

# Limitaciones del IRCA como estimador de calidad del agua para consumo humano

## Limitations of the Water Quality Risk Index as an estimator of quality for human consumption

Cesar A. García-Ubaque, Juan C. García-Ubaque, Juan P. Rodríguez-Miranda, Robinson Pacheco-García y María C. García-Vaca

Recibido 27 junio 2017 / Enviado para modificación 12 diciembre 2017 / Aceptado 12 enero 2018

### RESUMEN

CG: Ing. Civil. M. Sc. Ingeniería Ambiental. Ph. D. Ingeniería. Profesor Asociado, Facultad Tecnológica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Director de grupo de investigación GIIICUD. Bogotá, Colombia. [cagarciau@udistrital.edu.co](mailto:cagarciau@udistrital.edu.co)

J.G.: MD. Esp. Salud Ocupacional. M. Sc. Salud Pública. Ph. D. Salud Pública. Profesor Titular, Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. [jgarciau@unal.edu.co](mailto:jgarciau@unal.edu.co)

JR: Ing. Sanitario y Ambiental. M. Sc. Ing. Ambiental. Ph. D. Ingeniería. Profesor Titular. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Director del grupo de investigación AQUAFORMAT. Bogotá, Colombia. [jprodriguez@udistrital.edu.co](mailto:jprodriguez@udistrital.edu.co)

RP: Ing. Industrial. M. Sc. Gerencia Ambiental. Profesor Asistente, Facultad Tecnológica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. [rpachecog@udistrital.edu.co](mailto:rpachecog@udistrital.edu.co)

MC: Ing. Química, M. Sc. Ing. Química. Docente e Investigadora. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. [mcgarcia@ucatolica.com.co](mailto:mcgarcia@ucatolica.com.co)

**Objetivo** Analizar los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) para los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, del año 2007 a 2013.

**Materiales y Métodos** Información recolectada de los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, seleccionados y clasificados en función de los datos porcentuales del IRCA.

**Resultados** Se observa una disminución del promedio anual del IRCA, lo cual refleja un mejoramiento de la calidad del agua entregada en el departamento; sin embargo, un 26,7% de municipios no reportan información de la zona rural y un 56,9% de los municipios reportan un IRCA superior a 5, que aunque se ubican en Riesgo Bajo, son un agua no apta para consumo humano.

**Conclusiones** Se propone una nueva ponderación de los parámetros evaluados en el IRCA, con el fin de permitir que este índice sea más representativo del riesgo a la salud y, como estudios futuros un análisis estadístico concienzudo sobre el tamaño de la muestra que permita que los resultados obtenidos sean confiables para los tomadores de decisiones sobre el mejoramiento de la calidad del agua potable.

**Palabras Clave:** Abastecimiento de agua; purificación del agua; enfermedades transmitidas por el agua (*fuentes: DeCS, BIREME*).

### ABSTRACT

**Objective** To analyze the results of the Water Quality Risk Index (IRCA) in the 116 municipalities of the department of Cundinamarca, between 2007 and 2013.

**Materials and Methods** Information collected from the 116 municipalities of the department of Cundinamarca, selected and classified according to the percentage data retrieved by IRCA.

**Results** A decrease of the annual IRCA average is observed, which reflects an improvement of the water quality delivered in the department. However, 26.7% of the municipalities do not report information from their rural areas, and 56.9% of the municipalities report IRCA figures over 5, which means that even though they are at low risk, they receive water unfit for human consumption.

**Conclusions** A new weighting method for the parameters evaluated with the IRCA is proposed to make this index more representative of the risk to health. In addition, future studies should carry out a thorough statistical analysis on the size of the sample that allows the obtained results to be reliable for decision makers to improve the quality of drinking water.

**Key Words:** Water supply; water purification; waterborne diseases (*source: MeSH, NLM*).

Colombia posee una población aproximada de 47 millones de personas, y según los indicadores de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (1), se estima que en promedio, el 92% de la población total tiene acceso a fuentes de agua potable (99% en zona urbana y 72% en zona rural) y, en promedio el 77% de la población tiene acceso a instalaciones de saneamiento básico. El adecuado tratamiento del agua para consumo humano es uno de los pilares de la salud pública, pues previene enfermedades infecciosas, especialmente digestivas y respiratorias, originadas por parásitos presentes en el agua (2-4). Además, las condiciones insalubres del agua, por presencia de ciertas especies químicas y residuos industriales o domésticos, afectan los ecosistemas (5-6). Una de las estrategias utilizadas para evaluar la incidencia de la calidad del agua potable es el Índice de riesgo de la calidad de agua para Consumo Humano IRCA, establecido en la Resolución 2115 de 2007 (7-9).

En el Decreto 1575 de 2007 (10), se define el (IRCA), como un indicador para estimar el riesgo de incidencia de enfermedades asociadas al no cumplimiento de las normas sanitarias del agua para consumo humano. Por otra parte, la Resolución 2115 de 2007 establece el procedimiento de muestreo de las fuentes de agua y el cálculo del IRCA, que consiste en ponderar el puntaje de riesgo asignado a cada una de las características físicas, químicas o microbiológicas obtenidas de los muestreos de agua. Dichas características se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Puntaje de riesgo asociado a cada característica de la calidad del agua, según la Resolución 2115 de 2007

Característica del agua	Puntaje de riesgo asociado
Color aparente	6
Turbiedad	15
pH	1,5
Cloro residual libre	15
Alcalinidad total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza total	1
Sulfatos	1
Hierro total	1,5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al+3)	3
Fluoruros	1
COT (Contenido orgánico total)	3
Coliformes totales	15
Escherichia coli	25
Puntaje total asignado	100

Fuente: (7).

De acuerdo con la Resolución 2115 de 2007 (7), el cálculo del IRCA por muestra analizada se define en la Ecuación 1 y es la base de la evaluación de la calidad del agua:

$$\%IRCA = \frac{\sum_{i=1}^{caracteristicasNoAceptables} puntajesRiesgo_i}{\sum_{j=1}^{totalCaracteristicas} puntajesRiesgo_j} \times 100$$

El presente artículo analiza los resultados de IRCA para los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, del año 2007 a 2013 (11).

## MATERIALES Y METODOS

### Tipo de estudio

El tipo de estudio fue cuantitativo de corte descriptivo (12), dado que describe algunas características del índice de calidad del agua (IRCA), dentro de un fenómeno homogéneo (13), como se asume el Departamento de Cundinamarca y su población beneficiada.

### Población

La unidad de trabajo para este estudio, fue la información recolectada de los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, seleccionados y clasificados en función de los datos porcentuales del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA).

### Análisis de la información

La técnica que se implementó en el análisis de la información, fue establecer un conjunto de datos recolectados, procesarlos en gráficos y tener supuestos básicos (14), en términos de los datos del IRCAS. La presentación de los datos se realiza de forma cuantitativa, según el objeto de la investigación.

## RESULTADOS

En la Tabla 2, se presentan los promedios anuales de los valores de IRCA para los 116 municipios del Departamento, incluyendo los datos en zona rural y zona urbana.

Estos datos muestran una disminución sostenida del IRCA durante los últimos siete años. Por otra parte, en la Tabla 3, se presentan los promedios para el año 2013 de los valores de IRCA para zona rural y urbana de los 116 municipios del Departamento y el porcentaje de municipios que no reportaron muestras en zona rural.

Esta información nos muestra que aún existe un porcentaje importante de municipios que no está reportando la calidad de agua que está suministrando en zona rural, lo que muy probablemente implique que no se está to-

mando ningún tipo de medida para mejorar las condiciones de potabilidad del agua para esta población. Se podría suponer que probablemente, el IRCA rural sea mayor del promedio anual que cita el informe del Ministerio de Salud (10), cifra que seguramente incrementa el promedio anual del Departamento, que incluye la ponderación de los resultados en zona rural y urbana.

**Tabla 2** Promedio anual de IRCA para el departamento de Cundinamarca, entre 2007 y 2013

Año	Promedio anual de IRCA para el Departamento de Cundinamarca	Calificación del riesgo
2007	11,1	Riesgo bajo
2008	7,7	Riesgo bajo
2009	8,0	Riesgo bajo
2010	5,8	Riesgo bajo
2011	7,2	Riesgo bajo
2012	5,2	Riesgo bajo
2013	4,9	Sin riesgo

0-5: Sin riesgo; 5,1-14: Riesgo bajo; 14,1-35: Riesgo medio; 35,1-70: Riesgo alto; 70,1-100: Inviabile sanitariamente. Fuente: (11).

**Tabla 3.** Resultados IRCA para Cundinamarca en el año 2013

Municipios sin muestras en zona rural (%)	IRCA zona rural	IRCA zona urbana
26,7	7,1	3,2

0-5: Sin riesgo; 5,1-14: Riesgo bajo; 14,1-35: Riesgo medio; 35,1-70: Riesgo alto; 70,1-100: Inviabile sanitariamente. Fuente: (11).

Para el año 2013, un 43,1% de los municipios reportaron promedios de IRCA (zona rural y urbana) por debajo de 5, lo que implica que este porcentaje tiene agua apta para el consumo humano. Sin embargo, los IRCAs superiores a esta cifra (Riesgo bajo, medio y alto), corresponden al 56,9%, lo que implica que a pesar de la disminución sostenida en este indicador, más de la mitad de los municipios consumen agua con algún nivel de riesgo para la salud.

## DISCUSIÓN

Al revisar la metodología de cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), establecido en los artículos 13 al 15 de la Resolución 2115 de 2007 (7), los 22 parámetros evaluados tienen una asociación causal entre las enfermedades de transmisión hídrica y la calidad del agua misma. Adicionalmente, en la ponderación de los parámetros evaluados actualmente en el IRCA, 40 puntos se encuentran concentrados en parámetros de características microbiológicas por su alta incidencia y relación causal con las enfermedades de carácter hídrico. El grupo de color aparente y turbiedad, suma 21 puntos y el resto de parámetros (químicos), 39 puntos restantes. De acuerdo con lo anterior se observa un desequilibrio en la ponderación de la características físicas, químicas y microbiológicas del agua potable, debido a que

algunos municipios estarían suministrando, en teoría, un agua potable cualificada entre riesgo bajo o sin riesgo, pero, de acuerdo con la ponderación de los parámetros, esta agua podría estar en un nivel de riesgo medio o alto; dado que podría ser un agua para consumo humano con una alta probabilidad de ocasionar enfermedades en la comunidad debido a que existen parámetros que no están evaluados o contemplados en la resolución, así como en la ponderación de parámetros actual, no permite reflejarlo. Se sugiere un ajuste o reasignación de la ponderación por grupo o características del agua potable como propuesta en la actual resolución, para subsanar esta situación y representar de manera adecuada la calidad del agua y por ende la consecuencia del riesgo para el consumo del agua en una comunidad; de acuerdo con la Tabla 4.

**Tabla 4.** Sugerencia de reajuste en la ponderación de factores para el cálculo del IRCA

Grupo de parámetros	Ponderación actual	Ponderación sugerida
Características microbiológicas	40	45
Características físicas	21	15
Características químicas	39	40

Esta reasignación de ponderación del IRCA, consideraría un mayor control en el nivel de riesgo en salud y por ende, un ajuste en los procesos de tratamiento de agua potable así como en los procedimientos de seguimiento de las empresas prestadoras.

De acuerdo con el IRCA correspondiente al 2013 (11), en el Departamento de Cundinamarca se tomaron 2 726 muestras para los 116 municipios. Se tiene un promedio de 23,4 muestras por municipio, con un máximo de muestras de 107 (Soacha) y un mínimo de 6 (Beltrán), lo cual refleja una disparidad amplia en el cubrimiento de todo el Departamento. Dentro de la metodología que estableció el IRCA como indicador de la calidad del agua potable que se entrega a la población, no se definió un procedimiento para el cálculo de un número de muestras necesarias que asegure que el índice resultante es estadísticamente confiable; por lo que esta falencia debilita la eficacia de la toma de decisiones de las instituciones del estado sobre las estrategias de mejoramiento de la calidad del agua. Es altamente probable que el índice calculado para el Departamento no represente de manera idónea la calidad del agua y las estrategias de mejoramiento no respondan a las condiciones reales para la población.

El cálculo del número de muestras de agua que sea estadísticamente representativo, requiere aplicar un análisis conceptual previo al muestreo y un proceso iterativo de muestreos piloto y estandarización con el fin de llegar al número de muestras que optimice la recolección de in-

formación representativa de la calidad de agua real y de los recursos que deben invertirse en su mejoramiento (15,16,17). Estos análisis se pueden realizar a nivel de municipio y/o de prestador de servicios y teniendo en cuenta parámetros como: la variabilidad climática y el régimen de lluvias, entre otros.

De acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de Salud relacionada con la evaluación de los IRCA en el Departamento de Cundinamarca para los años 2007 a 2013, se encuentra una disminución sostenida de este indicador, lo cual supone un mejoramiento de la calidad de agua potable entregada a la población.

De acuerdo con el análisis de los resultados de IRCA para el año 2013 en el Departamento, se reporta un IRCA en zona urbana de 3,2 y en zona rural de 7,1; pero es importante tener en cuenta que un agua con calidad diferente a “sin riesgo”, no es apta para consumo humano y el 56,9% de los municipios reporta valores por encima de 5; aunque el promedio total el año incorporando zona rural y urbana es de 4,9.

Adicionalmente, se encontró que un 26,7% de los 116 municipios no reportaron IRCA para su zona rural, lo cual implica que los valores estimados en el informe, pueden estar sobrevalorando la calidad real del agua entregada a los habitantes.

Se sugiere un reajuste en la ponderación de los parámetros incluidos en el IRCA, con el fin de dar un mayor peso a aquellos altamente relacionados con enfermedades de transmisión hídrica, representar adecuadamente la calidad del agua y por ende evidenciar un nivel de riesgo más adecuado para tomar acciones en las comunidades y evitar problemas de salud pública y específicamente en la minimización en los casos de enfermedades de carácter hídrico.

Así mismo, se plantea como tema de investigaciones futuras un análisis estadístico concienzudo que estime de manera más precisa el número mínimo de muestras que permitan que este indicador sea más robusto desde este punto de vista •

**Agradecimientos:** A las Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P. de la Gobernación de Cundinamarca, Colombia por la in-

formación suministrada de los proyectos de inversión de PTARM dentro del Plan Departamental de Aguas (PDA) en el marco del convenio con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

## REFERENCIAS

1. Organización Panamericana de la Salud. Indicadores básicos: Situación de salud en Colombia. Bogotá: Organización Panamericana de la Salud; 2012.
2. McJunkin FE. Agua y Salud Humana. CEPIS: Lima: 1985.
3. Fresenius W, Schneider W. Manual de disposición de aguas residuales. Lima: CEPIS; 1991.
4. Torres P, Cruz C, Patiño P. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano: una revisión crítica. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. 2009; 8(15):79-94.
5. Del Puerto AM, Rojas MC, Iglesias AM. Calidad del agua y enfermedades de transmisión digestiva. Rev Cubana Med Gen Integr. 1999; 15(5):495-502.
6. Droste R. Theory and practice of water and wastewater treatment. New York: John Wiley & Sons Inc; 1997.
7. Ministerio de la Protección Social y Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano (Jun 22, 2007).
8. Yáñez M, Acevedo K. El acceso al agua para consumo humano en Colombia. Revista de Economía Institucional. 2013;15(29):125-48.
9. Estupiñán S, Avila S. Calidad físico - química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca. Publicación científica en ciencias biomédicas. 2010;8(14):121-240.
10. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1575. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (May 9, 2007).
11. Ministerio de Salud y Protección Social. Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano Año 2013 con base en el IRCA. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social; 2014.
12. Vergel G. Metodología. Un manual para la elaboración de diseños y proyectos de investigación. Compilación y ampliación temática. Barranquilla: Publicaciones Corporación Unicosta; 2010.
13. Zimmermann, F. Estadística para investigadores. Bogotá: Escuela Colombiana de ingeniería; 2004.
14. Bryman A. Social research methods. Second Edition. New York: Oxford university press; 2003.
15. Ospina D. Introducción al Muestreo. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia; 2001.
16. Guzmán B. Contextos locales de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano: Brasil y Colombia. Rev. Salud Pública (Bogotá). 2015; 17 (6):961-972.
17. Rodríguez JP. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. Rev. Salud Pública (Bogotá). 2016; 18 (5):738 -745.