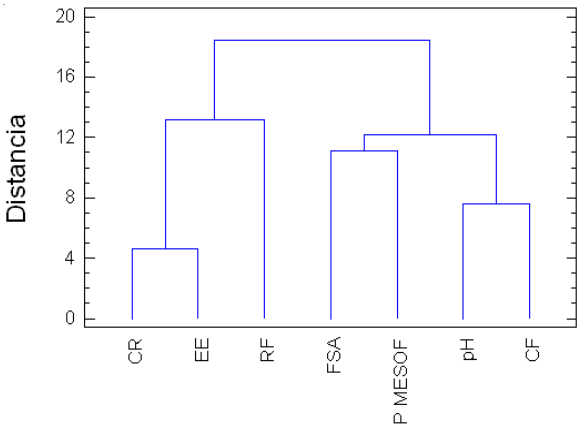
CR: Capacidad del Reservorio; **MCR:** Material de Construcción del Reservorio**;** **NR:** Nivel del Reservorio con respecto a la superficie terrestre; **FSA:** Frecuencia del Suministro del Agua del acueducto; **EC:** Empleo de Camiones cisterna; **CHL:** Condición Higiénica Locativa; **TD:** Tipo de Desinfección; **R.I**: Registro INVIMA; **EE:** Edad de la Envasadora; **CF:** Concentración de Fosfatos

El alto porcentaje de marcas que presentan bacterias mesófilas en sus productos (92%), indica que para la elaboración del agua envasada en las empresas locales están fallando los procesos de higiene y manipulación de la bebida. De las visitas realizadas se pudo observar problemas transversales en todas las envasadoras como malas prácticas de manufactura, estado interno de tuberías y disposición final del producto en bodega, que están influenciando la calidad bacteriológica del producto de manera general en todas las marcas. Esto se corrobora al establecer que las envasadoras con registro INVIMA, que tienen mejores condiciones locativas en cuanto a estructura productiva, tuvieron una presencia de mesófilos en el producto igual a las envasadoras que no lo poseen (66%).

Por otra parte, se puede observar que en la mayoría empresas envasadoras el tratamiento de desinfección consigue la eliminación total de las bacterias del agua de materia prima (Tabla 3), solo cuando esta tiene un periodo corto de haberse suministrado por parte de la empresa de acueducto (2 días). Sin embargo, cuando el suministro tiene un periodo más prolongado (4 días), la presencia de bacterias se incrementa considerablemente como sucedió en el tercer muestreo de producto (Tabla 1), mostrando así una deficiencia en los procesos de desinfección empleados por las envasadoras para eliminar bacterias en aguas con una frecuencia de suministro mayor. Por lo tanto, la intermitencia del servicio de agua potable es un factor determinante en la calidad microbiológica del agua envasada en la ciudad de Sincelejo. Este fenómeno conlleva también al suministro de dosis altas de desinfectantes clorados por parte de la empresa prestadora del servicio de acueducto, que finalmente repercute en la formación de trihalometanos (THMs); es así que el último muestreo de este contaminante en el agua de suministro en la ciudad tenia más de 160 ng/mL (20), valor que esta por encima de las reglamentaciones en Europa y en los Estados unidos, que establecen como parámetro 100 mg/L y 80 mg/L, respectivamente (21-22). Así entonces, la aplicación de una dosis adicional de desinfectantes clorados por parte de las empresas envasadoras, no está siendo efectivo para eliminar la presencia de bacterias cuando el periodo de suministro es prolongado, pero si potencializa aun más la formación de THMs.

Mediante el dendograma del análisis cluster de las variables: capacidad de los reservorios (CR), edad de la envasadora (EE), rendimiento de los filtros (RE), frecuencia de suministro de agua del acueducto (FSA), concentración de fosfatos (CF), pH y presencia de mesófilos, se confirma la asociación que tiene la frecuencia de suministro del agua de materia prima en la presencia de mesófilos. Esta se relaciona indirectamente con el pH y la concentración de fosfatos, estos últimos pueden estar presentes debido a limpiezas con detergentes a base de este tipo de sustancias.

Figura 1. Relación de la presencia de mesófilos con variables del proceso de producción y condiciones de los lugares de manufactura.



Coliformes totales y fecales. En la Tabla 2 se muestra que las empresas locales (33%) presentaron coliformes totales, indicando que a través del consumo de agua envasada en Sincelejo se puede lesionar la salud de los consumidores. Más preocupante aun es la evidencia de coliformes fecales (*E. coli)* en una de las muestras tomadas, lo que pudo haber llevado a las personas que consumieron el agua de este lote a patologías gastrointestinales propias de la presencia de esta bacteria, situación que muchas veces no se relaciona con el agua envasada por cuanto los consumidores toman el agua con confianza, convencidos de su calidad.

Una situación encontrada fue que el 75% de las muestras de agua que presentaron coliformes totales correspondieron a marcas con registro INVIMA, lo que indica que los esfuerzos realizados por parte de las envasadoras para mejorar sus condiciones locativas y operativas, a fin de lograr su certificación, no han estado acompañadas en forma permanente de buenas prácticas de producción que aseguren a través del tiempo la calidad bacteriológica de su producto.

Pseudomonas aeruginosa. Agua la Sierra, presentó *Pseudomonas aeruginosa*, en uno de sus muestreos, lo que posiblemente es debido a la acumulación de estas en los *biofilm* de los equipos de procesamiento, donde pueden permanecer por un largo periodo en razón a su alta resistencia. Este caso es preocupante debido a que es un germen oportunista del sistema respiratorio y tejidos blandos (23).

En conclusión, se puede indicar que gran parte del agua envasada en bolsas producida en la ciudad de Sincelejo genera un riesgo a la salud de los consumidores. La presencia de microorganismos patógenos está relacionada principalmente con inadecuados procesos de producción. Así como la intermitencia del suministro de agua utilizada como materia prima, por lo que las empresas deben realizar análisis de riesgos y control de puntos críticos e implementar programas de control de calidad. De este estudio se pueden desprender otros aspectos de gran interés como la formación de trihalometanos en agua envasada, así como la evaluación bacteriológica del producto comercializado en sitios de expendio y ventas ambulantes, puesto que implica una manipulación extra al producto , lo que puede afectar aun más su calidad.

Agradecimientos

Al Departamento de Salud Pública de Sucre (DASSSALUD) y a sus funcionarios Nayib Carrillo Orozco, Coordinadora de laboratorio de Salud Pública; Edith Montes, bacterióloga y Luis Romero, técnico de saneamiento, quienes contribuyeron proactivamente al desarrollo de este estudio. A la Universidad de Sucre, por su decidido respaldo a esta investigación.

REFERENCIAS

1. Eish Y, Wells M. Assessing the trihalomethane formation potential of aquatic fulvic and humic acids fractionated using thin-layer chromatography. J Chromatogr 2006; 1116: 272-276.

2. Goi D, Tubazo F, Barbone F, Dolcetti G, Bontempelli G. Evaluation of chlorinated by-products in drinking waters of Central Friuli (Italy). Ann Chim 2005; 6: 17-27.

3. Romero JA. Calidad del agua 2da Edición, Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería; 1999.

4. Sanchez R. Water Quality Problems in Nogales, Sonora. Environ Health Perspect 1996; 103: 93-97.

5. Kasenga G. The health-related microbiological quality of bottled drinking water sold in Dar es Salaam, Tanzania. J Water Health 2007; 5: 179-85.

6. Lal M, Kaur H. A microbiological study of bottled mineral water marketed in Ludhiana. Indian J Publ Health 2006; 50(1): 31-32.

7. Hunter PR, Burge SH.The bacteriological quality of bottled natural mineral waters. Epidemiol Infect 1987; 99(2): 439-443.

8. Tampo DA. Aguas envasadas, Ciudad de México: Editorial Limusa;1999.

9. Pérez JE. Aspectos socio-económicos del sector de aguas envasadas, y su evolución. Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España 2001; 6-10.

10. Cüneyt G. Characterization of Turkish bottled waters using pattern recognition methods. Chemom. Intell. Lab. Syst 2007; 86: 86-94.

11. Naddeo V, Zarra T, Belgiorno V. A comparative approach to the variation of natural elements in Italian bottled waters according to the national and international standard limits. J Food Comp Anal 2007; 10: 68-69.

12. Reyes M, Pérez C, Negrón E. Microbiological assessment of house and imported bottled water by comparison of bacterial endotoxin concentration, heterotrophic plate count, and fecal coliform count. PR Health Sci J 2008; 27(1): 21-26.

13. Jeena M, Deepa P, Mujeeb Rahiman K, Shanthi T, Hatha A. Risk assessment of heterotrophic bacteria from bottled drinking water sold in Indian markets. Int J Hyg Environ Health 2006; 209: 191-196.

14. Kasenga G. The health-related microbiological quality of bottled drinking water sold in Dar es Salaam, Tanzania. J Water Health 2007; 5: 179-185.

15. Da Silva M, Santana R, Guilhermetti M, Filho I, Endo EH, Nakamura T et al. Comparison of the bacteriological quality of tap water and bottled mineral water. Int J Hyg Environ Health 2008, *in press*.

16. Gomescaseres L, López R, Peterson F, Maza M. Evaluación de la calidad bacteriológica del agua envasada comercializada en la zona céntrica de Cartagena [Tesis de grado]. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena, Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas: 2001.

17. Crescerl LS, Greenberg AE. Eato AD. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. USA: United Book Press, Inc, Boltimore Maryland; 2000.

18. Álvarez CR. Bioestadística aplicada a las ciencias de la salud, Extremadura. España: Editorial Díaz de Santos; 2007.

19. Decreto 3075. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Presidencia de la República de Colombia. 1997.

20. Aguas de la sabana. Seguimiento de la calidad de agua en la ciudad de Sincelejo. Sincelejo, Colombia: Informe Departamento técnico; 2006.

21. Aguas Argentinas. Situación del parámetro trihalometanos totales en la concesión de aguas argentinas respecto de las tendencias normativas nacionales e internacionales. Buenos aires, Argentina. 2004. [Fecha de consulta: enero de 2009]. URL disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/argentina14/anvaria.pdf.

22. Wuyi W, Bixiong Y, Linsheng Y, Yonghua W. Risk assessment on disinfection by-products of drinking water of different water sources and disinfection processes. Environ Int 2006; 33 (2): 219-225.

23. Alvarez J. Mapa bacteriológico de bacilos gram negativo. [Tesis de doctorado]Madrid, España: Universidad de Complutense, Facultad de medicina; 1991.