

ANÁLISIS DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO DISTRIBUIDA EN BOGOTÁ, VIGILADA
POR EL LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA
2000 - 2004

Rocio PATRICIA GÓMEZ

Bacterióloga LSP, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Laboratorio de Salud Pública, Secretaría Distrital
de Salud de Bogotá, D.C.

FEDRA CONSTANZA RODRÍGUEZ C.

Química, Epidemióloga, Magíster en Desarrollo y Saneamiento Ambiental
Laboratorio de Salud Pública, Secretaría Distrital
de Salud de Bogotá, D.C.

HERBERT IVÁN VERA ESPITIA

MD Magíster en Epidemiología,
Laboratorio de Salud Pública, Secretaría Distrital de Salud
de Bogotá, D.C.

CORRESPONDENCIA:

Herbert Iván Vera Espitia,
Laboratorio de Salud Pública, Secretaría Distrital
de Salud de Bogotá, D.C.
Calle 13 N° 32-69. Teléfono 3649661
Correo electrónico: hivera@saludcapital.gov.co

RESUMEN

ANTECEDENTES

Este artículo corresponde al análisis de información de los resultados analíticos físico-químicos y microbiológicos realizados a muestras de agua de consumo humano, consignados en las bases de datos del Laboratorio de Salud Pública, LSP, de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D.C., entre los años 2000 al 2004.

OBJETIVO

Socializar el análisis de los resultados obtenidos en el LSP a instituciones distritales y nacionales y a la comunidad en general, propendiendo por identificarlos, georreferenciarlos y evaluarlos para implementar medidas de intervención individual y colectiva que protejan la salud de la población capitalina.

METODOLOGÍA

Análisis estadístico de la información reportada en las pruebas del Laboratorio de Salud Pública, LSP, en su función de apoyo a la vigilancia de los riesgos físicos. En el caso de la evaluación de la calidad e inocuidad del agua de consumo humano que se distribuye en la capital se analizaron los resultados consignados en las bases de datos desde el año 2000 hasta el 2004.

RESULTADOS

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) posee una cobertura de red de acueducto del 97%, según los resultados de los análisis del Laboratorio de Salud Pública, y durante el período analizado los parámetros físico-químicos presentaron un promedio de aceptabilidad del 98%, con un mínimo del 96,1% para el año 2001 y un máximo del 99,4% en el 2003. Los parámetros microbiológicos para el mismo tiempo arrojaron una calidad de aceptabilidad en promedio del 99,1%, con un mínimo del 98,6% en el 2001 y un máximo del 99,7% en el 2004. No obstante, existen comunidades en el Distrito Capital que por encontrarse en el sector rural se encuentran servidas

por acueductos comunitarios, los cuales presentaron deficiencias en el tratamiento del agua que entregaron a sus usuarios, lo que se reflejó en la baja calidad del agua consumida allí.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural de la más alta importancia para el sostenimiento de la vida humana y el desarrollo social y cultural de una comunidad; esto depende principalmente de un suministro de agua dulce adecuado y de calidad, razón por la cual se requieren acciones de protección de fuentes, correcto manejo en plantas de tratamiento y una debida distribución al servicio domiciliario.

Se define como agua para consumo humano aquella que se utiliza como bebida directa o en la preparación de alimentos y que se encuentra libre de patógenos o de sustancias tóxicas que puedan constituir un factor de riesgo para el individuo. La calidad del agua es un excelente indicador de las condiciones de vida de una población; para su medición no basta sólo con la cobertura medida según el porcentaje de viviendas con agua conducida por las tuberías del acueducto, sino también la regularidad y permanencia del funcionamiento del sistema y la calidad físico-química y microbiológica. Todo ello, para garantizar que este precioso líquido llegue al consumidor en perfectas condiciones para un consumo seguro.

Las comunidades confían en que el Estado ofrezca garantías para el manejo de la potabilidad del agua y un adecuado sistema de vigilancia de la misma. En este sentido, la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, a través de la Dirección de Salud Pública, y con el apoyo del Laboratorio de Salud Pública, posee políticas y lineamientos enmarcados dentro de la vigilancia y protección de la salud pública, donde uno de sus compromisos es la vigilancia de los factores de riesgo del ambiente, que incluye los asociados con el agua para consumo humano. Para el cumplimiento de esta actividad se realizan de manera rutinaria pruebas organolépticas, físico-químicas y microbiológicas en las muestras de agua de la red distrital y de aquellas localidades no conectadas a red o aprovisionadas

por acueductos comunitarios, y mediante los reportes analíticos poder desarrollar estrategias que impacten en estos factores potenciales de riesgo en la salud de la población capitalina.

Por lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo describir el comportamiento de la calidad del agua en el Distrito Capital durante los años 2000 al 2004, tanto la distribuida a través de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, como por los acueductos comunitarios que operaban en su momento en la capital, según los resultados arrojados por los análisis físico-químicos y microbiológicos practicados por el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá.

MARCO CONCEPTUAL

Como Distrito Capital se le conoce a Bogotá, capital de Colombia, ubicada en el centro geográfico del continente Americano, en una meseta de la Cordillera Oriental de los Andes, a 2.640 metros de altura sobre el nivel del mar, fundada el 6 de agosto de 1538; la ciudad es habitada hoy por aproximadamente siete millones de personas, tiene un clima ecuatorial sin estaciones y su temperatura promedio es de 14°C (57°F). El área total comprende 1.732 km², un área rural de 122.256.000 (ha), un área urbana de 38.430.000 (ha) y un suelo en expansión de 2.974 (ha). La administración de la ciudad está a cargo de un alcalde mayor, y a su vez el Distrito Capital está dividido en veinte unidades administrativas, conocidas como localidades, cada una de ellas a cargo de un alcalde local.

Dentro de los parámetros básicos para la potabilización del agua está la cloración, que tiene como beneficio la gran mejoría de su calidad al destruir organismos patógenos. El cloro aplicado al agua en forma molecular (Cl₂) o de hipoclorito (ClO⁻) inicialmente se hidroliza a la forma de cloro libre, o sea, cloro molecular acuoso, ión hipoclorito y ácido hipocloroso. El cloro residual libre, para que cumpla con la normatividad vigente, debe estar entre 0.2 y 1.0 mg/L, si se encuentra por debajo de 0.2 mg/L no alcanza a destruir bacterias que tienen especial

connotación sanitaria; si por el contrario, sobrepasa el nivel de 2.0 mg/L puede producir efectos adversos tales como intensificación del sabor y el olor, además de formar compuestos organoclorados que son potencialmente cancerígenos.

La vigilancia sobre la calidad del agua potable se realiza como parte de las acciones del Plan de Atención Básico —PAB—, definido en la ley de seguridad social, específicamente en la Resolución 4288 de 1996; esta labor la realiza la autoridad de salud en los municipios o los distritos. Como herramienta para desempeñar estas acciones se cuenta con reglamentación para el control de la calidad del agua potable, como la Ley 09 de 1979, el Código Sanitario Nacional, el Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud, las Normas técnicas de calidad de agua potable, entre otras.

Una parte del control se realiza mediante la recolección de muestras para análisis organolépticos, físico-químicos y microbiológicos, de acuerdo a la población abastecida, tal y como se establece en el Capítulo V, artículos 42 y 43 del Decreto 475 de 1998. El artículo 19 del mismo decreto establece los análisis mínimos que se deben practicar en la red de distribución de todo sistema de abastecimiento de agua potable.

El Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud tiene dentro de sus compromisos vigilar e informar sobre la calidad del agua que se consume en el Distrito Capital. Para lograr esto se realizan diariamente análisis físico-químicos y microbiológicos al agua que distribuyen tanto la EAAB como los acueductos comunitarios. Los puntos críticos para el control en la red de distribución del acueducto de Bogotá son: cinco plantas de tratamiento (Tibitoc, Wiesner, San Diego, Vitelma y El Dorado); cuarenta y ocho tanques de almacenamiento y veintiocho piletas como centros de monitoreo físico-químico y microbiológico en diferentes sectores de la ciudad. Los acueductos comunitarios que se vigilan son los de San Luis, San Isidro, La Floresta, Cedritos y Acualcos, ubicados en el Norte de Bogotá, y en la zona Sur los de San Juan de Sumapaz, Mochuelo, Nazareth, Santa Rosa, Pasquillita, Pasquilla, La Unión y El Destino. Los puntos críticos para su vigilancia y control son las plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y zonas varias de la red de distribución.

OBJETIVO GENERAL

Se establece como objetivo el realizar un análisis de la información a los resultados físico-químicos y microbiológicos practicados por el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud al agua de consumo humano distribuida en Bogotá, durante los años 2000 al 2004, con el propósito de evaluar la calidad de esta.

Objetivos específicos

Calcular frecuencias absolutas y relativas de la aceptabilidad físico-química y microbiológica del agua distribuida por la EAAB y los acueductos comunitarios en el Distrito Capital, del 2000 al 2004.

Obtener información relacionada que permita identificar, georeferenciar, prevenir, controlar, implementar medidas de intervención individual y colectiva; y así evitar, corregir o minimizar el impacto de este determinante sobre la salud de la población capitalina.

Socializar en forma intrainstitucional, interinstitucional e intersectorialmente y a la comunidad en general, la información obtenida sobre la calidad del agua que se consume en Bogotá, para en caso necesario, aplicar los correctivos a que haya lugar.

METODOLOGÍA

En el análisis estadístico de la información reportada en las pruebas de laboratorio del LSP en su función de apoyo a la vigilancia de los riesgos físicos, en este caso la evaluación de la calidad e inocuidad del agua de consumo humano que se distribuye en la Capital, se estudiaron los resultados consignados en las bases de datos desde el año 2000 hasta el 2004, que contiene 27.050 registros obtenidos acerca del comportamiento de la calidad físico-química y microbiológica del agua distribuida por la EAAB y por trece acueductos comunitarios.

Así mismo se describen en tablas las frecuencias absolutas y relativas acompañadas con gráficos de barras, los datos correspondientes a la aceptabilidad y no aceptabilidad de los parámetros físico-químicos (cloro residual libre, color, turbiedad, pH, cloruros, hierro, dureza y color) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales y e. Coli) que evi-

denciaron predominio, año tras año, en el agua para consumo humano, durante dicho período.

RESULTADOS

Según información de la EAAB, el 97% de la población de la ciudad está abastecida a través de la red distrital, que durante los últimos cinco años ha presentado una aceptabilidad físico-química por encima del 96,1% (año 2001) (Tabla 1) y microbiológica del 98,6% (año 2000) (Tabla 2).¹

TABLA 1
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS
AL AGUA DISTRIBUIDAS POR EAAB 2000-2004

	2000		2001		2002		2003		2004	
	Nº	%								
Aceptables	2522	97,7	2417	96,1	2746	97,6	2458	99,4	2612	99,1
No aceptables	60	2,3	97	3,9	67	2,4	15	0,6	24	0,9
	2582		2514		2813		2473		2636	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silasp.

TABLA 2
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS AL AGUA
DISTRIBUIDA POR LA EAAB, 2000-2004

	2000		2001		2002		2003		2004	
	Nº	%								
Aceptables	2466	98,6	2516	99,2	2141	98,7	2462	99,6	2612	99,7
No aceptables	35	1,4	20	0,8	28	1,3	9	0,4	7	0,3
	2501		2536		2169		2471		2619	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silasp.

¹ Los datos de la EAAB se relacionan sólo con las tomas de muestras en los puntos de red del acueducto que realiza el Hospital Centro Oriente, ESE, y no se tienen en cuenta muestreo institucional o intradomiciliario.

Por el contrario, la población abastecida por acueductos comunitarios o que consumen agua de pozo en sectores de las localidades Sumapaz, Usme, Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Chapinero, en términos generales no cumplen con todos los parámetros de calidad exigidos en el Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud, especialmente en los niveles de cloro y en la presencia de coliformes totales y fecales en el agua para consumo.

A continuación se expone por año la información reportada desde el año 2000 hasta el 2004, sobre los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados al agua distribuida por la red de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y los acueductos comunitarios.

Año 2000

Durante el año 2000 el Laboratorio de Salud Pública analizó en total 6.283 muestras de agua para consumo humano, de las cuales el 41,1% (2.582) correspondió al agua distribuida por la red de la empresa EAAB, en tanto que el 58,9% (3.701) fueron muestras de agua intradomiciliaria, de acueductos comunitarios y comunidades no conectadas a red.

El agua distribuida por la EAAB presentó una aceptabilidad físico-química del 97,7% (2.522) y microbiológica del 98,6% (2.466); y una no aceptabilidad físico-química del 2,3% (60) y microbiológica del 1,4%. (tablas 1 y 2).

Las principales causas de no aceptabilidad físico-química se relacionan en la Tabla 3.

Se destaca el cloro residual bajo, como la primera causa.

TABLA 3
RESULTADOS DE NO ACEPTABILIDAD POR PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICA REALIZADAS
AL AGUA DISTRIBUIDA POR LA EAAB. BOGOTÁ, AÑO 2000

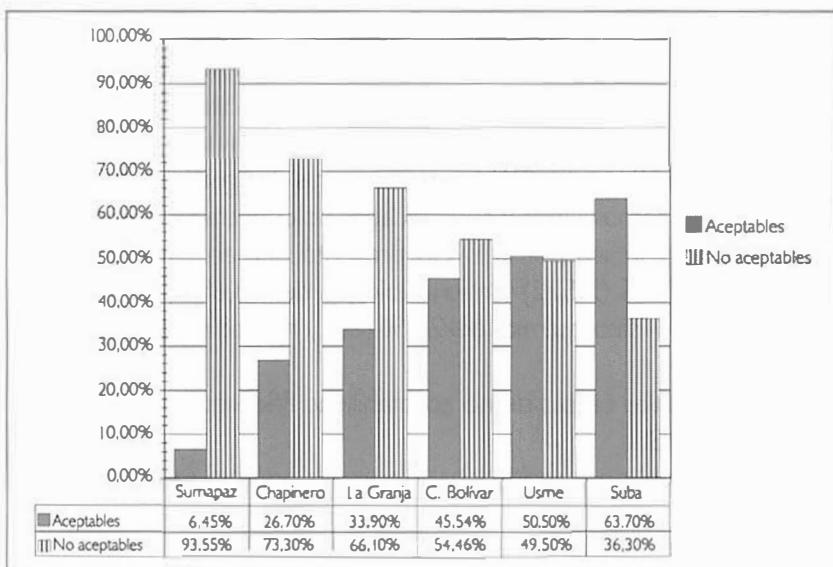
Pruebas físico-químicas	2000	
	Nº	%
Cloro residual libre bajo	40	66,7
Cloro residual libre alto	7	11,7
Hierro total alto	4	6,7
Turbiedad	3	5,0
Ph bajo	3	5,0
PH alto	2	3,3
Color	1	1,7
Total	60	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública. Silasp.

El comportamiento general de la calidad del agua para consumo humano distribuida por la EAAB y los acueductos comunitarios fue aceptable físico-químicamente en un 78,9% (4.96 l); y micro-biológicamente en un 87,2% (5.030).

Las aguas provenientes de pozos y acueductos comunitarios fueron muestreadas de acuerdo con su ubicación geográfica por el Hospital de I Nivel de atención de la localidad respectiva, presentando el siguiente resultado (Gráfico 2):

GRÁFICO 2
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA DE ACUEDUCTOS
COMUNITARIOS Y POZOS, POR LOCALIDAD, AÑO 2000



El Hospital de Nazareth realizó el muestreo de agua de los acueductos comunitarios que surten a las diferentes veredas de la Localidad Sumapaz y en 62 muestras de agua analizadas el 93,5% (58) presentó calidad físico-química no aceptable; 100% por cloro residual libre bajo, la única causa de no aceptabilidad detectable e importante.

En los análisis microbiológicos, sólo se analizaron nueve muestras, que fueron no aceptables por coliformes totales y fecales (Tabla 4).

El Hospital de Chapinero vigila el acueducto de manejo particular que provee agua a la comunidad ubicada en la zona alta de la localidad, hasta donde no llega la red de la EAAB, y para tal fin durante el año remitió un total de 60 muestras de agua para análisis en el LSP: un 73,3% (44) presentó una calidad físico-química no aceptable por cloro residual libre bajo. En las pruebas microbiológicas se procesaron 39 muestras con una no aceptabilidad del 48,7% (19), dada por coliformes totales y fecales (Tabla 4).

El Hospital La Granja, de la Localidad de Engativá, remitió un total de 460 muestras de tres acueductos comunitarios, de las cuales el 66,1% (304) presentó una calidad físico-química no aceptable, un 39,3% (181) por cloro residual libre bajo, un 19,34% (89) por cloro residual libre alto, un 3,9% (18) por color alto, 1,52% (7) por turbiedad alta; 0,5% (3) por hierro total alto; 0,65% (3) por pH alto y 0,43% (2) por pH bajo.

En las pruebas microbiológicas se analizaron 458 muestras de agua para consumo humano, de las cuales el 17% (78) fue no aceptable por coliformes totales (75) y coliformes fecales (3) (Tabla 4).

El Hospital de Vistahermosa, efectuó un muestreo de agua en las comunidades de la Localidad de Ciudad Bolívar no conectada a la red del acueducto, y en 202 muestras el 54,4% (110) presentó calidad físico-química no aceptable por cloro residual libre bajo.

Para análisis microbiológico se examinaron 199 muestras, donde el 40,7% (81) fue no aceptables por coliformes totales (44) y coliformes fecales (37) (Tabla 4).

El Hospital de Usme, envió 91 muestras de agua para consumo humano, no conectada a red, donde el 49,5% (45) fue de calidad físico-química no aceptable por cloro residual libre bajo. Para las pruebas microbiológicas se recibieron 87, de las cuales el 43,6% (38) fue no aceptable; por coliformes totales el 29,9% (26) y por coliformes fecales un 13,8% (12) (Tabla 4).

El Hospital de Suba, practicó muestreo a las aguas de pozo de los colegios campesinos de su localidad y de 276 muestras la mayor causa de no aceptabilidad se debió a cloro residual bajo, en un 36,3% (100). En el análisis microbiológico se procesaron 264 muestras de agua para consumo humano, de las cuales el 22,4% (59) fue no aceptable; por coliformes totales 19,6% (52) y coliformes fecales 2,6% (7) (Tabla 4).

En los análisis realizados a las aguas procedentes de pozos y acueductos comunitarios para este año se observa una diferencia en número de pruebas físicoquímica y microbiológica. La información disponible no permite determinar las razones que la justifiquen.

TABLA 4
ACEPTABILIDAD DE AGUA ANALIZADA EN EL LSP, DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS,
POZOS Y OTRAS AGUAS, POR LOCALIDAD, AÑO 2000

Localidad		Físico-químico			Microbiológico		
		Aceptables	No aceptables	Total	Aceptables	No aceptables	Total
Sumapaz	Nº	4	58	62	ojo	9	9
	%	6,5	93,5		0,0	100,0	
Engativá	Nº	156	304	460	380	78	458
	%	33,9	66,1		83,0	17,0	
Chapinero	Nº	16	44	60	20	19	39
	%	26,7	73,3		51,3	48,7	
Ciudad Bolívar	Nº	92	110	202	118	81	199
	%	45,5	54,5		59,3	40,7	
Usme	Nº	46	45	91	49	38	87
	%	50,5	49,5		56,3	43,7	
Suba	Nº	176	100	276	205	59	264
	%	63,8	36,2		77,7	22,3	ojo

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silasp

Año 2001

En este año se analizaron 6.005 muestras de agua para consumo humano, el 74,8% (4.496) presentó calidad aceptable; y el 25,1% (1.509) calidad no aceptable en las pruebas físico-químicas. En los análisis microbiológicos para 5.721 muestras el 83% (4.783) fue aceptable; y el 16% (934) no aceptable.

El 47,3% (2.844) corresponde al agua distribuida por la red de la EAAB y el 52,6% (3.161) a muestras de acueductos comunitarios y comunidades no conectadas a red.

El agua distribuida por la EAAB presentó una aceptabilidad físico-química del 96,14% (2.417); y una no aceptabilidad de 3,86% (97), donde las principales causas físico-químicas de no aceptabilidad se relacionan en la Tabla 5.

El total de pruebas microbiológicas realizadas en este año fue de 2.536, con una aceptabilidad de 99,2% (2.516) y una no aceptabilidad del 0,8% (20).²

TABLA 5

RESULTADOS DE NO ACEPTABILIDAD, POR PRUEBA FÍSICO-QUÍMICA REALIZADAS AL AGUA DISTRIBUIDA POR LA EAAB, BOGOTÁ, AÑO 2001

Pruebas Físico-químicas	2001	
	Nº	%
Cloro residual libre bajo	60	61,9
Cloro residual libre alto	10	10,3
pH bajo	10	10,3
pH Alto	7	7,2
Color	10	10,3
Total	97	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública. Silasp.

El comportamiento de la calidad de agua de los acueductos comunitarios en algunas de las Localidades, fue el siguiente:

- **Usme:** las muestras tomadas durante este año presentaron un 100% (130) de no aceptabilidad por cloro residual libre bajo. En el análisis microbiológico, de las 130 muestras analizadas el 76% (99) fue no aceptable; 47,6% (62) por coliformes totales y un 28,4% (37) por coliformes fecales (Tabla 6).
- **Sumapaz:** el agua consumida en esta Localidad presentó una calidad físico-química no aceptable del 94,8% (221), debido a cloro

² Los datos del EAAB se relacionan sólo con las tomas de muestras en los puntos de red del acueducto que realiza el Hospital Centro Oriente, ESE, y no se tienen en cuenta muestreo institucional o intradomiciliaria.

residual libre bajo, y una aceptabilidad de sólo el 5,2% (12). De los 242 análisis microbiológicos el 98,3% (238) de las muestras fue no aceptable, con presencia de *e. Coli* en el 82,6% (200) de ellas, y sólo el 1,7% (4) fue aceptable (Tabla 6).

- **Suba:** de 170 muestras se encontró una no aceptabilidad en la calidad físico-química del agua de un 65,8% (112). Las causas: en un 34,1% (58) por cloro residual bajo, el 5,9% (27) con cloro residual libre alto, 8,9% (10) con color alto y el mismo porcentaje con pH alto, y finalmente, el 3,6% (4) por cloruros. De las 131 muestras analizadas en microbiología el 62,6% (82) de ellas fue aceptables y el 37,4% (49) no aceptable; 26,7% (32) por coliformes totales y el 12,9% (17) evidenció presencia de *e. Coli* (Tabla 6).
- **Chapinero:** remitió un total de 489 muestras, donde se detecta una calidad físico-química no aceptable en el 42,95% (210); representada en un 29,2% (143) por cloro residual libre bajo; 6,0% (27) por cloro residual libre alto; 2,86% (14) por color alto; 2,05% (10) por cloruros altos; el 1,0% (4) por dureza alta; el 1,0% (4) por pH bajo; y el 0,5% (2) por hierro total alto. Microbiológicamente, de 432 análisis de aguas el 73% (315) de las muestras analizadas fue aceptable; y el 27% (117) no, donde la presencia de *e. Coli* se evidenció en el 13,4% (58) de las muestras (Tabla 6).
- **Fontibón:** de las 140 muestras remitidas y analizadas el 38,6% (54) presentó calidad físico-química no aceptable por cloro residual libre bajo con el 32,14% (45), y el 6,46% (9) por cloro residual libre alto (ver Gráfico 3) (Tabla 6).

En el análisis microbiológico, de un total de 176 muestras el 76,7% (135) de ellas fue aceptable y el 23,2% (41) no, por la presencia de coliformes totales; en dos muestras se detectó *e. Coli*.

TABLA 6

ACEPTABILIDAD DE AGUAS ANALIZADAS EN EL LSP, POR LOCALIDAD,
DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS, POZOS Y OTRAS AGUAS, AÑO 2001

Localidad	Físico-química			Microbiológica		
	Aceptables	No aceptables	Total	Aceptables	No aceptables	Total
Sumapaz	Nº	12	221	233	4	238
	%	5,2	94,8		1,7	98,3
Suba	Nº	58	112	170	82	49
	%	34,1	65,9		62,6	37,4
Chapinero	Nº	279	210	489	315	117
	%	57,1	42,9		72,9	27,1
Usme	Nº		130	130	31	99
	%	0,0	100,0		23,8	76,2
Fontibón	Nº	86	54	140	135	41
	%	61,4	38,6		76,7	23,3

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silasp

Año 2002

Para el año 2002 se analizaron 5.501 muestras de agua para consumo humano, correspondiendo el 51,1% (2.813) al agua de la red de la EAAB y el 48,86% (2.688) a muestras de agua de acueductos comunitarios y comunidades no conectadas a red.

De las 5.501 muestras de agua analizadas en este año, el 73,1% (4.023) fue de calidad físico-química aceptable y el 26,8% (1.478) arrojó calidad no aceptable. En el aspecto microbiológico, de las 4.387 muestras analizadas, el 81,4% (3.575) fue aceptable y el 18,5% (812) no.

El agua distribuida por la EAAB presentó una aceptabilidad físico-química del 97,6% (2.746) y una no aceptabilidad de 2,3% (67) dada por los parámetros que se encuentran en la Tabla 7. Del total de pruebas microbiológicas realizadas en el año, 2.169 fueron de calidad aceptable, el 98,7% (2.141), y no-aceptables el 1,3% (28).

TABLA 7

RESULTADOS DE NO ACEPTABILIDAD POR PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS AL AGUA DISTRIBUIDA POR LA EAAB, BOGOTÁ, AÑO 2002

Pruebas físico-químicas	2002	
	Nº	%
Cloro residual libre bajo	47	70,1
Cloro residual libre alto	13	19,4
Turbiedad	7	10,4
Total	67	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública. Silaps.

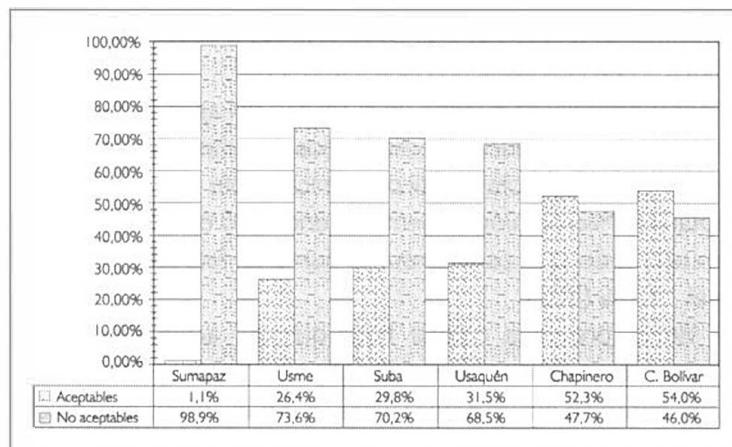
En lo referente al agua de acueductos comunitarios, las Localidades con mayores porcentajes de no aceptabilidad fueron:

- **Sumapaz:** el 98,9% (371) de las muestras se calificó físico-químicamente como no aceptable y sólo el 1% (4) presentó calidad aceptable. La causa de la no aceptabilidad la constituyó en un 97,3% (361) el cloro residual libre bajo y en un 2,7% (10) el color alto. Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico fueron igualmente preocupantes, pues de las 296 muestras analizadas el 96,9% (287) fue no aceptable, 75,6% (224) con coliformes fecales; el 3,0% (9) fue aceptable.
- **Usme:** del total de las 91 muestras analizadas, el 73,6% (67) presentó calidad físico-química no aceptable y el 26,4% (24) aceptable. La no aceptabilidad estuvo representada por el cloro residual libre bajo, que fue del 59,8% (55); el cloro residual libre alto del 10,9% (10) y el hierro total alto del 2,1% (2). Microbiológicamente, de las 84 muestras analizadas el 39,2% (33) fue aceptable y el 60,7% (51) no. 34,5% (29) de ellas por coliformes fecales.
- **Suba:** presentó el 70,2% (111) de calidad físico-química no aceptable y el 29,8% (47) aceptable. La no aceptabilidad fue a causa del cloro residual libre bajo, con el 43% (68); el cloro residual libre alto con 22,2% (35) y los cloruros altos en un 5,0% (8). De los resultados de microbiología, se obtuvo que el 63,2% (67) de las muestras fue aceptable y el 36,7% (39) no; de estas últimas, en doce se detectaron coliformes fecales.
- **Usaquén:** durante este año ingresa por primera vez al grupo de localidades que proporcionan agua de calidad no aceptable para consumo humano. Presentó una no aceptabilidad físico-química

del 68,52% (135), en su totalidad por cloro residual libre bajo. En cuanto al análisis microbiológico, el 61% (80) de muestras de agua para consumo humano fueron aceptables y el 38,9% (51) no, de las cuales 20 tuvieron la presencia de coliformes fecales.

- **Chapinero:** el agua distribuida en esta Localidad tuvo calidad físico-química no aceptable en un 47,7% (224) y una aceptabilidad del 52,3% (246). La no aceptabilidad fue a causa del cloro residual libre bajo, que estuvo en el 27,7% (130); el cloro residual libre alto con 12,76% (60); los cloruros altos con el 4,25% (20) y el color alto en un 3,2% (14). Microbiológicamente, el 81,8% (261) de las muestras analizadas fue aceptable y el 18,1% (58) no; en 26 de esas muestras se encontraron coliformes fecales.
- **Ciudad Bolívar:** esta Localidad presentó una calidad físico-química no aceptable en el 46% (63) de las muestras de agua para consumo humano, servida por acueductos comunitarios, y calidad aceptable en el 51,8% (74). El cloro residual libre bajo fue del 41,6% (57) y el cloro residual libre alto del 4,4% (6). Desde el punto de vista de los análisis microbiológicos fueron aceptables en un 73,9% (88) y calificadas como no aceptables un 23,1% (31), en los cuales se detectó coliformes fecales en siete muestras de agua (Gráfico 4) (Tabla 8).

GRÁFICO 4
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS
Y POZOS POR LOCALIDAD, AÑO 2002



Fuente: Sistema de Información Laboratorio de Salud Pública, Silasp.

TABLA 8
**ACEPTABILIDAD DE AGUAS ANALIZADAS EN EL LSP, POR LOCALIDAD, DE ACUEDUCTOS
 COMUNITARIOS, POZOS Y OTRAS AGUAS, AÑO 2002**

Localidad		Físico-química			Microbiológica		
		Aceptables	No aceptables	Total	Aceptables	No aceptables	Total
Sumapaz	Nº	4	371	375	9	287	296
	%	1,1	98,9		3,0	97,0	
Usaquén	Nº	62	135	197	80	51	131
	%	31,5	68,5		61,1	38,9	
Chapinero	Nº	246	224	470	261	58	319
	%	52,3	47,7		81,8	18,2	
Ciudad Bolívar	Nº	74	63	137	88	31	119
	%	54,0	46,0		73,9	26,1	
Usme	Nº	24	67	91	33	51	84
	%	26,4	73,6		39,3	60,7	
Suba	Nº	47	111	158	67	39	106
	%	29,7	70,3		63,2	36,8	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silaps.

Año 2003

En el año 2003 el Laboratorio de Salud Pública analizó 4.061 muestras de agua para consumo humano, de las cuales el 61% (2.480) correspondieron a la EAAB y el 39% (1.581) a acueductos comunitarios, pozos y comunidades no conectadas a red.

El comportamiento general de la calidad del agua en el Distrito Capital, incluidos los acueductos comunitarios durante este mismo año, fue del 74,8% (3.047) aceptable físico-químicamente y del 25,2% (1.014) no aceptables. Microbiológicamente se encontró que el 79,9% (3.247) de las muestras de agua para consumo humano, fueron de calidad aceptable y el 19,7% (802).

La EAAB presentó calidad físico-química aceptable del 99,4% (2458) y no aceptabilidad del 0,6% (15), que se dio por cloro residual libre bajo, como se observa en la Tabla 9. En el análisis microbiológico, se encontró que el 99,5% (2462) de las muestras fue aceptable y el 0,36% (9) no, por la presencia de coliformes totales.

TABLA 9

RESULTADOS DE NO ACEPTABILIDAD POR PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS AL AGUA
DISTRIBUIDA POR LA EAAB, BOGOTÁ, AÑO 2003

Pruebas físico-químicas	2003	
	Nº	%
Cloro residual libre bajo	6	40.0
Cloro residual libre alto	9	60.0
Total	15	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública. Silaps.

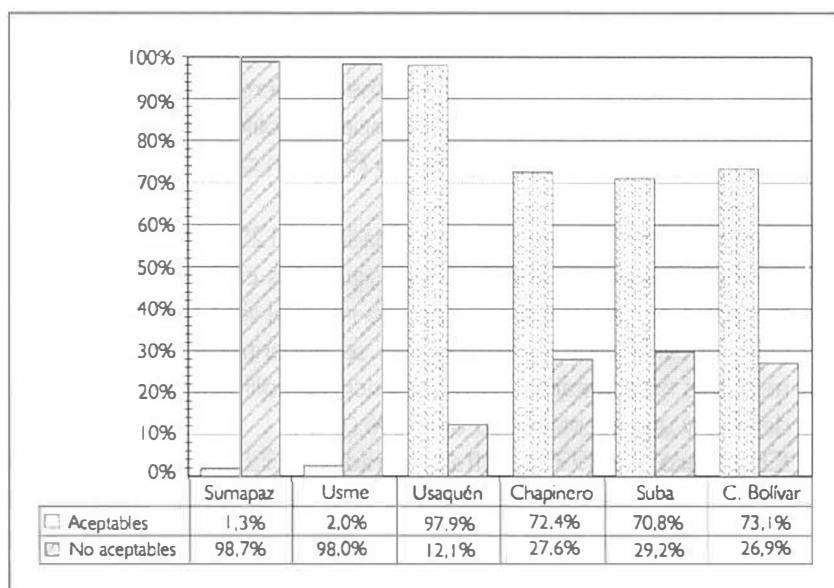
Las Localidades que presentaron mayor no aceptabilidad fueron (ver Gráfico 5 y Tabla 10):

- **Sumapaz:** de 231 muestras analizadas, el 98,7% (228) obtuvo calidad físico-química no aceptable; 96,9% (224) por cloro residual libre bajo y el 1,8% (4) por turbiedad alta. Los resultados microbiológicos encontrados fueron de 96,5% (250) no aceptables, donde el 89,2% contiene coliformes fecales y sólo el 0,36% (9) fue de calidad aceptable.
- **Usme:** de 201 muestras analizadas el 98,11% (197) presenta una calidad físico-química no aceptable, de las cuales el 100% se dio por cloro residual libre bajo. En el parámetro microbiológico, el 54,2% (103) fue no aceptable, con presencia de coliformes fecales en 87 muestras, y se encontró un 45,7% (92) con calidad aceptable (Tabla 10).
- **Usaquén:** de 702 muestras examinadas, el 12% (85) arroja calidad físicoquímica no aceptable por las siguientes causas: cloro residual libre bajo en un 10,6% (75) y cloro residual libre alto en un 1,4% (10). En el análisis microbiológico se encontró el 7,8% (55) de muestras no aceptables, con presencia de coliformes fecales en 24 de ellas y una aceptabilidad del 92% (647).
- **Chapinero:** de 399 muestras valoradas, el 72,4% (289) presentó calidad físico-química aceptable y el 27,5 % (110) no, siendo el 22,5% (90) por cloro residual libre bajo y el 5% (20) por cloro residual libre alto. La calidad microbiológica del agua para consumo humano en esta localidad presentó un 14,7% (59) de no acepta-

bilidad, con 46 muestras positivas para *e. Coli* y un 85% (340) de aceptabilidad (Tabla 10).

- **Suba:** de 212 muestras analizadas el 29,2% (62) presenta calidad físico-química no aceptable: por cloro residual libre bajo el 21,2% (45); por cloro residual libre alto el 4,7% (10); por cloruros altos el 2,3% (5) y por color alto el 1,2% (2). Microbiológicamente, el 20,2% (43) fue no aceptable, 25 de ellas por coliformes fecales. El 79,7% de las aguas para consumo humano distribuidas por los acueductos comunitarios tuvieron calidad aceptable (Tabla 10).
- **Ciudad Bolívar:** de 509 muestras evaluadas, el 26,9% (137) fue de calidad físico-química no aceptable: por cloro residual libre bajo en el 23,6% (120); cloro residual libre alto en el 1,4% (7) y turbiedad alta el 1,9% (10) (ver Gráfico 5). En el parámetro microbiológico, el 80,7% (411) de las muestras analizadas fue aceptable y el 19,2% (98) no, en 72 de ellas por presencia de coliformes fecales.

GRÁFICO 5
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS
Y POZOS POR LOCALIDAD, AÑO 2003



Fuente: Sistema de información Laboratorio de Salud Pública, Silasp.

TABLA 10
ACEPTABILIDAD DE AGUAS ANALIZADAS EN EL LSP, POR LOCALIDAD, DE
ACUEDUCTOS COMUNITARIOS, POZOS Y OTRAS AGUAS, AÑO 2003

Localidad		Fisicoquímica			Microbiológica		
		Aceptables	No aceptables	Total	Aceptables	No aceptables	Total
Sumapaz	Nº	3	228	231	9	250	259
	%	1.3	98.7		3,5	96.5	
Usaquén	Nº	617	85	702	647	55	702
	%	87.9	12.1		92.2	7.8	
Chapinero	Nº	289	110	399	340	59	399
	%	72.4	27.6		85.2	14.8	
Ciudad Bolívar	Nº	372	137	509	411	98	509
	%	73.1	26.9		80.7	19.3	
Usme	Nº	4	197	201	103	87	190
	%	2.0	98.0		54.2	45.8	
Suba	Nº	150	62	212	170	43	213
	%	70,8	29,2		79,8	20,2	

Fuente: Laboratorio de Salud Pública, Sisasp

Año 2004

En el año 2004 se analizaron en el LSP 5.200 muestras de agua para consumo humano, de las cuales el 71,2% (3.703) correspondió a la EAAB y el 28,8% (1.497) a acueductos comunitarios, pozos y comunidades no conectadas a red.

El comportamiento general de la calidad del agua para consumo humano para este año, incluidos los acueductos comunitarios, las aguas de pozo y comunidades no conectadas a red, fue en un 71,7% (3.730) aceptable físico-químicamente y en un 28,3% (1.470) no.

El agua para consumo humano suministrada por la EAAB presentó calidad físico-química aceptable del 99,1% (2.612) y no aceptable del 0,9% (24), dados los parámetros de cloro residual y color, como se observa en la Tabla 11.

TABLA II
**RESULTADOS DE NO ACEPTABILIDAD POR PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS,
REALIZADAS AL AGUA DISTRIBUIDA POR LA EAAB, BOGOTÁ, AÑO 2004**

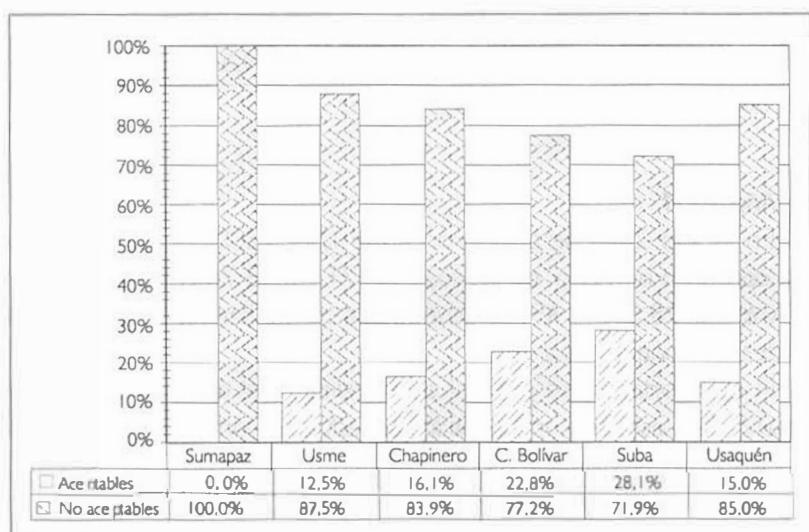
Pruebas Físico-químicas	2004	
	Nº	%
Cloro residual libre bajo	18	75.0
pH Alto	4	16.7
Color	2	8.3
Total	24	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública. Silaps

En las pruebas microbiológicas la aceptabilidad se presentó en un 99,7% (2612) y la no aceptabilidad en sólo un 0,3% (7).

Con estos porcentajes de aceptabilidad físico-química y microbiológica se está cumpliendo con la exigencia de un $\geq 95\%$ establecida en el Decreto 475 de 1.998 para las aguas de consumo humano.³

GRÁFICO 6
**RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS
Y POZOS POR LOCALIDAD, AÑO 2003**



³ Los datos de la EAAB se relacionan sólo con las tomas de muestras en los puntos de red del acueducto que realiza el Hospital Centro Oriente. ESE, y no se tienen en cuenta muestreo institucional o intradomiciliario.

Para las Localidades (ver Gráfico 6) la característica común es la que de algunos de sus sectores están siendo atendidos por acueductos comunitarios y/o se abastecen de agua de pozo, presentando los siguientes resultados:

- **Sumapaz:** de 163 muestras analizadas el 100% (163) arrojó calidad físico-química no aceptable debido a cloro residual libre bajo, es decir, que el agua que alimenta los acueductos comunitarios Mochuelo Alto, Pasquilla, Pasquilla Centro, Pasquillita, El Destino, Olarte, San Juan, Lagunita, Santa Rosa, Istmo-Raizal y Acupasa, probablemente no está siendo sometida a una adecuada cloración y por lo tanto la población está consumiendo agua no potable.
- **Usme:** de un total de 80 muestras analizadas el 87,5% (70) presentó calidad físico-química no aceptable, 73,8 % (59) por cloro residual libre bajo, un 7,5% (6) por pH y en un 6,2% (5) por color alto. Microbiológicamente la no aceptabilidad fue de 79,5% (39) y la aceptabilidad de 20% (10).
- **Usaquén:** esta Localidad vigila los acueductos comunitarios, de los que se tomaron 60 muestras, de ellas el 85% (51) obtuvo calidad físico-química no aceptable por las siguientes causas: cloro residual libre bajo en un 91,6% (44); cloro residual libre alto en un 6,20% (3) y cloruros altos en 02,2% (1). Microbiológicamente presentó una no aceptabilidad del 40% (24), con una aceptabilidad de 60% (36).
- **Chapinero:** realiza la vigilancia de un acueducto comunitario y pozos, donde se tomaron 124 muestras para ser valoradas, dando como resultando un 83,9% (104) con calidad no aceptable por cloro residual libre bajo en un 72,5% (90); por cloro residual libre alto el 5,8% (8) y por pH bajo el 5,6% (7). Microbiológicamente presentó una no aceptabilidad del 44,8% (56), con una aceptabilidad de 55,2% (69).
- **Suba:** de 89 muestras de agua para consumo humano analizadas el 71,9% (64) presentaron calidad no aceptable por cloro residual libre bajo el 50,6% (45); por cloro residual libre alto el 11,2% (10), por pH alto el 5,6% (5) y por hierro alto el 4,5% (4). Microbiológicamente presentó una no aceptabilidad del 44,9% (40), con una aceptabilidad de 55,1% (49).

- **Ciudad Bolívar:** de 101 muestras evaluadas de los acueductos comunitarios y en las comunidades no conectadas a la red, el 77,2% (78) fue de calidad físico-química no aceptable por cloro residual libre bajo en el 68,7% (68); cloro residual libre alto en el 3% (3) y por color alto el 6,5% (6). Microbiológicamente presentó una no aceptabilidad del 54,5% (55), con una aceptabilidad de 45,5% (46) (Tabla 12).

TABLA 12
ACEPTABILIDAD DE AGUAS ANALIZADAS EN EL LSP, POR LOCALIDAD, DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS, POZOS Y OTRAS AGUAS, AÑO 2004

Localidad	Nº	Fisicoquímica			Microbiológica		
		Aceptables	No aceptables	Total	Aceptables	No aceptables	Total
Sumapaz	Nº		163	163	2	161	163
	%	0,0	100,0		1,2	98,8	
Usaquén	Nº	9	51	60	36	24	60
	%	15,0	85,0		60,0	40,0	
Chapinero	Nº	20	104	124	69	56	125
	%	16,1	83,9		55,2	44,8	
Ciudad Bolívar	Nº	23	78	101	46	55	101
	%	22,8	77,2		45,5	54,5	
Usme	Nº	10	70	80	10	39	49
	%	12,5	87,5		20,4	79,6	
Suba	Nº	25	64	89	49	40	89
	%	28,1	71,9		55,1	44,9	

Fuente: Sistema de información del Laboratorio de Salud Pública, Silaps.

DISCUSIÓN

La información recopilada y analizada en el presente artículo, que tiene como objetivo socializar los resultados más relevantes de los parámetros de calidad del agua para consumo humano en Bogotá, D.C., durante los años 2000 al 2004, de acuerdo a los análisis de Laboratorio, no se pueden comparar con otro estudios equivalentes a nivel Distrital por cuanto sólo SDS es el ente que tiene la competencia en la vigilancia

y control sobre el particular; además, dado el volumen de muestras analizadas no es equiparable comparar los resultados obtenidos con otros departamentos del país con número diferente de análisis y condiciones ambientales diferentes. Por lo anterior, creemos viable equiparar los aspectos relevantes año tras año dentro del período analizado, en los 27.050 registros estudiados, entre el agua distribuida por la EAAB y los acueductos comunitarios.

Para el caso del año 2000, mientras la calidad aceptable del agua entregada por la EAAB fue del 97,7% (2.522/2.582) en sus parámetros físico-químicos y del 95,5% (2.466/2.582) para el microbiológico, la distribuida por los acueductos comunitarios arrojó en promedio una aceptabilidad del 42,5% (490/1.151) y del 73,1% (772/1.056), respectivamente, caracterizada por cloro residual libre bajo y presencia de coliformes fecales.

Durante el año 2001 la EAAB entregó a los consumidores del Distrito Capital agua con una calidad aceptable físico-química del 96,14% (2.417/2.514) y microbiológica del 99,2% (2.516/2.536), en comparación con los acueductos comunitarios, cuya aceptabilidad en promedio fue del 37,5% (435/1.162) para el físico-químico y 51% (567/1.111) para el microbiológico, con predominio de cloro residual libre bajo y *e. Coli*.

Para el año 2002, el comportamiento del agua entregada por la EAAB continúa con tendencia de excelente calidad, o sea superior al 95%, alcanzando una aceptabilidad físico-química del 97,6% (2.747/2.813) y microbiológica del 98,7% (2.141/2.369); por su parte, en promedio la calidad del agua de los acueductos comunitarios fue del 32% (457/1.428) físico-químicamente, y del 51% (538/1.055) microbiológicamente hablando, con prevalencia del cloro residual libre bajo y coliformes fecales.

En el año 2003 el agua distribuida por la EAAB obtuvo una aceptabilidad en sus parámetros físico-químicos del 99,4% (2.458/2.473) y microbiológicos del 99,5% (2.462/2.471), y mientras tanto, los acueductos comunitarios mejoraron en promedio la aceptabilidad del agua que entregaron a sus usuarios, obteniendo en sus parámetros físico-químicos aceptabilidad del 63,6% (1.435/2.254) y 74% (1.680/2.272) en los microbiológicos.

Finalmente, para el año 2004 la EAAB entregó a los bogotanos un agua de excelente calidad, con una aceptabilidad físico-química y micro-

biológica cercana al 100%, es decir, del 99,1% (2.612/2.636) y 99,7% (2.612/2.619), respectivamente; desafortunadamente, la calidad del agua de los acueductos comunitarios no continuó con la tendencia en ascenso de la aceptabilidad, sino que por el contrario, decayó, arrojando valores físico-químicos de tan sólo el 14% (87/617) y microbiológicos del 36,1% (212/587).

CONCLUSIONES

- Durante el período analizado, 2000 al 2004, las Localidades que presentaron una mayor proporción de no aceptabilidad en los análisis de agua para consumo humano fueron Sumapaz y Usme. Los muestreos se realizaron en los acueductos comunitarios, donde se puede apreciar que el tratamiento efectuado al agua que distribuyen no es eficiente y por lo tanto el agua que proporcionan no es apta para consumo humano. Tal situación, como se puede observar a lo largo de este trabajo, es persistente, y hasta el momento no se presentan cambios significativos que demuestren la aplicación de alguna medida correctiva eficiente que impacte en el mejor funcionamiento de los acueductos comunitarios. Es una obligación del Estado suministrar agua potable a toda la población.
- El agua distribuida por la EAAB presenta un nivel de calidad físico-química y microbiológica alto en las muestras tomadas durante el período estudiado. De un promedio anual de 2.670 análisis, la aceptabilidad estuvo por encima del 94,5 % en los análisis físico-químicos y superior al 98,6% en los microbiológicos. Dada la cobertura reportada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se puede establecer que una gran mayoría de la población de la Capital recibe agua para consumo con buenos niveles de calidad.
- Los resultados totales de las pruebas físico-químicas realizadas a las muestras de agua recolectada en Bogotá, donde se incluyeron las de la red de la EAAB y acueductos comunitarios, se encontró que los porcentajes de aceptabilidad van disminuyendo a lo largo de los cuatro años de estudio, de un 78,95% a un 72% (ver Gráfica 9); y

los de no aceptabilidad van en aumento, pues pasa del 21% al 28% en el mismo período de tiempo. Esto refleja que el agua distribuida por los acueductos comunitarios no permite asegurar que toda la población bogotana se encuentra surtida con agua potable.

RECOMENDACIONES

- Como el agua que distribuye la EAAB se considera apta para el consumo humano por presentar un porcentaje de aceptabilidad alto, se recomienda que se aplique el Artículo 20 del Decreto 475 de 1998, el cual establece un número mínimo de muestras a analizar, equivalente a ocho cada día, para un total de 240 muestras al mes.
- Para el caso de los acueductos comunitarios que de manera recurrente distribuyen agua con deficiente tratamiento de potabilización es urgente que la autoridad sanitaria competente de la localidad denuncie esta irregularidad ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, a fin de que se apliquen las medidas correctivas y se establezcan planes concretos de mejoramiento de la calidad del agua.
- Como se observó en la información brindada en este trabajo, la calidad del agua distribuida por la red de la EAAB posee un nivel muy alto, y para mantenerla se recomienda que a través del Plan de Atención Básica se fomente la cultura entre los usuarios de realizar un mantenimiento a los tanques de almacenamiento del agua. De esta forma se pretende garantizar la potabilidad del agua de consumo en la población conectada a esta red.
- El cloro residual libre en forma de Cl_2 , para que cumpla con la normatividad vigente, debe estar entre 0.2 y 1.0 mg/L; si está por debajo de 0.2 mg/L la actividad bactericida no es eficiente para eliminar bacterias; si por el contrario, está por encima de 2.0 mg/L se pueden presentar efectos indeseables en el agua de consumo como intensificación del sabor y olor, además de formar compuestos organoclorados (cloraminas) que son potencialmente cancerígenos, es por esto que se recomienda el uso adecuado del cloro,

con el fin de cumplir con su función y evitar efectos nocivos en la salud de los consumidores.

- El cloro residual libre ofrece el mayor grado de acción sobre las especies bacterianas patógenas conocidas; por esta razón, la presencia en aguas tratadas del cloro residual libre se puede considerar como una importante garantía de potabilidad y de calidad del agua. Por lo tanto, se recomienda un mayor control en la dosificación de este compuesto químico, para que cumpla con su función en la potabilización del agua y no se constituya en un agente de riesgo para la salud del consumidor.
- La presencia de hierro como óxidos hidratados insolubles le imparte al agua coloraciones rojas, mancha la ropa, deja sabor metálico característico y favorece el crecimiento de bacterias ferruginosas. Debido a ello, se recomienda una vigilancia activa sobre este parámetro químico, para proveer a la población un agua con los niveles más bajos de aquellos elementos químicos que alteren la potabilidad del agua y su uso seguro.

BIBLIOGRAFÍA

- *Estandar Methods For The Examination of Water and Wastewater*, edición 21.
- Decreto 475 de Marzo 10 de 1998, Ministerio de Salud.