





Calidad del Agua de Consumo, Subproductos de Desinfección y Riesgo de Cáncer Digestivo en Boyacá



Uptc[®]

Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia

VIGILADA MINEDUCACIÓN



Calidad del Agua de Consumo, Subproductos de Desinfección y Riesgo de Cáncer Digestivo en Boyacá

Bibiana Matilde Bernal Gómez
(Compiladora)



Ciencias



GOBERNACIÓN DE
Boyacá

Secretaría
de Salud

Boyacá
Avanza



GIBP
GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA Y DE PATOLOGÍA



ENFOQUE: INVESTIGACIÓN UPTC

ÁREA: Ciencias Médicas y de la Salud N.º 307

Calidad del agua de consumo, subproductos de desinfección y riesgo de cáncer digestivo en Boyacá
Drinking water quality, disinfection by-products and risk of digestive cancer in Boyacá

Primera Edición, 2024

Versión digital (ePub)

Versión Impresión bajo demanda

© Bibiana Matilde Bernal Gómez, 2024

© Manuel Salvador Rodríguez Susa, 2024

© Mildred Fernanda Lemus Pérez, 2024

© Luisa Fernanda Salas Saavedra, 2024

© Nohora Yaneth Zipa Casas, 2024

© Sandra Helena Suescún Carrero, 2024

© Mabel Idaliana Medina Alfonso, 2024

© Juan David Cruz Rojas, 2024

© Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2024

ISBN (ePub) 978-958-660-845-9

ISBN (Impresión bajo demanda POD) 978-958-660-861-9

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: septiembre de 2023

Aprobación: enero de 2024

Impreso y hecho en Colombia - Printed and made in Colombia

Calidad del agua de consumo, subproductos de desinfección y riesgo de cáncer digestivo en Boyacá / Drinking water quality, disinfection by-products and risk of digestive cancer in Boyacá / Bernal Gómez, Bibiana Matilde (Compiladora). Tunja: Editorial UPTC, 2024. 126p.

ISBN (ePub) 978-958-660-845-9

ISBN (Impresión bajo demanda POD) 978-958-660-861-9

Incluye referencias bibliográficas

1. Riesgo de Cáncer digestivo 2. Subproductos de desinfección 3. Agua de consumo 4. Calidad del agua 5. Digestive Cancer Risk 6. Disinfection By-products 7. Drinking Water 8. Water Quality
(Dewey 614.4/21) (Thema MBNH2 - Factores medioambientales)

Rector, UPTC

Enrique Vera López

Comité Editorial

Carlos Mauricio Moreno Téllez

Vicerrector de Investigación y Extensión

Yolanda Torres Pérez

Directora de Investigaciones

Bertha Ramos Holguín

Delegada Vicerrectoría Académica

Martín Orlando Pulido Medellín

Representante Área Ciencias Agrícolas

Yolima Bolívar Suárez

Representante Área Ciencias Médicas y de la Salud

Nelsy Rocío González Gutiérrez

Representante Área Ciencias Naturales

Olga Yanet Acuña Rodríguez

Representante Área Ciencias Sociales

Juan Guillermo Díaz Bernal

Representante Área Humanidades

Pilar Jovanna Holguín Tovar

Representante Área Artes

Edgar Nelson López López

Representante Área Ingeniería y Tecnología

Juan Sebastián González Sanabria

Representante Grupos de Investigación**Editor**

Óscar Pulido Cortés

Coordinadora Editorial

Andrea María Numpaque Acosta

Corrección de Estilo

Juan Carlos Álvarez Ayala

Diagramación

Aura Patricia Sarmiento Hernández

Portada

Juan David Zambrano Vera

Edumedios

Libro de Investigación resultado del proyecto titulado: Análisis de riesgo por exposición de la población boyacense a subproductos de desinfección presentes en el agua potable y la fracción atribuible al cáncer, con SGI 3290.

Citar este libro / Cite this book

Bernal Gómez, B. (Compiladora) (2024). *Calidad del agua de consumo, subproductos de desinfección y riesgo de cáncer digestivo en Boyacá*. Editorial UPTC.

doi: <https://doi.org/10.19053/uptc.9789586608459>



Uptc[®]
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



Libro financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión - Dirección de Investigaciones de la UPTC. Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Editorial UPTC

La Colina, Bloque 7, Casa 5

Avenida Central del Norte No. 39-115, Tunja, Boyacá

comite.editorial@uptc.edu.co

www.uptc.edu.co

<https://editorial.uptc.edu.co>

RESUMEN

El acceso al agua es un derecho humano, y tenemos la responsabilidad de preservarla y no contaminarla. La ingeniería moderna ha mejorado la calidad del agua para consumo humano, pero persisten factores ecosistémicos imperceptibles que pueden ser potencialmente dañinos que la contaminan, procedentes de las prácticas agrícolas, mineras e industriales, incluyendo también procesos de desinfección con químicos, que producen subproductos de riesgo para la salud en general y, particularmente, causantes de cáncer. Se aborda el tema del riesgo de cáncer digestivo con relación a la calidad del agua en Boyacá del proyecto de investigación Análisis de riesgo por exposición de la población boyacense a subproductos de desinfección presentes en el agua potable y la fracción atribuible al cáncer, financiado por Minciencias, Convocatoria 896.

Palabras clave: Riesgo de Cáncer digestivo; Subproductos de desinfección; Agua de consumo; Calidad del agua.

ABSTRACT

Access to water is a human right, and we have the responsibility to preserve and not contaminate it. Modern engineering has improved the quality of water for human consumption, but there are still imperceptible ecosystem factors that can potentially harm it, coming from agricultural, mining, and industrial practices, including disinfection processes with chemicals, which produce by-products that pose a risk to health and the presentation of cancer. The topic of digestive cancer risk in relation to water quality in Boyacá is addressed in the research project Analysis of risk by exposure of the boyacense population to disinfection by-products present in potable water and the attributable fraction to cancer, funded by Minciencias 896

Keywords: Digestive Cancer Risk; Disinfection By-products; Drinking Water; Water Quality.

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| Sobre los autores..... | 13 |
| Presentación..... | 17 |
| Introducción del libro y consideraciones generales..... | 23 |
| Metodología de investigación..... | 25 |
| Objetivos específicos..... | 26 |
| Referencias..... | 28 |
| Contaminación del agua y medición del riesgo de cáncer..... | 29 |
| <i>Bibiana Matilde Bernal Gómez, Luisa Fernanda Salas Saavedra</i> | |
| Introducción..... | 29 |
| Identificación del riesgo de cáncer..... | 35 |
| Antecedentes..... | 35 |
| Métodos..... | 36 |
| Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud..... | 42 |
| Referencias..... | 44 |
| Calidad de agua para consumo humano en el departamento de Boyacá..... | 51 |
| <i>Nohora Yaneth Zipa Casas, Juan David Cruz Rojas, Sandra Helena Suescún Carrero, Mabel Idaliana Medina Alfonso</i> | |
| Introducción..... | 51 |
| Normatividad sanitaria a la calidad de agua para consumo humano en Colombia..... | 53 |
| Inspección sanitaria de la calidad de agua para consumo humano en el departamento de Boyacá..... | 54 |

| | |
|--|------------|
| Inspección - IRABA – BPS..... | 56 |
| Vigilancia – IRCA, desde la toma de muestra hasta el cargue en el SIVICAP (Sistema de información de calidad de agua potable)..... | 59 |
| Control – Cómo, cuándo y a quienes se aplican medidas sanitarias, acciones populares, tutelas, entre otras..... | 61 |
| Sistemas de tratamiento – aspectos a tener en cuenta para el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano..... | 62 |
| Situación del sistema de desinfección en los 123 acueductos urbanos del departamento..... | 63 |
| Sustancias usadas para la desinfección en los 123 acueductos urbanos del departamento..... | 65 |
| Mapas de riesgo de calidad de agua..... | 66 |
| Situación de la calidad del agua del departamento en el año 2022 – mapas con IRCA, IRABA y BPS..... | 68 |
| Desafíos y perspectivas..... | 70 |
| Desinfección y subproductos de desinfección..... | 71 |
| <i>Mildred F. Lemus Pérez, Manuel S. Rodríguez Susa.</i> | |
| Introducción..... | 71 |
| Desinfección en Boyacá..... | 77 |
| Estudios relacionados con subproductos de desinfección en Boyacá..... | 77 |
| Resultados..... | 82 |
| Discusión..... | 89 |
| Desafíos y perspectivas..... | 96 |
| Referencias..... | 98 |
| Cáncer digestivo y calidad del agua de consumo..... | 101 |
| <i>Bibiana Matilde Bernal Gómez</i> | |
| Introducción..... | 101 |
| Metodología..... | 104 |
| Resultados..... | 106 |
| Desafíos y perspectivas..... | 114 |
| Referencias..... | 115 |
| Anexo 1..... | 125 |

Sobre los autores

Bibiana Matilde Bernal Gómez

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4897-3368>
bibiana.bernal@uptc.edu.co

Docente de la Escuela de Medicina de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Uptc. Tunjana, médica cirujana de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en patología del Instituto Nacional de Cancerología de Colombia. Doctora en Microbiología, Salud pública y Sociedad de la Universidad de Zaragoza, España, con énfasis en Ciencias biomédicas. Investigadora junior de Minciencias y becaria Laspau-Minciencias. Fundadora y líder del Grupo de Investigación Biomédica y de Patología de la Uptc.

Manuel Salvador Rodríguez Susa

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8743-0200>
manuel-r@uniandes.edu.co

Docente asociado del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes y consultor nacional en temas de medio ambiente. Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes y doctor en Ingeniería del Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Toulouse – Francia. Sus líneas de investigación principalmente están relacionadas con procesos biológicos ambientales, agua potable, residual e industrial, gestión y minería de residuos sólidos y peligrosos, y energía.

Mildred Fernanda Lemus Pérez

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2874-519X>
mf.lemus39@uniandes.edu.co

Es investigadora del Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes. Ingeniera ambiental y sanitaria de la Universidad de la Salle. Magíster en Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes y doctora en Ingeniería de la Universidad de los Andes. Sus líneas de investigación y de consultoría se han desarrollado principalmente en las áreas de producción de agua potable con énfasis en subproductos de desinfección, aguas residuales y residuos sólidos.

Sandra Helena Suescún Carrero

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5821-4421>
sandrahsc@yahoo.com

Bacterióloga de la Pontificia Universidad Javeriana. Magíster en Administración en Salud de la Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad El Bosque. PhD en Metodología de la Investigación y Salud Pública de la Universidad Autónoma de Barcelona. Referente del área de Investigación del Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría de Salud de Boyacá - Gobernación de Boyacá.

Mabel Idaliana Medina Alfonso

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9264-6516>
mabel.medina@boyaca.gov.co

Bacterióloga de la Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en Gerencia de Seguridad Social en Salud de la Universidad Santo Tomás. Máster en Sistemas Integrados de Gestión Universidad de la Rioja. Líder de Gestión del Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría de Salud de Boyacá - Gobernación de Boyacá.

Nohora Yaneth Zipa Casas

ORCID <https://orcid.org/0009-0002-3356-5326>
yanethzipanyzc@gmail.com

Ingeniera sanitaria de la Universidad de Boyacá - 1991. Especialista en Planeación para la Educación Ambiental, Universidad Santo Tomás. Jefe de la división de Saneamiento Ambiental, de la Secretaría de Salud de Boyacá (1993 – 1996). Coordinadora del Grupo de Vigilancia y Control de las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) de la Secretaría de Salud de Boyacá – Gobernación de Boyacá. Referente del programa de Inspección, Vigilancia y Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano del departamento de Boyacá, Secretaría de Salud de Boyacá - Gobernación de Boyacá.

Juan David Cruz Rojas

ORCID <https://orcid.org/0009-0000-4187-1847>
ing.juan1228@gmail.com

Ingeniero sanitario e ingeniero ambiental de la Universidad de Boyacá. Especialista en Gerencia de proyectos de la Universidad de Boyacá. Programa de calidad de agua para consumo humano y uso recreativo de la Secretaría de Salud de Boyacá - Gobernación de Boyacá.

Luisa Fernanda Salas Saavedra

ORCID <https://orcid.org/0009-0000-7002-3986>
luisa.salas@uptc.edu.co

Ingeniera ambiental de la Universidad de Boyacá. Especialista en Gestión de riesgo de la Universidad de Boyacá. Integrante del Grupo de Investigación Biomédica y de Patología Uptc - AGENF. Auxiliar de Investigación Proyecto 3290 DIN UPTC, Convenio 0008 de 2022 Uniandes - Uptc.

