

Evaluación de la calidad bacteriológica del agua de abasto de los rastros de México, D.F.

Leticia Marín Campos**
Carlos J. Jaramillo Arango**
Mireya Nicoli Tolosa**
Jaime S. García Romero***

El agua puede ser vehículo de muchos microorganismos, algunos de los cuales producen enfermedades infecciosas y parasitarias en el hombre y los animales, sobre todo a través de la vía digestiva. Entre dichos microorganismos destacan algunas bacterias patógenas: *E. coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium welchii*, *Salmonella typhi* y *Vibrio cholerae*.^{9, 14, 15, 16, 17, 20}

Se define como agua potable una solución clara, incolora, desprovista de olores y sabores desagradables, que no contenga más de 1,500 mg de sólidos totales, ni más de ciertas cantidades de determinados contaminantes.¹⁵

Los patrones de pureza bacteriológica para el agua en México son: 1o. el número total de organismos coliformes deberá ser como máximo de 2 en 100 ml según las técnicas del NMP o la de filtro de membrana, y 2o. No contendrá organismos fecales.*

La investigación de organismos coliformes en el agua tiene mayor significado sanitario que la búsqueda directa de organismos patógenos, porque, comprobada la contaminación del agua, se tiene que suponer la presencia de patógenos.¹⁸

Es de suma importancia evaluar la calidad bacteriológica del agua porque es un elemento fundamental en la alimentación, directa (elaboración y preparación de bebidas y alimentos en general) o indirectamente (lavado de operarios, equipo e instalaciones); esto debe llevarse a cabo en los rastros, donde un agua de buena calidad bacteriológica es indispensable para que se provean productos sanos e inocuos al consumidor, lo que repercute en la salud pública.^{3, 5, 13, 17}

El agua que llega al rastro, sometida a los tratamien-

tos convencionales, al salir de la estación de captación y tratamiento puede tener fallas en el proceso de potabilización o deficiente concentración de cloro residual, o bien deteriorarse a lo largo de la red y depósitos antes de llegar a la llave de salida. Asimismo, el agua puede sufrir contaminación dentro del rastro por diversos factores como: fugas en la red de distribución, mala conservación y mantenimiento de los tanques de almacenamiento y manejo antihigiénico a nivel de las tomas de agua, entre otras.

Por ello, es necesario una vigilancia sanitaria estricta para conservarla en estado óptimo.^{3, 11, 17}

En algunos estudios se concluyó que, a pesar de que se abastece con agua de buena calidad, ésta se deteriora por malas condiciones de almacenaje y manipulación.^{2, 6, 8, 13, 11} En México, la mayoría de los estudios al respecto han sido enfocados principalmente al agua de consumo humano, teniendo en cuenta que las enfermedades de origen hídrico ocupan el segundo lugar dentro de las diez principales causas de defunción.^{1, 9, 12, 18}

De acuerdo con lo anterior se consideró importante evaluar la calidad bacteriológica del agua de los rastros de Iztapalapa, Milpa Alta, Topilejo y Ferrería, en México, D.F., y analizar el efecto de la distancia que recorre el agua en la red de distribución sobre dicha calidad.

El trabajo se realizó entre julio de 1989 y febrero de 1990, en los rastros de Iztapalapa, Milpa Alta, Topilejo y Ferrería, todos ellos pertenecientes a la Industrial de Abastos, en México, D.F.

Se hizo un reconocimiento previo del área para hacer el diseño del muestreo y conocer algunas características del sistema de abastecimiento y distribución del agua en cada rastro. Esto permitió definir los criterios de inclusión.

En el rastro de Ferrería se realizó un muestreo piloto para definir el marco muestral, el cual se calculó mediante un método de muestreo estratificado. En los otros tres se realizó un censo de todas aquellas tomas de agua que cumplieran con los criterios de inclusión. Se tomó un total de 150 muestras.

Para determinar la probable influencia de la distancia entre los tanques de abastecimiento y las tomas de salida de agua, de acuerdo con las características de las instalaciones en cada rastro, se definieron distancias cortas, medias y largas de la siguiente manera:

Recibido para su publicación el 8 de octubre de 1993.

* Parte de este trabajo corresponde a la tesis de licenciatura en Biología de la primera autora. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

** Departamentos de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Departamento de Metodología de Investigación en Salud y Consultoría Estadística, Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Nacional Autónoma de México. 04510, México, D.F.

+ *Diario Oficial de la Federación*: Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control Sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. México, D.F., 18 de enero de 1988.

Distancias en metros			
Rastro	Corta	Media	Larga
Iztapalapa	< 20	20-40	> 40
Milpa Alta	< 30	30-45	> 45
Topilejo	< 20	20-35	> 35
Ferrería	< 100	100-200	> 200

Las muestras de agua fueron tomadas, transportadas y analizadas conforme a los lineamientos establecidos por el *Manual de Técnicas y Procedimientos de Laboratorio para Análisis Microbiológico de Agua Potable, de la Secretaría de Salud*.¹⁹ Para el análisis se emplearon las técnicas de NMP y CE, las cuales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Higiene de Alimentos del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Una vez obtenidos los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva. Se elaboraron cuadros y figuras y se aplicó la prueba de Ji.

Los Cuadros 1 y 2 y las Figuras 1 y 2 muestran los porcentajes de contaminación en las muestras de agua estudiadas, obtenidas en las tomas de salida y en el sistema de almacenamiento de los rastros de Iztapalapa, Milpa Alta, Topilejo y Ferrería, pertenecientes a Industrial de Abastos (IDA), en México, D.F. De igual manera, en el Cuadro 3 se muestran los porcentajes de contaminación de las muestras de agua obtenidas en las salas de matanza y de vísceras del rastro de Ferrería.

El agua de uso de los rastros estudiados no cumple con los niveles bacteriológicos establecidos por la reglamentación sanitaria mexicana* en algunas áreas de trabajo. Esta contaminación no presentó diferencias significativas entre los diferentes rastros

Cuadro 1 PORCENTAJES DE MUESTRAS DE AGUA DE LAS TOMAS DE SALIDA CON ALTO GRADO DE CONTAMINACION* PARA NMP Y CE EN LOS RASTROS DE INDUSTRIAL DE ABASTOS, MEXICO, D.F., 1989					
Rastro	Total de muestras	NMP Núm. de muestras	%	CE Núm. de muestras	%
Iztapalapa	9	7	77.8	6	66.7
Milpa Alta	16	6	37.5	1	6.3
Topilejo	22	6	27.3	1	4.5
Ferrería	87	31	35.6	5	5.7

* Valores superiores a los aceptados por la Reglamentación Sanitaria Mexicana. NMP: > 2 coliformes/100 ml y CE: > 200 col/ml
NMP: Número Más Probable
CE: Cuenta Estándar

Cuadro 2 PORCENTAJES DE MUESTRAS DE AGUA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON ALTO GRADO DE CONTAMINACION PARA NMP Y CE EN LOS RASTROS DE INDUSTRIAL DE ABASTOS, MEXICO, D.F., 1989					
Rastro	Total de muestras	NMP Núm. de muestras	%	CE Núm. de muestras	%
Iztapalapa	5	2	40.0	0	0.0
Milpa Alta	3	1	33.3	1	33.3
Topilejo	1	0	0.0	0	0.0
Ferrería	7	6	85.7	3	42.9

* Valores superiores a los aceptados por la Reglamentación Sanitaria Mexicana. NMP: > 2 coliformes/100 ml y CE: > 200 col/ml
NMP: Número Más Probable
CE: Cuenta Estándar

estudiados, ni entre los diversos puntos de la red dentro de un mismo rastro.

Se aplicó la prueba de Ji ($P > 0.05$) para determinar la influencia de la distancia entre los tanques de abastecimiento y las tomas de salida sobre la calidad bacteriológica de las muestras de agua obtenidas de estas últimas, sin encontrar diferencia significativa.

Aun cuando los resultados obtenidos para el rastro Iztapalapa muestran que a mayor distancia de recorrido del agua, mayor es la contaminación de la misma, la prueba de Ji aplicada indica que no hay diferencia significativa, por lo que la evidencia no es suficiente para decir que la distancia influye sobre la calidad bacteriológica del agua.

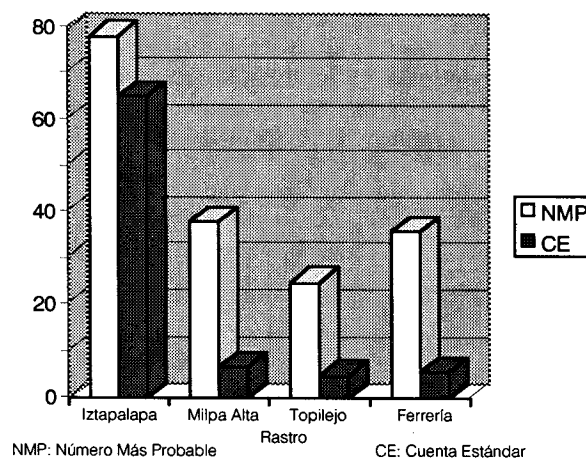


Figura 1. Porcentaje de muestras de agua contaminada de tomas de salida mediante NMP y CE en los rastros de Industrial de Abastos, México, D.F., 1989.

* Diario Oficial de la Federación: Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control Sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. México, D.F., 18 de enero de 1988.

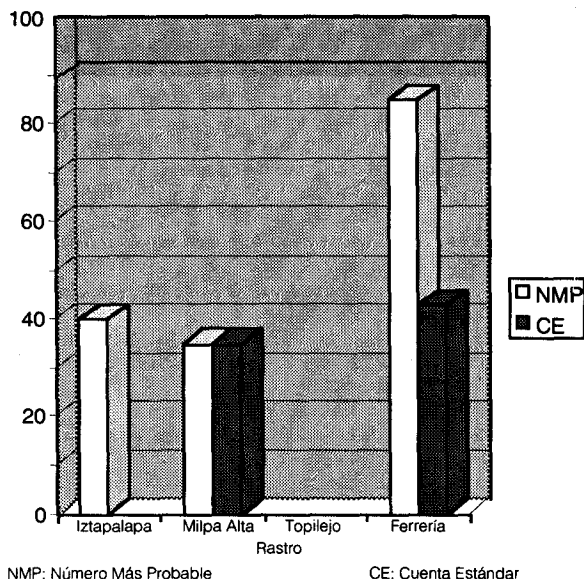


Figura 2. Porcentaje de muestras de agua contaminadas de tanques de almacén mediante NMP y CE en los rastros de Industrial de Abastos. México, D.F., 1989.

Dichos resultados probablemente se deban a que el número de muestras que se manejó es pequeño por lo reducido de este rastro, ya que es el más pequeño de los cuatro estudiados, y cuenta con pocas tomas de agua.

Llama la atención que el rastro Ferrería, no obstante su gran dimensión en comparación con Milpa Alta y Topilejo, mostró patrones de potabilidad muy similares a dichos rastros. Para estos rastros la prueba de Ji tampoco arrojó diferencias significativas; lo anterior apoya que la distancia de recorrido del agua dentro de la red de distribución del rastro no determina la calidad bacteriológica de la misma.

No obstante la opinión de algunos autores,^{3,5,17} quienes atribuyen la contaminación del agua de los mataderos principalmente a alteraciones en el sistema de distribución, en este estudio no fue posible identificar tal circunstancia. Las observaciones permitieron detectar algunas condiciones particulares en cada rastro, relacionadas con la vigilancia sanitaria y las actividades en las diferentes áreas de trabajo, como: empleo de mangueras evidentemente deterioradas con el orificio de salida desgarrado y sin la boquilla de protección, permanencia de mangueras en el piso y sobre encharcamientos; todo ello favorece la acumulación de contaminantes que son arrastrados por el agua al paso por el orificio,¹⁰ yendo a parar por último a la carne, instalaciones o equipo.

Una observación importante fue que el agua de la cisterna o depósito principal presentó contaminación, no así la del tanque de distribución, surtido por aquella. Esto podría explicarse de la siguiente manera: las cisternas son depósitos de gran dimensión y capacidad, por lo que el agua permanece casi estática, aunque se remueve continuamente; así, para obtener una muestra de agua representativa sería necesario someterla a

Cuadro 3
PORCENTAJES DE MUESTRAS DE AGUA DE LAS SALAS DE MATANZA Y VISCERAS CON ALTO GRADO DE CONTAMINACIÓN* EN EL RASTRO DE FERRERÍA. MÉXICO, D.F., 1989

Total de Sala muestras		Matanza				Total de muestras	Visceras			
		NMP		CE			NMP		CE	
		Número de muestras	%	Número de muestras	%		Número de muestras	%	Número de muestras	%
Bovinos	10	5	50.0	1	10	14	6	42.9	1	7.1
Ovinos y caprinos	2	0	0.0	0	0	12	2	16.7	0	0.0
Suinos	14	5	35.7	0	0	3	2	66.7	0	0.0

* Valores superiores a los aceptados por la Reglamentación Sanitaria Mexicana. NMP: > 2 coliformes/100 ml y CE: > 200 col/ml
NMP: Número Más Probable
CE: Cuenta Estándar

una homogenización, lo cual es muy difícil debido a su tamaño. Luego, los resultados obtenidos probablemente se deban a que las muestras se tomaron directamente del registro del tanque por ser la única forma de acceso al mismo, ninguno de los cuales poseía tapa; por lo tanto, era la zona más expuesta y contaminada de la cisterna. Otra explicación es que pudiera darse el fenómeno de dilución del contenido contaminante del agua al pasar de uno a otro depósito, o, aunque menos probable, un decremento de la carga bacteriana por la existencia de una flora competitiva.

Los organismos coliformes en el agua indican contaminación de origen fecal, de tal manera que es posible esperar la presencia de organismos patógenos en ella que, al multiplicarse, pueden dar lugar a que los alimentos con los cuales entra en contacto se convierten en un riesgo potencial para la salud del consumidor.^{4,5,7}

Esto permite deducir que el grado de contaminación encontrado en el agua de los rastros estudiados constituye un riesgo de salud pública, pues los sitios más contaminados son precisamente aquellos donde los animales son sacrificados y preparados para su distribución. Por tal motivo, es muy probable que el producto (canales y vísceras) esté contaminado con organismos patógenos o sus toxinas, algunos de los cuales pueden llegar a proliferar, teniendo en cuenta las inapropiadas condiciones de manejo y conservación de la carne que predominan en México. Además, los organismos patógenos suelen sobrevivir o permanecer después de una cocción deficiente de la carne, como es el caso de *Streptococcus* spp, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella* spp y *Clostridium perfringens*, entre otros.

Esta situación es aún más grave en el caso de derivados cárnicos cuyo proceso no requiere de cocción, como los chorizos y longanizas.

También es importante mencionar el aspecto económico, pues algunos microorganismos contaminantes,

al proliferar, pueden acelerar los procesos de transformación y degradación de la carne, disminuyendo de esta manera la vida útil del producto.

Se concluye que el agua de los rastros estudiados presenta problemas de contaminación en algunas áreas de trabajo; por lo tanto, constituye un vehículo de contaminación para los productos, lo cual influye en la salud pública y en el aspecto económico.

Se debe mejorar la vigilancia sanitaria dentro del rastro, sobre todo lo que se refiere a las condiciones de las mangueras de salida de agua, a las cuales se les debería colocar una boquilla de protección, así como a la limpieza y mantenimiento constante de los depósitos y la red general de distribución; además, se debe establecer un programa de control sanitario del agua de los rastros, analizándola por lo menos anualmente, por proceder de una fuente pública aprobada.⁴

Abstract

A study of water samples ($n = 150$) from the four slaughterhouses (Iztapalapa, Milpa Alta, Ferreria and Topilejo) in Mexico City and suburbs was done in order to evaluate their bacteriological quality. In the three first slaughterhouses a census was made including all the water faucets, however in Ferreria it was necessary to establish a sample size. All specimen water intakes must have had to fulfill with the preestablished inclusion criteria. Samples were analyzed through the Most Probable Number Technique (MPN) and Standard Count (SC), established by the National Public Health Laboratory of the Health Secretary of Mexico. All samples studied in the slaughterhouses had MPN and SC values higher than those allowed in Mexican sanitary regulations. Percentages of bacterial contamination found in the slaughterhouses regarding MPN and SC were the following: Iztapalapa, 77.8% and 66.7%; Milpa Alta, 37.5% and 6.2%; Ferreria, 35.6% and 5.7% and Topilejo, 27.3% and 4.6%, respectively. All results were subjected to the J_i test trying to evaluate the distance influence between the main water tank and the water intake on their water bacteriological quality. Similarly, MPN and SC values, found in the slaughter-areas, were compared. Furthermore, in Ferreria, slaughter-areas, as well as guts of different animal species were compared. There were no significant differences ($P < 0.05$) in none of the cases. The absence of proper sanitary control and the particular hygienic conditions of each working area in the slaughterhouses studied, determine the water bacteriological quality in the main water tank and in the water faucets. The degree of contamination found is a public health risk, and it could also cause financial problems, therefore, this should be evaluated.

Literatura citada

1. Acevedo, G., Chávez, E. y Elechiguerra, M.: Estudio bacteriológico del agua que consumen los alumnos de las escuelas primarias de la Dirección No. 4 del Distrito Federal. Tesis de licenciatura. *Fac. de Quím.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1977.
2. Balen, L. é Goedert, A.: Qualidade bacteriológica de água de consumo humano no meio rural da Regio do Alto Uruguai Catarinense. *Bol. Epidemi.*, 15: 169-172 (1983).
3. Bobenrieth, R., Beltrán, F. y Arenas, A.: Saneamiento de mataderos de bovinos, ovinos y porcinos. *Bol. Of. Sanit. Panam.*, 98: 211-227 (1985).
4. Bryan, A.H., Bryan, Ch. G. and Bryan, C.A.: Bacteriología. C.E.C.S.A., México, D.F., 1984.
5. CEPANZO: Microbiología e Higiene de los Alimentos. Notas Técnicas No. 10, 11, 12 y 13. Centro Panamericano de Zoonosis, Buenos Aires, Argentina, 1980.
6. Estruch, L., González, E. y Hechavarría, M.: Estudio intradomiciliario de la calidad bacteriológica del agua. *Rev. Cub. Hig. Epidemi.*, 20: 497-506 (1982).
7. Fernández, E.: Microbiología Sanitaria. Agua y Alimentos. Vol. I. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México, 1981.
8. García, M. y Pérez, J.: Relación de la calidad de agua de consumo con enfermedades de transmisión digestiva. *Rev. Cub. Hig. Epidemi.*, 19: 451-457 (1981).
9. García, R. y Taylor, L.: Estudio bacteriológico del agua de consumo de una comunidad. *Rev. Salud Pública Méx.*, 19: 715-728 (1977).
10. International Commission on Microbiological Specifications for Foods: Microorganismos de los Alimentos 2. Métodos de Muestreo para Análisis Microbiológicos: Principios y Aplicaciones Específicas. Acribia, Zaragoza, España, 1983.
11. López, N.: Calidad sanitaria desde el punto de vista microbiológico del agua que surte algunas zonas de la ciudad de Maracay. *Rev. Fac. Cienc. Vet.*, 29: 87-95 (1982).
12. Mayoral, L.: Estudio epidemiológico de la ENEP-Zaragoza (búsqueda de *Salmonella* y otros microorganismos). Tesis de licenciatura. *Esc. Nal. Est. Prof. Zaragoza*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
13. Michanie, S. y Quevedo, F.: Aplicación del enfoque análisis de riesgo y determinaciones de puntos críticos de control (ARPCC) en el mejoramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos. Memorias del Curso: Análisis de Riesgo y Determinación de Puntos Críticos en la Preparación de Alimentos. México, D.F. 1989. 1-5. OPS-CEPANZO-S.S. México, D.F. (1989).
14. Ocampo, G.J.: Análisis del Grupo coliforme por el método de tubos múltiples. *Rev. Contamin. Amb.*, 6: 49-57 (1982).
15. OPS: Guías para la Calidad del Agua Potable. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C., 1985.
16. Pérez, J.: Estudio bacteriológico de las aguas negras del gran canal del desagüe de la ciudad de México y de los distritos de riego 03 y 88 en los estados de Hidalgo y México respectivamente y su posible repercusión sobre la productividad del ganado. Tesis de licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1978.
17. Portillo, G.: Evaluación de la calidad sanitaria del agua de los centros de producción pecuaria del Valle de México pertenecientes a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Tesis de licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1986.
18. Sánchez, J.T., Romero, C.R., Daujare, C.S. y Ramírez, R.M.: Contaminación biológica del agua de consumo de una comunidad del Distrito Federal. *Rev. Salud Pública Méx.*, 22: 275-280 (1980).
19. S.S.: Manual de Técnicas y Procedimientos de Laboratorio para Análisis Microbiológicos de Agua Potable. *Secretaría de Salud*, México, D.F., 1987.
20. Volk, W.A. and Wheeler, M.F.: Basic Microbiology. 4th ed. J.B. Lippincott, Philadelphia, Pennsylvania, 1980.