



TECNOLOGÍA
en marcha

Revista trimestral
Diciembre 2024
Volumen 37
ISSN-E 2215-3241

60
aniversario



Número especial del Laboratorio Nacional de Aguas del AYA



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Publicación y directorio en catálogos



Comisión Editorial

Felipe Abarca Fedullo. Director.
Editorial Tecnológica de Costa Rica

Juan Antonio Aguilar Garib
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León.
México

Carlos Andrés Arredondo Orozco
Facultad de Ingenierías
Universidad de Medellín. Colombia

Lars Köhler
Experimenteller Botanischer Garten
Georg-August-Universität Göttingen.
Alemania

Jorge Solano Jiménez
Instituto Costarricense del Cemento
y del Concreto

Edición técnica

Alexa Ramírez Vega

Revisión filológica

Esperanza Buitrago Poveda

Diseño gráfico

Felipe Abarca Fedullo

Diagramación

Alexa Ramírez Vega

Diseño de cubierta

Ariana Sanabria García

Imagen de cubierta

Felipe Abarca Fedullo

Datos de catalogación en publicación

Tecnología en Marcha / Editorial Tecnológica
de Costa Rica. - Vol. 37, número especial.
LNA. Diciembre, 2024.
ISSN-E 2215-3241

1. Ciencia y Tecnología –
Publicaciones periódicas CDD:600



Apdo 159-7050 Cartago, Costa Rica
Tel.:(506) 2550-2297, 2550-2618
Correo electrónico: editorial@itcr.ac.cr
Web: <https://www.tec.ac.cr/editorial>
http://revistas.tec.ac.cr/tec_marcha



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

La Editorial Tecnológica de Costa Rica es una dependencia especializada del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Desde su creación, en 1978, se ha dedicado a la edición y publicación de obras en ciencia y tecnología. Las obras que se han editado abarcan distintos ámbitos respondiendo a la orientación general de la Institución.

Hasta el momento se han editado obras que abarcan distintos campos del conocimiento científico-tecnológico y han constituido aportes para los diferentes sectores de la comunidad nacional e internacional.

La principal motivación de la Editorial es recoger y difundir los conocimientos relevantes en ciencia y tecnología, llevándolos a los sectores de la comunidad que los requieren.

La revista *Tecnología en Marcha* es publicada por la Editorial Tecnológica de Costa Rica, con periodicidad trimestral. Su principal temática es la difusión de resultados de investigación en áreas de Ingeniería. El contenido de la revista está dirigido a investigadores, especialistas, docentes y estudiantes universitarios de todo el mundo.

Publicación y directorio en catálogos





TECNOLOGÍA *en marcha*

Contenidos

Presentación

Presentation

Darner Mora-Alvarado 4

Nivel de modernización del Laboratorio Nacional de Aguas a partir de 1997

Level of modernization of the National Water Laboratory from 1997

Darner Mora-Alvarado 7

Calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano en centros educativos y establecimientos de salud en Costa Rica 2023

Microbiological drinking water quality in educational centers and health establishments in Costa Rica 2023

Pablo César Rivera-Navarro, Darner Mora-Alvarado 24

Agua para uso y consumo humano, saneamiento e higiene de Costa Rica en el contexto de América Latina al 2022

Microbiological drinking water quality in educational and health centers in Costa Rica 2022

Darner Mora-Alvarado, Carlos F. Portuguese-Barquero 36

Agua potable, saneamiento e higiene en Centroamérica y República Dominicana

Drinkingwater, wastewater and hygiene in Central America and Dominican Republic

Darner Mora-Alvarado 50

Actualización de los criterios y normas microbiológicas para evaluar las aguas en sus diferentes usos en Costa Rica 2024 (tercera versión)

Update of the microbiological criteria and standards to evaluate water in its different uses in Costa Rica 2024 (third version)

Darner Mora-Alvarado 59

Agua potable gestionada en forma segura en el mundo

Safely managed drinking water around the world

Darner Mora-Alvarado, Carlos F. Portuguese-Barquero 71

| | |
|--|-----|
| Soluciones para atender la contaminación del arsénico en los acueductos de las comunidades de Bagaces 2009-2023 | |
| Solutions to address arsenic pollution in the aqueduct of the communities of Bagaces 2009-2023 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado, Betzabel Arias-Barrantes, Olger Hurtado-Hernández, Alejandro Contreras-López, Eliécer Robles-Vargas, Guillermo Rodríguez-Castro</i> | 83 |
| Análisis de la calidad de la cuenca del Río Tárcoles y la microcuenca del Río Torres: influencia del efluente de la PTAR Los Tajos y expectativas al 2025 | |
| Analysis of the quality of the Tárcoles River basin and the Torres River microbasin: influence of the effluent from the Los Tajos WWTP and expectations by 2025 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado, Ernesto Alfaro-Arrieta, Juan José Alfaro-Lara</i> | 97 |
| Evolución de las guías microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua de consumo humano. Periodos 1984-1994-2004-2011 y 2024 | |
| Evolution of the WHO microbiological guidelines to evaluate the quality of water for human consumption. Periods 1984-1994-2004-2011 and 2024 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 111 |
| Huevecillos de Helmintos: una validación para su determinación y cuantificación en aguas, aguas residuales y lodos de Costa Rica | |
| Helminth eggs: a validation for their determination and quantification in water, wastewater and sludge of Costa Rica | |
| <i>Ernesto Alfaro-Arrieta, Juan José Alfaro-Lara, Johanna Méndez-Araya, Catalina Solís-Calderón, Ilena Vega-Guzmán</i> | 122 |
| Poblaciones sin servicio de agua para uso y consumo humano en Costa Rica periodo 2022 | |
| Populations without water service for human use and consumption in Costa Rica period 2022 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 130 |
| Países y continentes más impactados sanitariamente por la Covid-19 al 30/08/2023 | |
| Countries and continents most healthly impacted by Covid-19 as of 08/30/2023 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 147 |
| Calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica en el periodo 2018-2023 | |
| Sanitary quality of the waters of the beaches of Costa Rica in the periodo 2018-2023 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado, Mónica Castro-Castro</i> | 162 |
| Defecación a cielo abierto en el mundo | |
| Open defecation in the world | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 175 |
| Pandemia-sindemia de la Covid-19 en América al 30/08/2023 | |
| Covid-19 pandemic-syndemia in America as of 08/30/2023 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 186 |
| Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Europa al 30/08/2023 | |
| Covid-19 pandemic-syndemic in Europe as of 08/30/2023 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 201 |
| Evolución de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023 | |
| Evolution of Covid-19 in Asia as of 08/30/2024 | |
| <i>Darner Mora-Alvarado</i> | 215 |

Evolución de la Covid-19 en los países de Oceanía al 30/08/2023

Evolution of covid-19 in the countries of Oceania as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado 230

Sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023

Covid-19 syndemic in Africa as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado 244

Tala de árboles en Costa Rica periodo 2011-2023

Tree falling in Costa Rica period 2011-2023

Darner Mora-Alvarado, José Manuel Quirós-Sanabria, Ernesto Alfaro-Arrieta 262

Presentación

Presentation

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Presentación. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 4-6.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7743>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

60 AÑOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS (1964-2024)



El Laboratorio Central del AyA (LC), designado como Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) mediante el Decreto Ejecutivo N° 26066-S del 15/05/1997, fue impulsado, fundado y liderado por el Dr. Edgar Ortiz Castro. Con el apoyo administrativo del entonces Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SNAA), hoy Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), este insigne funcionario logró, luego de muchos esfuerzos, adaptar como laboratorio una “casona” construida en 1921, con el objetivo de desarrollar un programa de vigilancia y control de calidad del agua suministrada por AyA en el Área Metropolitana. Dicho centro de análisis fue inaugurado el 20 de setiembre de 1964, para crecer en concordancia con la ampliación de los servicios de agua potable y aguas residuales a otras regiones del país.

En su génesis el LC contó con una planilla conformada por nueve funcionarios, número que ha aumentado paulatinamente a 55 durante sus 60 años de existencia. Desde sus inicios este laboratorio ha tenido, además del ya mencionado objetivo, la misión de capacitar a los funcionarios de los diferentes operadores en los temas de agua, ambiente y salud, en el marco del abastecimiento de agua para consumo y el saneamiento; aunado a esto ha desarrollado informes e investigaciones, además de realizar intervenciones de gran impacto en la salud pública a nivel nacional e internacional, entre los que se pueden citar:

- Propuesta de la estrategia para mejorar los servicios de agua potable en Costa Rica: 1990-2030.
- Participación destacada en la atención de la amenaza por Cólera en 1991-1997.
- Extensión de la vigilancia y el control de la calidad del agua suministrada por acueductos de sistemas comunales o rurales, municipales y de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), lógicamente en conjunto con los acueductos operados por el propio AyA.
- Vigilancia y control de procesos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Creación y sostenibilidad del “Programa Bandera Azul Ecológica” (PBAE), con el propósito de democratizar la toma de decisiones mediante la conformación de comités locales en 19 categorías, en beneficio de la salud ambiental y la calidad de vida del costarricense.
- Diseño, creación y sostenibilidad del “Programa Sello de Calidad Sanitaria” (PSCS), que establece un incentivo dirigido a los entes operadores de acueductos y saneamiento, en concordancia con la protección de las fuentes de agua y en armonía con la naturaleza.
- Diseño, impulso e implementación del “Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015”.
- Establecimiento de criterios de calidad para evaluar las aguas en sus diferentes usos: 1996-1998 y 2024.

- Aportes a la evolución de los conceptos en agua para consumo humano y saneamiento, durante la transición de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” a los “Objetivos de Desarrollo Sostenibles”.
- Diseño, impulso e implementación del “Programa Nacional de Disminución de Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable: 2019-2023 y 2024-2030”.
- Atención de la pandemia-sindemia por Covid-19, en forma presencial y en tiempo real, identificando el material genómico del virus SARS-CoV-2 en aguas residuales, pero además mediante la publicación de dos libros titulados “Hechos en la Pandemia” y “Escritos en tiempos de Covid-19”; este último publicado en 7 idiomas por la Editorial Académica Española.

Además, desde el año 2008 el LNA mantiene acreditada la gestión, el muestreo y la mayoría de sus técnicas analíticas con las Norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, además de cinco tipos de inspección sanitaria en el marco de la norma INTE-ISO/IEC 17020: 2012.

Por último, en celebración de los 60 años de vigencia del LNA, compartimos en este número especial de la revista “Tecnología en Marcha”, un total de 20 estudios realizados sobre los temas de agua, ambiente y salud.

Nivel de modernización del Laboratorio Nacional de Aguas a partir de 1997

Level of modernization of the National Water Laboratory from 1997

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Nivel de modernización del Laboratorio Nacional de Aguas a partir de 1997. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 7-23.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7308>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Accreditación; avances; laboratorio; modernización; nivel.

Resumen

Las instalaciones actuales del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) datan su construcción desde el año 1921. A pesar de las limitaciones en la infraestructura física de la sede del LNA, en este estudio se presenta el nivel de modernización con que se cuenta considerando el equipamiento, recurso humano y los avances comparativos en los procesos de acreditación del sistema de gestión de calidad, las inspecciones y las técnicas analíticas con las normas INTE/ISO/IEC 17025:2017 e INTE/ISO/IEC 17020:2012, a partir de la designación del Laboratorio Central de AyA como Laboratorio Nacional de Aguas, mediante el Decreto Ejecutivo N°26066-S del año 1997.

Keywords

Accreditation, laboratory, level, modernization, progress.

Abstract

The current facilities of the National Water Laboratory (LNA) date back to 1921. Despite the limitations in the physical infrastructure of the LNA headquarters, this study presents the level of modernization available considering the equipment, human resources and comparative advances in the accreditation processes of the quality management system, inspections and analytical techniques with the INTE/ISO/IEC 17025:2017 and INTE/ISO/IEC 17020:2012 standards, from the designation of the AyA Central Laboratory as a National Water Laboratory, through Executive Decree No. 26066-S from 1997.

Introducción

El Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SNAA), hoy conocido como Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), fue creado mediante la Ley 2726 del 14 de abril de 1961 [1]; en el artículo 1° se definió el principal objetivo de esta noble Institución, el cual era y es “...*administrar, dirigir, planear, diseñar, construir, mantener, fijar y resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable para usos domiciliarios, industriales y de cualquier otra naturaleza, a todos los habitantes de la República y disponer todo lo relativo a recolección de tratamiento y disposición de aguas residuales y pluviales o servidas en el país...*”. En este contexto, con el propósito de vigilar y controlar la calidad del agua para consumo y cumplir con la Ley General de Agua Potable N°1634 [2], se estableció en 1964 el Laboratorio Central de AyA (LC-AyA) en una “*casona construida en 1921*”, ubicada en el Cantón de La Unión, Cartago [3]. La evolución de este importante laboratorio ha sido, en términos generales, concordante con la ampliación y extensión de AyA; no obstante, el LC-AyA no solo se ha dedicado a evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica y biológica del suministro del agua potable de AyA, sino que ha abordado también la vigilancia de la calidad del preciado líquido en sus diferentes usos en toda la nación [4, 5, 6 y 7]. Adicionalmente, se colabora con las pruebas de tratabilidad para futuros diseños de plantas potabilizadoras en el país, al controlar y verificar los medios filtrantes de las ya existentes mediante el desarrollo de pruebas granulométricas acreditadas. Aunado a estas funciones el LC-AyA ha realizado una función solidaria, a través de la capacitación de funcionarios del propio AyA y otras entidades operadoras en agua potable y saneamiento. En 1984 se crea el Área de Aguas Residuales, con la intención de realizar el monitoreo de la



calidad de las aguas residuales de las primeras Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) administradas por el AyA. Desde entonces y hasta la actualidad, esta área mantiene un programa de monitoreo anual de la calidad y vigilancia de las aguas residuales, mediante el control fisicoquímico y microbiológico, complementando esta labor con la evaluación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento, además de monitorear la calidad de los aguas superficiales que reciben las aguas residuales (ríos y mares); lo anterior, para cumplir con la normativa nacional, presentando anualmente dos informes sobre la evaluación de la eficiencia de las PTAR y la calidad de las aguas superficiales receptoras de agua residuales del país.

Por otra parte, desde 1989 promovió pasos en el marco de la *“Estrategia para Mejorar los Servicios de Agua Potable: 1990-2030”* [8], en donde se decidió realizar informes anuales de cobertura y calidad del agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica [9], crear equipos técnicos de calidad en cada regional del AyA, se elaboró el “Código de Colores” para medir el avance de la calidad microbiológica de los acueductos [10], se realizó el primer monitoreo de los acueductos comunales 1996-1998 y se creó y aplicó del Programa Bandera Azul Ecológica en 1996 [11], con el propósito de empoderar a la sociedad civil en la protección del ambiente y la salud pública en el país. En 1997, mediante el Decreto Ejecutivo N°26066-S [12], se designó al “Laboratorio Central de AyA” como “Laboratorio Nacional de Aguas”, con lo cual se amplió la vigilancia de la calidad del agua suministrada por los acueductos municipales y la Empresa de Servicio Públicos de Heredia (ESPH). Además, sus funcionarios iniciaron un arduo proceso de capacitación, con la intención de prepararse para la acreditación del sistema de gestión de calidad, el muestreo y las pruebas analíticas con la Norma INTE/ISO/IEC 17025:2005, requisito exigido en su decreto de designación, situación que se logró alcanzar en el mes de febrero del 2008 [13]. En el marco de esta coyuntura, es importante mencionar que el LNA, como producto de una gestión realizada en Guatemala con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), como representante de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA), y el Instituto Nacional de Metrología de la República Federal de Alemania (PTB), fue designado en el 2010-2014 como “Referente Nacional de Costa Rica en el análisis de agua residual”, pasando a obtener nuevamente la designación entre 2018-2023 pero esta vez como “Referente Regional en el análisis de agua residual” (Centroamérica y República Dominicana), en cuyo contexto fue galardonado con el “Excellence Award” por su capacidad técnica.



Retomando la cronología, a partir del año 2000 el LNA propuso y aplicó el Programa Nacional para Mejorar la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica: 2002-2006. En el 2002 se creó el Programa Sello de Calidad Sanitaria (PSCS), mediante el Acuerdo de Junta Directiva de AyA: 2002-150 [14], el cual presentó como objetivo motivar a los entes operadores de acueductos para suministrar agua de calidad potable en forma sostenible y en armonía con la naturaleza. Luego, en el 2007, se aprueba el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015 (PNMSCSAP) [15], mediante el Decreto Ejecutivo 33953-S-MINAET. En el 2015, dentro del PSCS, se creó la categoría “Aguas Residuales”, para atender la necesidad y obligación, a nivel país, de mejorar nuestros sistemas de saneamiento de aguas residuales.

Posteriormente, en el año 2019 se propuso, ante el Consejo de Gerencia de AyA, el Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable: 2019-2023 y 2024-2030 [16]. Aunado a esto, en el 2024 se identificaron los poblados sin servicio de agua potable: 2022 [17]. Sumado a todos estos esfuerzos la Dirección del LNA impulsó, durante varios años, la necesaria construcción de un nuevo edificio para el LNA, que cumpliera con las especificaciones técnicas necesarias para su correcto funcionamiento; esta solicitud fue aprobada por medio del Acuerdo de Junta Directiva N° 2006-296, denominado “*Construcción del Nuevo Edificio del Laboratorio Nacional de Aguas*” [18]. No obstante, y aunque el presidente de la república Rodrigo Chaves Robles firmó una Declaración de Conveniencia Nacional [19], para el proyecto denominado “*Construcción del edificio Laboratorio Nacional de Aguas a desarrollar por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*”, todo parece indicar que no existe el apoyo de la actual Presidencia Ejecutiva del AyA para ejecutarlo, pese a que

ya existía el financiamiento por 11.2 millones de dólares, a través de un préstamo ya gestionado por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE); contrastantemente, ante la ocurrencia de algunos episodios de contaminación del agua en el país, se han manifestado críticas sistemáticas por la falta de modernización del LNA. A la luz de estos antecedentes y ante este nuevo contexto negativo, el presente estudio tiene como objetivo identificar la evolución y la modernización del LNA, fundamentados en los avances en la acreditación de la gestión, vigilancia, muestreo y las técnicas analíticas entre 19 laboratorios estudiados, aunado a la identificación de los equipos de punta adquiridos por el LNA a partir de 1997.

Objetivos

General

Analizar en forma comparativa el avance en la modernización del LNA, con respecto a la acreditación del sistema de gestión de calidad y operación del Laboratorio con las normas INTE/ISO/IEC 17025:2017 e INTE/ISO/IEC 17020:2012, en el contexto de los análisis de aguas e inspecciones sanitarias, en comparación con otros centros de análisis públicos y privados en el 2024.

Específicos

- Realizar un análisis comparativo entre laboratorios de calidad de agua en Costa Rica con respecto a las Normas INTE-ISO/IEC 17025:2017 e INTE-ISO/IEC 17020:20.
- Identificar el equipo de punta para análisis de aguas en las diferentes áreas del LNA a partir de 1997.
- Cuantificar la evolución del número de analitos acreditados por el LNA ante el ECA, en el marco del proceso de acreditación con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 e INTE-ISO/IEC 17025:2017, desde el 2008 y hasta el 2024.

Metodología

Para cumplir con los objetivos del estudio se aplicaron los siguientes pasos:

Obtención de datos de los alcances de las acreditaciones de los laboratorios que realizan análisis de aguas

Los datos sobre el inicio de la Acreditación y el número de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, se obtuvieron de la página virtual del Ente Costarricense de Acreditación (ECA); además, se identificó cuales laboratorios también se encuentran acreditados en la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012, como “organismo de inspección”.

Clasificación del nivel de modernización según el número de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC: 17025-2017

Con el propósito de realizar una evaluación comparativa del nivel de modernización de los 19 laboratorios que realizan análisis de agua a nivel nacional, con respecto al número de técnicas de laboratorio de análisis de agua acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, con lo cual se establecieron cuatro intervalos para distribuir el número de laboratorios de cada rango. Dicho sistema de clasificación se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Sistema de clasificación del nivel de modernización de los laboratorios de análisis de aguas, según las técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

| Intervalo del número de técnicas acreditadas | Nivel de modernización en acreditación |
|--|--|
| 0 | E (Nulo) |
| >0-30 | D (Bajo) |
| >30-60 | C (Medio) |
| >60-90 | B (Alto) |
| >90 | A (Muy alto) |

Identificación de equipo de punta adquirido después de 1997

Como complemento en la evolución del nivel de modernización del LNA, se identifican los equipos de punta adquiridos en las áreas de Química y Microbiología de las Áreas de Agua Potable y Aguas Residuales, además del reciente equipo adquirido para la Dirección Funcional de Investigación en Agua, Ambiente y Salud.

3.4 Evolución del número de analitos acreditados por el LNA ante el ECA entre 2008 y 2024

Utilizando el “Alcance de Acreditación” identificado como LE-049, en el marco del proceso de acreditación con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 e INTE-ISO/IEC 17025:2017, adjudicado por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) al LNA, se logró constatar el número de analitos acreditados originalmente y la evolución de los mismos en el periodo 2008 a 2024.

Resultados

Alcances de la acreditación de los 19 laboratorios de aguas

En el cuadro 2 se presentan los nombres de los laboratorios vinculados a análisis de agua, según los alcances de las acreditaciones al año de inicio, además de los tres laboratorios acreditados en la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012 como “organismo de inspección”.

Cuadro 2. Alcances de las acreditaciones con las normas INTE-ISO/IEC 17025:2017 e INTE-ISO/IEC 17020:2012

| # | Laboratorio | Cantidad de técnicas acreditadas asociadas a la matriz agua* | Año de acreditación | Observaciones | Aguas | Alimentos | Clínica | Industria | Ambiente | Inspecciones sanitarias |
|----|---|--|---------------------|---|-------|-----------|---------|-----------|----------|-------------------------|
| 1 | AGQ Labs S.A. | 119 | 1997 | Metales por separado cada uno. Ensayos en textiles, papel, derivados de petróleo, alimentos, lodos, gases. | X | X | | X | X | |
| 2 | Agrotec | 29 | 2005 | Metales agrupados por técnica | X | | | | | |
| 3 | Bioanalítica Pacífico Limitada | 13 | 2019 | | X | | | | | |
| 4 | Chaso del Valle | 4 | 2018 | | X | X | | | X | X** |
| 5 | Chemlabs | 76 | 2007 | Contiene gran cantidad de metabolitos agrupados. Lodos ambientales. | X | X | X | X | X | |
| 6 | Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC ITCR | 37 | 2000 | Elementos separados cada uno | X | X | | X | | |
| 7 | Laboratorio Bacteriológico Biotec | 7 | 2011 | | X | X | | | | |
| 8 | Laboratorio de Análisis Ambiental UNA | 70 | 2005 | | X | | | | X | |
| 9 | Laboratorio Químico AqylaSA | 48 | 1998 | | X | | | | | |
| 10 | CELEQ | 0 | 2006 | En 2018 se redujo el alcance de toma de muestras de agua. Solo tienen acreditados ensayos relacionados a petróleo y sus subproductos. | | | | X | | X*** |
| 11 | Laboratorio de Microbiología de Aguas UCR | 8 | 2013 | | X | | | | | |
| 12 | Laboratorio de Servicios y Suministros Integrales SSI S.A. | 7 | 2018 | | X | | | | | |
| 13 | Laboratorio Microtec | 7 | 2014 | | X | X | | X | X | |
| 14 | Laboratorio Nacional de Aguas AgA | 77 | 2008 | Metales agrupados. Lodos se consideran análisis ambientales. | X | | | | X | X**** |
| 15 | Laboratorio de Análisis San Martín | 94 | 2001 | | X | X | X | X | X | |
| 16 | Labservices Laboratorio de Aguas y Alimentos S.A. | 3 | 2024 | Solo muestreo, temperatura y pH en aguas acreditados. | X | | | | | |
| 17 | Microbiología y Calidad Industrial MCI S.A. | 4 | 2014 | Coliformes totales y <i>E.coli</i> Endotoxinas. No incluye Coliformes | X | | | X | | |
| 18 | Supplab S.A. | 19 | 2010 | | X | X | | X | X | |
| 19 | Laboratorio del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental CICA UCR | 35 | 2000 | | X | | | | | |

* En la columna cantidad de técnicas acreditadas asociadas a la matriz agua, no se consideran los ensayos en las demás matrices, como alimentos, muestras clínicas, industria, ambiente, etc.

** Inspecciones para servicios de alimentos al público.

*** Inspecciones de productos, servicio eléctrico y estaciones de servicio.

**** Inspecciones sanitarias de instalaciones, con la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012.

FUENTE: elaborado por los autores con datos de ECA.

Clasificación de los laboratorios según cantidad de técnicas acreditadas con las normas INTE-ISO/IEC 17025: 2017 y la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012

En el cuadro 3 se presenta la clasificación de los laboratorios, según cantidad de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y la norma INTE-ISO/IEC 17020 :2012, de los 19 laboratorios contemplados en el estudio.

Cuadro 3. Clasificación de los laboratorios según cantidad de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012.

| Intervalos | Clasificación | Nivel de modernización | Número de laboratorios |
|--------------|---------------|---|------------------------|
| 0 | Nulo | CELEQ [20] | 1 |
| >0-30 | Bajo | Chaso del Valle [21] Agrotec, [22] Bioanalítica Pacífica Ltda [23] Lab. Bacteriológico Biotec [24] Lab. Microbiología de Aguas UCR [25] Lab. Microtec [26] Labservices Laboratorio de Aguas y Alimentos S.A. [27] Microbiología Calidad Industrial MCI S.A. [28] Suplilab S.A. [29] | 9 |
| >30-60 | Moderado | Centro de Investigación y Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC-ITCR [30] Lab. Químico Aqyla S.A. [31] Lab. Centro de Investigación en Contaminación Ambiental CICA-UCR [32] Laboratorio de Servicios y Suministros Integrales SSI S.A. [33] | 4 |
| >60-90 | Bueno | Chemlabs [34] Laboratorio Análisis Ambiental UNA [35] Laboratorio Nacional de Aguas AyA [36] | 3 |
| >90 | Muy Bueno | Laboratorio de Análisis San Martín [37] AGQ Labs S.A. [38] | 2 |
| Total | | | 19 |

NOTA: En el cuadro 2 se identifican solo tres laboratorios que tienen el Organismo de Inspección Acreditados con la Norma INTE-ISO/IEC 17020:2012, entre ellos el Laboratorio Nacional de Aguas.

Equipamiento de punta del Laboratorio Nacional de Aguas

En los cuadros 4, 5, 6, 7 y 8 se presentan los equipos de punta adquiridos por el LNA, a partir de 1997.

Cuadro 4. Equipo del Área de Química de Agua Potable.

| Equipo | Objetivo y finalidad de la adquisición | Año de adquisición |
|---|---|--------------------|
| ICP-MS Modelo 7700 | Técnica para el análisis de metales pesados con alta sensibilidad | 2012 |
| Cromatógrafo de Gases acoplado a espectrómetro de masas | Técnica para el análisis de plaguicidas | 2014 |
| Titulador automático | Técnica para el análisis de durezas y alcalinidad | 2017 |
| Digestor | Técnica para el pre-tratamiento de muestras | 2017 |
| ICP-MS Modelo 7900 | Técnica para el análisis de metales pesados con alta sensibilidad | 2019 |
| Cromatógrafo de iones | Técnica para el análisis de aniones | 2019 |
| Cromatógrafo de iones compuesto | Técnica para el análisis de aniones y cationes mayoritarios | 2022 |

FUENTE: Área de Química Agua Potable: Luis Zúñiga.

Cuadro 5. Equipo de punta del Área de Microbiología de Agua Potable.

| Equipo | Marca | Objetivo y finalidad de la adquisición | Año de adquisición |
|--|-------------|---|--------------------|
| Analizador automatizado de bacterias y levaduras | Biomerieux | Identificación de microorganismos bacterianos Gram Positivos, Gram Negativos, levaduras patogénicas, microorganismos fastidiosos y pruebas de sensibilidad a antibióticos | 2020 |
| Sellador QuantiTray Plus | IDEXX | Sellado de bandejas de pruebas rápidas para microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S | 2022 |
| Cámara de Flujo Laminar | Labconco | Tratamiento de Patógenos Bioseguridad Nivel #3 | 2020 |
| Gabinete de visualización | Spectroline | Confirmación por emisión de luz fluorescente de microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S | 2022 |
| Filtramax | IDEXX | Para concentración y elución de quistes de <i>Giardia</i> sp y ooquistes de <i>Cryptosporidium</i> sp. | 2020 |
| Compresor | IDEXX | Para concentración y elución de quistes de <i>Giardia</i> sp y ooquistes de <i>Cryptosporidium</i> sp. | 2020 |
| Sellador Quanti Tray Modelo 2X | IDEXX | Sellado de bandejas de pruebas rápidas para microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S y Nivel 1 Reglamento #37083-S | 2022 |
| Lámpara fluorescente de luz UV | Spectronics | Confirmación por emisión de luz fluorescente de microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S | 2022 |
| Cabina de visualización de luz UV | IDEXX | Confirmación por emisión de luz fluorescente de microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S | 2022 |
| Equipo Arium H2O-RDI-2-T | Sartorius | Producción de Agua Tipo 2 para realización de análisis y elaboración de medios de cultivo | 2015 |
| Sellador Quanti Tray Plus | IDEXX | Sellado de bandejas de pruebas rápidas para microorganismos del Nivel 1 Reglamento #38924-S y Nivel 1 Reglamento #37083-S | 2022 |
| Microscopio de Luz e inmunofluorescencia, cámara | Olympus | Para visualización por inmunofluorescencia de quistes de <i>Giardia</i> sp y ooquistes de <i>Cryptosporidium</i> sp (Nivel 4 Reglamento #38924-S). Para visualización de bacilos y de cocos Gram positivos y Gram negativos Reglamento N°38924-S. Para visualización de huevecillos de helmintos (Nivel 4, Reglamento N°38924-S.) | 2020 |

FUENTE: Área de Microbiología de Agua Potable: Johanna Méndez Araya.

Cuadro 6. Equipo de punta del Área Biología Molecular.

| Equipo | Marca | Objetivo | Año de adquisición |
|---|-------------------------------|--|--------------------|
| Cabina para PCR | Esco | Procesamiento de ensayos moleculares en condiciones libres de contaminación. | 2016 |
| Refrigerador 4 °C | Thermo Fisher Scientific | Mantenimiento de reactivos en frío. | 2021 |
| Congelador -20 °C | Thermo Fisher Scientific | Mantenimiento de reactivos y ácidos nucleicos en congelación. | 2021 |
| Congelador -80 °C | Thermo Fisher Scientific | Mantenimiento de reactivos y ácidos nucleicos en congelación. | 2018 |
| Microcentrífuga refrigerada | Thermo Scientific Sorvall 17R | Separación de partículas para ensayos moleculares. | 2016 |
| Centrífuga refrigerada | Thermo Scientific | Separación de partículas y muestras para ensayos moleculares. | 2018 |
| Termociclador Tiempo Real | Roche | Análisis de PCR cuantitativo. | 2017 |
| Termociclador Punto Final | Eppendorf MasterCycler | Análisis de PCR cualitativo. | 2016 |
| Analizador de fragmentos para Electroforesis capilar automatizada | Qiagen | Revelado de los análisis de PCR cualitativo. | 2016 |
| Fluorómetro Quantus | Promega | Cuantificación de ácidos nucleicos. | 2016 |
| Homogeneizador | Retsch | Pre tratamiento de muestras de agua para ensayos moleculares. | 2021 |
| Hibridador de ácidos nucleicos | Vitro master diagnostica | Determinación de perfil genotípico de resistencia a los antimicrobianos. | 2021 |
| Extractor de ácidos nucleicos | Promega | Extracción de ácidos nucleicos. | 2020 |

FUENTE: Dirección de Investigación en Agua, Ambiente y Salud: Pablo César Rivera Navarro.

Cuadro 7. Equipo de punta del Área de Química de Aguas Residuales.

| Equipo | Marca | Objetivo y finalidad de la adquisición | Año |
|-------------------------------------|---------------------|--|------|
| Espectrofotómetro UV-Visible | Hewlet Packard 8453 | Determinación de Sustancias activas al azul de metileno según Reglamento #33601 | 2005 |
| Analizador de Nitrógeno | Foss Kjentec TM 9 | Determinación de Nitrógeno Total, Amoniacal y Orgánico según Reglamento #33601 | 2023 |
| Analizador de Humedad | | Determinación de humedad y materia volátil en muestras de lodos y biosólidos. Reglamento N°39316-S | |
| Espectrofotómetro | Hach DR3900 | Determinación de DQO, Fósforo total según Reglamento #33601 | 2022 |
| Espectrofotómetro | Hach DR2010 | Determinación de DQO, Fósforo total según Reglamento #33601 | 2005 |
| Purificador de agua Osmosis Inversa | Sartorius | Producción de Agua Tipo 2 para realización de análisis del área de aguas residuales | 2015 |

FUENTE: Área de Química de Aguas Residuales: Ilena Vega Guzmán.

Cuadro 8. Equipo de punta del Área de Microbiología de Aguas Residuales.

| Equipo | Marca | Objetivo y finalidad de la adquisición | Año |
|-------------------------------|---------|---|------|
| Microscopio de Luz con cámara | Olympus | Para visualización de bacterias y huevecillos de helmintos Reglamento N°39316-S | 2005 |
| Centrífuga refrigerada | IEC | Análisis de Huevecillos de helmintos Reglamento N°39316-S y #33601 | 2008 |
| Microscopio de Luz con cámara | Zeiss | Análisis de Huevecillos de helmintos Reglamento N°39316-S y #33601 | 2018 |
| Cámara de Bioseguridad | ESCO | Tratamiento de Patógenos | 2019 |
| Estereoscopio | Olympus | Análisis de muestras biológicas Reglamento N°33903-MINAE-S | 2019 |
| Microscopio Invertido | Jenco | Análisis de Muestras de lodos activados | 2017 |

FUENTE: Área de Microbiología de Aguas Residuales: Ernesto Alfaro Arrieta.

Analitos acreditados por el LNA durante el periodo 2008-2024

La figura 1 muestra la evolución del número de analitos acreditados ante el ECA por el LNA, durante el periodo 2008-2024, en el marco del proceso de acreditación con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 e INTE-ISO/IEC 17025:2017.

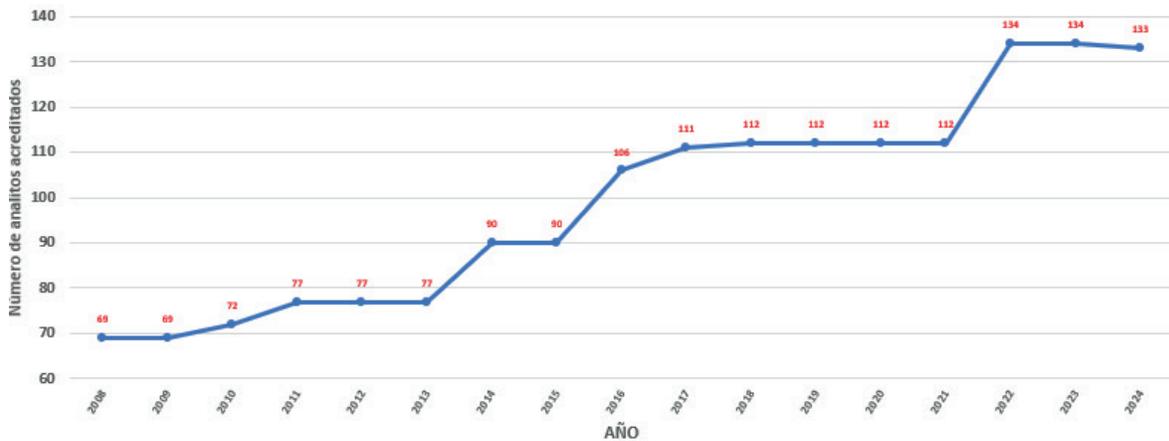


Figura 1. Analitos acreditados por el LNA con la Norma ISO 17025 durante el periodo 2008-2024.

Análisis de resultados

antes de iniciar el análisis de los resultados, es importante anotar que la comparación en el avance de las técnicas de análisis acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, se realiza entre 19 laboratorios vinculados a análisis de agua en donde, a excepción del LNA, la mayoría mezclan sus técnicas para estudios en alimentos, hortalizas y aguas entre otros.

Laboratorios vinculados a análisis de aguas con técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

En primera instancia, en el cuadro 2 se observa la lista de laboratorios con inicio de la acreditación de las técnicas de análisis por medio de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, a saber AGQ Labs S.A. (año de acreditación en 1997), Laboratorio de Centro de Investigación

en Contaminación Ambiental (CICA-UCR) (año 2000), CEQIATEC-ITCR (año 2000), Laboratorio de Análisis San Martín (año 2001), AGROTEC (año 2005), CELEQ (año 2006), Chemlabs (año 2007) y el Laboratorio Nacional de Aguas (año 2008); los restantes laboratorios adquirieron la acreditación de las técnicas a partir del 2010.

En segunda instancia, se identifica que el laboratorio con más número de acreditaciones es AGQ Labs S.A. con 119, seguido por el Laboratorio de Análisis San Martín con 94, el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) con 79, seguidos por CHEMLABS con 77 y el Laboratorio de Análisis Ambiental UNA con 70. También, 12 laboratorios se ubican con menos de 35 técnicas acreditadas, a saber Laboratorio Químico AqylaSA (48), CICA-UCR (35), CEQIATEC-ITCR (37), Agrotec (29), Suplilab S.A. (19), Bioanalítica Pacífico Limitada (13), Laboratorio Microbiología de Aguas UCR (8) y Laboratorio de Servicios y Suministros Integrales SSI S.A. (33).

Clasificación de los laboratorios según cantidad de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

La aplicación del sistema de clasificación del nivel de modernización, según los intervalos del número de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC: 17025: 2017, resumidos en el cuadro 2 evidencian que:

- Un laboratorio con cero (0) técnicas de acreditación clasificó como “nulo”, con respecto a la modernización en la acreditación de las técnicas analíticas.
- Nueve (9) laboratorios clasificaron como “Bajo”, ubicados en el intervalo entre > 0 a 30.
- Cuatro (4) laboratorios entre 31 a 60, clasifican con el nivel de modernización “Moderado”.
- Tres (3) laboratorios entre 61 a 90, clasifican como nivel de modernización “Bueno”.
- Uno (1) laboratorio, ubicado en el intervalo >90, clasificó en el nivel de modernización “Muy Bueno”.

Como se observa el LNA, mediante la aplicación de la clasificación de los laboratorios según la cantidad de técnicas analíticas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, califica con un nivel de modernización “Bueno” con 79 técnicas acreditadas, solamente superado por el Laboratorio de Análisis San Martín con 94 y el Laboratorio AGQ Labs S.A. con 119, ambos laboratorios califican con un nivel de modernización “Muy Bueno”; no obstante, el LNA adquirió el alcance de acreditación en el año 2008, convirtiéndose en el primer laboratorio de aguas acreditado a nivel latinoamericano, mientras que AGQ Labs S.A. y Laboratorio de Análisis San Martín lo hicieron en 1997 y el 2001, respectivamente.

Por otro lado, el LNA, el CELEQ y Chaso del Valle son los tres laboratorios, de los 19 estudiados, que cuentan con un organismo de inspección acreditados con la norma INTE-ISO/IEC 17020: 2012. Es decir, el LNA ocupa el tercer lugar en el ranking de los laboratorios con técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, pero cuenta con el avance y la ventaja de estar acreditado también con la norma INTE-ISO/IEC 17020: 2012, utilizada principalmente para “inspecciones sanitarias”. Aunado a esto, el LNA está enfocado exclusivamente en los análisis físicoquímicos y microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos; además, tiene acreditados los análisis en lodos con la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, los cuales clasifican como ambientales. Por su parte AGQ Labs S.A. y Laboratorio San Martín abarcan análisis de aguas, alimentos, clínica, industria y ambiente.

Adicionalmente, es importante indicar que el LNA es uno de los laboratorios públicos acreditados con ambas normas en la subregión de América Central y el Caribe.

Equipamiento de punta adquirido por el LNA

Área de Química de Agua Potable

En el cuadro 4 se identifican siete equipos de punta de alto valor económico y gran aplicabilidad, utilizados en el Área de Química de Agua Potable, a saber:

- ICP-MS modelo 7700 de Agilent Technologies, usado para la determinación y cuantificación de metales pesados con alta sensibilidad, adquirido en el 2012.
- ICP-MS modelo 7900 de Agilent Technologies, usado para la determinación y cuantificación de metales pesados con alta sensibilidad, adquirido en el 2019.
- Titulador automático para el análisis de durezas y alcalinidad, adquirido en el 2019.
- Cromatógrafo de Gases acoplado a espectrómetro de masas para la técnica de plaguicidas, adquirido en el 2014.
- Cromatógrafo de Iones para la técnica de análisis de aniones, adquirido en el 2019.
- Cromatógrafo de Iones compuesto para la técnica de análisis de aniones y cationes mayoritarios, adquirido en el 2022.

Además, se incluye un digestor para pre tratamiento de muestras, adquirido en el 2017.

Equipo de Microbiología de Agua Potable

En el cuadro 5 se identifican trece equipos de punta, esenciales para el control de calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano:

- Analizador automatizado de bacterias y levaduras, usado para la identificación de microorganismos bacterianos Gram positivos, Gram negativos, levaduras patógenas y microorganismos fastidiosos y pruebas de sensibilidad a antibióticos, adquirido en el 2020.
- Sellador de bandejas de pruebas rápidas para microorganismos del Nivel 1 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S, adquirido en el 2022.
- Cámara de Bioseguridad para procesamiento de patógenos con Bioseguridad Nivel 3, adquirido en el 2020.
- Gabinete de visualización de emisión de luz fluorescente de microorganismos del Nivel 1 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto N°. 38924-S [39], Nivel 1 del Reglamento para la Calidad del Agua en Centros de Salud, Decreto N°. 37083-S [40] y microorganismos del nivel 1 del Reglamento de Manejo de Piscinas, Decreto N°. 35309-S [41].
- Equipo para concentración y elución de quistes de *Giardia* sp y ooquistes de *Cryptosporidium* sp, adquirido en el 2020, para el Nivel 4 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable.
- Microscopio de luz e inmunofluorescencia (Olympus), para visualización de Quistes de *Giardia* sp y ooquistes de *Cryptosporidium* sp del Nivel 4 del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, adquirido en el 2020.

Además de otros seis equipos esenciales para análisis microbiológicos.

Equipo de Punta de Biología Molecular

En el cuadro 6 se identifican trece equipos de punta, adquiridos y enfocados para la detección de microorganismos (virus, bacterias y protozoarios) mediante técnicas de “Diagnóstico Molecular”, adquiridos entre 2016 al 2020. Entre estos equipos resaltan:

- Cabina para PCR, refrigeradores y congeladores a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, Microcentrífuga refrigerada y termociclador en tiempo real y punto final; analizador de fragmentos de electroforesis capilar automatizada.

La creación del laboratorio de “Biología Molecular”, impulsada en el marco de la creación de la “Dirección Funcional de Investigación en Agua, Ambiente y Salud” en el 2016, es el paso más importante en la “Modernización del LNA”; esta dependencia, aunque aún no tiene técnicas acreditadas, marca la diferencia con los otros laboratorios asociados a análisis de agua, debido a que ha incursionado en las pruebas de PCR o de reacción de cadena de la polimerasa, con la cual se ha permitido la detección de material genético del virus SARS-CoV-2 [42], y otras técnicas como se presentan en el Informe de Labores 2023: Dirección de Investigación en Agua, Ambiente y salud [43].

Equipo de punta de las Áreas de Microbiología y Química de Aguas Residuales

En los cuadros 7 y 8 se presentan 12 equipos de punta de las Áreas de Microbiología y Química de Aguas Residuales, para la determinación de todos los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, pH, Ssed, SST, GyA, SAAM y temperatura) regulados para aguas residuales domésticas, según Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales N°33601. Adicionalmente, se cuenta con el equipo para la determinación de nutrientes, Nitrógeno Total, Amoniacal, Orgánico, DQO, Fósforo total y el equipo para análisis microbiológicos en la matriz de aguas residuales y lodos, como el análisis de huevecillos de Helmintos en ambas matrices, tratamiento de patógenos y análisis de muestras de lodos activados, que permite evaluar todos los parámetros establecidos en el Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos Biosólidos (N°39316-S). Dichos equipos se adquirieron en 2015 y 2017, y también contribuyen a marcar un gran avance por parte del LNA.

Analitos acreditados por el LNA

En el marco en el marco del proceso de acreditación con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 e INTE-ISO/IEC 17025:2017, se logra identificar que en su primer año de acreditación (2008) el LNA logró acreditar 69 analitos, número que se ha incrementado de forma paulatina hasta lograr mantener 133 acreditados en el año 2024, lo que evidencia un compromiso institucional, de la dirección y del personal del LNA.

Conclusiones

- Paradójicamente, ante la contaminación por hidrocarburos en el 2024 del sistema de abastecimiento de agua de Guadalupe, Moravia y Tibás, en donde injustamente se cuestionó el accionar del LNA, se encubrieron los pasos hacia la “Modernización del LNA”, tapando la realidad indicada en el Acuerdo de Junta Directiva de AyA-2006-296, donde se ratifica la “Construcción del nuevo Edificio del Laboratorio Nacional de Aguas” y la adquisición de equipo para los años 2008, 2009 y 2010, entre lo que se programó la adquisición de un Cromatógrafo de Gases para la determinación de Hidrocarburos, entre otros.

- Es muy preocupante que jerarcas y políticos de turno hayan cuestionado los avances en la modernización del LNA, enfocados solamente en la no ejecución del mencionado acuerdo de Junta Directiva del AyA; en realidad, a pesar de todo el LNA ha sido modernizado por sus funcionarios con la adquisición de equipos, el trabajo arduo de implementación y validación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, establecidos en la normativa nacional vigente en agua potable y saneamiento, lo que ha permitido clasificar al LNA con un “Nivel de Modernización Bueno”, ocupando el tercer lugar en el número de técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, además de ser uno de los únicos tres laboratorios acreditados con la norma INTE-ISO/IEC 17020: 2012.
- Sumado a esta realidad el LNA es el centro de control de calidad del agua, pertenecientes a las empresas de agua y saneamiento nacionales de la región, con más técnicas acreditadas con la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2017, entre los laboratorios de los países de Centroamérica y República Dominicana.
- A nivel nacional, el LNA pasó de 69 analitos acreditados en el año 2008 a 133 en el 2024, lo que evidencia un compromiso a todo nivel y un mejoramiento continuo de su sistema de control de calidad; esta situación lo que demuestra es que, pese a las limitaciones económicas, de infraestructura y de equipo, existe una enorme porción de mística y entrega en el trabajo por parte del personal del LNA, en busca de proteger la salud pública de Costa Rica, a pesar de las dudas que se ha querido sembrar entre la sociedad.

Recomendaciones

Se recomienda a la alta jerarquía del AyA realizar un análisis integral y objetivo, contemplando los esfuerzos realizados por los funcionarios del LNA, a través de los años, en busca de la modernización mediante la adquisición de equipo, mantenido la acreditación en las normas de calidad INTE-ISO/IEC 17025:2017 e y INTE-ISO/IEC 17020:2012. Es necesario consumir el cumplimiento legal de fortalecer el LNA aplicando el Acuerdo de Junta Directiva 2006-296, considerando el Decreto N° 44200-MINAE “Declaratoria de conveniencia nacional del proyecto denominado “Construcción del edificio laboratorio nacional de aguas”, a desarrollar por el AyA.

Referencias

- [1] La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley Constitutiva Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Ley 2726, 14 de abril 1961; pág.1-12.
- [2] La Asamblea Legislativa de la Republica de Costa Rica. Ley General de Agua Potable. Publicado en La Gaceta N°223 del 2 de octubre de 1953; pág. 1-4.
- [3] Darner Adrián Mora Alvarado. Pasado, presente y futuro del Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión. Laboratorio Nacional de Aguas; pág. 1-17
- [4] Darner A. Mora Alvarado y colaboradores. Criterios bacteriológicos y calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica. Periodo 1986-1987. Revista Tecnología en Marcha, 9 (3), pág. 45-49.
- [5] Darner A. Mora Alvarado. Calidad Microbiológica de las Aguas Superficiales en Costa Rica. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; pág. 1-16. En línea. <https://www.bvs.sa.cr/ambiente/textos/ambiente09.pdf>
- [6] Darner A. Mora Alvarado. Agua, Ambiente y Salud. EUNED-Investigación, ISBN 978.9968-04-082-2; 2023: pág. 1-262.
- [7] Darner A. Mora Alvarado. Calidad Sanitaria de los Esteros y/o Desembocaduras de ríos en los litorales de Costa Rica 1996-2011. AyA-LNA; 2012, sp.
- [8] Darner A. Mora Alvarado. Estrategia para mejorar los servicios de agua potable en Costa Rica: 1990-2023. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2020; pág. 1-2.

- [9] Darner A. Mora Alvarado. Situación Actual del Agua para Consumo Humano y las Aguas Residuales en Costa Rica, 1991. San José. Revista Biocenosis. Editorial EUNED. Vol. N°2; 1991: pág. 71-80.
- [10] Edgar González Contreras y colaboradores. Código de colores para determinar el avance de la Calidad Microbiológica de las Aguas para Consumo Humano en Costa Rica. La Unión. Laboratorio Central AyA; 1993: sp.
- [11] Darner A. Mora Alvarado, Arcelio Chavez. 25 Aniversario Bandera Azul Ecológica de Costa Rica. Orígenes, Evolución y Futuro. Campo Directo KC.S.A.
- [12] Poder Ejecutivo de Costa Rica. Designación del Laboratorio central de AyA como Laboratorio Nacional de Aguas. Decreto Ejecutivo 26-066-S. La Gaceta N°109 de 9 de junio de 1997.
- [13] Ente Costarricense de Acreditación. Alcance de Acreditación LE-049 Laboratorio Nacional de Aguas, Acueductos y Alcantarillados-Área de Ensayos. San José, Costa Rica. Documento en línea, consultado el 08/08/2024 a las 10:46 am. En línea. <https://eca.or.cr/oec/laboratorio-nacional-de-aguas-acueductos-y-alcantarillados-area-de-ensayos/>
- [14] Junta Directiva AyA. Programa Sello de Calidad Sanitaria. Acuerdo JD: 2002-150.
- [15] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Implementación y Desarrollo de Programa de Mejoramiento Nacional y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable. Periodo 2007-2015. Decreto 33953-S-MINAE. La Gaceta 175; 12/09/2007; pág. 1-2.
- [16] Darner A. Mora Alvarado, Carlos F. Portuguez Barquero. Programa Nacional de Disminución de Brechas en los Servicios de Agua Potable: 2019-2023 y 2024-2030. Laboratorio Nacional de Aguas, La Unión. Cartago; 2019:pág 1-23.
- [17] Darner A. Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Poblaciones sin Servicio de Agua para Consumo Humano en Costa Rica. Periodo 2022. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago: 2024. pág. 1-20.
- [18] Junta Directiva AyA. Acuerdo de Junta Directiva N°2006-296. Sesión N°25-04-2006; 25/04/2024; Fecha de comunicación 04/05/2006; pág. 1-6.
- [19] Poder Ejecutivo. Declaratoria de Conveniencia Nacional del proyecto denominado “Construcción del Edificio del Laboratorio Nacional de Aguas”. Decreto Ejecutivo 44200; 05/07/2023.
- [20] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-037 Universidad de Costa Rica UCR- Laboratorio de Ensayo del Centro de Electroquímica y Energía Química CELEQ. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 18 de diciembre del 2006.
- [21] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-139 Laboratorio de ensayo Chaso del Valle. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 30 de octubre del 2018.
- [22] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-029 Agrotec Laboratorios Analíticos S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 10 de octubre del 2005.
- [23] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-150 Laboratorio Bioanalítica Pacífico Limitada. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 20 de septiembre de 2019.
- [24] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-155. Laboratorio Bacteriológico BIOTEK. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 29 de julio del 2020.
- [25] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-102 Universidad de Costa Rica- Laboratorio de Microbiología de Aguas. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 23 de abril del 2013.
- [26] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-112 Laboratorio Microtec S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 11 de febrero del 2014.
- [27] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-196 Labservices Laboratorio de Aguas y Alimentos Sociedad Anónima- LabServices. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 12 de julio del 2024.
- [28] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-111 Microbiología y Calidad Industrial MCI S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 28 de enero del 2014.
- [29] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-079 Laboratorio Suplilab S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 31 de agosto del 2010.
- [30] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-004 Instituto Tecnológico de Costa Rica – Laboratorio del Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos- CEQIATEC. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 30 de junio del 2000.
- [31] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-003 Laboratorio Químico AQYLA S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 25 de marzo del 1998.

- [32] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-007 Universidad de Costa Rica – Laboratorio del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental-CICA. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 30 de junio del 2000.
- [33] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-138 Laboratorio Suministros y Servicios Integrales SSI S.A. - Suministros y Servicios Integrales SSI, S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 15 de mayo del 2018.
- [34] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-043 Laboratorio CHEMLABS S.A. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 11 de junio del 2007.
- [35] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-024 Laboratorio Universidad Nacional de Costa Rica– Laboratorio de Análisis Ambiental. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 10 de octubre del 2005.
- [36] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-049 Laboratorio Nacional de Aguas, Acueductos y Alcantarillados. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 11 de febrero del 2008.
- [37] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-012 Centro Médico San Martín, S.A- Laboratorio San Martín. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 30 de octubre del 2001.
- [38] Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Alcance de Acreditación LE-002 Laboratorio AGQ Costa Rica. Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017. 16 de abril de 1997.
- [39] Decreto N°33601-MINAE. Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales.
- [40] Decreto N°39316-S. Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos Biosólidos.
- [41] Decreto N°33903-MINAE-S. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales.
- [42] Darner A. Mora Alvarado. Hechos en tiempos de Covid. Investigación en tiempo real. Editorial Académica Española. Moldova. ISBN:978-620-2-25085-6;2028: pág. 4-211.
- [43] Pablo Cesar Rivera Navarro y colaboradores. Informe de Labores 2023. Dirección de Investigación en Agua, Ambiente y Salud. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2024. pág. 1-32.

Calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano en centros educativos y establecimientos de salud en Costa Rica 2023

Microbiological drinking water quality in educational centers and health establishments in Costa Rica 2023

Pablo César Rivera-Navarro¹, Darner Mora-Alvarado²

Rivera-Navarro, P.C; Mora-Alvarado, D. Calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano en centros educativos y establecimientos de salud en Costa Rica 2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 24-35.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7210>

1 Dirección de Investigación. Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 privera@aya.go.cr

2 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Agua; centro educativo; contaminación; establecimiento de salud; potable.

Resumen

Se presentan resultados de la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano en centros educativos de Costa Rica, además de la entrada y redes interiores de establecimientos de salud, mediante muestreos realizados al agua suministrada por los entes operadores oficiales (AyA, Municipios-ESPH y acueductos comunales o ASADAS), durante el año 2023. Para los centros educativos se monitorearon los indicadores fecales y la concentración de cloro residual libre, mientras que para los establecimientos de salud se consideró también el recuento de bacterias heterotróficas y la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*. Los resultados indican que en centros educativos se recolectaron 1038 muestras en 671 centros de enseñanza, para identificar que el 97 % recibió agua de calidad potable y 3 % presentó indicios de contaminación fecal. En 88 establecimientos de salud se recolectaron 287 muestras, para evidenciar que el 98 % se encuentra libre de contaminación fecal a la entrada, mientras que 100 % no presentó indicadores fecales en su red interna; sin embargo, se detectó *Pseudomonas aeruginosa* en 91 % en las entradas de agua y 86 % de la red interna. Por otro lado, en las muestras de entrada de agua de los centros de salud el 94 % presentó determinaciones con cloro residual conformes con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, mientras que en las redes internas solamente el 64 % cumplió con este requisito.

Keywords

Educational center; health establishments; pollution; potable; water.

Abstract

The results the microbiological quality of water for human use and consumption in educational centers in Costa Rica are presented, in addition to the entrance and interior networks of health establishments, through sampling carried out on the water supplied by the official operating entities (AyA, Municipalities-ESPH and communal aqueducts or ASADAS), during the year 2023. For educational centers, fecal indicators and the concentration of free residual chlorine were monitored, while for health establishments the count of heterotrophic bacteria and *Pseudomonas aeruginosa* were also considered. The results indicate that in educational centers 1038 samples were collected in 671 educational centers, to identify that 97 % received drinking quality water and 3 % presented signs of fecal contamination. In 88 health establishments, 287 samples were collected, to show that 98 % are free of fecal contamination at the entrance, while 100 % did not present fecal indicators in their internal network; however, *Pseudomonas aeruginosa* was detected in 9 % in the water inlets and 14 % in the internal network. On the other hand, in the water inlet samples from health centers, 94 % presented determinations with residual chlorine in accordance with the Regulation for the Quality of Drinking Water, while in internal networks only 64% met this require.

Introducción

En la agenda 2030 para el agua potable [1], en el seguimiento de la meta 6.1. que persigue el acceso universal al agua potable “para todos”, exige un más allá del hogar y tener en consideración el acceso en entornos institucionales y espacios públicos [2]. Entre estos entornos “más allá del hogar”, se encuentran los Centros Educativos (CE) (preescolar, escuelas y colegios) y los Centros de Salud (CS) (clínicas y hospitales).

En Costa Rica, gracias a los programas “Bandera Azul Ecológica” [3,4] y “Sello de Calidad Sanitaria” [5,6], se ha incluido en el Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano [7], se ha incluido la evaluación de la calidad del agua, en las aguas de entrada suministrada por los entes operadores (AyA, Municipios, ESPH y ASADAS) y en las redes internas de los respectivos Centros Educativos y de Salud del país. Es así como en el 2009, se realizó el primer estudio de la calidad del agua para consumo humano en Centros Educativos en Costa Rica: 2004-2007 [8] y en el 2019, manteniendo el hilo conductor, se publicó el estudio, titulado “Agua para consumo humano y saneamiento en Centros Educativos de Costa Rica 2017” [9].

En lo que respecta a los Centros de Salud en el 2019, se divulgó el trabajo, titulado “Estimación de la calidad del agua para consumo humano en Centros de Salud de Costa Rica al 2017 [10]. A nivel global el Programa Conjunto de Monitoreo (JMP), OMS/UNICEF, publicó el informe sobre “Agua, saneamiento e higiene en los centros de atracción de la Salud [11,12]. Aunado a esto, George Cobbinah Yorke and Fauzia Aliu and Channa Sam Ol, elaboraron un nuevo informe con el apoyo de OMS/UNICEF, titulado “Agua, saneamiento e higiene en los centros de salud: una inversión para los sistemas de salud” [13].

Por otro lado, en el 2016 se publicó en Programa Conjunto de Monitoreo de la UNICEF/OMS la petición de incorporar las coberturas de calidad del agua en el documento titulado “Agua gestionada en forma segura” [14], en donde se incluye en el apartado “Agua más allá del hogar”, la obligatoriedad de incluir el monitoreo de la calidad del agua en centros educativos y centros de salud, con el propósito de establecer los datos “línea base”, buscar las mejoras para establecer las metas en el Objetivo 6, titulado “Agua Limpia y Saneamiento” en la Agenda para el 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos el 25 de setiembre del 2015 en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en Nueva York [15].

A la luz de estos antecedentes y como parte de la Vigilancia de la Calidad del agua “más allá del hogar”, se presenta este informe con el objetivo principal de estimar la calidad del agua para uso y consumo humano en centros educativos y en los establecimientos de salud al 2023 en Costa Rica.

Objetivos

General

Estimar la cobertura de centros educativos y establecimientos de salud, con servicios de agua para uso y consumo humano, accesible para todos y libre de contaminación fecal, mediante vigilancia de la calidad microbiológica y cloro residual en las aguas de entrada y redes de distribución de los edificios de las escuelas, colegios, clínicas y hospitales, con el propósito de establecer medidas correctivas en Costa Rica, al año 2023.

Específicos

- Determinar la calidad microbiológica y cloro residual en las aguas de los CE seleccionados en el estudio.

- Determinar la calidad microbiológica y cloro residual de los ES en Costa Rica.
- Identificar los entes operadores de acueductos y evaluar la calidad microbiológica del agua, en las entradas de distribución en los CE y ES seleccionados a nivel nacional.
- Implementar la Escalera de Agua Potable para los CE y ES de Costa Rica en el 2023.

Metodología

Para el desarrollo del programa de control de calidad del agua se recolectan muestras de manera continua y sistemática, definiendo el número y la frecuencia con base en la población abastecida, mientras que para programa de vigilancia de la calidad del agua se recolectan muestras con menor frecuencia, razón por lo cual las cantidades varían entre acueductos y operadores.

Evaluación de la calidad del agua abastecida en CE en el año 2023

Recolección de muestras

En el marco del Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua para Consumo Humano (PVCCACH) del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) y del Programa Bandera Azul Ecológica, se colectaron muestras de agua para consumo humano en la red de distribución de los centros educativos. Así mismo, se midió la concentración de cloro residual libre en campo, al momento de recolectar las muestras de agua.

Los procedimientos de muestreo y manipulación de muestras de agua se definen en el Manual de Calidad del LNA y estos se basan en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Dichas muestras se trasladaron al LNA en cadena de frío y se analizaron dentro de las 24 horas posteriores a su recolección.

El programa de control de calidad del agua recolecta muestras de manera continua y sistemática, mientras que el programa de vigilancia de la calidad del agua recolecta muestras de manera menos frecuente, por lo cual, las cantidades de muestras según ente operador varían.

Análisis de laboratorio e interpretación de resultados

Una vez ingresada la muestra al LNA se realiza el ensayo de presencia de coliformes termotolerantes o fecales (CF) y *Escherichia coli* (*E.coli*), según las metodologías del “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, en sus procedimientos 9222 D, 9221 F y 9223. En caso de que un mismo CE tuviera más de un resultado, se evalúa en conjunto el grupo total de muestras. Se considera como CE con agua de calidad potable todo aquel que en la totalidad de las muestras tengan ausencia de CF y *E.coli*. Si se presentan dos o más resultados y el último análisis realizado presenta CF y/o *E.coli*, se define como no potable. Por otro lado, si existen dos o más resultados de un CE y en el último se obtuvo ausencia de CF, se valora cuántos resultados con presencia y ausencia se detectaron a lo largo del año, y el CE se clasifica como abastecido por agua de calidad potable o no potable, según la mayoría de los resultados negativos o positivos por indicadores fecales, respectivamente. En el caso de medición de la concentración cloro residual libre, esta se hizo con base en el procedimiento 4500-Cl-G de la misma bibliografía internacional. Se clasificó como clorada toda muestra de agua que tuviera un residual de cloro detectable o cuantificable; en caso de tener concentraciones no detectables de cloro residual libre, la muestra se clasifica como no clorada.

Comparación de resultados de la calidad del agua recibida en los CE en Costa Rica durante el 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023

Los resultados obtenidos en el año 2023 se compararon con los datos de los años 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022, siguiendo la misma metodología de evaluación de resultados descrita para todos los años.

Estimación de escalera de agua potable de CE en Costa Rica-2023

Se estimó la escalera del nivel de servicio de los ODS con respecto al agua potable, según lo indicado en el cuadro 1.

Cuadro 1. Nueva escalera del Programa Conjunto de monitoreo para el servicio de abastecimiento de agua potable doméstica.

| Nivel de Servicios | Descripción | Aplicación en centros educativos | Aplicación en establecimientos de salud |
|--------------------|--|--|--|
| Avanzado | Instalación mejorada situada en la vivienda, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | Instalación mejorada situada en el centro educativo, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | % de cobertura de agua potable sin contaminación fecal, sin <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y sin contaminación química. |
| Básico | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible. | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible en el centro educativo, con algún grado de contaminación. | % de cobertura con contaminación microbiológica. |
| Limitado | Existe una fuente mejorada pero no está disponible cuando se realiza la encuesta. | Existe una fuente mejorada pero no está disponible en el centro educativo cuando se realiza la encuesta. | % de cobertura |
| Sin servicio | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | % de cobertura |

FUENTE: OMS/UNICEF. Agua potable gestionada en forma segura. 2017 modificado por los autores.

3.2 Evaluación de la calidad del agua abastecida en ES durante el año 2023

3.2.1 Recolección de muestras

En el marco del PVCCACH del LNA, se recolectaron muestras de AUCH en la entrada y en la red interna de los ES. Así mismo, se midió la concentración de cloro residual libre “*in situ*”, al momento de recolectar las muestras de agua. Las muestras se trasladaron al LNA en cadena de frío, para ser analizadas dentro de las 24 horas posteriores a su recolección.

3.2.2 Análisis de laboratorio e interpretación de resultados

Una vez ingresada la muestra al LNA se le realizaron los ensayos microbiológicos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) y recuento heterotrófico en placa, según las metodologías descritas en la literatura internacional y mencionada con anterioridad. En caso de que un mismo ES fuese muestreado más de una

vez y tuviera más de un resultado, se evalúan en conjunto el grupo total de muestras. Para la medición de la concentración de cloro residual libre, esta se hizo con base en el procedimiento 4500-Cl-G. Se clasificó como clorada toda muestra de agua que tuviera un residual de cloro detectable o cuantificable; en caso de tener concentraciones no detectables, esta muestra se clasifica como no clorado. Se consideraron los muestreos realizados en la entrada del ES (es decir, el agua aportada por el ente operador directamente al ES), y por otro lado se evaluó el agua en la red interna, es decir, cuando se muestreó el sistema interno del ES.

Estimación de la escalera de agua potable para ES-Costa Rica 2023

Se estimó la escalera del nivel de servicio de los ODS con respecto al agua potable, según lo indicado en el cuadro 1 del punto 3.1.4 de este documento.

Resultados

4.1 Evaluación de la calidad del agua abastecida en CE periodo 2023

4.1.1 Recolección de muestras

En total se recolectaron 1038 muestras de agua en los CE visitados a lo largo del año 2023.

4.1.2 Análisis de laboratorio e interpretación de resultados

En el cuadro 2 se visualiza el número total de análisis realizado en los CE, según ente operador, en donde se aprecia que AyA es el que tiene mayor cantidad de muestras recolectadas, dado que el LNA realiza control de calidad en los aproximadamente 200 acueductos que administra. Seguidamente y orden descendente, está el ente operador de acueductos comunales y por último los acueductos municipales-ESPH. Del mismo modo se comportó el número de CE monitoreados, empezando por AyA, acueductos comunales, acueductos municipales-ESPH, en orden descendente.

Se observa que el porcentaje de potabilidad de agua según ente operador varió entre 96,8 % y 100 %, siendo el ente operador constituido por los acueductos comunales quien obtuvo el porcentaje menor de potabilidad. De los CE no potables abastecidos por acueductos comunales, la mayoría correspondieron a instituciones abastecidas por agua clorada. Entre CE abastecidos con agua de calidad no potable, destaca que hubo el doble de CE abastecidos por AyA con agua clorada y más del triple en CE abastecidos por acueductos comunales con agua clorada. Esto contrasta con la realidad de la calidad del agua general de estos entes operadores, pues según los resultados del PVCCACH del país, usualmente la mayor cantidad de resultados no potables, debido a la presencia de indicadores fecales, se da en muestras de agua provenientes de acueductos no clorados. En la figura 1 se observa la distribución de la calidad del agua en CE durante el 2023 según ente operador del agua.

Cuadro 2. Calidad del agua consumida en los centros educativos monitoreados durante el año 2023 por el Laboratorio Nacional de Aguas, según ente operador.

| | Total de análisis | Centros Educativos | Agua de calidad potable | | | | Agua de calidad no potable | | | |
|---|-------------------|--------------------|-------------------------|------------|---------|------------|----------------------------|------------|---------|------------|
| | | | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado |
| Centros Educativos abastecidos por Acueductos de AyA | 534 | 306 | 302 | | 98.7% | | 4 | | 1.31% | |
| | | | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado |
| | | | 299 | 3 | 97.7% | 1.0% | 4 | 0 | 1.3% | 0.0% |
| Centros Educativos abastecidos por Acueductos Municipalidades | 38 | 38 | 37 | | 97.4% | | 1 | | 2.63% | |
| | | | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado |
| | | | 37 | 0 | 97.4% | 0.0% | 1 | 0 | 2.6% | 0.0% |
| Centros Educativos abastecidos por E.S.P.H. | 17 | 16 | 16 | | 100.0% | | 0 | | 0.0% | |
| | | | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado |
| | | | 16 | 0 | 100.0% | 0.0% | 0 | 0 | 0.0% | 0.0% |
| Centros Educativos abastecidos por Acueductos Comunales | 449 | 311 | 301 | | 96.8% | | 10 | | 3.22% | |
| | | | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado | clorado | no clorado |
| | | | 296 | 5 | 95.2% | 1.6% | 10 | 0 | 3.2% | 0.0% |
| Total | 1038 | 671 | 648 | | 96.6% | | 15 | | 2.2% | |
| | | | 656 | | 97.8% | | 15 | | 2.2% | |

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas.

Comparación de resultados

El monitoreo del AUCH en los CE ha sido incluido dentro del PVCCACH, llevado a cabo por el LNA. Estas instituciones son importantes porque concentran a la población estudiantil y representan a las comunidades abastecidas, sirviendo como puntos de vigilancia de las características del AUCH. En la figura 2 se observa la cantidad de CE monitoreados a lo largo del periodo de evaluación en estudio en el presente informe.

Del año 2019 al 2020 hubo un descenso considerable de CE monitoreados, debido a que la pandemia por COVID-19 obligó a mantener muchos centros cerrados o con acceso muy restringido. Posteriormente, durante el 2021 y 2023, empezó a subir la cantidad de CE monitoreados nuevamente. La calidad del agua consumida en los CE durante el periodo de estudio detallado en el presente informe se ha mantenido relativamente estable, como se observa en la figura 3.

El porcentaje de potabilidad a lo largo de los últimos 6 años ha variado entre 96 % y 92,2 %, siendo el 2018 el año con el menor porcentaje de potabilidad. Pese a que como se puede observar, la cantidad de CE varía a lo largo de los años, el porcentaje general de potabilidad parece mantenerse constante. Por otro lado, en la figura 4 se observa el comportamiento de la calidad del agua en los CE clasificados como abastecidos con agua no potable. En términos generales, se visualiza que cada ente operador mantiene relativamente constante la calidad de agua, siendo posiblemente el factor más llamativo que los entes operadores municipales fueron quienes tuvieron un aumento del porcentaje de CE con agua no potable.

En la figura 5 se observa la distribución de los CE abastecidos con agua no potable según reciban desinfección o no. La mayoría de los acueductos monitoreados fueron abastecidos por agua con desinfección, como se observa en la figura 5. El año con mayor cantidad de acueductos monitoreados y abastecidos con agua con cloración fue el 2017 con 97 %, en contraste con el año 2020 donde un 88,2 % de los CE recibió agua sometida a este tipo de tratamientos. Destaca que la proporción entre ambas categorías varía, ya que, durante los años 2017, 2018, 2021 y 2023, hubo más CE abastecidos por agua no potable clorada y en los años 2019 y 2020 hubo más CE abastecidos por agua no potable y no clorada.

Estimación de la escalera de agua potable de CE-Costa Rica 2023

Con base en la escalera de agua potable, en el cuadro 3 se planteó el siguiente estimado para la calidad del servicio de agua en CE para el año 2023.

Cuadro 3. Escalera del Programa Conjunto de monitoreo para el servicio de abastecimiento de agua potable para CE en Costa Rica durante el 2023.

| Nivel de Servicios | Descripción | Aplicación en centros educativos | Cobertura del país al 2023 |
|--------------------|--|--|----------------------------|
| Avanzado | Instalación mejorada situada en la vivienda, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | Instalación mejorada situada en el centro educativo, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | 95,7 % (potable) |
| Básico | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible. | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible en el centro educativo, con algún grado de contaminación. | 1,7 % (por cañería) |
| Limitado | Existe una fuente mejorada pero no está disponible cuando se realiza la encuesta. | Existe una fuente mejorada pero no está disponible en el centro educativo cuando se realiza la encuesta. | 1,3 % (pozos) |
| Sin servicio | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | 1,2 % (ríos) |

Según la estimación de la aplicación de la escalera del servicio de abastecimiento de los CE, un 95,7 % de estos recibieron un servicio avanzado, con agua proveniente de una fuente mejorada, libre de contaminación; solo un 1,7 % recibió un servicio básico, es decir, agua por cañería pero con algún grado de contaminación microbiana; un 1,3 % recibió un servicio limitado, dado por abastecimiento a partir de pozos pero con contaminación, y un 1,2 % recibió agua de calidad no potable, siendo abastecidos por ríos sin tratamiento.

Evaluación de la calidad del agua abastecida en ES durante el año 2023

Recolección de muestras

Durante el año 2023 se recolectaron 423 muestras en 127 en ES, tanto en la entrada del ES como en la red interna.

Análisis de laboratorio e interpretación de resultados

En el cuadro 4 se observan los resultados de la evaluación de la calidad del AUCH en los ES, por ente operador y por parámetro microbiológico evaluado. Se observa que se colectaron más muestras en ES abastecidos por el ente operador AyA, seguido de los acueductos comunales y municipales.

Cuadro 4. Resultados de análisis microbiológicos efectuados en muestras de agua recolectadas en centros de salud de Costa Rica durante el 2023.

| | Ente Operador de acueducto abastecedor del servicio de agua para consumo en el centro de salud | | | Subtotal: muestras colectadas y análisis realizados en el agua de la entrada del centro de salud. | Muestras colectadas en red interna de los centros de salud. | Total |
|--|--|-----------------|--------------|---|---|----------------|
| | AyA | Municipalidades | ASADAS | | | |
| Muestras recolectadas en centros de salud | 250 | 7 | 16 | 273 | 14 | 287 |
| Centros de salud monitoreados | 62 | 7 | 15 | 84 | 4 | 88 |
| Muestras con indicadores fecales no detectados | 249/250 (99.6 %) | 23/23 (100 %) | 29/33 (88 %) | 301/306 (98 %) | 14/14 (100 %) | 315/320 (98 %) |
| Muestras con recuento heterotrófico < 30 UFC/mL | 132/134 (98 %) | N.D.* | N.D.* | 132/134 (98 %)** | 14/14 (100 %) | 146/148 (99 %) |
| Muestras con análisis de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> no detectable | 145/160 (91 %) | N.D.* | N.D.* | 145/160 (91 %)** | 12/14 (86 %) | 157/174 (90 %) |
| Cloro residual libre entre (0,3-1,0) mg/L | 235/250 (94 %) | 7 (100 %) | 16 (100 %) | 257/273 (94 %) | 9/14 (64 %) | 266/287 (93 %) |

*No determinado (ensayo no realizado).

**solo contempla ensayos realizados en muestra de agua de centros de salud del ente operador AyA.

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas, AyA.

El parámetro con mayor cumplimiento fue el recuento heterotrófico en placa, el cual se cumplió en un 99 % de los muestreos, aunque con un número de muestras menor que los otros ensayos. El recuento heterotrófico representa la carga microbiana que un cuerpo de agua posee, por lo cual se espera que un ES sea abastecido por agua con bajas cargas microbianas.

En cuanto a la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*, se determinó que en el 90 % de las muestras cumplían con la ausencia de esta bacteria. La importancia del monitoreo de este microorganismo se basa en que usualmente *P. aeruginosa* puede convertirse en patógeno oportunista, infectando piel o tejidos blandos, ingresar a circulación sistémica y producir choques sépticos; además, dados sus múltiples mecanismos de resistencia a los antimicrobianos, constituye un reto en los tratamientos para los pacientes, especialmente en inmunosupresos.

En cuanto a la desinfección con cloro residual libre, el ámbito de cumplimiento varió entre un 94 % y un 100 % en los diferentes entes operadores. Destaca que el porcentaje de cloro residual libre a la entrada del ES que cumple con la legislación costarricense se mantiene en 94 %, mientras que en la red interna baja hasta un 64 %. Sin embargo, debe considerarse que el número de muestras es considerablemente distinto entre estas dos categorías.

Estimación de la escalera de agua potable para ES-Costa Rica 2023

En el cuadro 5 se presenta la escalera del PCM para el servicio de abastecimiento de agua potable a la entrada del ES

Cuadro 5. Escalera del PCM para el servicio de abastecimiento de agua potable a la entrada del ES.

| Nivel de Servicios | Descripción | Aplicación en centros de salud | Cobertura del país al 2023 |
|--------------------|--|--|----------------------------|
| Avanzado | Instalación mejorada situada en la vivienda, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | % de cobertura de agua potable sin contaminación fecal, sin <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y sin contaminación química. | 91 % |
| Básico | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible. | % de cobertura con contaminación microbiológica. | 9 % |
| Limitado | Existe una fuente mejorada pero no está disponible cuando se realiza la encuesta. | % de cobertura | 0 % |
| Sin servicio | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | % de cobertura | 0 % |

Según la estimación de la aplicación de la escalera del servicio de abastecimiento de los ES según el agua abastecida a la entrada, un 91 % de estos recibieron un servicio avanzado, con agua proveniente de una fuente mejorada, libre de contaminación fecal y sin *Pseudomonas aeruginosa*; un 9 % recibió un servicio básico, es decir, agua por cañería pero con algún grado de contaminación microbiana, dado principalmente por *Pseudomonas aeruginosa*; no hubo ES que recibieran servicios limitados o que no tuvieran servicio. Por su parte, el cuadro 6 presenta los resultados de la Escalera del Programa Conjunto de Monitoreo para el servicio de abastecimiento de agua potable en la red interna de los ES.

Cuadro 6. Escalera del Programa Conjunto de Monitoreo para el servicio de abastecimiento de agua potable en la red interna de los centros de salud.

| Nivel de Servicios | Descripción | Aplicación en centros de salud | Cobertura del país al 2023 |
|--------------------|--|--|----------------------------|
| Avanzado | Instalación mejorada situada en la vivienda, disponible cuando se necesita y libre de contaminación. | % de cobertura de agua potable sin contaminación fecal, sin <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y sin contaminación química. | 86 % |
| Básico | Se dispone de agua proveniente de una fuente mejorada y disponible. | % de cobertura con contaminación microbiológica. | 14 % |
| Limitado | Existe una fuente mejorada pero no está disponible cuando se realiza la encuesta. | % de cobertura | 0 % |
| Sin servicio | Ausencia de fuentes de agua o presencia de fuentes no mejoradas. | % de cobertura | 0 % |



Los resultados indican que un 86 % de estos recibieron un servicio avanzado, con agua proveniente de una fuente mejorada, libre de contaminación fecal y sin *Pseudomonas aeruginosa*; un 14 % recibió un servicio básico, es decir, agua por cañería pero con algún grado de contaminación microbiana, dado principalmente por *Pseudomonas aeruginosa*; no hubo ES que recibieran servicios limitados o que no tuvieran servicio.

Conclusiones

- Un 97,8 % de los CE recibió agua de calidad potable durante el año 2023.
- El 98,8 % de los CE monitoreados presentaron un residual de cloro libre, mientras que en 1.2 % no se detectó concentración de cloro.
- La escalera del PCM en CE indicó que un 95,7 % recibe agua con servicio avanzado, un 1,7 % recibe servicio básico, un 1,3 % recibe un servicio limitado y un 1,2 no recibe servicio.
- El agua de consumo intrahospitalario tanto a la entrada del ES como en la red interna cumplió con la legislación costarricense en al menos un 90 %.
- El agua de consumo intrahospitalario se mantiene entre (0,3 – 1,0) mg/L de cloro residual libre en el 94 % de las entradas de los ES.
- El agua de consumo intrahospitalario se mantiene entre (0,3 – 1,0) mg/L de cloro residual libre en el 64 % de la red interna los ES.
- La escalera del PCM en ES indicó que un 91 % recibe agua con servicio avanzado y un 14 % recibe servicio básico a la entrada del centro de salud.

Recomendaciones

- Promover la inclusión de muestreos de CE y ES en el PVCCACH del LNA del AyA.
- Dar seguimiento a la calidad del agua en la entrada y en la red interna de los ES, principalmente respecto al parámetro de *Pseudomonas aeruginosa*.

Referencias

- [1] OMS. Encuesta Mundial de Salud a Escolares. Documento en línea: www.who.int/nads/surveillances/gshs.
- [2] Léo Heller. Saneamiento y salud. Brasilia OPS/OMS; 1997; pág. 1-83.
- [3] Matilde Riquelme Pérez. *Educación para la Salud Escolar*. En: AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2006. Madrid Exibris Ediciones; 2006: pág. 6-185.
- [4] Centro de Recursos de Promoción y Educación para la Salud. Escuelas Promotoras de Salud. Región de Murcia, España; 2014; sp.
- [5] Laboratorio Nacional de Aguas. Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. La Unión, Cartago. LNA; 2004; sp.
- [6] Darner A. Mora, Johanna Méndez, Carlos F. Portuguez. Estudio de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Centros Educativos en Costa Rica: 2004-2007. La Unión, Cartago. LNA; 2009: pág. 1-15.
- [7] OMS/UNICEF. Agua Potable gestionada de forma segura. New York, EUA; 2017; pág 1-83.
- [8] Organización Mundial de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. En línea:www.undp.org/content/undp/home.
- [9] Darner A. Mora Alvarado, Arcelio Chávez Aguilar. Programa Bandera Azul Ecológica. Revista del 15 aniversario. San José. Editorial Campo Directo; 2011: pág. 1-85.
- [10] Poder Ejecutivo de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N°31648-MEP-MINAE-S-TUR: Creación de la III Categoría de Centros Educativos. San José. La Gaceta N°52-2004.

- [11] Eliecer Ramirez Vargas, et al. Infraestructura en Escuelas y Colegios Públicos 2017. San José. Ministerio de Educación Pública; setiembre; 2017: sp.
- [12] Departamento de Análisis Estadístico del MEP. Expansión del Sistema Educativo Costarricense 2017. San José, Costa Rica; Dirección de Planificación MEP; 2017; sp.
- [13] Darner A. Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez. Situación de Cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano al 2004. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2005: pág. 1-15.
- [14] OMS/UNICEF. Agua Potable gestionada de forma segura. New York, EUA; 2017; pág 1-83.
- [15] Organización Mundial de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. En línea:www.undp.org/content/undp/home.

Agua para uso y consumo humano, saneamiento e higiene de Costa Rica en el contexto de América Latina al 2022

Microbiological drinking water quality in educational and health centers in Costa Rica 2022

Darner Mora-Alvarado¹, Carlos F. Portuguez-Barquero²

Mora-Alvarado, D; Portuguez-Barquero, C.F. Agua para uso y consumo humano, saneamiento e higiene de Costa Rica en el contexto de América Latina al 2022. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 36-49.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.6854>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

2 Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 fportuguez@aya.go.cr

Palabras clave

Agua; América Latina; cobertura; higiene; saneamiento.

Resumen

Se aborda la evolución de las coberturas con acceso a agua para uso y consumo humano, saneamiento e higiene de Costa Rica, y su posición en el contexto de América Latina. Se utilizan los resultados de los informes de los Progresos de Agua Potable, saneamiento en hogares del 2021, 2018, agregando datos de cobertura de higiene por países del 2020 y 2022, y estudios realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas. Los resultados indican que Chile y Costa Rica están a la vanguardia de agua gestionada en forma segura. No obstante, Costa Rica, aunque tiene una muy buena cobertura en sistemas al menos básica en el manejo de excretas, la cobertura de saneamiento gestionado en forma segura es de solo el 17%. Con respecto a la higiene o lavado de manos con agua y jabón, los datos aportados son de solo el 65% de los 20 países de América Latina, pero además se observa incoherencias que demuestran que el lavado de manos, en la mayoría de las naciones es con agua de dudosa calidad. Ante esto, se propone pasar de los servicios de higiene de lo básico a lo avanzado, utilizando agua sin contaminación o gestionada en forma segura para el lavado de manos con agua potable y jabón.

Keywords

Water; Latin America; coverage; hygiene; sanitation.

Abstract

This report studies the evolution of the coverage of access to water for use and human consumption, sanitation and hygiene in Costa Rica in the context of Latin America. It is based on the results of the different reports of the Progress of Drinking Water, sanitation in homes of 2021, 2018 and hygiene coverage data by countries of 2020 and 2022. In addition to the studies carried out by the National Water Laboratory. The results indicate that Chile and Costa Rica are at the forefront of safely managed water. However, Costa Rica, although it has very good coverage in at least basic systems for excreta management, the coverage of safely managed sanitation is only 17%. With respect to hygiene or hand washing with soap and water, the data provided is from only 65% of the 20 Latin American countries, but there are also inconsistencies that show that hand washing, in most nations it is with water of dubious quality. Therefore, this study propose to move from basic to advanced hygiene services, using uncontaminated or safely managed water for hand washing with potable drinking water and soap.

Introducción

El Laboratorio Central del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), hoy Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) mediante el Decreto Ejecutivo N°26066-S [1], inició desde el año 1991 la elaboración y publicación de informes de cobertura y calidad del agua y saneamiento con datos de 1990 [2], además de dar seguimiento a la cobertura y calidad del agua para uso y consumo humano (AUCH) y el avance en la disposición de excretas, por los diferentes mecanismos de saneamiento, en Costa Rica y en el contexto de América Latina, a través de estudios publicados durante las últimas décadas [3, 4, 5 y 6]. Estos informes han formado parte central de la “Estrategia Nacional para Mejorar los Servicios de Agua Potable en Costa Rica Periodo 1990-2030” [7]. Además, como complementos a esta iniciativa, se

creó en 1990 el “*Código de Colores*” [8], herramienta para evaluar el avance de la calidad microbiológica de los acueductos, se implementó el “*Programa Bandera Azul Ecológica*” en 1996 [9], se realizó el inventario de calidad del agua de los acueductos comunales entre 1996 y 1998, se inició la vigilancia de los sistema de abastecimientos municipales en 1997-1998 [10] con apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se creó el “*Programa Sello de Calidad Sanitaria*” en el 2002 [11], se consolidó el “*Programa Nacional para Mejorar la Calidad del Agua para Consumo Humano: 2002-2006*” [12], y se oficializó el “*Programa Nacional para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015*” [13] en el 2007, con el Decreto Ejecutivo N°33953-MINAE-S.

Ante la migración de los “*Objetivos de Desarrollo del Milenio*” (ODM 1990-2015) a los “*Objetivos de Desarrollo Sostenible*” (ODS 2016-2030) [14,15], y el cambio de conceptos de “*Fuentes de Agua Mejoradas*” a “*Agua Potable gestionada de forma segura*”, la dirección del LNA propuso, en primera instancia, implementar el “*Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable 2016-2030*”. No obstante, ante la falta de apoyo del “*Consejo de Gerencia de AyA*”, se impulsó la estrategia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de “no dejar a nadie atrás” [16], y se aprobó en noviembre del 2019 el “*Programa Nacional de Disminución de Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable: 2019-2023 y 2024-2030*” [17]. Para efectos comparativos y aprovechando varios informes de OMS/OPS [18,19,20], se publicaron los trabajos titulados “*Agua para Consumo y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el Contexto de las Américas: 1960-2011*”, “*Agua para Consumo Humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*”, y “*Agua para Consumo Humano: Costa Rica en el contexto mundial al año 2017*” ⁽²¹⁾.

A la luz de estos estudios, la presente investigación aborda la evolución del AUCH, el saneamiento y la higiene de Costa Rica en el contexto de América Latina al año 2022.

Objetivos

General

Analizar la situación de Costa Rica en cuanto a la cobertura y calidad del AUCH y el saneamiento, enfocado en la disposición de excretas, en el contexto de América Latina desde 1960 y hasta el 2020, además de la higiene o lavado de manos al año 2022.

Específicos

- Determinar la cobertura y calidad de AUCH en Costa Rica al 2022.
- Analizar la cobertura en saneamiento en Costa Rica al año 2022, enfocado a la disposición de excretas por sus diferentes mecanismos.
- Investigar la cobertura de agua para uso, consumo humano y saneamiento en Costa Rica en 1960.
- Analizar la evolución del AUCH en América Latina de 1960 al 2020 y resultados del 2022.
- Analizar la evolución del saneamiento o disposición de excretas en América Latina de 1960-2020, y resultados del 2022.
- Abordar los datos de cobertura de higiene, enfocado al lavado de manos, en América Latina al 2022.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio se aplicaron los siguientes pasos:

Cobertura y calidad del AUCH en Costa Rica al 2022

La estimación de la cobertura y calidad del AUCH al 2022 se realizó con los resultados de análisis del agua, aportados por el *“Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua en sus Diferentes Usos”* del LNA.

Cobertura de saneamiento enfocado a la disposición de excretas en Costa Rica

Mediante los aportes de la *“Encuesta Nacional de Hogares”* del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) [22], además del *“Control de Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales”* del LNA, se estimaron las coberturas por los diferentes mecanismos de disposición de excretas en Costa Rica al año 2022.

Datos de cobertura con AUCH y saneamiento en 1960

Los datos para el año 1960 de cobertura con AUCH y saneamiento, enfocado en la disposición de excretas, se obtuvieron del análisis bibliográfico de los documentos *“Agua para Siempre”* y *“AyA: 50 años de Salud y Desarrollo”*, además del *“Censo Nacional de 1963”* [23].

Evolución de AUCH en América Latina entre 1960-2020

Para obtener los datos de la cobertura del AUCH en los 20 países de América Latina, se utilizaron los estudios titulados *“Agua para consumo y saneamiento: Situación de Costa Rica en el contexto de las Américas: 1961-2011”*, y *“Progresos en materia de Agua para Consumo Humano, saneamiento e higiene en los hogares: 2000-2020”*.

Evolución del saneamiento en América Latina: 1960-2020

Igual que el punto anterior, para abordar este tema se utilizaron los mismos documentos indicados en el punto anterior.

Datos de cobertura con higiene al 2022

Con el aporte del documento *“Progreso de Agua Potable, Saneamiento e Higiene entre el 2000 y el 2022: Enfoque Especial en Género”*, del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) y la OMS, se seleccionaron los datos de cobertura con higiene o lavado de manos en América Latina al año 2022.

Definición de las escaleras de agua potable, saneamiento e higiene

El PCM de OMS/UNICEF utiliza “escaleras” para medir los avances de los países en los servicios de agua potable, saneamiento e higiene o lavado de manos [24], las cuales se han actualizado y compilado para los ODS; las mismas se describen en las tablas 1, 2 y 3. Utilizando estas herramientas se midieron los avances de los países de América Latina en los servicios de agua potable, saneamiento e higiene o lavado de manos.

Escalera para servicios de agua potable y saneamiento e higiene

Cuadro 1. Escalera para servicios de Agua Potable.

| Nivel de servicio | Definición |
|---------------------------------|--|
| Agua gestionada en forma segura | Agua potable de una fuente mejorada que sea accesible en las instalaciones, disponible cuando se necesite y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias. |
| Básica | Agua de una fuente mejorada, siempre que el tiempo de recolección no supere 30 minutos para el viaje de ida y vuelta, incluido el tiempo de espera. |
| Limitado | Agua de una fuente mejorada para lo cual el tiempo de recolección supera los 30 minutos para el viaje de ida y vuelta, incluido el tiempo de espera. |
| Sin mejorar | Agua de un pozo excavado sin protección, o de un manantial sin protección. |
| Agua superficial | Agua tomada directamente de un río, presa, lago, estanque, arroyo, canal o canal de riego. |

FUENTE: UNICEF-JMP-OMS.

Escaleras de los servicios de saneamiento enfocado a disposición de excretas

Cuadro 2. Escalera para servicios de saneamiento o disposición de excretas.

| Nivel de servicio | Definición |
|-----------------------------|---|
| Gestionado de manera segura | Instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminando manera segura in situ o se elimina trata fuera del sitio. |
| Básico | Instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares. |
| Limitados | Instalaciones mejoradas que se comparten con otros hogares. |
| Sin mejorar | Letrinas de pozo sin luz o plataforma, letrinas colgantes o letrinas de cubo. |
| Defecación a cielo abierto | Eliminación de heces en campos, bosques, arbustos, cuerpos de agua abiertos, placas u otros lugares abiertos o con desechos sólidos. |

Fuente: UNICEF, JMP, OMS

Escalera de Servicios de Higiene

Cuadro 3. Escalera para servicios de higiene.

| Nivel de Servicio | Definición |
|-------------------|--|
| Básico | Disponibilidad de una instalación de lavado de manos con agua y jabón en el hogar |
| Limitado | Disponibilidad de una instalación para lavarse las manos que carezca de agua y/o jabón en el hogar |
| Sin instalaciones | No hay instalaciones para lavarse las manos en casa |

Fuente: UNICEF, JMP, OMS.

Nota aclaratoria. En esta escalera se asume que el servicio básico el agua utilizada es de calidad potable, lo cual no siempre es así, por lo que se recomienda pasar de lo básico a lo avanzado o separando el uso del agua potable.

Resultados

Con la migración de los ODM a los ODS, los conceptos de “acceso a agua para consumo humano” y “saneamiento” variaron, pasando de indicadores de cobertura a indicadores de calidad como “agua gestionada en forma segura” y “saneamiento o disposición de excretas gestionada de manera segura”. En el caso de los servicios de higiene, la OMS estableció el uso de instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón; no obstante, es importante pasar de lo básico a lo avanzado, asegurando el uso de agua de calidad potable y jabón para realizar esta actividad (Mora Darner).

Cobertura y Calidad del AUCH en Costa Rica al 2022

En el cuadro 4 se presentan las estimaciones de cobertura y calidad de AUCH, tanto por los entes operadores oficiales nacionales a saber AyA, Municipalidades y Consejo Distrital de Cervantes de Alvarado, Empresa de los Servicios Públicos de Heredia (ESPH), Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS), Comités de Administradores de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (CAAR’s) y otros acueductos comunales, así como para la totalidad del país al 2022.

Cuadro 4. Agua para uso y consumo humano: estimación general de cobertura y calidad en Costa Rica - Periodo 2022.

| Abastecimiento | N° Acueductos | Población cubierta | | Población con agua potable | | Acueductos | |
|--|---------------|--------------------|------------|----------------------------|--------------|--------------|------------|
| | | Población | % | Población | % | Pot. | N° Pot. |
| AyA | 209 | 2,513,625 | 18.9 | 2,430,583 | 97.22 | 204 | 5 |
| Municipalidades | 41 | 503,218 | 3.8 | 450,538 | 89.57 | 35 | 6 |
| LSIH | 14 | 14,065 | 0.1 | 9,670 | 68.76 | 13 | 1 |
| ASADAS evaluadas | 578 | 868,933 | 6.5 | 701,105 | 80.67 | 411 | 167 |
| ASADAS sin evaluar** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Otros acueductos comunales evaluados | 518 | 525,510 | 3.9 | 415,074 | 78.99 | 511 | 7 |
| Otros acueductos comunales sin evaluar ** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Subtotal por entidad operadora o intradomiciliar | 2,664 | 4,091,652 | 30.9 | 4,008,748 | 98.01 | 1,174 | 1,888 |
| Pozo, río, quebrada, manantial o lluvia | ND | 830,497 | 6.3 | 520,583 | 62.68 | ND | ND |
| Sin servicio ** | ND | 56,081 | 0.4 | 0 | 0 | ND | ND |
| TOTALES | 2,664 | 6,044,091 | 100 | 5,415,844 | 89.68 | 1,888 | 778 |

FUENTE: LNA, INEC.

ND: No disponible.

Nota: Las cifras pueden sufrir modificaciones, dependiendo de los resultados del Censo.

*Información obtenida de las municipalidades mediante informes a la auditoría.

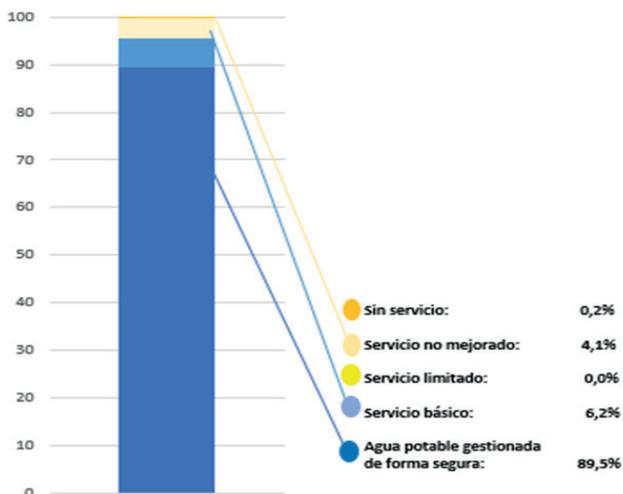
**ASADAS evaluadas en FNAIA 2023 y Censo 2023.

ASADAS sin evaluar y otros acueductos comunales están pendientes de evaluación.

Se aplica al 18.5% de población cubierta con agua potable obtenido en el subtotal de los sistemas de otros operadores oficiales.

En la figura 1 se presenta la escalera de agua potable en Costa Rica al 2022.

Figura 1. Escalera de Agua Potable en Costa Rica al 2022.



Cobertura de las estimaciones de saneamiento

Con información aportada por la ENAHO de julio 2022 y un ajuste con datos de AyA, se presenta la figura 2 con la distribución mediante los diferentes mecanismos de disposición de excretas en Costa Rica al 2022.

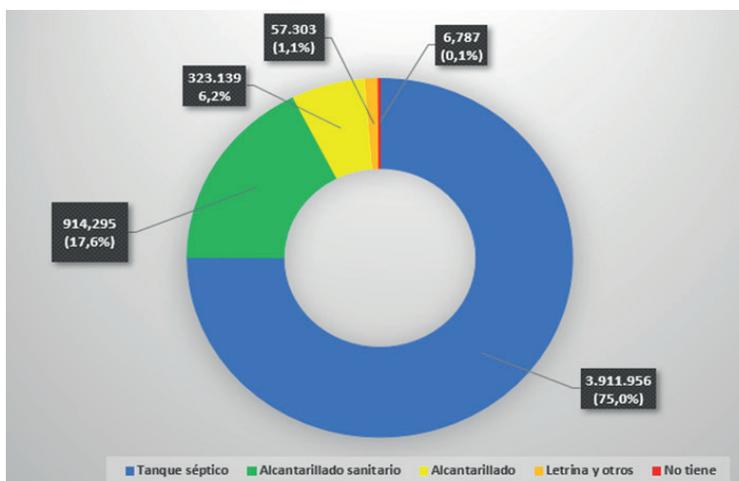


Figura 2. Cobertura de población por tipo de servicio de saneamiento en Costa Rica a 2022. Fuente: ENAHO 2022 del INEC con modificaciones del LNA.

Coberturas de AUCH y saneamiento en 1960

Con el propósito de definir la línea base, en los cuadros 5 y 6 se presentan las coberturas con AUCH y saneamiento en Costa Rica para el año 1960, respectivamente.

Cuadro 5. Cobertura de acceso al AUCH en Costa Rica en 1960.

| Población | Ente operador | % de agua por cañería Intradomiciliar | Pozos | Nacientes % | Cañería fuera de la vivienda | Sin agua |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|-------|-------------|------------------------------|----------|
| 1.149.000 | Municipios y otros | 59% | 6,5% | 14,6% | 13,6% | 6,3% |

Fuente: Censo Nacional 1963.

Cuadro 6. Cobertura de saneamiento enfocado a la disposición de excretas en Costa Rica en 1960.

| Población | Alcantarillado | Tanque séptico | Pozo Negro | Otros | Defecación al aire libre |
|-----------|----------------|----------------|------------|-------|--------------------------|
| 1.490 | 10% | 15% | 46% | 2% | 27% |

Fuente: “Agua para siempre-AyA” y el Censo de 1963.

Evolución del AUCH en América Latina de 1960-2020 y la comparación el 2022

En el cuadro 7 se presenta la evolución de las coberturas anuales de AUCH en América Latina, entre los años 1960 y 2020.

Cuadro 7. Evolución anual de Coberturas con AUCH en América Latina: 1960-2020.

| Años | América Latina Población en miles | % Cobertura | Costa Rica a Población en miles | % Cobertura |
|------|-----------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| 1960 | 209.000 | 33 | 1.149 | 59 |
| 1970 | 287.000 | 53 | 1.770 | 70 |
| 1980 | 339.000 | 70 | 2.216 | 80 |
| 1990 | 429.000 | 80 | 2.959 | 94 |
| 2000 | 416.000 | 91 | 3.824 | 97 |
| 2010 | 497.000 | 94 | 4.300 | 98 |
| 2020 | 653.962 | 97 | 5.094 | 99 |

Fuente: UNICEF, OMS/OPS y otros.

Nota 1. A partir de 1990 la UNICEF utiliza en concepto Fuentes de Agua Potable Mejorada.

Nota 2. A partir del 2016 (ODS), se aplica “Agua con Servicio Básico y Agua Gestionada en Forma Segura”.

En el cuadro 8 se presentan las estimaciones de cobertura de AUCH con “*Servicio Básico*” y “*Agua Gestionada de Forma Segura*” en América Latina al 2022.

Cuadro 8. Estimaciones de Cobertura de AUCH con “Servicio básico” y “Agua Gestionada de Forma Segura” en América Latina al 2022.

| Países | Población estimada | % Cobertura de agua por cañería o servicio básico | % Cobertura de agua gestionada en forma segura |
|-----------------|--------------------|---|--|
| México | 127.504.000 | >99 | 43 |
| Belice | 405.000 | 98 | ND |
| Guatemala | 17.844.000 | 95 | 56 |
| El Salvador | 6.336.000 | 99 | ND |
| Honduras | 10.453.000 | 96 | 65 |
| Nicaragua | 6.756.000 | 82 | 56 |
| Costa Rica | 5.181.000 | >99 | 81 (89,5%*) |
| Panamá | 4.409.000 | 95 | ND |
| Colombia | 51.874.000 | 98 | 74 |
| Ecuador | 18.001.000 | 96 | 67 |
| Brasil | 215.313.000 | >99 | 87 |
| Bolivia | 12.224.000 | 94 | ND |
| Perú | 34.050.000 | 95 | 52 |
| Venezuela | 28.302.000 | 93 | ND |
| Paraguay | 6.781.000 | >99 | 64 |
| Uruguay | 3.423.000 | >99 | ND |
| Argentina | 43.510.000 | >99 | ND |
| Chile | 19.604.000 | >99 | 99 |
| Cuba | 11.212.000 | 95 | ND |
| Haití | 11.585.000 | 67 | ND |
| Rep. Dominicana | 11.229.000 | 97 | 45 |

Fuente: UNICEF-JMP-OMS. Progreso en Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2022.

Nota. ND: No determinado.

*Datos de cobertura aportado por el LNA.

Evolución del saneamiento y ubicación de Costa Rica en el contexto de América Latina 1960-2020

En el cuadro 9 se presenta la evolución de cobertura de disposición de excretas con “Servicio básico” en América Latina y Costa Rica.

Cuadro 9. Evolución de cobertura de disposición de excretas con “Servicio básico” en América Latina y Costa Rica.

| Años | América Latina y el Costa Rica | | | |
|------|--------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Población (Miles) | % Cobertura | Población (Miles) | % Cobertura |
| 1960 | 209.000 | ND | 1.149 | 71 |
| 1970 | 287.000 | ND | 1.871 | 80 |
| 1980 | 339.000 | 59 | 2.216 | 93 |
| 1990 | 429.000 | 66 | 2.959 | 95 |
| 2000 | 416.000 | 79 | 3.824 | 98 |
| 2010 | 497.000 | 80 | 4.300 | 99 |
| 2020 | 653.962 | 89 | 5.094 | 98 |

Fuente: OMS y LNA.

Notas. ND. No determinado.

El cuadro 10 se muestra las estimaciones de las coberturas de saneamiento, enfocado a las aguas residuales manejadas al menos con “Servicio básico” y “Saneamiento gestionado en forma segura”, para el año 2022.

Cuadro 10. Estimaciones de las coberturas de saneamiento enfocado a aguas residuales domésticas manejadas en forma segura al menos con “Servicio básico”-América Latina2022.

| Países | % Cobertura con servicio básico | % Cobertura de disposición de excretas en forma segura | Población estimada |
|-----------------|---------------------------------|--|--------------------|
| México | 93 | 63 | 127.504.000 |
| Guatemala | 70 | ND | 17.844.000 |
| El Salvador | 88 | ND | 6.336.750 |
| Honduras | 84 | 53 | 10.433.000 |
| Nicaragua | 73 | ND | 6.756.590 |
| Costa Rica | 98 | 25 | 5.181.000 |
| Panamá | 86 | ND | 4.409.000 |
| Colombia | 95 | 18 | 51.874.000 |
| Ecuador | 89 | 42 | 18.001.000 |
| Venezuela | 98 | 27 | 28.302.000 |
| Brasil | 91 | 50 | 215.313.000 |
| Perú | 78 | 58 | 34.050.000 |
| Paraguay | 95 | 55 | 6.781.630 |
| Uruguay | 98 | ND | 9.423.000 |
| Argentina | 94* | 46* | 45.510.000 |
| Chile | >99 | 95 | 19.604.000 |
| Cuba | 92 | 41 | 11.212.000 |
| Rep. Dominicana | 89 | 43 | 11.229.000 |
| Haití | 84 | ND | 10.564.520 |
| Bolivia | 69 | ND | 12.254.000 |

Fuente: Progreso en Agua Potable, Saneamiento e Higiene en el Hogar.

Datos de cobertura de higiene o lavado de manos:2015-2022

En el cuadro 11 se detallan los datos de lavado de manos con instalaciones básicas para los años 2015 y 2022 en América Latina.

Cuadro 11. Higiene con instalaciones básicas, por país en América Latina 2015 y 2022.

| Países | 2015 (%) | 2022 (%) |
|-----------------|----------|----------|
| México | 81 | 94 |
| Guatemala | 77 | 77 |
| El Salvador | 91 | 91 |
| Honduras | 84 | 85 |
| Nicaragua | ND | ND |
| Costa Rica | 86 | 86 |
| Panamá | ND | ND |
| Colombia | 69 | 70 |
| Ecuador | 87 | 87 |
| Bolivia | 27 | 27 |
| Venezuela | ND | ND |
| Brasil | ND | ND |
| Perú | 82 | 82 |
| Paraguay | 80 | 80 |
| Uruguay | ND | ND |
| Rep. Dominicana | 52 | 48 |
| Haití | 23 | 23 |
| Cuba | 86 | 93 |
| Chile | ND | ND |
| Argentina | ND | ND |

Fuente: Progreso en Agua Potable, Saneamiento e Higiene en el Hogar 2000-2022. UNICEF-JMP-OMS.

Nota. ND: No determinado.

Análisis y conclusiones

Para efectos prácticos y con el propósito de evitar repeticiones, el análisis de los resultados de los seis objetivos específicos se presenta inmediatamente después del respectivo resultado.

Cobertura y calidad del AUCH en el 2022

Debido al retraso en los datos del Censo Nacional 2022, se preparó un informe preliminar en donde se estimó que el 89,5% de la población de Costa Rica contó con acceso a agua potable gestionada en forma segura. Por otra parte, como cumplimiento, la escalera de agua potable del 2022 indicó que 89,5% de la población de Costa Rica recibió “Agua potable gestionada en forma segura”, 6,2% con servicio básico, 0,0% con servicio limitado, 4,1% con servicio no mejorado y 0,2% sin servicio. La principal conclusión es que el 99,0% de la población de Costa Rica recibió AUCH a través de alguna entidad operadora oficial (AyA, municipio, ASADAS, acueducto comunal o ESPH); además, el 89,5% fue abastecida con agua de calidad potable o gestionada en forma segura.

Cobertura de saneamiento enfocada en la disposición de excretas

Según la escalera de saneamiento de Costa Rica, se establecen las siguientes coberturas para el 2022.

- El 98,8% cuenta con “Servicio básico”.

- El 17,6% tiene servicio de saneamiento gestionado en forma segura.
- El 0,0% tiene “Servicio limitado”.
- El 1,1% recibe un “Servicio no mejorado”.
- El 0,1% se clasifica como “Sin servicio”

La conclusión principal es que el 98,8% de la población utiliza “Servicio básico” y 17,6% servicio de “Saneamiento gestionado en forma segura”.

Cobertura con AUCH y saneamiento en 1960

Con el propósito de analizar comparativamente la evolución de AUCH y saneamiento de Costa Rica, en el contexto de América Latina, primero se establecieron los datos línea base de Costa Rica en AUCH y saneamiento de 1960.

Los resultados indican que de 1.490.000 habitantes de Costa Rica en 1960, según el Censo de 1963, un 59% contaba con servicio de agua por cañería intradomiciliar, 6,5% se abastecía por pozos, 14,6% por nacimiento, 13,6% por cañería fuera de vivienda y 6,3% no contaban con servicio de AUCH.

En el caso de la disposición de excretas para ese mismo año, el 10% de la población contaba con alcantarillado, 15% contaba con tanque séptico, 46% utilizaban pozo negro, 2% otros tipos de servicio y 27% defecaba al aire libre.

La conclusión principal es que, en 1960, el 59% de la población costarricense contaba con servicio de AUCH por cañería, mientras que el 25% disponía sus excretas por “Servicio básico”.

Evolución del AUCH anual en América Latina: 1960-2020

La evolución de las coberturas con AUCH entre 1960 y el año 2020, permite concluir que Costa Rica logró alcanzar la cobertura con “Servicios básicos” para el 99% de la población en el año 2020, en forma más rápida que el resto del contexto latinoamericano.

Evolución de saneamiento en América Latina entre 1960-2020

Con respecto al saneamiento, y de acuerdo con la evolución de la disposición de excretas, Costa Rica alcanzó la cobertura del 98% con “Servicio básico” en el 2020, mientras que en el contexto de América Latina llegó al 89%.

La principal conclusión radica en que al aplicar la definición de “Servicio básico” en AUCH y saneamiento, Costa Rica siempre ha estado a la vanguardia en ambos indicadores de salud.

Cobertura de higiene o lavado de manos en América Latina

Los datos sobre las coberturas con “Servicio básico” de higiene o lavado de manos con agua y jabón, indican que de los 20 países evaluados en el 2022 siete no reportan información, para un 35%; las restantes 13 naciones aportan datos, en donde resaltan México y Cuba con 94% y 93%, respectivamente, seguidos por el Salvador con 91%, Ecuador con 87%, Honduras con 85%, Costa Rica con 86%, Perú con 82%, Paraguay con 80%, Colombia con 70%, República Dominicana con 48%, Bolivia con 27% y Haití con solamente 23% de cobertura.

La conclusión principal es que el dato de cobertura de higiene básico para las 20 naciones de América Latina alcanza apenas el 65%; mientras, a nivel mundial se presentó un aumento de ocho puntos porcentuales entre los años 2015 y 2022, pasando de 67% a 75%.

Recomendaciones

Debido a que América Latina y el Caribe ha estado estancada en la cobertura de AUCH gestionada en forma segura durante el periodo 2015 a 2017, que el saneamiento gestionado en forma segura solamente subió siete puntos pasando de 42% a 49% en el mismo periodo, y que la cobertura de higiene con “Servicio básico” solo alcanza al 65% de las naciones, se recomienda lo siguiente:

- A los gobiernos y a las entidades de agua potable y saneamiento, incluido los Ministerios de Salud, analizar y realizar las medidas correctivas, con la intención de impulsar los avances en las coberturas del suministro de agua potable gestionado en forma segura. De igual manera buscar el avance en la disposición de excretas, al menos con “Servicios básico” y saneamiento con “Servicio gestionado en forma segura”.
- Con respecto a la higiene o lavado de manos con agua y jabón, respetuosamente se recomienda al PCM de UNICEF/OMS, pasar del “Servicio básico” a un nivel avanzado, promoviendo el lavado de manos con jabón y agua potable gestionada en forma segura, por cañería intradomiciliar, con control de calidad, sin contaminación fecal y con residuales de cloro entre 0,3 mg/L y 0,8 mg/L, como se indica en el siguiente cuadro 12 [25].

Cuadro 12. Propuesta nacional de la escalera para la higiene o lavado de manos.

| Nivel | Higiene o lavado de manos |
|-----------------|--|
| Avanzado | Con agua potable gestionada en forma segura por cañería intradomiciliar con control de calidad, sin contaminación fecal y cloro residual de 0,3 mg/L a 0,8 mg/L. |
| Básico | Disponibilidad de una instalación de lavado de manos en la vivienda con jabón y agua. |
| Limitado | Disponibilidad de una instalación de lavado de manos en la vivienda sin jabón y agua. |
| Sin Instalación | No existe instalación de lavado de manos en la vivienda. |

Fuente: Darner A. Mora y Carlos F. Portuguez adaptado a OMS.

Referencias

- [1] Poder Ejecutivo-CR. Designación del laboratorio Central del AyA, como Laboratorio Nacional de Aguas. San José. Gaceta N°109, 09/06/1997: pág. 1-3.
- [2] Mora Darner. Situación actual del agua para Consumo Humano y Agua Residual en Costa Rica 1991. San José, Costa Rica. Revista Biocenosis. UNED, volumen B; 1991: pág. 74-80.
- [3] Mora Darner. Agua para Consumo Humano y Disposición de Excretas: situación de Costa Rica en el contexto de América Latina y el Caribe. 1960/2000. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Vol.12, N°21. San José, Marzo 2003.
- [4] Darner Adrián Mora Alvarado, Ana Victoria Mata Solano, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el Contexto de las Américas: 1961-2011. Tres Ríos, La Unión, Cartago. 2012.
- [5] Darner A. Mora Alvarado. Agua para Consumo Humano: Costa Rica en el Contexto Mundial al año 2017. Revista Tecnología en Marcha. Número especial. Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre 2019, Volumen 32, pág. 127-137.
- [6] Calderón, Yesenia. Evaluación del Sector de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1961-1990. San José, AyA: 1991, pág. 1-109.
- [7] Darner A. Mora Alvarado. Estrategia Nacional para mejorar los servicios de agua potable en Costa Rica: 1990-2030: 1989; pág. 1-3.

- [8] Edgar González Contreras y colaboradores. Código de colores para evaluar la calidad microbiológica de los acueductos. La Unión, Laboratorio Central AyA; 1990; SP.
- [9] Darner A. Mora Alvarado, Arcelio Chávez Aguilar. 25 Años Bandera Azul Ecológica Costa Rica. Origen, evolución y futuro. AyA. Libro Campo Directo K.C.S.A: 2020: pág. 1-102.
- [10] Carmen Valiente. Vigilancia sanitaria del agua: un nuevo enfoque para municipalidades de Costa Rica. San José. Revista Costarricense de Salud. Vol .8, N°15.Dic 1999; SP.
- [11] Darner A. Mora, Roberto Fonseca. Programa Sello de Calidad Sanitaria. San José. Junta Directiva. Acuerdo N°2002-150.2022; SP.
- [12] Darner Mora Alvarado; Carlos F. Portuguez. Programa Nacional para Mejorar la Calidad del Agua para Consumo Humano: 2002-2006: 2001; SP.
- [13] Decreto Ejecutivo. CR. Programa Nacional para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable: 2007-2015. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas: 2007; pág.1-49.
- [14] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Agua para Consumo Humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Revista Tecnología en Marcha; 2019: pág. 26-36.
- [15] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Disposición de excretas en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Revista Tecnología en Marcha; 2019: pág. 46-56.
- [16] Naciones Unidas. Una nueva estrategia ofrece ayuda a los Gobiernos para lograr el Saneamiento Universal. UNICEF/OMS, 18 de noviembre; 2022.
- [17] Darner A. Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el acceso a los servicios de agua potable en Costa Rica: 2019-2023. Google Scholar. AyA. Laboratorio Nacional de Aguas; 2019, sp.
- [18] OMS/UNICEF. Progresos en Agua de Bebida y Saneamiento 2012. EUA; 2012.
- [19] Who/UNICEF/JMP. Progresos en Materia de Agua para Consumo Humano y Saneamiento e Higiene en los hogares: 2000-2020; 2020: pág. 1-162.
- [20] UNICEF/JMP/World Health Organization. Progreso en Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2022. Enfoque especial de Género:2023; pág. 1-156.
- [21] Darner A. Mora Alvarado. Agua para Consumo Humano: Costa Rica en el Contexto Mundial al año 2017. Revista Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Volumen 32; 2019: pág. 138-146.
- [22] INEC. Encuesta Nacional de Hogares del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (ENAHO). San José: Julio 2022.
- [23] INEC. CR. 1963. Censo Nacional de Vivienda. Dirección General de Estadística y Censo: 1966; pág. 1-486.
- [24] UNICEF/OMS. Agua potable gestionada de forma segura. EUA; 2017: pág. 1-42.
- [25] Darner A. Mora Alvarado. Higiene y lavado de manos: propuesta para pasar de lo básico a lo avanzado. Revista Tecnología en Marcha, 2023. Vol.36. Segunda edición, Covid-19; pág. 3-4.

Agua potable, saneamiento e higiene en Centroamérica y República Dominicana

Drinkingwater, wastewater and hygiene in Central America and Dominican Republic

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Agua potable, saneamiento e higiene en Centroamérica y República Dominicana. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 50-58.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.6936>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Cobertura; calidad; aguas residuales; higiene; saneamiento.

Resumen

El presente estudio analiza los últimos datos sobre cobertura y calidad del agua para uso y consumo humano, el saneamiento de aguas residuales y la higiene o lavado de manos, en los siete países que conforman el “Foro de Centroamérica y República Dominicana en Agua Potable y Saneamiento”. Dicho análisis se realizó con los datos del 2022 del informe “Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene”, del Foro de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud, elaborado por el “Programa Conjunto de Monitoreo” y publicado en julio del 2023. Los resultados ubican a Costa Rica como el país con más avance en “Agua gestionada en forma segura” o calidad potable y en saneamiento “al menos básico” con 81% y 98%, respectivamente. Con respecto a la higiene o lavado de manos con agua y jabón, Belice con un 90% de cobertura con “servicio básico” ocupa el primer lugar, seguido por Costa Rica con 86%, Honduras 85%, El Salvador 81%, Guatemala 77% y República Dominicana 48%, mientras que Nicaragua y Panamá no aportaron datos. Con respecto a los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS) al 2030, específicamente en el ODS-6 de avances en agua potable y saneamiento al 2022, indican que las metas propuestas no se alcanzarán a finales del 2030, salvo se aceleren y aumenten las inversiones en los proyectos de agua potable y saneamiento.

Keywords

Coverage; qualitas; hygiene; sewage; sanitation.

Abstract

This study analysis the latest data on coverage and quality of water for human use and consumption, wastewater sanitation and hygiene or hand washing, in the seven countries that make up the “Forum of Central America and the Dominican Republic in Drinking Water and Sanitation”. This analysis was carried out with the 2022 data from the United Nations Children’s Fund and the World Health Organization “Progress Report on Drinking Water, Sanitation and Hygiene”, prepared by the “Joint Monitoring Program”, published in July 2023. The results placed, Costa Rica as the country with the most progress in “Safely managed water” or drinking quality and in “at least basic” sanitation with 81% and 98%, respectively. Regarding hygiene or hand washing with soap and water, Belice with 90% coverage with “basic service” occupies first place, followed by Costa Rica with 86%, Honduras 85%, El Salvador 81%, Guatemala 77% and Dominican Republic 48%, while Nicaragua and Panama did not provide data. With respect to the Sustainable Development Goals (SDG) for 2030, specifically in the SDG-6, the progress of drinking water and sanitation by 2022 indicates that the proposed goals will not be achieved by the end of 2030, unless investments in the projects are accelerated and increased of drinking water and sanitation.

Introducción

América Central, o Centroamérica, es la región ubicada dentro del Continente Americano, comprendida entre América del Norte y América del Sur y rodeada por los océanos Pacífico y el mar Caribe. Políticamente se divide en siete países independientes, a saber Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costas Rica y Panamá. La población estimada

es de 50.690.000 habitantes en una superficie de 522.760 Km² [1]. No obstante, en el marco del “Foro de Centroamérica y República Dominicana en Agua Potable y Saneamiento” (FOCARD-APS) [2], que es un organismo del “Sistema de Integración Centroamericana” (SICA) [3], se incluye el país caribeño identificado como República Dominicana, cuya población estimada es 10.790.744 habitantes en un área de 48.442 Km² [4], razón por la cual se incluye en este estudio; en total, la población estudiada alcanza los 61.480.744 habitantes en ocho naciones. En este contexto, las tareas fundamentales del FOCARD-APS [5] consisten en destacar la importancia sanitaria del agua potable y del saneamiento contribuyendo con los entes rectores, reguladores, abastecedores, financiadores y usuarios, en el desarrollo de capacidades sobre distintos aspectos relacionados con la educación sanitaria y ambiental, el incremento de la cobertura con agua para uso y consumo humano (AUCH), la gestión de riesgos, la protección, conservación y calidad del recurso hídrico, para potenciar los esfuerzos y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con énfasis al ODS- 6 “*Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*” [6,7]. Aunado a estos determinantes de la Salud Pública (agua potable y saneamiento), se incluyen como complemento esencial la higiene y lavado de manos con agua potable y jabón, para evitar la transmisión de enfermedades infecciosas [8,9,10].

A la luz de lo anteriormente expresado, en este estudio se presenta el análisis de los mencionados indicadores al año 2022.

Objetivos

General

Analizar la cobertura y calidad del AUCH, saneamiento e higiene o lavado de manos con agua potable y jabón, en los ocho países del FOCARD-APS en el año 2022.

Específicos

- Determinar las coberturas por país de los servicios de agua, a saber “Al menos básico”, “Limitado”, “No mejorado”, “Sin servicio o agua superficial”.
- Accesar los datos de cobertura de agua potable gestionada en forma segura y “agua libre de contaminación”, la cual parecía ser lo mismo, pero en algunas naciones los datos son diferentes.
- Describir las coberturas de los “Servicios de saneamiento gestionados en forma segura”, “Al menos básico”, “Limitado”, “Sin mejorar” y “A cielo abierto”.
- Describir la estimación de coberturas, según país, de instalaciones de higiene o lavado de manos con agua y jabón.
- Reiterar la propuesta de pasar de lo básico a lo avanzado en lavado de manos.

Metodología

Para cumplir con los objetivos propuestos se aplicaron los siguientes pasos:

Cobertura de los servicios de AUCH en América Central y República Dominicana

Las coberturas de las diferentes clasificaciones del suministro con AUCH, se realizó con los datos aportados por el informe sobre los “Progresos de Agua Potable, Saneamiento e Higiene en el Hogar: 2000-2022”, publicado en julio del 2023 por el Foro de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) [11], con los datos aportados por el “Programa Conjunto de Monitoreo” (PCM) [12].

Los resultados de los ocho países se clasificaron de acuerdo con la “Escalera del agua potable” del PCM, herramienta creada para monitorear permanentemente el avance de los servicios de abastecimiento de agua potable doméstica en los diferentes países, la cual se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Escalera de los servicios de abastecimiento de agua potable del PCM.

| Nivel de servicio | Definición |
|---------------------------------|--|
| Agua gestionada en forma segura | Agua potable de una fuente mejorada que sea accesible en las instalaciones, disponible cuando se necesite y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias (fluoruro y As). |
| Básico | Uso de agua de una fuente mejorada siempre que el tiempo de recolección no supere los 30 minutos para un viaje de ida y vuelta, incluida las colas. |
| Limitado | A más de 30 minutos, incluido las colas. |
| Sin Mejorar | Agua de pozo excavado sin protección o de un manantial sin protección. |
| Agua Superficial | Agua directamente de un río, presa, lago, estanque, arroyo, canal o canal de riego. |

Cobertura de los servicios de saneamiento en América Central y República Dominicana

Al igual que el punto anterior, los datos de los tipos de saneamiento se obtuvieron de la UNICEF/OMS mediante el PCM, y la clasificación se realizó de acuerdo con la “Escalera de servicios de saneamiento”, herramienta creada para monitorear permanentemente el avance de los servicios de disposición de excretas en los diferentes países (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Escalera de servicios de saneamiento de Aguas Residuales domésticas.

| Nivel del Servicio | Definición |
|--|--|
| Saneamiento gestionado en forma segura | Uso de instalaciones mejoradas que no comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura in situ o se eliminan o tratan fuera del sitio. |
| Básico | Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares. |
| Limitado | Uso de instalaciones mejoradas que se comparten con otros hogares. |
| Sin Mejorar | Uso de letrinas de pozo sin losa o plataformas, letrinas colgantes o letrinas de cubo. |
| Defecación a cielo abierto | Eliminación de heces humanas en campos, bosques, arbustos, cuerpos de agua abiertos, playas, lugares abiertos. |

Cobertura de servicios de higiene o lavado de manos

En el cuadro 3 se presenta la escalera de higiene o lavado de manos propuesto por el PCM.

Cuadro 3. Escalera de Higiene o lavado de manos.

| Nivel del Servicio | Definición |
|--------------------|---|
| Básico | Disponibilidad de una instalación de lavado de manos con agua y jabón en el hogar. |
| Limitado | Disponibilidad de una instalación para lavarse las manos que carezca de agua y/o jabón. |
| Sin instalaciones | No hay instalaciones para lavarse las manos. |

Fuente: UNICEF/JMP/OMS.

Propuesta para pasar el lavado de manos de lo básico a lo avanzado

Mediante el fundamento original del lavado de manos establecido por Ignaz Semmelweis, obstetra húngaro del siglo XIX [13], y debido a que la OMS ha dejado de lado que un eficaz lavado de manos se debe realizar con agua de calidad potable, se reitera la propuesta para pasar de lo básico a lo avanzado en cuanto a la higiene o lavado de manos [14].

RESULTADOS

En forma concordante con el orden de los objetivos y la metodología, se presentan los siguientes resultados.

Cobertura del AUCH

En el cuadro 4 se presenta la distribución de la cobertura, según país, de los servicios de AUCH.

Cuadro 4. AUCH en Centroamérica y República Dominicana al 2022.

| País | % Al menos Básico | % Limitado a 30 minutos | % Mas allá de 30 minutos | % Agua superficial | % Libre de contaminación | % Gestionada en forma segura |
|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| Belice | 98 | 1 | -1 | -1 | ND | ND |
| Guatemala | 95 | 1 | 3 | 1 | 56 | 58 |
| El Salvador | 99 | -1 | -1 | -1 | ND | ND |
| Honduras | 96 | 1 | 3 | -1 | 65 | 65 |
| Nicaragua | 82 | 2 | 14 | 3 | 56 | 78 |
| Costa Rica | 99 | -1 | -1 | -1 | 94 | 81 |
| Panamá | 95 | 2 | 2 | 1 | ND | ND |
| Rep. Dominicana | 97 | <1 | -1 | 2 | 45 | 45 |

Fuente: UNICEF/JMP/OMS.

Nota: Población estimada: América Central 50.690.000 más Rep. Dominicana 10.790.744 hab. Total 61.480.000 habitantes.

Los resultados indican que la cobertura con AUCH en los ocho países del FOCARD-APS mediante un servicio “Al menos básico”, es decir agua proveniente de una fuente mejorada y que el tiempo de recolección no supere los 30 minutos ida y vuelta, incluida las colas, oscila entre 82% y 99%, específicamente Nicaragua con 82%, Guatemala y Panamá 95%, Honduras 96%, República dominicana 97%, Belice 98% y El Salvador y Costa Rica con 99%. No obstante, en cuanto al “Agua gestionada en forma segura”, la cual para efectos de este estudio se define como agua procesada en un sistema de tratamiento y/o sometida a cloración, existen tres países que no aportan datos a saber Belice, El Salvador y Panamá, mientras que reportan coberturas República Dominicana con 45%, Guatemala con 58%, Honduras con 65%, Nicaragua con 78% y Costa Rica con 81%; sin embargo, en la clasificación “Libre de contaminación”, en forma semejante Belice, El Salvador y Panamá no presentan datos, República Dominicana reportó 45%, Guatemala y Nicaragua 56%, Honduras 65% y Costa Rica 94%.

Cobertura de saneamiento en aguas residuales

Las coberturas según tipo de servicio de saneamiento en aguas residuales domésticas, se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Saneamiento en aguas residuales en América Central y República Dominicana al 2022.

| País | % Al menos Básico | % Limitado | % Sin Mejorar | % Gestionada en forma segura |
|-----------------|-------------------|------------|---------------|------------------------------|
| Belice | 88 | 9 | 2 | ND |
| Guatemala | 70 | 11 | 18 | ND |
| El Salvador | 88 | 12 | -1 | ND |
| Honduras | 84 | 9 | 3 | 53 |
| Nicaragua | 73 | 7 | 13 | ND |
| Costa Rica | 98 | -1 | -1 | 25 |
| Panamá | 86 | 2 | 8 | ND |
| Rep. Dominicana | 89 | 8 | 2 | 43 |

Fuente: UNICEF/JMP/OMS.

Las coberturas calificadas como “Al menos Básico” o “Instalaciones mejoradas” (alcantarillado y tanques sépticos que no se comparten con otros hogares), fueron de 70% para Guatemala, 73% Nicaragua, 84% Honduras, 86% Panamá, 88% Belice y El Salvador, 89% República Dominicana y 98% para Costa Rica. Solamente Costa Rica con 25%, República Dominicana con 43% y Honduras con 53%, reportaron datos de cobertura y saneamiento “gestionado en forma segura” (uso de instalaciones mejoradas, que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura, in situ, o se tratan fuera del sitio).

Cobertura de higiene o lavado de manos con agua y jabón

El cuadro 6 describe la clasificación de los datos de cobertura de población de acuerdo con servicio de lavado de manos con agua y jabón, en los países de América Central y República Dominicana al 2022.

Cuadro 6. Higiene o lavado de manos con agua y jabón en América Central y Rep. Dominicana al 2022.

| Países | % Básico | % Limitado | % Sin instalaciones | % Agua gestionada en forma segura | % Agua libre de contaminación |
|-----------------|----------|------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Belice | 90 | 7 | 5 | ND | ND |
| Guatemala | 77 | 21 | 3 | 58 | 56 |
| El Salvador | 81 | 7 | 3 | ND | ND |
| Honduras | 85 | 15 | 1 | 65 | 65 |
| Nicaragua | ND | ND | ND | 78 | 56 |
| Costa Rica | 86 | 9 | 5 | 81 | 94 |
| Panamá | ND | ND | ND | ND | ND |
| Rep. Dominicana | 48 | 14 | 38 | 45 | 45 |

Fuente: UNICEF/OMS.

En cuanto al uso de instalaciones de saneamiento del “Nivel básico”, con disponibilidad de agua en el hogar pero sin definir su calidad, Panamá y Nicaragua no aportaron datos, mientras que República Dominicana reportó 48%, Guatemala 77%, El Salvador 81%, Honduras 85%, Costa Rica 86% y Belic 90%.

Aunado a los datos de los “Servicios básico”, “Limitado” y “Sin instalaciones”, se incorporaron el porcentaje o coberturas con “agua gestionada en forma segura” y agua libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias, con el objetivo de establecer la diferencia entre el lavado de manos con agua y jabón, como lo indica la UNICEF/OMS, y el lavado de manos con agua gestionada en forma segura y libre de contaminación fecal. Puede apreciarse que Belice, El Salvador y Panamá no reportaron datos para ninguno de estos dos últimos indicadores. Honduras (65%), y República Dominicana (45%) reportaron datos iguales para ambos indicadores, lo que podría hacer suponer que los consideran semejantes. En el caso de Guatemala y Nicaragua, reportaron valores de 58% y 78% para “agua gestionada en forma segura”, y en 56% ambos casos para “agua libre de contaminación”, respectivamente. Solamente Costa Rica reportó un aumento entre los dos indicadores, al reportar 81% para “agua gestionada en forma segura” y 94% para “agua libre de contaminación”, lo que resulta lógico si consideramos que existen fuentes de agua que no son gestionadas en forma segura, pero que abastecen agua libre de contaminación, y que además hay fuentes gestionadas de forma segura pero que abastecen agua contaminada.

Propuesta y lavado de manos para pasar de lo básico a lo avanzado

En el cuadro 7 se presenta la propuesta para pasar de lo básico a lo avanzado en el lavado de manos, con respecto a lo establecido por el PCM en el cuadro 3.

Cuadro 7. Propuesta para pasar de lo básico a lo avanzado en el lavado de manos.

| Nivel del Servicio | Higiene o lavado de manos |
|--------------------|--|
| Avanzado | Con agua potable, gestionado en forma segura por cañería intradomiciliar, con control de calidad sin contaminación fecal y cloro residual entre 0,3 mg/L y 0,8 mg/L. |
| Básico | Disponibilidad de una instalación de lavado de manos en vivienda con jabón y agua. |
| Limitado | Disponibilidad de instalación de lavado de manos en la vivienda. |
| Sin instalaciones | No existe instalación de manos en la vivienda. |

Con fundamento a lo indicado en el punto anterior, en el cuadro 4 se establece la propuesta para la higiene o lavado de manos para pasar de lo básico a lo avanzado, utilizando agua potable gestionada en forma segura, por cañería intradomiciliar, con control de calidad, sin contaminación fecal y con residual de cloro entre 0,3 mg/L y 0,8 mg/L; en otras palabras, criterios más estrictos que los del PCM del cuadro 3.

Conclusiones

- Los resultados obtenidos en las coberturas de AUCH, según su tipo de servicio, demuestra lo heterogéneo del acceso a este importante determinante de la salud en los ocho países estudiados. Las mencionadas diferencias se presentan, principalmente, en los porcentajes de agua potable gestionada en forma segura y agua “libre de contaminación fecal y sustancias prioritarias”.
- Queda claro, que la mayoría de los países confunden los conceptos de “agua potable gestionada en forma segura” con “agua libre de contaminación fecal y sustancias químicas tóxicas prioritarias”, cuando en realidad existe el riesgo de que el agua gestionada en forma segura, con un sistema de tratamiento y cloración, se contamine en la red de distribución y presente así contaminación bacteriana o fecal.
- La eliminación de excretas mediante un servicio de saneamiento gestionado en forma segura, obliga a tratar las heces in situ o eliminarse y tratarse fuera del sitio, lo cual se puede cumplir mediante un adecuado tanque séptico o alcantarillado con sistema de tratamiento de aguas residuales. Dado que los hogares con servicios gestionados de forma segura también cumplen los criterios de los servicios básicos, el PCM agrupó y clasificó estas dos categorías como “Al menos básicos”, el cual es uno de los indicadores de seguimiento utilizados para monitorear el progreso hacia la meta 1.4 de los ODS, sobre acceso universal a los servicios básicos en el año 2030. En este contexto, siete de los países evaluados no alcanzan el 90%, e incluso Guatemala y Nicaragua reportan valores de 70% y 73%, respectivamente, lo que indica que aún están lejos de alcanzar la mencionada meta; por su parte, Costa Rica se clasifica con 98% con “Al menos básico”, lo que lo convierte en el único país de la región con posibilidades reales de alcanzar la meta planteada por el PCM.
- Por otro lado, de los ocho países estudiados solo tres (37,5%) aportan datos sobre servicio de “Saneamiento gestionado en forma segura”. Estas naciones son Honduras con 53%, República Dominicana con 43% y Costa Rica con 25%.
- Los datos de higiene o lavado de manos con agua y jabón son limitados y confusos en los ocho países estudiados; confusos debido a que no queda claro si el agua usada en el nivel básico, está gestionada en forma segura y si está o no libre de contaminación con microorganismos; limitados porque en los casos de Nicaragua y Panamá no hay reporte de información.

Recomendaciones

- El acceso al agua potable gestionada en forma segura y libre de contaminación fecal y sustancias químicas tóxicas (flúor, arsénicos y plaguicidas), es un determinante fundamental de la salud pública y un derecho humano vinculado a alcanzar la seguridad alimentaria. Sumado a esto, el saneamiento enfocado en aguas residuales y la higiene o lavado de manos con agua libre de contaminación fecal, son esenciales para el desarrollo de la salud y de los pueblos. Es necesario que el FOCARD-APS impulse, con mayor fuerza, la ampliación de las coberturas de agua y saneamiento gestionada en forma segura.

- Con respecto al lavado de manos con agua y jabón, primero recomendamos promover esta acción como un hábito o cultura, con la intención de prevenir las enfermedades infecciosas, y seguido pasar de lo básico a lo avanzado según lo indicado en el cuadro 4, utilizando agua potable libre de contaminación fecal para la higiene frecuente de las manos [13].

Referencias

- [1] Wikipedia. América Central. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9rica_Central
- [2] Mauricio Ponce. El Foro centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento. En línea. https://mauricioponce.com/portfolio_page/foro-centroamericano-y-republica-dominicana-de-agua-potable-y-saneamiento/
- [3] SICA. El SICA en breve. En línea. <https://www.sica.int/breve>
- [4] Wikipedia, la enciclopedia libre. República Dominicana. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Rep%C3%BAblica_Dominicana
- [5] SICA.INT. Plan Estratégico FOCARD-APS-2020-2025. En Línea. <https://www.sica.int/download/?127399#:~:text=El%20Plan%20Estrat%C3%A9gico%202020%20%E2%80%93%202025%20del%20FOCARD%2D%20APS%20plantea%20dos.a%20las%20instituciones%20y%20organizaciones>
- [6] Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. En línea. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [7] UNIVIEF/OMS: Objetivo 6-Hacer frente al reto: posibilitar el acceso al agua limpia y potable en todo el mundo. En línea. <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-6-hacer-frente-al-reto-posibilitar-el-acceso-al-agua-limpia-y-potable-en-todo-el-mundo>
- [8] OMS/JMS/UNICEF. Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene. Informe de actualización de 2017 y línea base de los ODS. UNICEF.org. En línea. https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2018/01/JMP-2017-report-es_0.pdf
- [9] UNICEF/JMP/OMS. Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene en América Latina y El Caribe: 2000-2020. UNICEF/OMS.
- [10] WHO/UNICEF/JMP. Progreso en Materia de Agua para Consumo, Saneamiento e Higiene en los Hogares: 2000-2020.
- [11] World Health Organization, UNICEF, JMP. Progresos de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022. Nueva York-ISBN (UNICEF): 978-92-806-5476-9; 2023, pág. 1-156.
- [12] OMS/UNICEF. Joint Monitoring Programme. En línea. <https://washdata.org/>
- [13] Betegeux Cristeyms Food Hygiene. La historia de Semelweiss, el doctor que descubrió que lavarse las manos salva vidas. Documento en línea: [https://www.betelgeux.es/blog/2020/10/15/historia-de-semmelweis-doctor-que-descubrio-que-lavarse-las-manos-salva-vidas/#:~:text=Semmelweis%2C%20en%20el%20a%C3%B1o%201847,1\)%2C%20era%20de%20tres%20a](https://www.betelgeux.es/blog/2020/10/15/historia-de-semmelweis-doctor-que-descubrio-que-lavarse-las-manos-salva-vidas/#:~:text=Semmelweis%2C%20en%20el%20a%C3%B1o%201847,1)%2C%20era%20de%20tres%20a)
- [14] Darner A. Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Higiene y Lavado de manos: propuesta para pasar de lo básico a lo avanzado. Revista Tecnología en Marcha, Vol.36. Segunda Edición Especial. Covid-19; 2023: pág 18-27.

Actualización de los criterios y normas microbiológicas para evaluar las aguas en sus diferentes usos en Costa Rica 2024 (tercera versión)

Update of the microbiological criteria and standards to evaluate water in its different uses in Costa Rica 2024 (third version)

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Actualización de los criterios y normas microbiológicas para evaluar las aguas en sus diferentes usos en Costa Rica 2024 (tercera versión). *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 59-70.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7211>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Actualizar; agua; criterio; indicador; norma.

Resumen

Se presenta la tercera actualización de los criterios y normas para evaluar las aguas en sus diferentes usos en Costa Rica al 2024. La primera versión fue publicada en 1996 [1] y la segunda en 1998 [2]. Luego, después de 26 años se presenta esta segunda actualización y tercera versión, en donde la tercera edición de las “Guías de Calidad del Agua de Bebida” de la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicada en el 1994, se introdujo el concepto de “Evaluación de Riesgos Microbiológicos en las Aguas para Consumo Humano, utilizando el indicador de *Escherichia coli* (*E. coli*) como riesgo de transmisión de enfermedades hídricas, mediante un indicador específico de contaminación fecal. Por otro lado, precisamente el suscrito, en mi calidad de Director del Laboratorio Nacional de Aguas, se propuso la evaluación de riesgo sanitario en las aguas de las playas de Costa Rica. Mas tarde, la OMS publicó las Directrices para la evaluación de riesgo sanitario en las aguas recreativas, en el año 2021, usando el grupo bacteriano *Enterococcus faecalis*. A la luz de estos cambios cronológicos en esta tercera versión, se actualizan los criterios y normas microbiológicos para evaluar la calidad sanitaria en sus diferentes usos en Costa Rica al 2024.

Keywords

Criterion; indicator; rule; update; water.

Abstract

The third update of the Criteria and Standards for Evaluating Water in its different uses in Costa Rica by 2024 is presented. The first version was published in 1996 [1] and the second in 1998 [2]. Then, after 26 years, this second update and third version is presented, where the third edition of the World Health Organization (WHO) “Drinking Water Quality Guidelines”, published in 2024, introduced the concept of “Microbiological risk Assessment”. in Waters for Human Consumption, using the indicator of *Escherichia coli* (*E. coli*) as a risk of transmission of water diseases, through a specific indicator of fecal contamination. On the other hand, precisely the undersigned, in my capacity as Director of the National Water Laboratory, proposed the evaluation of health risk in the waters of the beaches of Costa Rica. Later, the WHO published the Guidelines for the assessment of health risk in recreational waters, in 2021, using the bacterial group *Enterococcus faecalis*. In light of these chronological changes in this third version, the microbiological criteria and standards are updated to evaluate health quality in its different uses in Costa Rica until 2024.

Introducción

Ante la ausencia de normas nacionales, en 1996 se publicó el estudio “*Criterios Microbiológicos para Evaluar la Calidad del Agua en sus Diferentes Usos en Costa Rica*” [1]. En este documento, se propusieron valores recomendados y máximos permisibles para evaluar el agua utilizada en el consumo humano (ACH), acuicultura, envasado (AE), preparación de hielo, recreación (AR) e irrigación (AI). Dos años después, en 1998, se publicó la primera actualización del documento [2] en lo que fue su segunda versión, fundamentados en la publicación de los documentos “*Reglamento para la Calidad del Agua Potable*” [3], “*Manejo de Piscinas Públicas*”

[4] y “*Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales*” [5]. Entre los años 1997 y 2020 se publicaron tres versiones del “*Reglamento para la Calidad del Agua Potable*” (1997, 2005, 2015), y a la última versión se le han realizado al menos dos modificaciones [6,7,8,9].

Por otro lado, de las “*Guías de Calidad del Agua de Bebida*”, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se han publicado cuatro ediciones en los años 1984,1994, 2004 y 2011, y para el 2024 se publicaron otras guías de calidad para acueductos pequeños [10,11,12,13,14]. El seguimiento de estos cambios ha sido cronológicamente desarrollado por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), en el documento “*Evolución de las Guías de Calidad Microbiológica para evaluar las Aguas para Uso y Consumo Humano*” [15], marcando el cambio en el tiempo de los Coliformes totales a los Coliformes fecales (o termotolerantes), y posteriormente a la *E. coli* como indicador específico de contaminación fecal, y por lo tanto como indicador de riesgo de transmisión de enfermedades de origen intestinal [16].

Por último, la OMS publicó en julio del 2021 las “*Directrices para la calidad de agua para usos recreativos*” [17], en donde se incluyen metas y enfoques de gestión de riesgos, basados en pruebas científicas y prácticas óptimas de todos los lugares del mundo.

Ante estos avances, en este documento se presentan los “*Criterios Microbiológicos para Evaluar las Aguas en sus Diferentes Usos en Costa Rica*”, en su tercera versión del año 2024.

Objetivos

General

Actualizar los criterios y normas microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos, con el propósito de evitar la transmisión de enfermedades infecciosas de origen hídrico.

Específicos

- Analizar la evolución de los parámetros microbiológicos contenidos en las “*Guías de Calidad del Agua de Bebida*” de la OMS, en sus ediciones de los años 1984, 1993, 2004, 2011 y 2024.
- Estudiar la evolución de los usos de parámetros microbiológicos de las “*Normas para el Agua Potable-CAPRE*”, los “*Reglamentos para la Calidad del Agua Potable*” de Costa Rica de los años 1997, 2005 y 2015 y las modificaciones respectivas.
- Abordar los parámetros microbiológicos del “*Reglamento para la Calidad del Agua para Consumo Humano en Establecimientos de Salud*”, Decreto Ejecutivo 37083-S publicado en la Gaceta 87 del 07/05/2012 [18].
- Identificar los parámetros microbiológicos para evaluar la calidad de las aguas envasadas en Costa Rica [19].
- Estudiar los parámetros microbiológicos para irrigaciones y otros, del “*Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales*”.
- Estudiar los parámetros microbiológicos en aguas de piscinas, para minimizar la transmisión de infecciones por contacto y por ingesta de agua.
- Identificar y analizar la evaluación de riesgo sanitario utilizando indicadores microbiológicos en las aguas recreativas, a saber playas, ríos, lagos y otros.
- Identificar los intervalos de Coliformes Fecales (NMP/100 mL) del “*Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales*” [20].

Metodología

Para cumplir con los objetivos de esta actualización se aplican los siguientes pasos:

Agua para uso y consumo humano y preparación de hielo

Se analiza la evolución de las ediciones de las “*Guías de Calidad del Agua de Bebida*” de la OMS para los años 1984,1993, 2004, 2011 y 2024, en congruencia con los “*Reglamentos para la Calidad del Agua Potable*” de los años 1993-CAPRE,1997,2005,2015 y sus modificaciones; además, se evalúan los parámetros microbiológicos utilizados para el hielo y aguas envasadas.

Agua para uso y consumo humano en Centros de Salud

Se presentan los indicadores bacterianos para evaluar el riesgo de enfermedades por contacto e ingesta de agua del respectivo “*Reglamento para la Calidad del Agua para Consumo Humano en establecimientos de Salud*”, Decreto Ejecutivo 37083-S.

Agua para Irrigación

Mediante la aplicación del “*Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales*” N°33601, se analizan los valores máximos permitidos para los diferentes reusos de aguas residuales.

Aguas recreativas

Piscinas

El “*Reglamento Sobre el Manejo de Piscinas Públicas*” de Costa Rica, se publicó el 30/03/2009 por medio del Decreto Ejecutivo N°3509-S.

Aguas de Playas

Los indicadores microbiológicos para evaluar el riesgo de nadar en aguas de playa, se fundamentan en el libro “*Calidad Sanitaria de las Aguas de Playa de Costa Rica*” [21] y las “*Directrices sobre la calidad del agua para usos recreativos*” de la OMS.

Ríos, Lagos y otros

Con respecto a la calidad microbiológica de ríos, lagos y otros, también se aplican las directrices citadas en el punto anterior. Además, se analizan los parámetros biológicos en las cinco clases de aguas superficiales del reglamento o Decreto N°33903-MINAE-3.

Resultados

Evolución de las Guías Microbiológicas de Calidad del Agua de la OMS

El análisis de la evolución de los parámetros microbiológicos de las “*Guías de Calidad del Agua de Bebida*” de la OMS, publicados en los años 1984,1994, 2004, 2011 y 2024, permite identificar que se pasó de utilizar los:

- Coliformes totales a Coliformes fecales y posteriormente a la *Escherichia coli* (*E. coli*), como indicador específico de contaminación fecal proveniente de los humanos y de los animales de sangre caliente.

Agua para uso y consumo humano y preparación de hielo

Parámetros bacteriológicos para aguas para uso y consumo humano

En el cuadro 1 se presentan los valores propuestos del indicador bacteriano para todo tipo de agua de bebida, así como para la preparación de hielo, en el agua que entra al sistema de distribución.

Cuadro 1. Parámetros bacteriológicos de agua para uso y consumo humano y preparación de hielo.

| Origen | Parámetro E. coli/100 mL | Valor máximo permisible 100 mL |
|--|--------------------------|--------------------------------|
| Agua de bebida y para preparar hielo | Negativo | Negativo |
| Agua que entra en el sistema de distribución | Negativo | Negativo |
| Agua en el sistema de distribución | Negativo | Negativo |

NOTA 1: el cloro residual en el agua en el sistema de distribución debe estar en 0,3 mg a 1,0 mg/L.

NOTA 2: el indicador bacteriológico de contaminación fecal más preciso es la Escherichia coli. No obstante, el grupo Coliformes fecal, también es un buen indicador, pero debido a la gran cantidad de acueductos que hay que vigilar y controlar la calidad del agua, es más económico utilizar un solo indicador.

NOTA 3: el porcentaje anual de negatividad por E. coli en problemas igual o superior a 20.000 hab debe ser del 95% y el caso de población inferiores a 20.000 hab debe ser del 90%.

Evaluación del riesgo sanitario

Aplicando el número de fallas identificadas en la inspección sanitaria del sistema de abastecimiento, tanto en la fuente de agua como en los tanques de almacenamiento y la red de distribución, y el complemento con los resultados del indicador *E. coli*, se establece la evaluación de riesgo y la prioridad de las medidas correctivas. En el cuadro 2 se presenta la categorización de las fallas sanitarias de la estructura.

Cuadro 2. Categorización de las fallas sanitarias de la estructura.

| Fallas sanitarias | Clasificación de riesgo | Código de colores |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 0 | Riesgo Nulo o muy Bajo | Azul |
| 1-2 | Riesgo Bajo | Turqueza |
| 3-4 | Riesgo Intermedio | Verde |
| 5-7 | Riesgo Alto | Amarillo |
| 8-10 | Riesgo Muy Alto | Rojo |

El cuadro 3 presenta la clasificación de conformidad con la contaminación por *E. coli*.

Cuadro 3. Categorización de la contaminación bacteriana del acueducto.

| E. coli/100 mL | Clasificación de riesgo | Código de colores |
|----------------|-------------------------|-------------------|
| 0 | Riesgo Nulo | Azul |
| 1-2 | Riesgo Bajo | Turquesa |
| 3-4 | Riesgo Intermedio | Verde |
| 5-7 | Riesgo Alto | Amarillo |
| 8-10 | Riesgo Muy Alto | Rojo |

En la figura 1 se presenta la valoración de cada estructura del acueducto evaluado.



Figura 1. Matriz para la valoración de cada estructura grado de inspección.

Agua para uso y consumo humano en establecimientos de Salud, según Decreto Ejecutivo N°37083-S

En el cuadro 4, se presentan los límites máximos permisibles en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo en establecimientos de salud.

Cuadro 4. límites máximos permisibles en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo en establecimientos de salud.

| Origen | Indicador | Valor máximo permisible |
|---------------------------|---|-------------------------|
| En la red de distribución | Coliformes fecales (<i>E. coli</i>)/100 mL | Negativo |
| | <i>Pseudomonas sp</i> | ≤30 U.F.C |
| | Recuento de bacterias mesofílicas/mL | ≤ 30 U.F.C |

Nota 1: cloro residual de 0,3 mg/L a 1,0 mg/L.

Nota 2: para efectos prácticos en concordancia con la evolución de las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la OMS, se recomienda utilizar la *E. coli*, como indicador específico de contaminación fecal y la *Pseudomonas sp* para evaluar el riesgo de enfermedades por contacto.

Parámetros Microbiológicos para Aguas Envasadas

Según la “Norma General para Agua Envasada y Comercializada” INTE 02-07-01-07, los valores o requisitos microbiológicos para estas aguas se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Requisitos microbiológicos.

| Parámetro | Unidad | Valor recomendado | Valor máximo permisible | Frecuencia de análisis |
|---|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|
| Coliformes totales | UFC/100 mL NMP/100 mL | Ausente | Ausente | Al menos una vez a la semana |
| Recuento total de bacterias mesofílicas aerobias (heterotróficas) inmediatamente después del envasado | UFC/1 mL | Ausente | 30 | |
| Recuento total de bacterias mesofílicas aerobias (heterotróficas) a cinco días | UFC/1 mL | ≤ 30 | 100 | |

Fuente: Norma INTE 02-07-01-07.

Nota: Se recomienda sustituir el uso del Grupo Coliforme Total por Coliformes Fecales y E. coli.

Parámetros de calidad microbiológicos para aguas utilizadas en diferentes tipos de irrigación

El “Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales”, Decreto N°33601-MINAE-S, define los parámetros microbiológicos para ocho tipos de reuso de aguas residuales a saber:

Tipo 1. Reuso urbano: riego de zonas en donde haya accesos del público (por ejemplo, en zonas verdes, campos de golf, parques, plazas deportivas y cementerios), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendio y otros usos con similar acceso o exposición del agua.

Tipo 2. Riego con acceso restringido: cultivo de césped, silvicultura y otras áreas donde el acceso del público es prohibido o restringido.

Tipo 3. Reuso agrícola en cultivos de alimentos que no se procesan previo a su venta: riego superficial o por aspersión de cualquier cultivo comestible que no se procese previo a su venta, incluyendo aquellos que se consumen crudos.

Tipo 4. Reuso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan previo a su venta: riego de cultivos que previo a su venta al público, han recibido el procesamiento físico o químico necesario para la destrucción de los organismos patógenos que pudieran contener.

Tipo 5. Reuso agrícola en cultivos no alimenticios: riego de pastos de piso, forrajes, cultivos de fibras y semillas y otros cultivos no alimenticios.

Tipo 6. Reuso recreativo: reuso en cuerpos de agua artificiales donde pueda existir un contacto ocasional (por ejemplo: pesca, canotaje y navegación).

Tipo 7. Reuso paisajístico: aprovechamientos estéticos donde el contacto con el público no es permitido y dicha prohibición está claramente rotulada.

Tipo 8. Reuso en la construcción: compactación de suelos, control de polvo, lavado de materiales, producción de concreto. En el cuadro 6 se presentan los límites máximos permisibles para el reuso de aguas residuales.

Cuadro 6. Límites máximos permisibles para el reuso de aguas residuales ordinarias.

| Tipo de Reuso | Parámetros microbiológicos | |
|---------------|---|--|
| | Nematodos Intestinales (promedio aritmético de 08.de huevecillos/litro) | Coliformes fecales (MNP/100 MI) ⁽¹⁾ |
| Tipo 1 | 1 | 1000 |
| Tipo 2 | 1 | 10.000 |
| Tipo 3 | 1 | 1.000 ⁽²⁾ |
| Tipo 4 | 1 | 10.000 ⁽³⁾ |
| Tipo 5 | 1 | ----- ⁽⁴⁾ |
| Tipo 6 | 1 | 10.000 |
| Tipo 7 | 1 | ----- |
| Tipo 8 | 1 | 1000 |

Los análisis microbiológicos se practicarán con una muestra compuesta de al menos seis muestras simples distribuidas en el periodo diario de reuso. Los resultados se reportarán en unidades consistentes con el método de análisis empleado.

(1) Para árboles frutales no se deberá utilizar riego por aspersión. El parámetro de Coliformes fecales puede variar hasta 100 NMP/100 mL, siempre y cuando se suspenden el riego dos semanas antes de la cosecha y no se recojan los frutos caídos.

(2) El riego debe cesar dos semanas antes de la cosecha.

(3) Debe evitarse el pastoreo de ganado durante los quince días siguientes a la finalización del riego. Si no se respeta ese periodo, la concentración de Coliformes fecales no deberá exceder 1.000 NMP/100 mL.

(4) El agua reusada no debe ser irritante para la piel y los ojos. El agua reusada debe ser clara y no debe presentar olores molestos ni contener sustancias tóxicas por ingestión.

Aguas Recreativas

Piscinas

El Decreto 35309-S sobre los alcances del “Reglamento sobre el Manejo de Piscinas”, indica que microbiológicamente la calidad del agua se evalúa, en primera instancia, a través de parámetros físico-químicos y biológicos con una frecuencia de una vez al mes; en el caso de que los resultados presenten deterioro, los mismos se deberán complementar, en segunda instancia, con otros parámetros biológicos con una frecuencia de cada dos meses.

Los cuadros 7 y 8 presentan los parámetros físico-químicos y biológicos evaluados mensualmente, y los parámetros biológicos evaluados cada dos meses, en caso de que los resultados presenten deterioro en la calidad del agua, respectivamente.

Cuadro 7. Parámetros fisicoquímicos y biológicos evaluados una vez al mes en el agua de la piscina.

| Parámetro | Valor límite |
|--------------------------------|---|
| Turbiedad | Inferior a 1,5 UNT |
| Conductividad | No más de 800 μ S/cm del agua de llenado |
| Amoniaco | 0,5 mg/L |
| Nitratos | Incremento no superior a 10 mg/L sobre el agua de llenado |
| Aluminio * | 0,3 mg/L |
| Cobre ** | 2 mg/L |
| Ácido Isocianúrico | Inferior a 200 calorías/mL |
| Coliformes fecales | Ausencia en 100 mL |
| <i>E. coli</i> | Ausencia en 100 mL |
| Recuento Aeróbico total a 37°C | Inferior a 200 calorías |
| Dureza | Hasta 250 ppm |

*Solo se determina cuando se utiliza Sulfato de Aluminio.

**Se determina cuando se utiliza Sulfato de Cobre.

Cuadro 8. Parámetros Biológicos evaluados una vez cada dos meses y verificados cada vez que el control biológico mensual muestre deterioro de la calidad del agua.

| Parámetro | Valor Límite |
|-------------------------------|--------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Ausencia en 100 mL |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausencia en 100 mL |
| <i>Streptococcus faecalis</i> | Ausencia en 100 mL |

Fuente: Decreto 35309-S.

Requisitos microbiológicos para aguas termales

Debido a que en Costa Rica existe un vacío en la legislación de la calidad de las aguas termales, y que las mismas son muy aprovechadas y utilizadas en la actividad turística del país, en el cuadro 9 se presentan los requisitos microbiológicos para evaluar la calidad de este tipo de aguas.

Cuadro 9. Criterios Microbiológicos para evaluar la calidad sanitaria de las aguas termales.

| Parámetro | Técnica de Tubos Múltiples | Técnica de Filtración por Membrana |
|--|----------------------------|------------------------------------|
| Coliformes fecales | Negativo/100 mL | 0 UFC/mL |
| <i>E. coli</i> | Negativo/100 mL | 0 UFC/mL |
| Bacterias Aerobios total | 100 UFC/mL | 0 UFC/mL |
| Bacterias Esporuladas Reductores de Sulfito | <2,2 NMP/100 mL | 0 UFC/mL |

Ante la posibilidad de que las aguas termales puedan transmitir algunas amebas de vida libre como *Naegleria fowleri*, los hoteles y/o centros recreativos que las utilizan tienen la obligación de cumplir con rotulación o advertencia dirigida a los visitantes, sobre no sumergir la cabeza ni rociar a otros con el agua para evitar la meningitis amebiana.

Aguas de playas, ríos, lagos o embalses

Los criterios microbiológicos para evaluar las aguas de playas, fueron establecidos por Darner A. Mora en 1988, los cuales se mantienen vigentes; además, en el año 2010 se propuso la metodología denominada “Índice de Riesgo Sanitario para Evaluar las Aguas de Playa de Costa Rica”. En los cuadros 10, 11 y 12 se presentan los criterios microbiológicos para la evaluación del riesgo sanitario de las playas de Costa Rica”.

Cuadro 10. Criterios de calidad Bacteriológica y su aporte al Índice de Riesgo Sanitario (IRS) en las Playas de Costa Rica.

| Promedio geométrico CF/100 mL | Calidad | Clase | Código de colores | Aporte al IRS |
|-------------------------------|-----------|-------|-------------------|---------------|
| <10 | Excelente | AA | Azul | 50 |
| >10-100 | Buena | A | Verde | 40 |
| >100-240 | Regular | B | Amarilla | 30 |
| >240-500 | Mala | C | Naranja | 20 |
| >500-1000 | Muy Mala | D | Café | 10 |
| >1000 | Pésima | E | Rojo | 0 |

Fuente: LNA-Darner A. Mora.

Cuadro 11. Número de descargas de aguas residuales y desembocaduras de ríos, quebradas y esteros.

| Número de descargas de aguas residuales y desembocaduras de ríos, quebradas y esteros * | Promedio geométrico de CF/100 mL | Porcentaje obtenido en IRS |
|---|----------------------------------|----------------------------|
| 0 | 0 | 50 |
| 1 | <1000 | 45 |
| 1 (menor a 25 m de ancho) | >1000-5000 | 40 |
| 1,2 o más | >1000-5000 | 30 |
| 1 (menor 0 25 m de ancho) | >5000-10000 | 20 |
| 1,2 o más | >5000-10000 | 10 |
| 1 o más | >10000 | 0 |

Fuente: LNA-Darner A. Mora.

* Si el río, quebrada o estero tiene un ancho de 25 metros, el promedio geométrico y el puntaje corresponde al siguiente nivel hacia arriba.

Cuadro 12. Índice para evaluar el Riesgo Sanitario en las Playas de Costa Rica.

| Porcentaje obtenido en la sumatoria de variable de las fuentes de contaminación y las aguas de playa | Riesgo Sanitario | Código de colores |
|--|-------------------|-------------------|
| 0-50 | Muy Alto | Rojo |
| >50-60 | Alto | Café |
| >60-70 | Medianamente Alto | Naranja |
| >70-80 | Bajo | Amarillo |
| >80-90 | Muy Bajo | Verde |
| >90-100 | Nulo | Azul |

Fuente: LNA-Darner Mora.

En el cuadro 13 se presentan las matrices con la evaluación de riesgo de aguas recreativas para aguas marinas y aguas dulces (ríos, lagos, embalses y otros), establecidas mediante las directrices de la OMS, y cuyo indicador bacteriano es *Enterococcus faecalis* o Enterococo. Por su parte, el cuadro 14 presenta la matriz de Evaluación de Riesgo Sanitario para Aguas de Playa en Costa Rica.

Con respecto a la evaluación de riesgo sanitario de las playas de Costa Rica, se propone el cambio del grupo indicador Coliforme fecal/100 mL a *Escherichia coli* (*E. coli*), debido a que esta bacteria es más específica de contaminación fecal de las excretas de seres humanos y animales de sangre caliente.

Cuadro 13. Matriz de evaluación microbiana de la calidad del agua (Enterococcus), según la OMS a nivel mundial.

| Categoría de la inspección sanitaria (Riesgo) | Promedio de Enterococcus/100 mL | | | |
|---|---------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | ≤ 40 | 41-200 | 201-500 | >500 |
| Muy Bajo | Muy Bien | Muy Bien | Seguimiento | Seguimiento |
| Bajo | Muy Bien | Bueno | Seguimiento | Seguimiento |
| Moderada | Bueno | Bueno | Seguimiento | Insegura |
| Alto | Bueno | Seguimiento | Insegura | Muy Insegura |
| Muy Alto | Seguimiento | Seguimiento | Insegura | Muy Insegura |

Fuente: OMS.

Cuadro 14. Matriz de evaluación microbiana de la calidad del agua recreativa.

| Inspección sanitaria (Riesgo) | Promedio de Escherichia coli/100 mL | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | ≤ 10 | >10-100 | >100-240 | >240-500 | >500 |
| Muy Bajo | Muy Bien | Muy Bien | Seguimiento | Seguimiento | Seguimiento |
| Bajo | Muy Bien | Bueno | Seguimiento | Seguimiento | Seguimiento |
| Moderado | Bueno | Bueno | Seguimiento | Seguimiento | Inseguro |
| Alto | Bueno | Seguimiento | Inseguro | Inseguro | Muy Inseguro |
| Muy Alto | Seguimiento | Seguimiento | Inseguro | Inseguro | Muy Inseguro |

Fuente: Darner Mora Criterios Microbiológicos para la calidad de las aguas recreativas.

Aguas superficiales para consumo humano

En el cuadro 15 de muestra la matriz de los Intervalos de Coliformes fecales (NMP/100 mL) de Aguas Superficiales Fuentes de Agua para Consumo Humano, según el Decreto Ejecutivo N° 33909-MINAE-S.

Cuadro 15. Aguas superficiales para Consumo Humano.

| Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 | Clase 4 | Clase 5 |
|--------------|--------------------------|----------------------|---------------|---------------|
| <20 | 20 a 1000 | >1000 - 2000 | >2000-5000 | >5000 |
| Desinfección | Tratamiento convencional | Tratamiento avanzado | No utilizable | No utilizable |

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 33909-MINAE-S.

Análisis

Esta actualización de los criterios y reglamentos para evaluar la calidad microbiológica de las aguas en sus diferentes usos, muestran la evolución de uso de los indicadores bacterianos desde el grupo Coliforme total, pasando por los Coliforme fecales y hoy en día utilizando la *E. coli*, y en el caso de las aguas termales y aguas marinas, bacterias esporuladas y enterococos, respectivamente.

Conclusiones

Este estudio recopila la actualización de los criterios y normas o reglamentos para evaluar la calidad microbiológica del AUCH, aguas para uso en Centros de Salud, preparación de hielo, aguas envasadas y aguas recreativas, entre ellas aguas de playas, ríos, lagos y aguas termales.

Recomendaciones

Esta actualización de los criterios microbiológicos, debe complementarse con los parámetros físico-químicos respectivos; no obstante, los criterios microbiológicos son prioritarios, debido a que reflejan el riesgo indirecto de la transmisión de enfermedades hídricas a nivel global.

- Se recomienda actualizar la mayoría de los reglamentos estudiados, entre ellos el Reglamento para Agua Potable, Aguas Envasadas, la clasificación para la evaluación y clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales, además de elaborar

reglamentos para aguas recreativas, utilizando el indicador más específico de contaminación fecal para determinar el riesgo de transmisión de origen intestinal, y en el caso de las aguas marina el más apto para el riesgo de contraer enfermedades de la piel, mucosas y pulmonares.

Referencias

- [1] Darner Mora Alvarado. *Criterios microbiológicos para evaluar la calidad del agua en sus diferentes usos*. Revista Costarricense de Salud Pública. Anos, N°9; 1996: pág. 23-33.
- [2] Darner Mora Alvarado. *Actualización de los criterios microbiológicos para evaluar la calidad en sus diferentes usos*. Revista Costarricense de Salud Pública, Vol 7. N°13. San José; Diciembre 1998; sp.
- [3] Poder Ejecutivo. *Reglamento de Calidad del Agua Potable*. San José. La Gaceta N°100, Decreto N°25991-S; 1997: pág. 2-6.
- [4] Poder Ejecutivo. *Reglamento sobre Manejo de Piscina*. Decreto N°35309-S. Gaceta N°127; 2 de julio de 2009: sp.
- [5] Poder Ejecutivo. *Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales*. La Gaceta N°55. Decreto N°33601-MINAE-S; marzo 2007: sp.
- [6] Poder Ejecutivo. *Reglamento para la Calidad del Agua Potable*. Decreto 32327-S. Gaceta 84; 3 de mayo 2005; pág. 2-5.
- [7] Poder Ejecutivo. *Reglamento para la Calidad del Agua Potable*. Decreto 170. La Gaceta 170; 1 de setiembre del 2015; pág 1-36.
- [8] Poder Ejecutivo. *Reforma Reglamento para la Calidad del Agua Potable*. N°42332-S; 06/03/2020; sp.
- [9] Poder Ejecutivo. *Reforma y adición al Decreto Ejecutivo N°38924-S del 12 de enero de 2015. Reglamento para la Calidad del Agua Potable*. La Gaceta 15; pág. 1-15.
- [10] OMS/OPS. *Guías de Calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 1° edición. Vol.1; 1985.
- [11] OMS/OPS. *Guías de Calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 2° edición. Vol.14; 1995.
- [12] World Health Organization. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Ginebra. 3° edición. Vol. 1; 2004: pág. 1-553.
- [13] Organización Mundial de la Salud. *Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano*. Ginebra. 4° edición; 2011: pág. 1-636.
- [14] OMS. *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano*. Pequeños sistemas de abastecimiento de agua. Resumen Ejecutivo; 2024: pág. 1-12.
- [15] Darner Mora Alvarado. *Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para Evaluar la Calidad del Agua de Consumo Humano*, periodos: 1984-1994, 2004-2011 y 2024. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas.
- [16] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Escherichia coli*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli
- [17] World Health Organization. *La OMS publica las Directrices sobre la calidad del agua para usos recreativos, coincidiendo con la llegada de verano y el calor*. Noticias departamentales; 13 de julio de 2021.
- [18] Poder Ejecutivo. *Reglamento para la Calidad del Agua para Consumo Humano en establecimientos de Salud*. Decreto N°37083-S. San José; 22/03/2012; sp.
- [19] INTECO. *Norma general para el agua envasada y comercializada como producto final para consumo humano (distinta a aguas minerales)*. Especificaciones. INTE 02-07-01-07. Primera Edición; 19/09/2007.
- [20] Poder Ejecutivo. *Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales*. Decreto N°33903-MINAE-S. La Gaceta N°176, 17 de setiembre 2007; pág. 1-16.
- [21] Darner A. Mora Alvarado. *Calidad Sanitaria de las Aguas de Playa en Costa Rica*. Editorial Campo Directo-1° edición-San José; C.R; 2007: pág. 112.

Agua potable gestionada en forma segura en el mundo

Safely managed drinking water around the world

Darner Mora-Alvarado¹, Carlos F. Portuguez-Barquero²

Mora-Alvarado, D; Portuguez-Barquero, C.F. Agua potable gestionada en forma segura en el mundo. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 71-82.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.6976>

- 1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr
- 2 Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 fportuguez@aya.go.cr

Palabras clave

Agua; cobertura; contaminación; gestionada; segura.

Resumen

El presente estudio aborda el concepto de “Agua potable gestionada en forma segura” (APGFS) en el mundo al 2022. Este nuevo concepto es un avance al pasar de los ODM (1990-2015) a los ODS (2016-2030) y se define como “Agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda o en el patio o parcela, disponible en el momento necesario y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias”. Fundamentado en esta definición se abordan y analizan los datos de APGFS del informe “Progreso de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022” publicado en el 2023. Los resultados expresan que el 51% de los países, territorios y áreas, reportan datos de cobertura con APGFS; no obstante, de las 131 naciones -sin contar las áreas o territorios- el 48,10% de los datos de cobertura, concuerdan con las coberturas de servicios libres de contaminación fecal y química prioritarias, pero 68 países (51,90%) presentaron coberturas superiores en agua libre de contaminación potable, aquellos libres de contaminación fisicoquímica y microbiológica, sin utilizar el concepto APGFS. Pero lo más grave, es que al menos el 49% de las naciones estudiadas no aportan datos de calidad del agua. Por último, la inespecificidad de la conceptualización de los indicadores propuestos por el Programa Conjunto de Monitoreo, permiten que los países les den diferentes interpretaciones, de acuerdo con su posibilidad de información o conveniencia, afectando la comparación de los datos.

Keywords

Coverage; managed; pollution; safe; water.

Abstract

This study addresses the concept of “Safely Managed Drinking Water” (APGFS) in the world by 2022. This new concept is an advance when moving from the MDGs (1990-2015) to the SDGs (2016-2030) and is defined as “Water for consumption from an improved source located inside the home or in the patio or plot, available when necessary and free of fecal contamination and priority chemical substances.” Based on this definition, the APGFS data from the report “Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2000-2022” published in 2023 is addressed and analyzed. The results show that 51% of the countries, territories and areas report data coverage with APGFS; However, of the 131 nations - without counting the areas or territories - 48.10% of the coverage data agree with the coverage of services free of priority fecal and chemical contamination, but 68 countries (51.90%) presented superior coverage in water free of drinking contamination, those free of physicochemical and microbiological contamination, without using the APGFS concept. But the most serious thing is that at least 49% of the nations studied do not provide water quality data. Finally, the non-specificity of the conceptualization of the indicators proposed by the Joint Monitoring Program allows countries to give them different interpretations, according to their possibility of information or convenience, affecting the comparison of data.

Introducción

Según el Diccionario Etimológico el adjetivo “*potabilis*”, procedente del latín tardío, se origina del verbo “*potave*” que significa beber, el cual se utiliza para decir que algo, sin ser perfecto, puede ser socialmente aceptado [1]. Históricamente, la relación entre el uso de agua y el

proceso salud-enfermedad se remonta a culturas milenarias. En el *“Antiguo Testamento”* se presentan relatos relacionados con las prácticas sanitarias del pueblo judío, como por ejemplo las actividades preventivas para garantizar que los pozos de agua se mantuvieran tapados, limpios y alejados de fuentes de contaminación [2]. Existen relatos del año 2.000 a.C. sobre las tradiciones médicas en la India, donde recomendaban que *“el agua impura se debe purificar haciéndola hervir sobre el fuego, calentándola al sol, sumergiendo un hierro ardiendo dentro de ella o incluso mediante filtración en arena o grava para luego enfriarla”*. [3] No obstante, el rigor científico para evaluar la calidad del agua surgió en 1847 en un hospital de Viena, tras identificar en un estudio, liderado por Ignaz Semmelweis, la importancia del lavado de manos con agua clorada, con la intención de evitar la propagación del germen de la *“fiebre puerperal”* [4]. Años después, en 1854, John Snow demostró que el patógeno del *“Colera”* era transmitido a través del consumo de agua contaminada con materia fecal [5].

Posteriormente, durante la primera mitad del Siglo XX, los países industrializados crearon normas para evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua apta para consumo humano, concepto que se homologa al de agua potable, definida esta última como agua que puede ser consumida sin restricciones, ya que por su calidad no representa un riesgo para la salud. Sin embargo, muchos Gobiernos ante la debilidad en la vigilancia y el control de la calidad del agua, reportaron la cobertura con agua abastecida por cañería como agua potable, debido a las limitaciones de las naciones en vías de desarrollo de aplicar las normas internacionales, emitidas en los años 1958, 1961 y 1972 [6], para definir el dato de cobertura con agua potable. Más tarde, para efectos prácticos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció las *“Guías de Calidad del Agua de Bebida”* (1984, 1994, 2004, 2011 y su ampliación en el 2017) [7,8,9,10,11], con el objetivo de que cada país las adaptara a sus condiciones económicas, geográficas, culturales, climatológicas y sociales.

Ante el estancamiento general de las coberturas con agua potable y saneamiento, la OMS y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) establecieron los *“Objetivos de Desarrollo del Milenio”* (ODM) [12]. En este marco, crearon en 1990 el *“Programa Conjunto de Monitoreo”* (PCM), con la intención de realizar estimaciones periódicas de los avances registrados a escala mundial en el ámbito de agua potable y saneamiento [13], y a partir del 2017 se incluyó la higiene [14]. El PCM fue responsable de supervisar los avances de la Meta 7c *“Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”* [15]. En el caso del agua se utilizó el indicador de cobertura denominado *“Fuente de agua mejorada”*, el cual categorizó un tipo o nivel de suministro de agua, que se define como un tipo de fuente de agua que, por la naturaleza misma de su construcción activa, es probable que esté protegida de contaminación del exterior, pero que no consideraba la calidad del agua [16].

A la luz de estas limitaciones el PCM, en el marco de los recientes *“Objetivos de Desarrollo Sostenible”* (ODS), generó un indicador más ambicioso para el ODS 6 que toma en cuenta la accesibilidad, disponibilidad y calidad del agua, el cual se denominó *“Agua potable gestionada de forma segura”* (APGFS) [17]. Este nuevo indicador representó el primer nivel de la clasificación de los servicios de agua para consumo humano, y el peldaño de la parte superior de la *“Escalera de los servicios de agua potable”*, herramienta que utiliza el PCM para dar seguimiento a este servicio a nivel mundial. Por otro lado, es importante anotar que este concepto es un indicador de riesgo, en donde el agua suministrada a la población debe provenir de una fuente protegida y/o ser potabilizada mediante un proceso de tratamiento-desinfección, que *“garantice”* que el agua no contiene contaminación fecal o sustancias tóxicas prioritarias [18]. En este contexto hay que considerar que, aunque el agua sea gestionada en forma segura, puede contaminarse durante el almacenamiento o en el sistema de distribución.

Otro aspecto importante, es que algunos países pueden tener mayor cobertura con agua “libre de contaminación” (ALC) que de APGFS, debido a que dichosamente existen fuentes subterráneas que no presentan contaminación naturalmente, pese a no ser gestionadas de forma segura. En este sentido, del informe “Progreso en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2023” de OMS/UNICEF [19] se pueden extraer varios ejemplos, como Costa Rica que presentó 81% de población cubierta con APGFS, pero 94% de población cubierta con ALC. En este mismo informe, con datos del PCM, existen varias naciones que no utilizan la evaluación de la calidad del agua y siguen reportando la cobertura con servicio “Al menos básico” (AMB) en el suministro de agua, por lo que no han logrado la transición de los ODM a los ODS [20].

Por último, la generalidad del concepto APGFS facilita múltiples interpretaciones, lo que ocasiona que los países reporten el dato de cobertura con agua intradomiciliar, agua para consumo humano, agua potable, agua con tratamiento/desinfección, entre otros, como sus sinónimos, dependiendo de su conveniencia o disponibilidad de información de cada nación. Por ejemplo, si un país cuenta con fuentes de APGFS pero de calidad no potable, no puede ser considerado en la Escalera del agua potable en la clasificación como servicio de APGFS, pero tampoco se puede incluir en la clasificación de servicio “Básico”, porque los únicos criterios que aplican en esta clasificación es que el agua provenga de una fuente mejorada, y que el acceso al agua esté a menos de 30 minutos ida y regreso de las instalaciones, incluyendo las colas. Otro ejemplo podría ser cuando se cuenta con acceso a una fuente de APGFS y con agua potable, pero esta queda a más de 30 minutos de las instalaciones, ¿en qué clasificación se ubicaría?. Estos son solo dos ejemplos de las diferentes interpretaciones que se le podría dar a estos conceptos, lo que genera que los datos no sean comparables entre países.

A la luz de estos antecedentes, se elabora el presente estudio descriptivo, con el propósito de analizar la aplicación del concepto de APGFS en el mundo, por países, al año 2022.

Objetivos

General

Analizar la aplicación del concepto APGFS en los países del mundo, al año 2022.

Específicos

- Definir el concepto APGFS.
- Identificar y cuantificar el número de países que ha utilizado el concepto APGFS.
- Analizar la diferencia entre APGFS y ALC.
- Determinar cuántos países utilizan APGFS en concordancia con ALC y cuáles no.

Metodología

Para cumplir con los objetivos del estudio se siguieron los siguientes pasos:

Definición de conceptos

Se abordan los conceptos de “agua potable”, “agua segura” y APGFS y la escalera del agua potable.

Países del mundo con APGFS segura al 2022

Mediante el informe del “Progreso en el Hogar de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022” de la UNICEF, el PCM (JMP en inglés) y la OMS, publicado en el 2023, se identificaron los países que aportaron datos sobre APGFS.

Diferencia entre APGFS y ALC

Se analiza el número y el nombre de las naciones que presentaron datos de cobertura de APGFS y ALC reportada en el informe indicado anteriormente, publicado en el año 2023 por el PCM de OMS/UNICEF, para lo cual se presenta como ejemplo el caso de Costa Rica con el paso de los ODM a los ODS, con base en el estudio “Agua para Consumo Humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles”.

Resultados y análisis

Antes de analizar los resultados de este estudio es importante anotar que según la OMS, en el 2022 un total de 6.000 millones de personas (73% de la población mundial) se abastecían a través de un servicio de APGFS [21]. En este sentido, el objetivo del presente estudio es demostrar las inconsistencias entre los datos de APGFS y las coberturas con servicios de ALC. Es importante anotar que en el 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas, reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua y el saneamiento. La meta 6.1 del ODS 6 al 2030, consiste en “proporcionar acceso universal y equitativo a agua potable salubres y asequible” [22]. El seguimiento de esta meta se realiza mediante el indicador relativo a los servicios de suministro de APGFS, la cual significa que el agua debe ser potable y procedente de una fuente mejorada, ubicada en las instalaciones para su uso, disponible cuando se necesita y sin contaminación fecal ni sustancias químicas prioritarias [23]. En este sentido, para efectos de este estudio, dependiendo del tipo de fuente, ya sea superficial o subterránea, en el caso del APGFS es necesario que el agua sea sometida a un proceso de potabilización y/o desinfección; en este aspecto, si el agua proviene de una fuente subterránea (naciente o pozo) con cloración, es suficiente para considerarse APGFS. Por otro lado, también existen suministros de agua sin presencia de contaminación química y microbiológica sin tratamiento y/o desinfección.

Definición de APGFS

En el cuadro 1 se presenta la escalera del PCM para los servicios de agua potable doméstica.

Cuadro 1. Escalera de los servicios de abastecimiento de agua potable doméstica.

| Nivel servicio | Definición |
|----------------------------|--|
| Gestionado de forma segura | Agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda, el patio o parcela, disponible en el momento y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias. |
| Básico | Agua para consumo procedente de una fuente mejorada cuyo tiempo de recogida no supera los 30 minutos, incluyendo el trayecto de ida y vuelta y el tiempo de espera. |
| Limitado | Agua para consumo procedente de una fuente mejorada, cuyo tiempo de recogida supera los 30 minutos, incluyendo el trayecto de ida y vuelta y tiempo de espera. |
| No mejorado | Agua para consumo procedente de un pozo o manantial no protegido. |
| Sin servicio | Agua para consumo recogida directamente de un río, arroyo, represa, lago, estanque, canal o de un canal de irrigación. |

Fuente: PCM Informe temático sobre agua potable 2016.

Países y regiones del mundo indicadores del PCM

En el cuadro 2 se presentan, copiados textualmente, los datos de cobertura con los indicadores de “Al menos básico”, APGFS, “Disponible en las instalaciones”, “Disponible siempre” y ALC, referenciadas del informe “Progreso de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022”.

Cuadro 2. Cobertura de APGFS, según tipo de servicios, porcentajes de población y número de países, áreas y territorios al 2022 en el mundo.

| Población: países, áreas y territorios | Agua para consumo humano en el 2022 | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-----|--------|-----|-----------------------------|-----|--------------------|----|--------|-----|
| | Al menos Básico | | APGFS | | Disponible en instalaciones | | Disponible siempre | | ALC | |
| | Países | % | Países | % | Países | % | Países | % | Países | % |
| El Mundo | 207 | 99 | 142 | 51 | 207 | 99 | 139 | 86 | 142 | 51 |
| Rural | 165 | 98 | 76 | 64 | 163 | 98 | 112 | 91 | 76 | 64 |
| Urbano | 176 | 94 | 97 | 63 | 174 | 93 | 125 | 76 | 97 | 63 |
| Regiones ODS | | | | | | | | | | |
| Austria y Nueva Zelanda | 2 | 100 | 1 | 17 | 2 | 100 | 1 | 83 | 1 | 17 |
| Céntrico Asia y Meridional | 13 | 99 | 11 | 31 | 13 | 99 | 12 | 95 | 11 | 31 |
| Oriental de Sudeste Asia | 18 | 100 | 14 | 35 | 18 | 100 | 12 | 93 | 14 | 35 |
| Europa y Norte América | 49 | 100 | 46 | 100 | 49 | 100 | 16 | 44 | 46 | 100 |
| América Latina y El Caribe | 37 | 92 | 20 | 79 | 37 | 92 | 27 | 90 | 20 | 79 |
| África del Norte y Asia Occidental | 24 | 100 | 16 | 36 | 24 | 100 | 20 | 82 | 16 | 36 |
| Oceanía | 17 | 93 | 12 | 16 | 17 | 93 | 10 | 85 | 12 | 16 |
| África Subsahariana | 47 | 99 | 22 | 64 | 47 | 99 | 41 | 98 | 22 | 64 |

Nota 1. APGFS: Agua Potable Gestionada en Forma Segura.

Nota 2. No incluyen áreas y territorios.

Fuente: UNICEF/JMP/OMS.

Se observa que, de los 235 países, áreas y territorios estudiados, 142 para un 51% cuentan con APGFS, de los cuales 76 (54%) en el área rural y 97 (63%) en las áreas urbanas. En las 7 regiones de ODS, el comportamiento varía con respecto a APGFS, pero todos son concordantes con los datos y porcentajes de cobertura con servicio de ALC.

Diferencias entre coberturas de APGFS y ALC

El cuadro 3 presenta los datos referentes a los indicadores de APGFS, ALC y servicio “Al menos básico”, para 133 países del mundo al año 2022, incluido Costa Rica en la posición # 24.

Cuadro 3. Estimaciones de cobertura de APGFS, ALC y servicio “Al menos básico” en el mundo al 2022.

| # | Países | APGFS | ALC | Servicio al menos Básico |
|----|---------------------------------|-------|-----|--------------------------|
| 1 | Afganistán | 30 | 30 | 82 |
| 2 | Argelia | 71 | 85 | 95 |
| 3 | Albania | 71 | 97 | 95 |
| 4 | Andorra | 91 | 91 | >99 |
| 5 | Armenia | 82 | 82 | >99 |
| 6 | Austria | 99 | >99 | >99 |
| 7 | Azerbaiyán | 72 | 92 | 98 |
| 8 | Bahréin | 99 | >99 | >99 |
| 9 | Bangladesh | 59 | 59 | 98 |
| 10 | Bélgica | >99 | >99 | >99 |
| 11 | Bután | 73 | 77 | >99 |
| 12 | Bonaire | >99 | >99 | >99 |
| 13 | Brasil | 87 | 87 | >99 |
| 14 | Bulgaria | 96 | 99 | >99 |
| 15 | Camboya | 29 | 29 | 78 |
| 16 | Canadá | >99 | >99 | >99 |
| 17 | Rep. Central Africana | 6 | 29 | 36 |
| 18 | Chad | 6 | 14 | 52 |
| 19 | Islas de Canal (Datos del 2017) | 92 | 94 | 94 |
| 20 | Chile | 99 | >99 | >99 |
| 21 | Hong Kong | >99 | >99 | >99 |
| 22 | Colombia | 74 | 82 | 98 |
| 23 | Congo (Datos del 2021) | 46 | 47 | 74 |
| 24 | Costa Rica | 81 | 94 | >99 |
| 25 | Cabo Verde | 44 | 47 | 73 |
| 26 | Chipre | >99 | >99 | >99 |
| 27 | Chequia | 98 | >99 | >99 |
| 28 | Corea del Sur | 67 | 74 | 94 |
| 29 | Rep. Democrática del Congo | 12 | 41 | 35 |
| 30 | Rep. Dominicana | 45 | 45 | 97 |
| 31 | Ecuador | 67 | 67 | 96 |
| 32 | Estonia | 97 | 98 | >99 |
| 33 | Etiopía | 13 | 16 | 52 |
| 34 | Fiyi | 42 | 62 | 95 |
| 35 | Finlandia | >99 | >99 | >99 |
| 36 | Francia | >99 | >99 | >99 |
| 37 | Guinea Francesa | 91 | 94 | 94 |
| 38 | Gambia | 48 | 56 | 86 |
| 39 | Georgia | 69 | 70 | 95 |
| 40 | Alemania | >99 | >99 | >99 |
| 41 | Ghana | 44 | 56 | 88 |
| 42 | Gibraltar | >99 | >99 | >99 |
| 43 | Grecia | 99 | 99 | >99 |
| 44 | Granada (Datos del 2017) | 90 | 93 | 96 |
| 45 | Guadalupe | 96 | 96 | >99 |

| # | Países | APGFS | ALC | Servicio al menos Básico |
|----|---------------------|-------|-----|--------------------------|
| 46 | Guatemala | 56 | 58 | 95 |
| 47 | Guinea Bisáu | 24 | 46 | 71 |
| 48 | Honduras | 65 | 65 | 96 |
| 49 | Hungría | >99 | >99 | >99 |
| 50 | Islandia | >99 | >99 | >99 |
| 51 | Indonesia | 30 | 30 | 94 |
| 52 | Irán | 94 | 98 | 98 |
| 53 | Irak | 60 | 60 | 98 |
| 54 | Irlanda | 96 | 96 | 96 |
| 55 | Israel | >99 | >99 | >99 |
| 56 | Italia | 93 | 93 | >99 |
| 57 | Japón | 99 | >99 | >99 |
| 58 | Jordania | 86 | 98 | 99 |
| 59 | Kiribati | 14 | 14 | 76 |
| 60 | Kuwait | >99 | >99 | >99 |
| 61 | Kirguistán | 76 | 88 | 91 |
| 62 | Laos | 18 | 18 | 85 |
| 63 | Letonia | 97 | >99 | 99 |
| 64 | Líbano | 48 | 48 | 93 |
| 65 | Lesoto | 28 | 59 | 74 |
| 66 | Liechtenstein | >99 | >99 | >99 |
| 67 | Lituania | 95 | 98 | 98 |
| 68 | Luxemburgo | >99 | >99 | >99 |
| 69 | Madagascar | 22 | 28 | 53 |
| 70 | Malawi | 18 | 42 | 72 |
| 71 | Malasia | 94 | 98 | 97 |
| 72 | Malta | >99 | >99 | >99 |
| 73 | Martinica | 99 | 99 | >99 |
| 74 | Mayotte | 92 | 92 | 96 |
| 75 | México | 43 | 43 | >99 |
| 76 | Mónaco | >99 | >99 | >99 |
| 77 | Mongolia | 39 | 81 | 84 |
| 78 | Montenegro | 85 | 94 | 99 |
| 79 | Marruecos | 75 | 79 | 87 |
| 80 | Myanmar (Birmania) | 57 | 57 | 82 |
| 81 | Nepal | 16 | 16 | 91 |
| 82 | Nueva Zelanda | >99 | >99 | >99 |
| 83 | Nigeria | 29 | 30 | 80 |
| 84 | Macedonia del Norte | 80 | 89 | 98 |
| 85 | Islas Marianas | 91 | 95 | >99 |
| 86 | Noruega | 99 | 99 | >99 |
| 87 | Omán | 91 | >99 | 92 |
| 88 | Pakistán | 51 | 51 | 91 |
| 89 | Palaos | 90 | 98 | >99 |
| 90 | Paraguay | 64 | 64 | >99 |
| 91 | Perú | 52 | 52 | 95 |

| # | Países | APGFS | ALC | Servicio al menos Básico |
|-----|---|-------|-----|--------------------------|
| 92 | Filipinas | 48 | 48 | 95 |
| 93 | Polonia | 89 | 90 | 90 |
| 94 | Portugal | 95 | 98 | >99 |
| 95 | Puerto Rico | >99 | >99 | >99 |
| 96 | Catar | 97 | 97 | >99 |
| 97 | Rep. de Corea | >99 | >99 | >99 |
| 98 | Rep. de Moldavia | 75 | 78 | 92 |
| 99 | Rumanía | 82 | 98 | >99 |
| 100 | Rusia | 76 | 94 | 97 |
| 101 | San Bartolomé | >99 | >99 | >99 |
| 102 | Saint Martín (Francia) | 97 | 97 | >99 |
| 103 | Saint Pierre et Miquelón (Datos del 2020) | 83 | 91 | 91 |
| 104 | Samoa | 62 | 63 | >99 |
| 105 | San Marino | >99 | >99 | >99 |
| 106 | Santo Tomás y Príncipe | 36 | 80 | 77 |
| 107 | Senegal | 27 | 27 | 86 |
| 108 | Serbia | 75 | 75 | 96 |
| 109 | Sierra Leona | 10 | 11 | 65 |
| 110 | Singapur | >99 | >99 | >99 |
| 111 | Eslovaquia | >99 | >99 | >99 |
| 112 | Eslovenia | 98 | >99 | >99 |
| 113 | España | >99 | >99 | >99 |
| 114 | Sri Lanka | 47 | 47 | 89 |
| 115 | Palestina | 80 | 80 | 98 |
| 116 | Surinam | 56 | 56 | 98 |
| 117 | Suecia | >99 | >99 | >99 |
| 118 | Suiza | 97 | 97 | >99 |
| 119 | Tayikistán | 55 | 74 | 82 |
| 120 | Togo | 19 | 35 | 71 |
| 121 | Tonga | 30 | 30 | 99 |
| 122 | Túnez | 74 | 79 | 97 |
| 123 | Turkmenistán | 95 | 95 | >99 |
| 124 | Islas Turcas y Caicos | 47 | 87 | 99 |
| 125 | Tuvalu | 9 | 9 | >99 |
| 126 | Uganda | 19 | 66 | 59 |
| 127 | Ucrania | 88 | 91 | 94 |
| 128 | Reino Unido | >99 | >99 | >99 |
| 129 | Tanzania | 11 | 11 | 61 |
| 130 | Islas Vírgenes (Datos del 2020) | 98 | 99 | 99 |
| 131 | EUA | 97 | >99 | >99 |
| 132 | Vietnam | 58 | 58 | 98 |
| 133 | Zimbabue | 27 | 41 | 62 |

Fuente: UNICEF/JMP/World Health Organization.
Progreso en Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2022.

Los países resaltados con color celeste (72 para un 54%) presentan la particularidad de que tanto el dato de los indicadores APGFS como el de ALC son iguales, lo que podría hacer pensar que en esos casos se interpreta que ambos indicadores son lo mismo. En el caso de los países resaltados con color verde (61 para un 46%), como en el caso de Costa Rica, el dato del indicador APGFS siempre es menor que el de ALC; esto podría hacer suponer que conceptualizan ambos indicadores de forma diferente, y que el primero contempla solamente el ALC que es sometida a tratamiento y/o desinfección, o sea gestionada de forma segura, mientras que el segundo concepto agrupa el ALC gestionada o no de forma segura. Por otra parte, en todos los casos se reporta el indicador “Al menos básico”, el cual es el indicador utilizado por todos los países del mundo, que es tomado como una especie de “comodín” ante la deficiencia o ausencia de programas de control y vigilancia de la calidad del agua, que abarquen todos los acueductos de cada país.

Ante esta situación, se evidencia que los indicadores propuestos por el PCM de OMS/UNICEF, son interpretados de manera diferente en cada país, por desconocimiento, ignorancia o conveniencia, lo que hace que la información resulte heterogénea y no sea comparable.

En el caso específico de Costa Rica, vemos que se reportó para el año 2022 una cobertura de 81% con APGFS, de calidad potable y que proviene de fuentes que son gestionadas de forma segura, mientras que para el indicador ALC se reporta un 94% de cobertura, que contempla el agua proveniente de fuentes de APGFS (81%), más el agua proveniente de fuentes que abastecen ALC (13%), aunque no sean gestionadas de forma segura.

En este contexto, mediante el “Programa de Vigilancia y Control de Calidad de Agua en sus Diferentes Usos”, el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) desde 1990 estima la calidad y coberturas del agua para uso y consumo humano evolucionando de los ODM a los ODS [24]. No obstante que en la meta 7C de los ODM, se utilizaba el indicador “Fuente de Agua Potable Mejoradas”, sin tomar en cuenta la calidad del agua, y en la meta 6.1 de los ODS, se usa APGFS, el LNA siempre ha estimado la cobertura de la población cubierta con agua de calidad potable, es decir sin contaminación fecal o sustancias químicas prioritarias, y aunque determina la población abastecida con agua sometida a tratamiento y/o cloración, lo cierto es que el indicador usado era la cobertura de agua de calidad potable, es decir sin contaminación fecal y sustancias químicas que no superan los límites máximos permisibles del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”.

Mediante el Laboratorio Nacional de Aguas, desde 1990 se realizan estimaciones de calidad del agua para consumo humano, fundamentados en análisis físico-químicos y microbiológicos del agua [25,26]. Es así, que los resultados del cuadro 4 presentan cobertura con APGFS de 80% y 81% para los años 2015 y 2022; no obstante, la cobertura con servicios de ALC fue de 93% y 94%, respectivamente. Estos datos ubican a Costa Rica en el grupo de países que reconocen las diferencias entre ambos indicadores.

Cuadro 4. Cobertura de Agua para uso y consumo humano en Costa Rica 2015 y 2022: de los ODM a los ODS.

| Costa Rica | Agua para Consumo Humano 2015-2022: Porcentaje de cobertura | | | | |
|------------|---|---------|-----------------------------|--------------------|-----|
| | Al menos básico | APGFS % | Disponible en instalaciones | Disponible siempre | ALC |
| 2015 | 98 | 80 | 98 | 80 | 93 |
| 2022 | 99 | 81 | >99 | 81 | 94 |
| El Mundo | | | | | |
| 2022 | 99 | 51 | 99 | 86 | 51 |

Fuente: JMP y LNA-Costa Rica.

Conclusiones

El análisis de los resultados permite concluir lo siguiente:

- En el 2022, 207 países, áreas y territorios aportaron datos de cobertura de servicios “Al menos básico”, según la escalera del agua potable, para un 99%. Por otra parte 142 países, para un 51%, aportaron datos de APGFS para una cobertura de 73% de la población mundial, equivalente a 6.000 millones de habitantes.
- El 48,10% reportaron en forma equivalente APGFS con ALC, pero el 51,90% siguen usando ALC como agua de calidad potable.
- Las desigualdades en el acceso a agua para uso y consumo humano se reflejan en el último informe de la UNICEF/PCM y OMS, en donde en una gran porción de países, siguen utilizando la cobertura de agua por cañería como sinónimo de agua potable. Esto debido a la ausencia o debilidades en la vigilancia y control de calidad del agua.
- La forma en que están conceptualizados los indicadores, permite que los países los interpreten y los reporten de acuerdo con su disponibilidad de información y conveniencia, situación que dificulta su comparación con las demás naciones.
- Un total de 72 países (54%) reportan iguales datos para APGFS y para ALC, lo que podría hacer pensar que los conceptualizan como lo mismo. Por su parte, 61 países (46%) reportan datos diferentes, con la particularidad de que el dato de APGFS siempre es menor que el de ALC; esto podría hacer pensar que el dato de APGFS solamente contempla fuentes de agua gestionadas de forma segura, con infraestructura segura, con tratamiento y/o desinfección y con agua de calidad potable; por su parte, el dato de ALC abarca las APGFS más el agua proveniente de fuentes no gestionadas de forma segura, pero que en forma natural abastecen agua de calidad potable.

Recomendaciones

- Con base en las conclusiones indicadas, se recomienda a la OMS y a los gobiernos de las naciones, en primera instancia fortalecer los reglamentos para la calidad del agua potable, para lo cual es necesario desarrollar laboratorios y el recurso humano, con la intención de establecer programas de vigilancia y control de calidad del agua.
- Por otra parte, resulta necesario que el PCM retome la definición de sus indicadores, de manera que los mismos no se presten a interpretaciones, sino que sean tan específicos que los países se vean obligados a reportar la misma información en cada caso específico, para hacer comparables los datos entre naciones.
- En este mismo orden de cosas, las entidades administradoras de agua potable y saneamiento deben proteger las fuentes de agua para potabilización, las cuales son la materia prima para ampliar y sostener los servicios de agua potable en las naciones.
- Además, es recomendable utilizar los datos de APGFS y ALC como herramientas de evaluación del riesgo, ya que puede haber agua proveniente de fuentes de APGFS con calidad no potable, o agua proveniente de fuentes sin gestionar en forma segura pero con calidad potable, pero que corren un alto riesgo de contaminarse en su transitar hasta los usuarios finales.



Referencias

- [1] Diccionario etimológico. Potable. En línea. <https://etimologias.dechile.net/?potable>
- [2] United States Environmental Protection Agency. Environmental Pollution Control Alternatives: drinking water treatment for small communities. Cincinnati; EPA, 1990: pág. 1-85.
- [3] We Are Water. El agua, símbolo y metáfora. En línea. https://www.wearewater.org/es/el-agua-simbolo-y-metafora_312432
- [4] Betelgeux. La historia de Semmelweis. El doctor que descubrió que lavarse las manos salva vidas. Documento en línea. <https://www.betelgeux.es/blog/2020/10/15/historia-de-semmelweis-doctor-que-descubrio-que-lavarse-las-manos-salva-vidas/>
- [5] Snow J. Sobre a maneira de Transmissao do cólera. 2ed. Sao Paulo: HUCITEC ABRASCO, 1990:1-249.
- [6] World Health Organization. Normas internacionales para agua potable. 3 ed. OMS en línea. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/40040>
- [7] OMS/OPS. Guías de calidad para el Agua Potable. Ginebra, 1° edición. Vol. 1.1985.
- [8] OMS/OPS. Guías de calidad para el Agua Potable. Ginebra, 2° edición. Vol. 1.1995.
- [9] World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. Geneva. 3° Edición. Vol 1; 2004.
- [10] Pan American Health Organization. Guías para la calidad del agua para consumo humano (4° ED). OPS/OMS; Ginebra; 2011: pág 1-591.
- [11] Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta Edición que incorpora la Primera Agenda. OMS-ISBN: 978-92-4-354995-8; 2017: pág. 1-631.
- [12] Organización Mundial del Comercio. Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. En línea. https://www.wto.org/spanish/thewto_s/coher_s/mdg_s/mdgs_s.htm
- [13] Linguee.es. Joint monitoring Programme for water supply and sanitation-traducción en tiempo real. En línea. <https://www.linguee.es/ingles-espanol/traduccion/joint+monitoring+programme+for+water+supply+and+sanitation.html>
- [14] OMS/JMP, UNICEF. Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: Informe de actual, nación del 2014 y línea base de los ODS. Suiza; 2018: pág. 1-116.
- [15] Organización Mundial de la Salud. Objetivos de Desarrollo del Milenio. ODM7. Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente. En línea. <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/objetivos-desarrollo-milenio>
- [16] Wikipedia. Fuente de agua mejorada. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_de_agua_mejorada
- [17] United Nations. Objetivos de Desarrollo Sostenible. En línea. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [18] UNICEF/OMS. Agua Potable gestionada en forma segura. EUA. Edición; 2017, pág. 1-52.
- [19] UNICEF/JMP/World Health Organization. Progreso en el Hogar de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022. (Enfoque de género ISBN (UNICEF) 978-82-808-5476-9 ISBN; 2023: pág 1-156.
- [20] Darner Adrian Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Agua para consumo humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Rev. Tecnología en Marcha. Vol. 32: (ISSN-2215-3241); 2019. Pág. 26-36.
- [21] OMS. Agua para consumo humano. Información general. Who int.13 de septiembre 2023: sp.
- [22] Pacto Mundial. ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento. En línea.
- [23] UNICEF/OMS. Agua Potable gestionada en forma segura. PCM Informe temático sobre Agua Potable 2016.
- [24] Mora Alvarado, D.A. Portuguez Barquero, C. Agua para consumo humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Rev. Tecnología en Marcha. Vol.32. especial. Laboratorio Nacional de Aguas; 2019; pág. 26-36; 2016: pág. 1-52.
- [25] Mora Alvarado, Darner. Situación Actual del Agua para Consumo Humano y las Aguas Residuales en Costa Rica, 1991. San José, Costa Rica. Revista Biocenosis. Editorial UNED. Vol. N°2; 1991: pág. 71-80.
- [26] Darner Mora, Carlos Portuguez y Pablo Rivera. Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2022. Laboratorio Nacional de Aguas; marzo 2023: pág. 1-21.

Soluciones para atender la contaminación del arsénico en los acueductos de las comunidades de Bagaces 2009-2023

Solutions to address arsenic pollution in the aqueduct of the communities of Bagaces 2009-2023

Darner Mora-Alvarado¹, Betzabel Arias-Barrantes², Olger Hurtado-Hernández³, Alejandro Contreras-López⁴, Eliécer Robles-Vargas⁵, Guillermo Rodríguez-Castro⁶

Mora-Alvarado, D; Arias-Barrantes, B; Hurtado-Hernández, O; Contreras-López, A; Robles-Vargas, E; Rodríguez-Castro, G. Soluciones para atender la contaminación del arsénico en los acueductos de las comunidades de Bagaces 2009-2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 83-96.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7155>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 dmora@aya.go.cr

2 Área Química. Laboratorio Nacional de Aguas. Costa Rica.

 bearias@aya.go.cr

3 Dirección Administrativo Financiero. AYA. Costa Rica.

4 Operación y Mantenimiento Servicios de Sistemas de Agua. AYA. Costa Rica.

5 Director Administrativo. AYA. Costa Rica.

6 Operación y Mantenimiento Servicios de Sistemas de Agua. AYA. Costa Rica.

Palabras clave

Acueducto; agua; arsénico; contaminación; salud.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo identificar los esfuerzos realizados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en la disminución de las concentraciones de Arsénico (As) en las aguas para uso y consumo humano, detectados por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) a partir del 2009. Las soluciones en orden cronológico en las comunidades de Bagaces y otras poblaciones del país han sido: sustitución de fuentes de agua, diluciones con fuentes no contaminantes (menor a 10 µg/L), colocación y operación de remoción de As y la gran solución de buscar e identificar la fuente, denominada “Epifanía” con una producción de 115 L/s, para sustituir la naciente del sistema de abastecimiento de Bagaces; además de la extensión y conexión con otros acueductos comunales pequeños, estableciendo un sistema integrado: Bagaces, El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzí, solucionando por completo la crisis del arsénico.

Keywords

Aqueduct; arsenic; health; pollution; water.

Abstract

The objective of this study is to identify the efforts made by the Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA), in reducing the concentrations of Arsenic (As) in waters for human use and consumption, detected by the National Water Laboratory (LNA) from 2009. The solutions in chronological order in the communities of Bagaces and other towns in the country have been: replacement of water sources, dilutions with non-polluting sources (less than 10 µg/L), placement and operation to remove As and the large solution of search and identify the source, called “Epifanía” with a production of 115 L/s, to replace the source of the Bagaces supply system; in addition to the extension and connection with other small communal aqueducts, establishing an integrated system: Bagaces, El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzí, completely solving the arsenic crisis.

Introducción

En octubre del año 2008 el suscrito, en calidad de Director del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), participé en el seminario “Acceso a Agua Potable y Saneamiento” celebrado en Managua, Nicaragua, donde tuve acceso al documento titulado “La problemática del Arsénico en Nicaragua”, que resumía la contaminación de 10 acueductos rurales en Zapote de Matagalpa, con concentraciones que oscilaban entre 11 µg/L y 1.034 µg/L [1,2]. De regreso a Costa Rica y considerando la similitud de Managua con Guanacaste, le propuse a los compañeros del Área de Química de Agua Potable del LNA que aceleran la implementación de la técnica de Absorción Atómica con Homo de Grafito, para la cuantificación a nivel traza del As en aguas para uso y consumo humano [3]. Con la adquisición de los equipos, los primeros muestreos y análisis se realizaron el 29 de julio del 2009, precisamente en los acueductos de Guanacaste, a pesar de que el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°32327 vigente en ese momento, indicaba que el programa de control hasta el nivel tercero se aplicaba en los acueductos con poblaciones abastecidas ≥ 50.000 habitantes [4]. Los acueductos estudiados fueron El Jobo de Puerto Soley, Bagaces y Cañas (ninguno cubría esa

población), en los cuales la concentración de As sobrepasaba los 10 µg/L como valor máximo permitido, con resultados de 23 µg/L, 29 µg/L y 24 µg/L, respectivamente [5]. Luego, el LNA continuó realizando su gestión normal ante los jerarcas del AyA, el Ministerio de Salud y las Municipalidades de Cañas y Bagaces, además de estudios geológicos con la Universidad de Costa Rica [6]. Aunado a esto, se realizaron estudios comparativos sobre la magnitud de la contaminación con As en Guanacaste, con respecto a naciones como Argentina, Chile y los países de Centroamérica [7,8,9].

Luego y manteniendo la cronología Olger Hurtado Hernández (Jefe Cantonal de AyA en Bagaces), en conjunto con Betzaida Barrantes Fonseca (Directora del Área Rectora de Salud de Bagaces) y Luis Ángel Rojas Madrigal (Alcalde de la Municipalidad de Bagaces), le remitieron el oficio MB-091-2012 a Yesennia Calderón, Presidenta Ejecutiva de AyA, con la intención de buscar soluciones a la problemática del As en los acueductos del distrito de Bagaces [10]. Posteriormente, en febrero del 2019, el Sr. Hurtado presentó el proyecto “Abastecimiento de Agua Potable para el Desarrollo del Cantón de Bagaces” [11], el cual se fundamentó en la conexión de una nueva fuente de agua denominada “Epifanía”, con un aforo de 115 L/s. Dicho proyecto, con un costo de \$154,5 millones, fue financiado por el BCIE [12] y contempló la sustitución de la fuente de Bagaces, cambio de tubería, construcción de un tanque de almacenamiento y la extensión de los acueductos rurales de Falconiana, Bagatzi y Montenegro-Agua Caliente, entre otros [13,14,15].

A la luz de la evolución de la crisis del As en los sistemas de abastecimiento de agua de Bagaces y otras zonas de Costa Rica se presenta, en primera instancia, la detección de este contaminante, y en segunda instancia las soluciones paliativas y definitivas, que permitieron la corrección y/o normalización de los servicios de agua potable en los acueductos del distrito de Bagaces.

Objetivos

General

Detectar las concentraciones de As en las fuentes de agua de los acueductos de Costa Rica, con énfasis en el distrito de Bagaces, para definir las soluciones paliativas y definitivas con el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua en la zona de estudio, desarrollado entre los años 2009 y 2023.

Específicos

- Identificar las concentraciones de As en los Acueductos en Costa Rica en el periodo: 2009-2013.
- Abordar las soluciones técnicas propuestas y realizadas, para disminuir el riesgo de la contaminación con As en los acueductos de Bagaces.
- Evaluar la evolución de la contaminación en los acueductos de Bagaces entre los años 2009 y 2023.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio retrospectivo, se aplicaron los siguientes pasos:

Identificación de los acueductos contaminada por As

Previo al fortalecimiento del Área de Química de Agua Potable, en el año 2009 el LNA inició un programa especial de muestreo, con la intención de detectar y cuantificar las concentraciones de As en los acueductos de Guanacaste y parte de la zona norte de San Carlos. La lista de los acueductos estudiados, su ubicación por cantón y población afectada, se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Identificación de Acueductos con Arsénico Cantón y población estimada.

| Nombre del Acueducto | Cantón | Población Estimada |
|--------------------------|-------------------------|--------------------|
| El Jobo | La Cruz | 770 |
| El Chile | Bagaces | 507 |
| Arbolito | Bagaces | 490 |
| Agua Caliente | Bagaces | 385 |
| Montenegro | Bagaces | 1.050 |
| Falconiana | Bagaces | 220 |
| El Recreo | Bagaces | 152 |
| Bagaces | Bagaces | 23.073 |
| Fincas Don Miguel | Bagaces | 512 |
| Comunidad Hotel Cañas | Cañas | 280 |
| La Libertad | Cañas | 525 |
| Cañas | Cañas | 19.215 |
| Bebedero | Cañas | 2.100 |
| Vergel | Cañas | 197 |
| Vueltas de Kooper | Aguas Zarcas-San Carlos | 552 |
| ASADA 5 | Aguas Zarcas-San Carlos | 4.158 |
| Los Chiles-Sistema 3 | Aguas Zarcas-San Carlos | 360 |
| Concepción de La Palmera | Aguas Zarcas-San Carlos | 360 |
| Cristo Rey de Los Chiles | Aguas Zarcas-San Carlos | 242 |
| Santa Cecilia del Amparo | Los Chiles | 875 |
| La Esperanza de Pavón | Golfito | 228 |
| Sahara de Batán | Matina | 443 |
| Población total | | 56.694 |

Aplicación de las soluciones técnicas para disminuir las concentraciones de As

Las soluciones técnicas se clasifican en paliativas y definitivas; la primera alternativa consiste en la dilución de una fuente contaminada con As con otra no contaminada, como se realizó en los acueductos de las comunidades de La Libertad y Hotel Cañas; la segunda es la eliminación de la fuente contaminada, como se hizo en el acueducto de Bagaces y parte de Cañas; la tercera fue la colocación y operación de equipos o filtros de remoción de As, aplicada en Falconiana de Bagaces, Bebedero de Cañas y algunos sistemas en Aguas Zarcas de San

Carlos; la cuarta, y al final la más efectiva, fue la búsqueda de nuevas fuentes con gran aforo y buena calidad, que permitieran abastecer e interconectar varios acueductos, como se hizo en el sistema del distrito de Bagaces.

Resultados

Acueductos afectados con concentraciones de As superiores a 10 µg/L

En el cuadro 2 se presentan los 25 sistemas de abastecimiento de agua con contaminaciones de As superiores a 10 µg/L, de los cuales 20 eran rurales o comunales y 2 urbanos (Cañas y Bagaces); además, se presentan las soluciones implementadas y el estado de la calidad al 2013.

Cuadro 2. Acueductos afectados con concentraciones de As superiores a 10 µg/L: soluciones al 2013.

| Nombre del Acueducto | Cantón | Población estimada | Concentración de As µg/L | Soluciones realizadas y a ejecutar | Estado actual de la calidad del agua |
|-----------------------|---------|--------------------|---|--|---|
| El Jobo | La Cruz | 770 | 23 | 23 µg/L antes de integración del nuevo Sistema al AyA, 3 µg/L después de la integración del mismo | Potable |
| El Chile | Bagaces | 507 | 19 | Integración al acueducto de Bagaces (AyA), o instalación de equipo de remoción de As | No potable |
| Arbolito | Bagaces | 490 | 26 | Integración al sistema de Bagaces (AyA), o instalación de equipo de remoción de As | No potable |
| Agua Caliente | Bagaces | 385 | 80 | Interconexión con acueducto de Montenegro ya realizado para bajar a 23 µg/L y luego equipo de remoción de As | No potable, pero se bajó de 80 µg/L a 28 µg/L de As |
| Montenegro | Bagaces | 1050 | Con pozo 1: 14 Con pozo 2: 23 | Equipo de remoción de As | No potable |
| Falconiana | Bagaces | 220 | 22 | Equipo de remoción de As | No potable |
| El Recreo | Bagaces | 152 | 44 | Interconexión con ASADA Las Quintas o al acueducto de Bagaces | No potable |
| Bagaces | Bagaces | 6077 | 49 antes del 2010 y 10 a partir del 2010 | Eliminación del pozo contaminado | Potable |
| Comunidad Hotel Cañas | Cañas | 280 | 180 antes de la Interconexión con La Libertad. 14 después de la misma | Eliminación del pozo contaminado e interconexión con el acueducto La Libertad | No Potable |

| Nombre del Acueducto | Cantón | Población estimada | Concentración de As $\mu\text{g/L}$ | Soluciones realizadas y a ejecutar | Estado actual de la calidad del agua |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------|---|---|--------------------------------------|
| La Libertad | Cañas | 525 | 10 | | Potable |
| Cañas | Cañas | 19.215 | antes del 2010: 25 a partir del 2010: 9 | Eliminación de funcionamiento del pozo Sandillal 6 | Potable |
| Bebedero | Cañas | 2100 | 16 | Equipo de remoción de As | No potable |
| Jabillas | Cañas | 242 | 97 | Eliminación del pozo e interconexión de la naciente nueva (5 $\mu\text{g/L}$ de As) | No potable |
| Vergel | Cañas | 197 | 27 | Eliminación del pozo contaminado e interconexión del pozo nuevo | No potable |
| Vueltas de Kooper | San Carlos de Aguas Zarcas | 552 | 186 antes de la interconexión a ASADA 5, 28 después de la unión | Interconexión con la ASADA de San Francisco de la Palmera | No potable |
| ASADA 5 | San Carlos de Aguas Zarcas | 4158 | 28 | Interconexión con el sistema Aguas Zarcas | No potable |
| Los Chiles-Sistema 3 | San Carlos de Aguas Zarcas | 360 | 16 antes de la eliminación de la fuente contaminada y 8 después de la eliminación | Eliminación de fuente contaminada | Potable |
| Concepción de La Palmera | San Carlos de Aguas Zarcas | 360 | 16 | Interconexión a otros sistemas de abastecimiento, nuevas fuentes o colocación de equipo de remoción de As | No potable |
| Cristo Rey de Los Chiles | San Carlos de Aguas Zarcas | 242 | 14 | Equipo de remoción de As | No potable |
| Santa Cecilia del Amparo | Los Chiles | 875 | 22 | Equipo de remoción de As | No potable |
| La Esperanza de Sábalo de Pavón | Golfito | 228 | 22 | Equipo de remoción de As, hierro y manganeso | No potable |
| Sahara de Batán | Matina | 433 | 14 antes del filtro, 10 después del mismo | Equipo de remoción de Hierro y Manganeso ya colocado | Potable |

Nota 1: Población total afectada: 39.418.

Nota 2: Población solucionada o con agua potable: 27.380 (69. 5%).

Nota 3: La interconexión entre La Libertad y la Comunidad de Hotel Cañas, logró bajar la concentración de As de este acueducto de 180 $\mu\text{g/L}$ a 14 $\mu\text{g/L}$.

Nota 4: El número de Acueductos afectados hasta el momento es de 21 equivalentes a 26 comunidades.

Fuente: Laboratorio Nacional de Aguas y Comisión Institucional de soluciones para la problemática de los Acueductos con As superiores a 10 $\mu\text{g/L}$.

Resultados del Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable para el Desarrollo de Bagaces

Esta propuesta consistía en mejorar el servicio de agua potable en cuanto a calidad, cantidad y continuidad en Bagaces y las comunidades afectadas con As, además de incentivar el crecimiento del cantón ofreciendo suficiente recurso hídrico, que permitiera promover el desarrollo de diferentes proyectos urbanísticos, turísticos y comerciales.

Esta propuesta contempla el mejoramiento en tres puntos importantes, a saber:

1. Mejoras en Bagaces centro con la remoción de As a mediano plazo (2014-2016).
2. Instalación de equipos de remoción de As a mediano plazo (2014-2016).
 - Falconiana y Bagatzí
 - ASADA Montenegro y Agua Caliente
 - Quintas Don Miguel
3. Proyecto a largo plazo identificado como “Montaña de Agua” o “Epifanía”, que permita el desarrollo urbano, turístico y comercial a futuro.

Durante la selección de la nueva fuente de agua se eligió la denominada como “Epifanía”, debido a su mayor caudal.

Los resultados para mejoras de Bagaces centro a corto plazo (2014)

En la figura 1 se visualizan los sistemas asumidos por el Sistema de Bagaces.

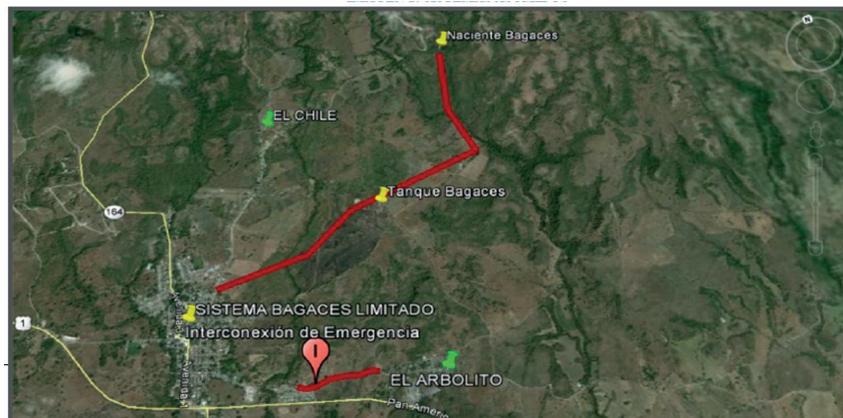


Figura 1. Sistemas asumidos. Fuente: Olger Hurtado.

Los resultados de la instalación de equipos de remoción de As

En la figura 2 se presenta la ubicación de sistemas con rojo y azul, además de las propuestas de líneas nuevas (Falconiana y Bagatzí).

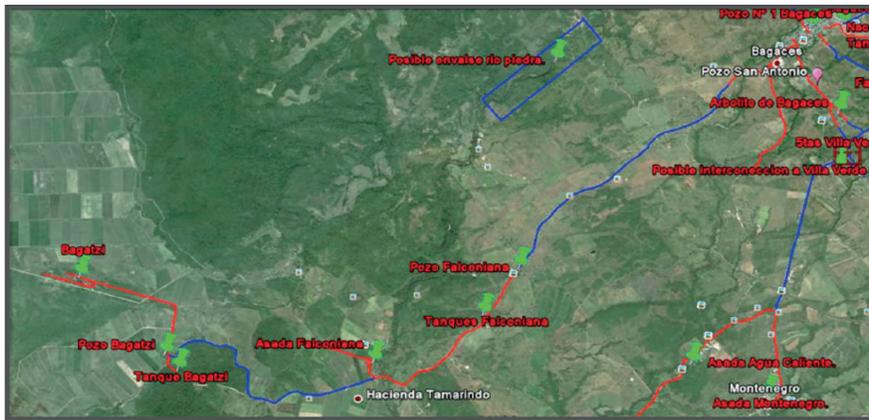


Figura 2. Ubicación de sistemas. Fuente: Google Earth.

La figura 3 ilustra la ubicación de los sistemas aliados a Quintas Don Miguel.



Figura 3. Ubicación de los sistemas aliados a Quintas Don Miguel. Fuente: Olger Hurtado.

Resultados de la implementación del proyecto de ampliación e integración del sistema de abastecimiento de Bagaces

En las figuras 4, 5 y 6 se presenta la evolución de las concentraciones de As, en donde la solución, según los análisis, se normalizó a datos “N.D.” o no determinado; es decir, los sistemas de El Chile, Arbolito y Bagaces pasaron de ser acueductos que suministraban agua de calidad no potable, en algunos periodos, a potable a partir de julio del 2022, mientras que en Bagaces centro fue a partir del 23/11/2022.

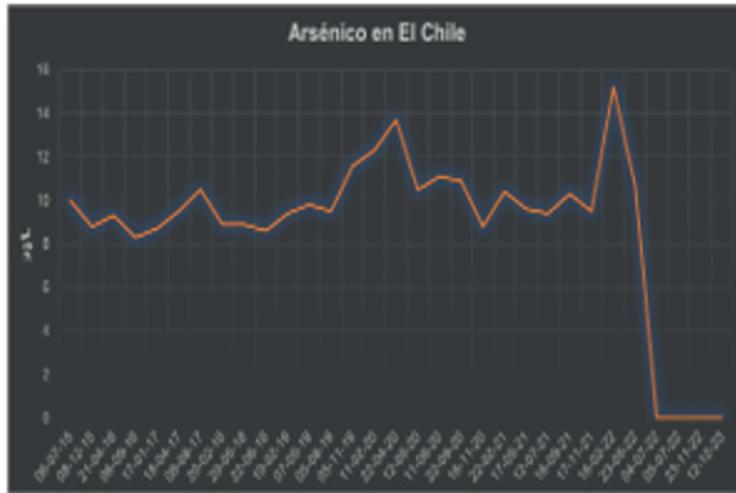


Figura 4. Evolución de la contaminación por As. Acueducto El Chile del 06/07/2015 al 15/11/2023. Fuente: LNA.



Figura 5. Evolución de la contaminación por As. Acueducto Arbolito del 06/07/2015 al 12/12/2023. Fuente: LNA.



Figura 6. Evolución de la contaminación por As. Bagaces del 27/11/2009 al 12/12/2023. Fuente: LNA.

En las figuras 7, 8, 9 y 10 se presentan las evoluciones de la concentración de As en los sistemas de Montenegro-Agua Caliente, Falconiana, Bagatzi y Quintas Don miguel, con normalización del servicio a concentraciones “N.D.” a partir del año 2023.

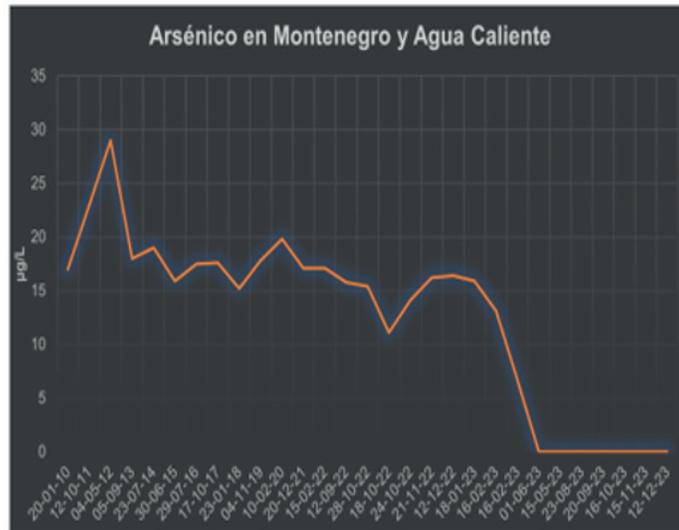


Figura 7. Evolución de la contaminación por As. Acueducto Montenegro y Agua caliente del 20/01/2010 al 12/12/2023. Fuente: LNA.



Figura 8. Evolución de la contaminación por As. Acueducto Falconiana del 06/01/2010 al 16/10/2023. Fuente: LNA.



Figura 9. Evolución de la contaminación por As. Acueducto Bagatzi del 17/08/2013 al 12/12/2023. Fuente: LNA.

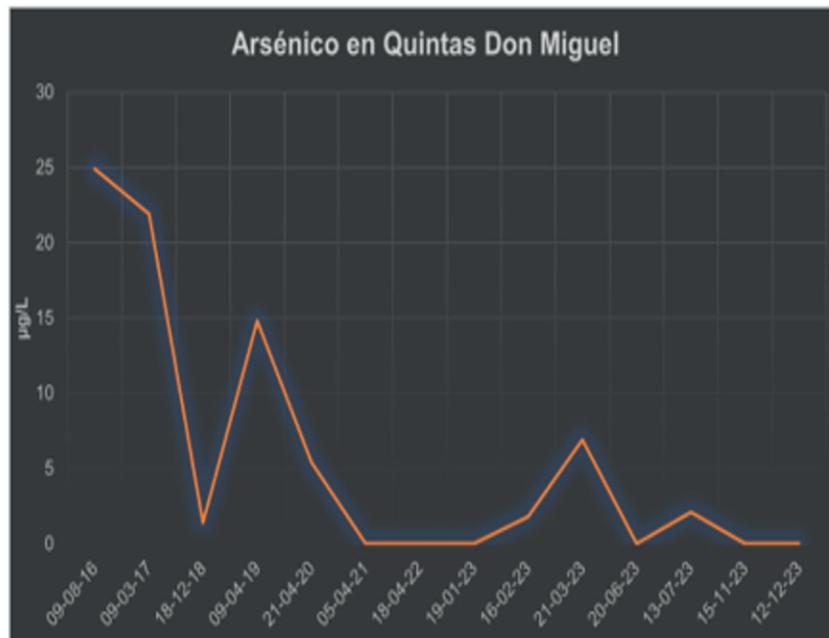


Figura 10. Evolución de la contaminación por As. Quintas Don Miguel del 09/08/2016 al 11/12/2023. Fuente: LNA.

En la figura 11 se presenta el croquis del nuevo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de Bagaces, abastecido por la naciente Epifanía.

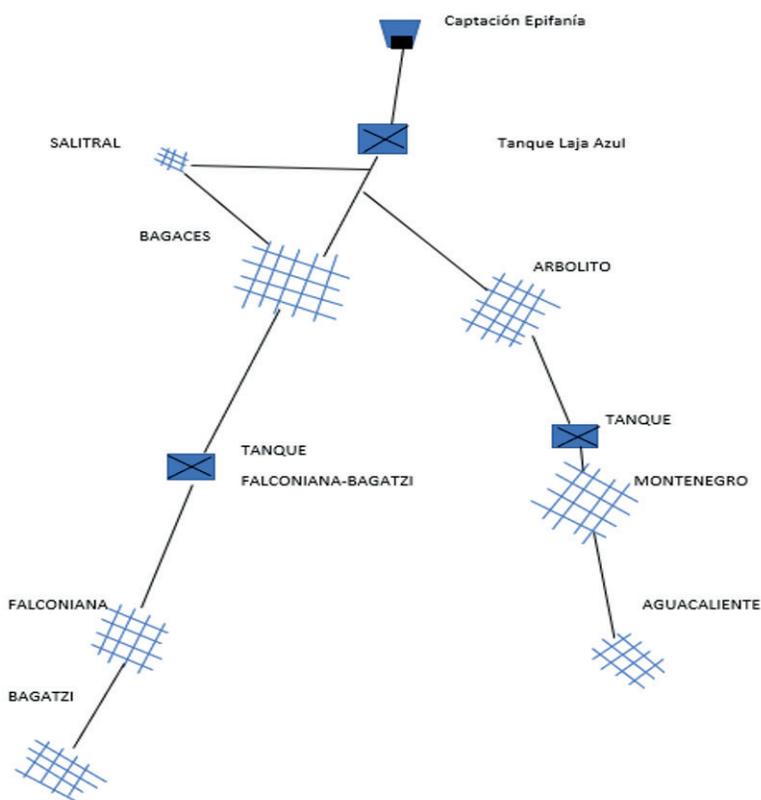


Figura 11. Croquis del Nuevo Sistema de Bagaces (Epifanía). Fuente: Olger Hurtado.

En resumen, la cantonal de Bagaces de AyA asumió los sistemas comunales de El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana-Bagatzí, Quintas Don Miguel, Quintas Río Piedras, Las Cazuelas y además Salitral, que aunque tenía solo 3 µg/L de As, se incorporó debido a la mala administración por parte de la Asada; por otro lado, se unificó en un solo acueducto los sistemas de Montenegro-Agua Caliente y Falconiana-Bagatzí.

Por último, por el momento el proyecto abastecido por la fuente Epifanía se ha integrado en un solo sistema que contempla Bagaces-El Chile, Arbolito, Montenegro-Agua Caliente y Falconiana-Bagatzí, quedando pendientes de incorporar los sistemas de Salitral, Quintas Río Piedras, Quintas Don Miguel y Cazuelas.

Análisis, conclusiones y recomendaciones

Los resultados de la estrategia proactiva, desde la detección de la contaminación por As en los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano de Bagaces, permiten establecer los siguientes análisis, conclusiones y recomendaciones:

Análisis

- El LNA detectó y cuantificó concentraciones de As en 22 acueductos, de los cuales 20 fueron Asadas y/o CAAR's y 2 sistemas urbanos del AyA, ubicados en Cañas y Bagaces (ver cuadro 1).
- Los mencionados hallazgos generaron un ambiente mediático, durante el cual varios activistas utilizaron la crisis para efectos políticos; sin embargo, la actitud proactiva de los jefes cantonales de Bagaces y Cañas de AyA, y del mismo LNA, permitieron identificar

medidas correctivas basadas en criterios técnicos, en donde prevaleció el diálogo durante las reuniones con los municipios y las Áreas de Salud, tanto de Cañas como de Bagaces. En el caso del AyA, a solicitud del jefe cantonal de Bagaces, la Directora de Salud y el Alcalde de la Municipalidad de Bagaces, solicitaron a la presidenta ejecutiva de AyA de turno, Yesenia Calderón, la atención de la crisis de contaminación de acueductos con As, razón por la cual se establecieron medidas como:

- a) Mejoras en sistemas de abastecimiento de agua de Bagaces centro a corto plazo (2014), para permitir el desarrollo vegetativo.
- b) Instalación de equipos de remoción de As a mediano plazo (2014-2016), para permitir el desarrollo urbano y cubrir sus respectivas necesidades.
- c) Impulso y ejecución del proyecto a largo plazo denominado “Montaña de Agua” o “Epifanía”, que permitiera el futuro desarrollo urbano, turístico y comercial.

Esta estrategia aplicada en el distrito de Bagaces permitió, que de forma sistemática y paso a paso, solucionar la problemática del As, como se pudo apreciar en los gráficos 1 al 7 de los acueductos en las comunidades de El Chile, Arbolito, Bagaces, Montenegro-Agua Caliente, Falconiana, Bagatzí y Quintas Don Miguel, respectivamente.

Conclusiones

- El AyA, en conjunto con el Ministerio de Salud y las respectivas Municipalidades, lograron solucionar la crisis del As en los 22 sistemas de abastecimiento, tanto rurales como urbanos.
- En el caso específico de Bagaces, el liderazgo de la jefatura cantonal de AyA Olger Hurtado, la buena labor de la directora del Área de Salud Dra. Betzaida Barrantes y el apoyo del alcalde Luis Ángel Rojas, lograron, en conjunto con el equipo de trabajo del AyA y el BCIE, culminar con éxito la ampliación e integración del proyecto abastecido por la fuente “Epifanía”.

Recomendaciones

Aunque los objetivos de este estudio no se han enfocado en el tema del origen del As en las fuentes de agua, es importante anotar que la “Comisión Científica del Origen de Arsénico”, establecida en el 2013-2014, indicó *“que los estudios geológicos, estructurales, hidrogeológicos e hidroquímicos que el origen del As es natural y volcánico, por lo que se recomienda que al solicitar perforación de pozos y concesión de aguas subterráneas ante la Dirección de Aguas de MINAE, mediante un análisis de la calidad del agua incluyendo As y cumplir en el caso del agua para uso y consumo humano, cumpliendo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable”* [16].

Por otro lado, es menester reconocer el trabajo realizado por las entidades públicas y las propias organizaciones no gubernamentales, en beneficio de atender la crisis del Arsénico en Costa Rica.

Por último, aunque “el caballo de batalla” de los grupos activistas es que el consumo de agua con As es el causante de la “Enfermedad Renal Crónica”, un estudio liderado por el Dr. Roy Wong, y colaboradores, indica que esta patología está asociada con la condición de ser peón y laborar en actividades agrícolas entre las 10:00 am y las 2:00 pm, además del consumo de analgésicos antiinflamatorios derivados de la aspirina; es decir, el estrés térmico, el trabajo extenuante y el efecto tóxico de los analgésicos tienen efectos directos sobre los riñones [17].

Referencias

- [1] Gómez A. *Monitoreo y Atención de intoxicados con arsénico en el Zapote, Municipio de San Isidro, Departamento de Matagalpa, Nicaragua 1994-2002*, Managua; UNICEF.
- [2] Maximina Altamirano. *Contaminación natural por arsénico en las aguas subterráneas de la comunidad rural "La Fuente", para sugerir y promover el uso de fuentes alternativas de agua segura en el Municipio La Paz Centro, León, Nicaragua*. Revista Torreón Universitario; ISSN 2410-5708/e ISSN 2313-7215, Año 8/Num.23/p; 2020: pág. 58-72.
- [3] Nelly Mañay, Clavijo Giovanna y Díaz Laura. *Absorción atómica con horno de grafito*. En línea. <http://riquim.fq.edu.uy/items/show/4654>
- [4] Poder Ejecutivo. Costa Rica. *Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°32327-S*; La Gaceta N°84; 3 de mayo 2005.
- [5] Darner Adrian Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. *Laboratorio Nacional de Aguas: 50 Aniversario*. Libro ISBN: 978-9968-9893-2-9; 2013: pág. 1-243.
- [6] Ricardo Torres. *Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y sus efectos en la salud pública*. CEPIS/BS/SDE/OPS.
- [7] Darner A. Mora Alvarado. *Estudio Preliminar Exploratorio-Ecológico de la Razón de Incidencia Estandarizada de varios tipos de cáncer y las concentraciones de Arsénico en el Agua para Consumo Humano en Guanacaste, Costa Rica*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; marzo 2011; sp.
- [8] Darner Mora Alvarado, Azucena Urbina Campos, Horacio Chamizo García. *Estudio ecológico sobre la enfermedad renal crónica y Arsénico en Agua Potable en distritos de Guanacaste*. Revista Tecnología en Marcha. Vol 28, N°2 Abril-Junio; 2015; pág. 102-115.
- [9] Darner A. Mora Alvarado. *Agua para Consumo Humano: Estudio comparativo de la contaminación de Arsénico en Argentina, Chile y los países de Centroamérica*. San José XVI Congreso Nacional de Microbiología, Parasitología, Patología Clínica: 12-13 noviembre 2013.
- [10] Luis Angel Rojas, Betzaida Barrantes, Olger Hurtado. *Oficio MB-091-2012*. Bagaces 01 de marzo del 2012: sp.
- [11] Olger Hurtado. *Proyecto Abastecimiento y Distribución de Agua Potable para el Desarrollo del Cantón de Bagaces. Sistema de Agua Potable de Bagaces Centro*. Cantonal de Bagaces; febrero del 2014: pág. 1-11.
- [12] BCIE. *"Ahora gracias a Dios tenemos agua pura". Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Acueducto de Bagaces*. En línea. <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/ahora-gracias-a-dios-tenemos-agua-pura-afirma-una-de-los-12-mil-costarricenses-beneficiados-con-nuevo-acueducto-en-bagaces-financiado-por-el-bcie>
- [13] AyA. *Bagaces tendrá nuevo acueducto*. En línea. <https://www.aya.go.cr/Noticias/comunicadosPrensa/CP%20Nuevo%20acueducto%20Bagaces.pdf>
- [14] La Voz de la Pampa. *AyA cumple con construcción de Acueducto en Bagaces*. En línea. <https://lavozdelapampa.com/noticias-de-guanacaste-aya-cumple-con-construccion-acueducto-en-bagaces/>
- [15] Danny Canales. *Ampliación de acueducto permitirá a la comunidad dejar atrás el consumo de agua con arsénico*. La República, 16 de diciembre 2021. En línea. <https://www.larepublica.net/noticia/ampliacion-de-acueducto-permitira-a-comunidad-dejar-atras-el-consumo-de-agua-con-arsenico>
- [16] Comisión Científica Origen Arsénico *"Investigación Geológica, Hidrogeológica e Hidro geoquímica sobre el origen del Arsénico en la zona de Cañas, Bagaces y alrededores"*. Diciembre, 2014: pág. 1-128.
- [17] Roy Wong McClure, Marvin Cervantes Loaiza y Leandra Abarca Gómez. *Factores asociados a Enfermedad Renal Crónica, Región Chorotega. Informe Final de Resultados*. CCSS. Gerencia Médica, San José; 2014: pág. 1-84.

Análisis de la calidad de la cuenca del Río Tárcoles y la microcuenca del Río Torres: influencia del efluente de la PTAR Los Tajos y expectativas al 2025

Analysis of the quality of the Tárcoles River basin and the Torres River microbasin: influence of the effluent from the Los Tajos WWTP and expectations by 2025

Darner Mora-Alvarado¹, Ernesto Alfaro-Arrieta², Juan José Alfaro-Lara³

Mora-Alvarado, D; Alfaro-Arrieta, E; Alfaro-Lara J.J. Análisis de la calidad de la cuenca del Río Tárcoles y la microcuenca del Río Torres: influencia del efluente de la PTAR Los Tajos y expectativas al 2025. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 97-109.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7171>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 dmora@aya.go.cr

2 Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 ealfaro@aya.go.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-1317-446X>

3 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 jalfaro@aya.go.cr

 <https://orcid.org/0009-0004-8749-8311>

Palabras clave

Coliformes termotolerantes; río Tárcoles; contaminación; río Torres; fecal.

Resumen

En este estudio se presenta la influencia en términos de indicadores de contaminación fecal que posee el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos (PTAR Los Tajos) sobre el cauce del río Torres y la desembocadura de la cuenca Virilla-Tárcoles. Se ubicaron cuatro puntos de muestreo; el primero 200 metros antes de la descarga de la PTAR Los Tajos, el segundo en el propio efluente de la PTAR Los Tajos, el tercero 200 metros después de la descarga de la PTAR Los Tajos y el cuarto ubicado debajo del puente del Río Tárcoles, a 600 metros de la desembocadura del río del mismo nombre. Se realizaron muestreos para determinar el número más probable de coliformes termotolerantes (fecales) y *E. coli* de los años 2017-2018, con el propósito de conocer el impacto de contaminación fecal causado por el efluente PTAR Los Tajos y utilizar luego de conformidad con los caudales anuales de aguas crudas a tratar en los años del periodo 2017 al 2025. Los resultados de las estimaciones indican que, al aumentar el caudal de aguas crudas por año, en el 2025 con un caudal de 2065,64 l/s, la contaminación fecal de la desembocadura de la Cuenca Virilla-Tárcoles pasará de 9400 CF/100 mL en el 2016 a 254.656 CF/100 mL en el 2025. No obstante, es importante anotar, que las estimaciones del aumento del caudal, en la realidad no se incrementaron como se proyectaron para los años del 2019 al 2023. Sin embargo, siempre es necesario adelantar la construcción de la segunda etapa de la PTAR Los Tajos con el desarrollo y operación del tratamiento biológico o secundario, con el fin de remover en lugar del 40% de la materia orgánica de las aguas crudas a un 70%, lo cual permitirá mitigar la contaminación de los riachuelos de la mencionada Cuenca Virilla-Tárcoles.

Keywords

Thermotolerant coliforms; Tárcoles river; pollution; Torres river; fecal.

Abstract

This study presents the influence in terms of fecal contamination indicators that the effluent from the Los Tajos Wastewater Treatment Plant (Los Tajos WWTP) has on the Torres River bed and the mouth of the Virilla-Tárcoles basin. The samples were taken in four points; the first 200 meters before the effluent of the Los Tajos WWTP, the second in the effluent of the Los Tajos WWTP, the third 200 meters after the effluent of the Los Tajos WWTP and the fourth located under the Tárcoles River bridge, 600 meters from the mouth of the river of the same name. Sampling was carried out to determine the most probable number of thermotolerant (fecal) coliforms and *E. coli* from the years 2017-2018, with the purpose of knowing the impact of fecal contamination caused by the Los Tajos WWTP effluent and then using it in accordance with the annual flows of raw water to be treated in the years from 2017 to 2025. The results of the estimates indicate that, by increasing the flow of raw water per year, in 2025 with a flow of 2065.64 l/s, the contamination fecal flow from the mouth of the Virilla-Tárcoles Basin will go from 9,400 CF/100 mL in 2016 to 254,656 CF/100 mL in 2025. However, it is important to note that the estimates of the increase in flow are not in reality increased as projected for the years from 2019 to 2023. However, it is always necessary to advance the construction of the second stage of the Los Tajos WWTP with the development and operation of biological or secondary treatment, in order to remove instead of 40 % of the organic matter in the raw waters to 70%, which will mitigate the contamination of the streams of the aforementioned Virilla-Tárcoles Basin.

Introducción

Los ríos de la cuenca del Grande de Tárcoles (Cuenca 24) se contaminaron a partir de 1820, con la exportación por parte de Costa Rica del primer saco de café. Los estudios sobre la contaminación de estas aguas superficiales iniciaron en el año 1901 con el Ing. Enrique Jiménez Núñez, el cual propuso un sistema de filtración y tanques sépticos para tratar los desechos de café [1]. En 1915, El Dr. Clodomiro Picado y su colaborador Francisco Sancho realizaban un estudio donde compararon la calidad de las aguas de Tres Ríos y los del Río Tiribí [2]. En 1934, el mismo Dr. Picado publicó en la revista *Atisvos del Instituto de Biología Vegetal*, un trabajo sobre el “Mejoramiento del Café en Grano en Medios Biológicos” [3]. En 1936, el presidente León Cortés decretó un Reglamento de Beneficios de café, que indicaba en su artículo 14 “Queda terminantemente prohibido descargar las cáscaras o broza del café a los ríos o caños de agua y regarlas sobre terrenos sin haberlas convertido en abono por medio de un sistema que establece el presente reglamento” [4].

A partir del inicio de la década de 1980, funcionarios del Laboratorio Central del AyA-hoy Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), mediante el Decreto Ejecutivo 26-066-S [5], iniciaron varios estudios sobre la contaminación orgánica de los ríos de esta importante cuenca. Entre ellos podemos citar los siguientes:

- Niveles de Agentes tensoactivos Aniónicos en las Aguas de la Cuenca del Virilla-Grande de Tárcoles, Costa Rica [6].
- Comportamiento de la carga orgánica en la Cuenca 24: Virilla-Tárcoles [7].
- Contenido de Coliformes Fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto en el Río Grande de Tárcoles, Período 1981-1984 [8].
- Criterios Bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Costa Rica. Período 1986-1987 [9].
- Estudio sinóptico para mejorar el programa de evaluación de la carga contaminante en la Cuenca del río Grande de Tárcoles [10].
- Distribución estacional de la Carga contaminante a lo largo del cauce del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica [11].
- Estudio sobre el Contenido de Metales Pesados en los ríos del Área Metropolitana Ingeniería y Ciencia Química [12].
- “Evaluación Preliminar del Río Tiribí. Período 1981-1982 [13].
- Un modelo Cuatrimestre-Bimestre para estimar la variación de la carga orgánica en aguas superficiales. [14]
- Codificación de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica [15].
- Desechos de Café y su Impacto sobre la Subcuenca Bermúdez [16].

Estos estudios se realizaron en el contexto del Programa de Monitoreo de la cuenca 24, apoyados por el AyA, para obtener datos, con el propósito de buscar una solución para tratar las aguas residuales del alcantarillado metropolitano. En este contexto en julio de 1988, se firmó el contrato con la Compañía TAHAL Consulting Engineer Ltda, la cual propuso varias alternativas y solicitan un préstamo para la reconstrucción del Alcantarillado Metropolitano y el tratamiento de las aguas residuales domésticas en San José. No obstante, pasaron más de 15 años para que se aprobara la Ley 8559 para la implementación del Proyecto de Mejoramiento Ambiental

del Área Metropolitana de San José a través de un préstamo con el Banco Japonés para la Cooperación Internacional (JBIC) y, es así como a partir de marzo del 2007 que se consolidó e inició la Unidad Ejecutora AyA-JBIC [17].

En su primera etapa asciende a \$307 millones, lo cual no incluye el rubro de la Gestión del Programa, la que debía finalizar en el 2021. Esta etapa incluye 360 kilómetros de rehabilitación del alcantarillado sanitario, con la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, denominada Los Tajos, con tratamiento primario o remoción del 40% de los compuestos orgánicos de las aguas residuales, cubriendo unos 1070.000 habitantes para un 65%. La primera fase de este proyecto tiene como fin sanear la cuenca del río Grande de Tárcoles, con la recolección y tratamiento de las aguas residuales de la Gran Área Metropolitana. Luego, se deberá implementar la segunda etapa del Alcantarillado Metropolitano que cubrirá a una población de 1,6 millones de habitantes a lo cual se debe ir agregando las ciudades de Heredia, Alajuela y demás cabeceras de los cantones que descarga la cuenca Virilla-Tárcoles. En esta etapa la Planta de Tratamiento de Los Tajos debería ser de tratamiento secundario y remover entre el 70% a 80% de la contaminación de las aguas residuales.

En razón de lo anterior y debido a que la Planta de Los Tajos se inauguró el 10 de setiembre del 2015, con un caudal inicial de 238 L/s, el cual ha venido avanzando con la conexión paulatina los colectores, se presenta este estudio con el objetivo de determinar el aporte de contaminación fecal aportada por la Planta de Aguas Residuales Los Tajos sobre el Río Torres y Río Tárcoles a través de análisis microbiológicos en los meses de mayo del 2017 a mayo del 2018, con el propósito de estimar las contaminaciones en concordancia con los aumentos de caudales de entrada a la planta.

Materiales y métodos

Definición de los puntos de muestreo y análisis de Coliformes fecales.

Se definieron la frecuencia y los puntos de muestreo del estudio a realizar en la cuenca del Río Tárcoles o cuenca 24 (Figura 1):

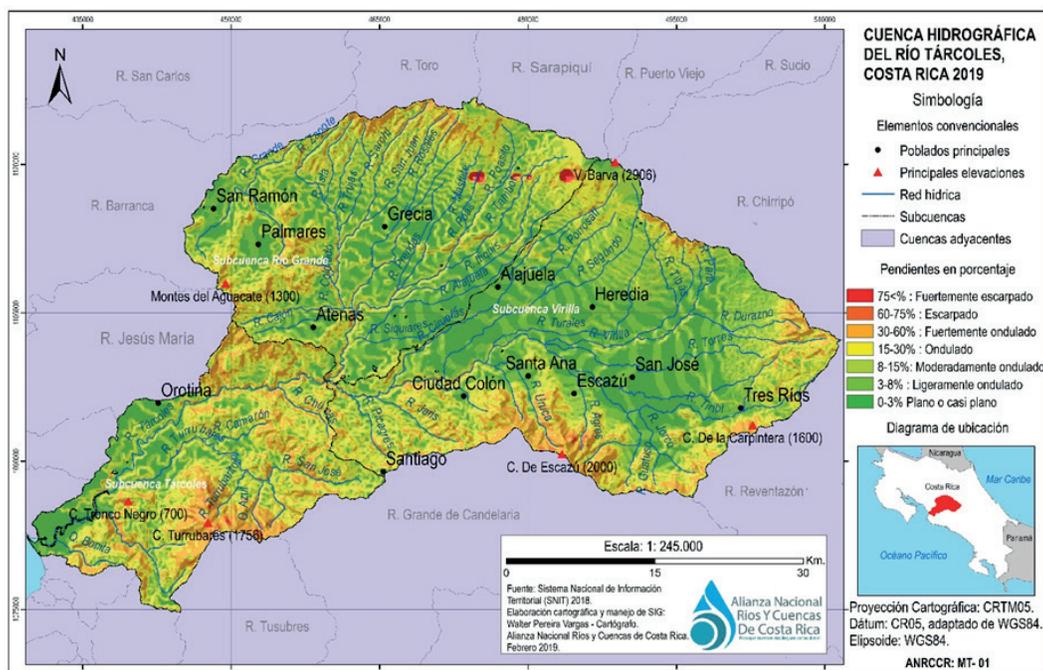


Figura 1. Ilustración cartográfica de la cuenca hidrográfica del Río Tárcoles, Costa Rica. Fuente: Alianza Nacional de Ríos y Cuencas de Costa Rica.

Se realizaron doce muestreos con frecuencia mensual entre mayo del 2017 y mayo del 2018. Los muestreos se realizaron en tres puntos ubicados en la microcuenca del Río Torres y un punto se ubicó en la cuenca del Río Tárcoles, específicamente bajo del puente sobre la Ruta Nacional 34 (Cuadro 1). En cada uno de los puntos de muestreo se tomaron muestras de agua de 100 mL según lo establecido *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [18]. El transporte de las muestras se realizó en hielo y se analizaron en el Laboratorio Nacional de Aguas en menos de 24 horas.

Determinación de coliformes termotolerantes (fecales) y *Escherichia coli*

El análisis de las muestras de agua se llevó a cabo por medio de la técnica de Número Más Probable (NMP) en fermentación de tubos múltiples según lo establecido en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [18].

Cuadro 1. Detalle de los puntos de muestreo seleccionados para el estudio.

| Punto | Río | Dirección |
|-------|--------------|---|
| 1 | Río Torres | 200 m Aguas arriba de la descarga de aguas residuales de la PTAR Los Tajos. |
| 2 | Río Torres | En el efluente de la PTAR Los Tajos. |
| 3 | Río Torres | 200 m Aguas abajo de la descarga de aguas residuales PTAR Los Tajos. |
| 4 | Río Tárcoles | Bajo el puente sobre el Río Tárcoles, Ruta 34. |



Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo 1, 2 y 3 sobre la microcuenca del Río Torres y la salida de la PTAR Los Tajos: A) Aguas arriba del efluente de la PTAR Los Tajos, B) Salida del efluente de la PTAR Los Tajo y C) Aguas bajo del efluente de la PTAR Los Tajos. Fuente: Google Earth, 2019.



Figura 3. Ubicación del punto de muestreo 4, bajo el puente sobre el Río Tárcoles (D). Fuente: Google Earth, 2019.

Estimación de la contaminación fecal en concordancia con el aumento del caudal a tratar en la Planta de Tratamiento de Los Tajos

Utilizando los resultados de concentraciones de coliformes termotolerantes (fecales) y *E. coli*, además de los caudales de entrada esperados para la PTAR, se estimó la posible contaminación fecal en los puntos de muestreo de acuerdo con el caudal a tratar en los años 2017-2025.

Resultados

Se presentan los resultados de concentraciones de indicadores de contaminación fecal, además de los caudales de entrada de la PTAR Los Tajos y las respectivas proyecciones de contaminación en la desembocadura del cuerpo receptor para los años 2016 al 2025.

Concentración de indicadores de contaminación fecal en los puntos de muestreo, 2017-2018

Punto 1: 200 metros antes de la descarga de la PTAR

En el cuadro 2 se observa la contaminación del Río Torres antes de la descarga del efluente de la PTAR Los Tajos. El promedio geométrico de coliformes fecales y *E. coli* es de 2.209.677 NMP/100 mL y de 560.825 NMP/100 mL, respectivamente.

Cuadro 2. Resultado de los Coliformes fecales y *E. coli* aguas arriba del efluente de la PTAR Los Tajos 2017-2018.

| Fecha | CF NMP/100mL | EC NMP/100mL |
|----------------------------|------------------|----------------|
| May 2017 | 1.300.000 | 790.000 |
| Jun 2017 | 2.300.000 | 350.000 |
| Jul 2017 | 2.300.000 | 330.000 |
| Ago. 2017 | 790.000 | 170.000 |
| Sep. 2017 | 4.900.000 | 3.300.000 |
| Oct 2017 | 790.000 | 330.000 |
| Nov 2017 | 2.300.000 | 350.000 |
| Dic 2017 | 2.300.000 | 790.000 |
| Ene 2018 | 2.300.000 | 70.000 |
| Feb 2018 | 2.800.000 | 330.000 |
| Mar 2018 | 7.900.000 | 4.900.000 |
| Abr 2018 | 2.300.000 | 1.300.000 |
| May 2018 | 2.300.000 | 790.000 |
| Promedio Geométrico | 2.210.000 | 561.000 |

Efluente de la PTAR Los Tajos

En el cuadro 3 se observa la contaminación del efluente de la PTAR Los Tajos. El promedio geométrico de Coliformes fecales y *E. coli* es de 25.543.940 NMP/100 mL y de 6.121.039 NMP/100 mL respectivamente.

Cuadro 3. Resultado de los Coliformes fecales y *E. coli* en el efluente de la PTAR Los Tajos 2017-2018.

| Fecha | CF NMP/100mL | EC NMP/100mL |
|----------------------------|-------------------|------------------|
| May 2017 | 49.000.000 | 23.000.000 |
| Jun 2017 | 23.000.000 | 13.000.000 |
| Jul 2017 | 49.000.000 | 23.000.000 |
| Ago 2017 | 23.000.000 | 13.000.000 |
| Sep 2017 | 23.000.000 | 7.900.000 |
| Oct 2017 | 7.900.000 | 2.300.000 |
| Nov 2017 | 23.000.000 | 2.800.000 |
| Dic 2017 | 23.000.000 | 3.500.000 |
| Ene 2018 | 2.800.000 | 220.000 |
| Feb 2018 | 28.000.000 | 1.300.000 |
| Mar 2018 | 79.000.000 | 33.000.000 |
| Abr 2018 | 79.000.000 | 23.000.000 |
| May 2018 | 33.000.000 | 4.900.000 |
| Promedio Geométrico | 25.540.000 | 6.121.000 |

CF: coliformes fecales. EC: *E. coli*. Fuente: LNA

Contaminación fecal: 200 metros después de la descarga de la PTAR: 2017-2018

En el cuadro 4 se presentan los resultados de Coliformes fecales y *E. coli* obtenidos para el Río Torres en el punto aguas abajo de la PTAR Los Tajos. Se obtuvieron promedios geométricos de 11.077.102 NMP/100 mL para coliformes fecales y de 2.474.791 NMOP/100 mL para *E. coli*.

Cuadro 4. Niveles de coliformes fecales y *E. coli* aguas abajo del efluente de la PTAR Los Tajos, 2017-2018.

| Fecha | CF NMP/100mL | EC NMP/100mL |
|----------------------------|-------------------|------------------|
| May 2017 | 13.000.000 | 7.900.000 |
| Jun 2017 | 13.000.000 | 2.800.000 |
| Jul 2017 | 4.900.000 | 3.300.000 |
| Ago 2017 | 7.900.000 | 3.500.000 |
| Sep 2017 | 13.000.000 | 4.900.000 |
| Oct 2017 | 2.300.000 | 790.000 |
| Nov 2017 | 13.000.000 | 1.300.000 |
| Dic 2017 | 7.900.000 | 2.300.000 |
| Ene 2018 | 3.300.000 | 110.000 |
| Feb 2018 | 22.000.000 | 790.000 |
| Mar 2018 | 23.000.000 | 17.000.000 |
| Abr 2018 | 49.000.000 | 13.000.000 |
| May 2018 | 23.000.000 | 2.300.000 |
| Promedio Geométrico | 11.077.102 | 2.474.791 |

CF: coliformes fecales. EC: *E. coli*. Fuente: LNA

Contaminación por indicadores fecales en la desembocadura del Río Virilla-Tárcoles: 2017-2018

En el cuadro 5 se observa la contaminación del Río Tárcoles en su desembocadura. El promedio geométrico de Coliformes fecales y *E. coli* es de 2.209.677 NMP/100 mL y de 790.000 NMP/100 mL respectivamente.

Cuadro 5. Niveles de coliformes fecales y *E. coli* en la desembocadura del Río Tárcoles en el período, 2017-2018.

| Fecha | CF NMP/100mL | EC NMP/100mL |
|----------------------------|---------------|---------------|
| May 2017 | 23.000 | 7.900 |
| Jun 2017 | 490.000 | 40.000 |
| Jul 2017 | 23.000 | 3.300 |
| Ago 2017 | 490.000 | 230.000 |
| Sep 2017 | 790.000 | 490.000 |
| Oct 2017 | 230.000 | 79.000 |
| Nov 2017 | 130.000 | 4.000 |
| Dic 2017 | 79.000 | 49.000 |
| Ene 2018 | 130.000 | 79.000 |
| Feb 2018 | 49.000 | 23.000 |
| Mar 2018 | 7.900 | 4.900 |
| Abr 2018 | 33.000 | 23.000 |
| May 2018 | 230.000 | 33.000 |
| Promedio Geométrico | 99.237 | 29.407 |

CF: coliformes fecales. EC: *E. coli*. Fuente: LNA

Caudales de entrada a la PTAR: 2016-2018 y expectativas 2019 al 2025

Con base en los caudales proyectados para los años 2019-2025 de la PTAR Los Tajos (Figura 4) y los promedios obtenidos de Coliformes fecales (Cuadro 3) se procedió a estimar la contaminación esperada para la desembocadura del Río Tárcoles para esos años manteniendo las condiciones actuales (Cuadro 6).



Figura 4. Caudales proyectados para el efluente de la PTAR Los Tajos del año 2016 al 2025. Fuente. LNA.

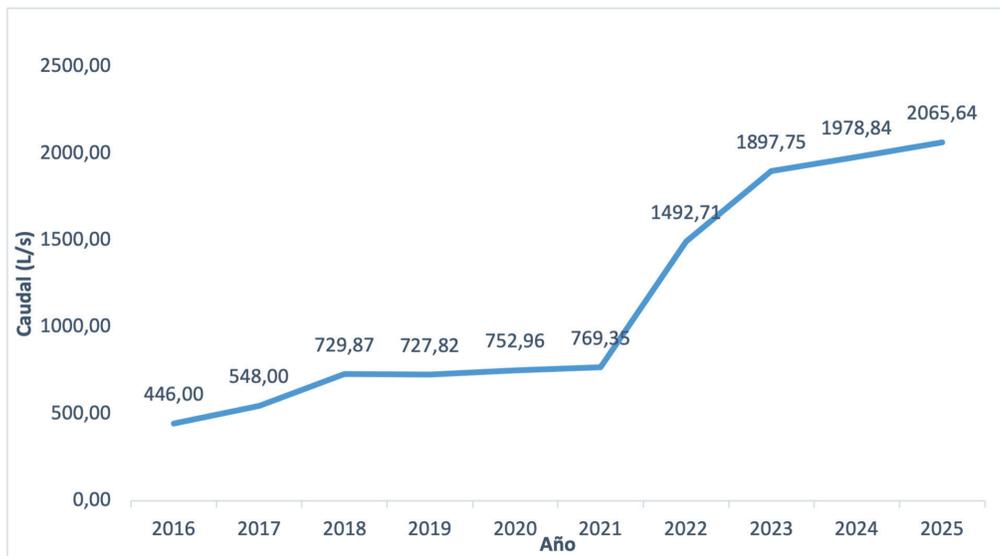


Figura 5. Proyección de caudales para el efluente de la PTAR Los Tajos del año 2016 al 2025. Fuente: LNA.

Contaminación fecal estimada para el periodo 2016 al 2025

En la figura 3, se presenta las estimaciones de contaminación fecal para los años 2016 al 2025.

Cuadro 6. Comparación caudal vs coliformes fecales proyectados al 2025 en la desembocadura del Río Tárcoles.

| Comparación Caudal vs Coliformes fecales proyectados al año 2025 en la desembocadura | | |
|--|--------------|-----------|
| Año | Caudal (L/s) | CF/100 mL |
| 2016 | 446.00 | 9.400 |
| 2017 | 548.00 | 23.000 |
| 2018 | 729.87 | 90.000 |
| 2019 | 727.82 | 90.000 |
| 2020 | 752.96 | 93.000 |
| 2021 | 769.35 | 95.000 |
| 2022 | 1492.71 | 185.000 |
| 2023 | 1897.75 | 234.000 |
| 2024 | 1978.84 | 244.000 |
| 2025 | 2065.64 | 255.000 |

Fuente. LNA.

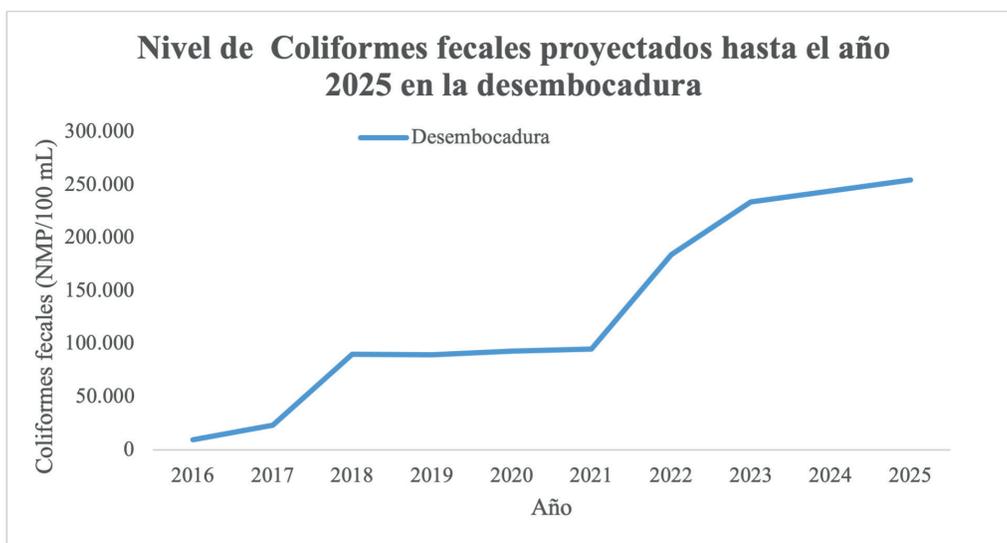


Figura 6. Caudales y niveles de coliformes fecales proyectados para el efluente de la PTAR Los Tajos del año 2016 al 2025. Fuente: LNA.

Durante los años 2019 al 2023 se realizaron campañas de muestreo trimestrales en los nuestros en los puntos de muestreo establecidos. Se compararon los resultados obtenidos en la campaña 2017-2018 con los promedios de los resultados de años posteriores, así como con lo proyectado al año 2023.

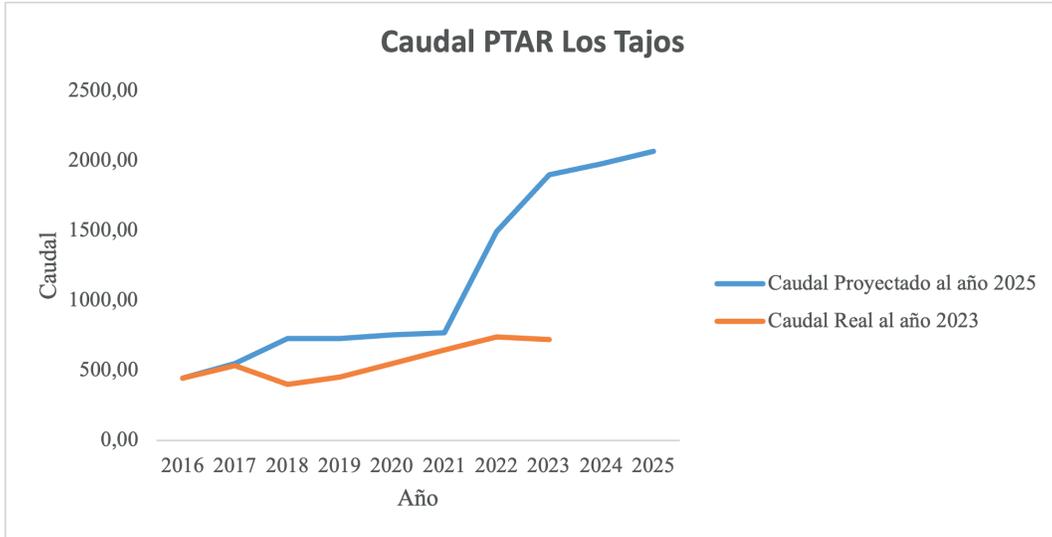


Figura 7. Caudales para el efluente de la PTAR Los Tajos al año 2023 y lo proyectado al 2025. Fuente: LNA.

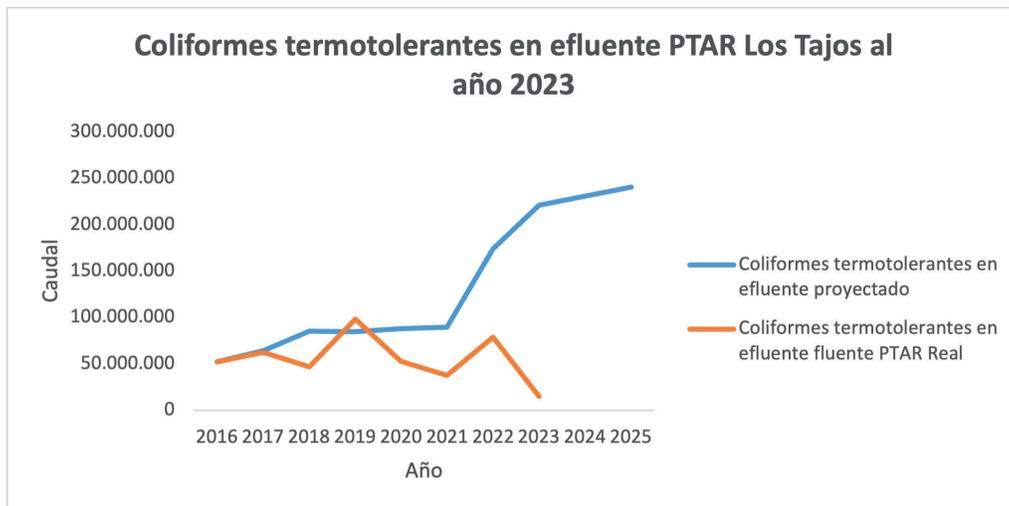


Figura 8. Coliformes termotolerantes (fecales) promedios para el efluente de la PTAR Los Tajos al año 2023 y lo proyectado al 2025. Fuente: LNA.

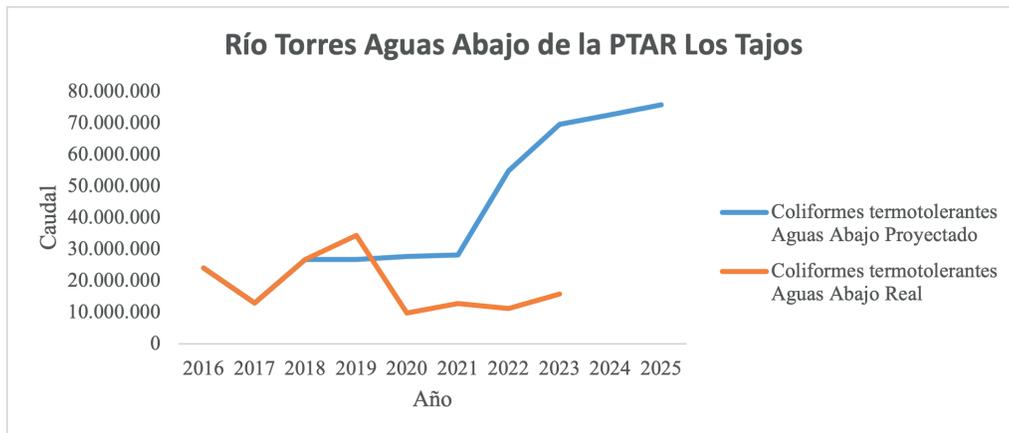


Figura 9. Coliformes termotolerantes (fecales) promedios para el Río Torres Aguas Abajo de la PTAR Los Tajos al año 2023 y lo proyectado al 2025. Fuente: LNA.

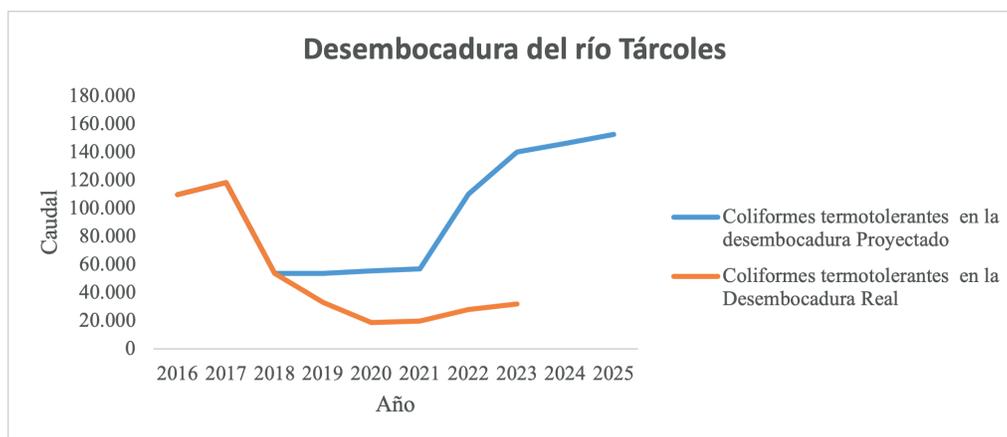


Figura 10. Coliformes termotolerantes (fecales) promedios para la desembocadura del río Tárcoles al año 2023 y lo proyectado al 2025. Fuente: LNA

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran la alta contaminación que la cuenca mantiene a lo largo del año, así como el impacto directo generado por el efluente de la PTAR Los Tajos.

Las altas concentraciones de indicadores de contaminación fecal en el punto ubicado 200 m antes de la descarga de la PTAR Los Tajos, demuestran la contaminación persistente con microorganismos indicadores que se mantienen en los ríos del Gran Área Metropolitana, no obstante, la descarga de la PTAR Los Tajos, con hasta 25 millones de coliformes fecales/100 mL, provoca un impacto sobre el cauce del cuerpo receptor (Río Torres) que inclusive disminuye su calidad. Lo anterior evidenciar por medio de los resultados obtenidos tanto en el punto ubicado aguas arriba de la salida de la PTAR, como en el punto ubicado 200 m después de la PTAR.

De igual manera, la comparación con los resultados al año 2023 demuestran que al no haber un aumento en el caudal de la PTAR los valores de contaminación se mantienen menores según lo proyectado.

Las proyecciones de contaminación por indicadores fecales indican que para el 2025, la desembocadura del Río Tárcoles podría llegar a tener una concentración de aproximadamente 2.5×10^5 coliformes fecales/100 mL, lo cual se reflejará en un impacto sin precedentes en las aguas marinas de las playas aledañas a la desembocadura. Sin embargo, estas proyecciones están ligadas a un aumento en el caudal de la PTAR una vez que se complete el alcantarillado sanitario.

Se recomienda dar prioridad al proyecto que contempla la construcción y puesta en marcha de la etapa de tratamiento secundario o biológica de la PTAR Los Tajos, con el fin de aumentar el porcentaje de remoción de un 40% a un 70% y de esta manera amortiguar la contaminación que sufre el cuerpo receptor (Cuenca 24: Virilla-Tárcoles).

Referencias

- [1] Gobierno de Costa Rica. 1991. *Concurso de ámbito nacional para buscar la solución a la disposición de los desechos de café*. Facultad de Medicina; 1991.
- [2] Sancho Jiménez, F y Picado, C. 1985. *"Informe presentado con respect al análisis comparado de las aguas de Tres Ríos y Tiribí"*. En Picado Twigh, Clodomiro. Obras completas. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica; 1988, Vol. 5.

- [3] Picado, C. 1934. *Mejoramiento del Café en Grano por Medios Biológicos*. Archivos de Institución de Biología Vegetal, pág. 68-85. 1934.
- [4] La Gaceta. 1936. *Reglamento de beneficios de café*. Gaceta N°218-25, Setiembre de 1936.
- [5] Poder Ejecutivo de Costa Rica. 1980. *Decreto Ejecutivo N°26-066-S*. Designación del Laboratorio Central como Laboratorio Nacional de Aguas.
- [6] Chacón B. et al. *Comportamiento de la carga orgánica en la Cuenca 24: Virilla-Tárcoles*. *Tecnología en Marcha*. Vol. 7, N°3, 1984.
- [7] Chacón B. et al. 1982. *Niveles de Agentes tensoactivos Aniónicos en las Aguas de la Cuenca del Virilla-Grande de Tárcoles, Costa Rica*. *Tecnología en Marcha*, Vol.5, N°3, 1982.
- [8] Mata A., González E., Rojas J., Mora D & Sequeira M. 1987. *Contenido de Coliformes Fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto en el Río Grande de Tárcoles, Período 1981-1984*. *Revista Tecnología en Marcha*, Vol.8, N° 2 y 3; 1987.
- [9] Mora D. 1989. *Criterios Bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Costa Rica. Período 1986-1987*. *Rev. Tecnología*. Vol.9, N°3, 1989.
- [10] Ramírez, J.M. 1987. *Estudio sinóptico para mejorar el programa de evaluación de la carga contaminante en la Cuenca del río Grande de Tárcoles*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias; Escuela de Química; U.C.R., 1987.
- [11] Ramírez, J. & Rodríguez A. 1990. *Distribución estacional de la Carga contaminante a lo largo del cauce del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica*. *Tecnología en Marcha*. Vol.10, N°3, pag.36-43. 1990.
- [12] Ramírez J., et al., *Estudio sobre el Contenido de Metales Pesados en los ríos del Area Metropolitana*. *Ingeniería y Ciencia Química*. Vol.9, N°1. pag. 11-13, 1985.
- [13] Pacheco, V, Mata, A & Sequeira M. 1987. *"Evaluación Preliminar del Río Tiribí. Período 1981-1982"*. *Tecnología en Marcha*. Vol.8, N°2-3; 1987.
- [14] Sequeira, M.y Chacón, B. 1987. *Un modelo Cuatrimestre-Bimestre para estimar la variación de la carga orgánica en aguas superficiales*. *Revista Tecnología en Marcha*, Vol. 8, N°2 y 3, 1987.
- [15] Sequeira M., et al. *Codificación de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica*. *Tecnología en Marcha*. Vol. 9, N°2, 1988.
- [16] Sequeira M., Ramírez J., Mora D. 1987. *Desechos de Café y su Impacto sobre la Subcuenca Bermúdez*. *Rev. Tecnología en Marcha*. Vol. 8, N°2 y 3, 1987.
- [17] Poder Ejecutivo. *Reglamento de Clasificación de Cuerpos de aguas Superficiales*. San José. Gaceta N°178, Decreto N°33903-MINAE-S; 17 de setiembre 2007; pág. 1-16.
- [18] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.

Evolución de las guías microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua de consumo humano. Periodos 1984-1994-2004-2011 y 2024

Evolution of the WHO microbiological guidelines to evaluate the quality of water for human consumption. Periods 1984-1994-2004-2011 and 2024

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Evolución de las guías microbiológicas de la oms para evaluar la calidad del agua de consumo humano. Periodos 1984-1994-2004-2011 y 2024. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 110-120.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7174>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Agua; guía; enfermedad; *Escherichia coli*; indicador.

Resumen

En diciembre del 2006, el suscrito publicó el documento “Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua para consumo humano: 1984-2004”. En el marco de este antecedente, pero sobre todo con el objetivo de definir el verdadero indicador bacteriológico para valorar el riesgo de transmisión de gérmenes de enfermedades hídricas, se presenta, como complemento, la definición de dichos indicadores indirectos en la cuarta edición de las “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano 2011” y las “Guías de Calidad para Pequeños Abastecimientos de Agua”, publicados en el 2024 con el propósito de definir o ratificar como indicador a la *Escherichia coli* (*E.coli.*) en el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”; se busca con esto orientar la evaluación de la calidad microbiológica del agua, conjuntamente con los parámetros físico-químicos, en los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano en Costa Rica.

Keywords

Disease; *Escherichia coli*; guide; indicator; water.

Abstract

In December 2006, the undersigned presented the “Evolution of the WHO Microbiological Guides, to evaluate the water quality of water for human consumption: 1984-2004”. Given this background and with the purpose of defining the true bacteriological indicator to assess the risk of transmission of germs of water diseases, the definition of said indirect indicators is presented as a complement in the fourth edition of the “Guidelines for the Quality of Drinking Water Human, 2011” and the Quality Guides for small water supplies, published in 2024, with the purpose of defining or ratifying *Escherichia coli* (*E.coli.*), in the Regulation for the Quality of Drinking Water and thus guiding, the evaluation of microbiological water quality, in conjunction with physical-chemical parameters, in water supply systems for human use and consumption in Costa Rica.

Introducción

En el año 2006 el suscrito publicó, por medio de la “*Revista Costarricense de Salud Pública*”, el estudio denominado “Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para Evaluar la Calidad del Agua para Consumo Humano: 1984-2004” [1]. El mismo abordó los orígenes del proceso salud-enfermedad en las antiguas culturas, además de mencionar, entre otros aspectos, medidas preventivas para garantizar que los pozos de agua se mantuvieran tapados, limpios y alejados de posibles fuentes de contaminación [2]. Existen relatos del año 2000 a. C sobre las tradiciones médicas en la India, donde recomendaban que “*el agua impura se debe purificar, haciéndola hervir sobre fuego, calentándola al sol, sumergiendo un hierro ardiendo dentro de ella o incluso mediante filtración en arena o grano para luego enfriarla*” [3], o los escritos de Hipócrates en su libro del siglo IV a.C. denominado “*Aires, aguas y lugares*”, en donde se hace una relación entre el origen y las características del agua que consumen los pobladores y su condición de salud [4]. No obstante, la verdadera relación entre la calidad del agua y la salud fue descrita en 1854 por el Dr. John Snow, al demostrar que el causante de la transmisión de

un “veneno mórbido” llamado “Cólera”, era el agua de un pozo contaminado con heces en Golden Square, Londres [5]; luego, Robert Koch aisló e identificó el *Vibrio cholerae* 01, bacteria causante de muchas muertes durante siglos [6].

Posteriormente, Theodor Escherich aisló e identificó el grupo Coliformes (*Bacillum coli*) en las heces humanas, y su presencia marcó el inicio de la evaluación de la calidad del agua a nivel mundial [7]. Décadas después (1915) en Costa Rica, el científico Clodomiro Picado realizó los primeros estudios de calidad del agua, específicamente en el río Tiribi y el acueducto de San José [8]. El Dr. Picado, haciendo gala de su gran intelecto, utilizó los estándares para evaluar este tipo de aguas.

En la primera mitad del siglo XX, los países industrializados usaron criterios y normas regionales y nacionales, para evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua para uso y consumo humano (AUCH). Para la segunda mitad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció estándares o normas internacionales con este mismo fin, las cuales fueron promulgadas en 1958, 1963 y 1971 [9]; sin embargo, fueron confeccionados con tecnologías avanzadas por naciones desarrolladas, lo que impidió su aplicación en los países en vías de desarrollo. Debido a esta debilidad, la misma OMS estableció en 1984 las primeras “Guías para la Calidad del Agua Potable” [10], y para 1994, 2004 y 2011 dictaron la segunda, tercera y cuarta edición [11, 12, 13]. Ya para el año 2024, se promulgaron las últimas “Guías para la Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento” [14].

A la luz de estas actualizaciones, se presenta una evaluación complementaria de la evolución de los valores microbiológicos guía, utilizados para evaluar la calidad del AUCH en el contexto mundial.

Objetivos

General

Analizar la evolución de los valores guía microbiológicos dictados por la OMS en los periodos 1984, 1994, 2004 y 2011, aunado a los nuevas “Guías para la calidad del agua de consumo humano para pequeños sistemas de abastecimiento de agua”, publicados en el 2024, con el propósito de definir el indicador bacteriano, para valorar el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas hídricas, en el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica”.

Específicos

- Describir el grupo bacteriano de Coliformes totales, el subgrupo Coliformes fecales y la *Escherichia coli* (*E. coli*).
- Estudiar la evolución del uso de los mencionados indicadores bacterianos en las ediciones de las Guías de Calidad del Agua de Bebida.
- Definir y describir la frecuencia y número de muestras microbiológicas en las redes de distribución.
- Analizar cuáles han sido los indicadores bacterianos utilizados en las diferentes versiones de los Reglamentos para la Calidad del Agua Potable.
- Definir el uso de indicadores bacterianos (*E.coli*) en la evaluación de riesgo de la calidad microbiológica en las aguas de consumo humano.
- Proponer el indicador microbiológico a utilizar en la futura versión del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica”.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio se aplican los siguientes pasos.

Análisis retrospectivo de las Guías de Calidad del Agua Potable de la OMS

Se realiza un análisis de los indicadores microbiológicos utilizados desde las primeras guías de calidad del agua publicadas en 1984, pasando por las de 1994, 2004, 2011 y hasta las últimas publicadas por la OMS para pequeños abastecimientos, promulgadas en el 2024.

Secuencia de indicadores microbiológicos en los “Reglamentos para la Calidad del Agua Potable, en Costa Rica

Se estudiaron los indicadores bacterianos utilizados en Costa Rica para evaluar la calidad microbiológica del agua, considerados a través de los años en los siguientes reglamentos a saber:

- Normas de Calidad para el Agua Potable CAPRE: 1993 [15].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°25991-S: 1997 [16].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°32327-S: 2005 [17].
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°38924-S: 2015 [18].
- Modificaciones al Anexo del Decreto Ejecutivo N°38924-S: 2020 [19].

Descripción del grupo indicador bacteriano Coliformes totales y sus subgrupos

Se describe el origen del *Bacillum Coli*, los Coliformes totales, los Coliformes fecales y sus subgrupos hasta llegar a la *Escherichia coli* (*E. coli*).

Evaluación de riesgo microbiológico del agua

A partir de la tercera edición de las “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de la OMS: 2004”, se estableció la identificación de riesgo de los acueductos mediante los “Planes de Seguridad del Agua” (PSA).

Propuesta para actualizar el Reglamento para Calidad del Agua Potable en Costa Rica

Con el propósito de evitar distorsiones en las evaluaciones de la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano se propone, con fundamento a sus características, a la bacteria *E. coli* como indicador para la próxima actualización del Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

Resultados

Antes de iniciar con el desarrollo de los resultados, es importante anotar las principales características del “Grupo Coliforme”.

Características del Grupo Coliforme

La denominación genérica Coliformes, designa a un grupo de especies bacterianas que tienen en común ciertas características bioquímicas, e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y alimentos [20]; pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* y consta de cuatro géneros, a saber *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. El término Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria *Escherichia coli* como principal

representante del grupo, que fue descubierta por el alemán Theodor Escherich en 1860; este gran científico bautizó a este grupo como “*Bacterium coli*”, del griego “κολον, kolon” o intestino. Luego, en honor a su descubridor, se denominó “*Escherichia*”.

Las características bioquímicas indican que el grupo contempla a todas las bacterias entéricas que son aerobias a anaerobias facultativas, Bacilos Gram negativos, no esporógenos. Aunque su habilidad indica que el grupo se encuentra principalmente en el intestino de los animales de sangre caliente y homeotermos, también se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. A la luz de esto, fue necesario desarrollar pruebas para diferenciar los Coliformes de origen fecal de los de origen ambiental; en este sentido, se clasifican como “*Coliformes totales*” aquellos que comprenden la totalidad del grupo, mientras que los “*Coliformes fecales*” los que son específicamente de origen intestinal. Esta diferencia se fundamenta en que los “*Coliformes totales*” crecen en los medios de cultivo a temperaturas de 35 °C a 37°C, mientras que los fecales lo hacen a 44,5°C; es así como los *Coliformes fecales*, conocidos también como *Coliformes termotolerantes*, forman parte del Grupo Coliforme.

Son definidos como Bacilos Gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44,5°C+/-0,2°C, dentro de las 24 +/- horas, y la mayor especie del grupo es la *Escherichia coli* [21]. Con fundamento en esto, el aislamiento de esta bacteria en el agua brinda un 99% de certeza de contaminación de origen fecal; sin embargo, esta conclusión no es absoluta porque se han aislado *E. coli* que no tienen origen fecal; además, la *E. coli* de origen animal y la de origen humano son idénticas. En el contexto de los *Coliformes fecales* o *termotolerantes*, también se pueden encontrar en menor cuantía los otros tipos, a saber *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*; no obstante, debido a la gran concentración en las heces humanas y animales, raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal. Para efectos prácticos, el grupo Coliforme se distribuye de la siguiente manera.

Grupo Coliforme = *Coliforme fecales* o = 90% *Escherichia coli*

36 a 37°C *termotolerantes* a 10% *Enterobacter*+*Klebsiella* y *Citrobacter*
44,5°C

Valores guía de la calidad bacteriológica

Guías de calidad de agua potable 1984

En la primera edición de las Guías de Calidad del Agua Potable (1984), se establecieron los siguientes valores guía para la calidad bacteriológica, según los indicadores de agua para uso y consumo humano, agua embotellada y para abastecimiento de emergencia. En el cuadro 1 se presenta los valores guía para la calidad bacteriológica.

Cuadro 1. Valores Guía para Calidad Bacteriológica.

| Organismo | Unidad | Valor Guía | Observaciones |
|---|---------------|------------|---|
| Agua distribuida por tubería | | | |
| A.1. Agua sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución. | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | Turbiedad <1 UTN, para la desinfección con cloro, es preferible un pH <8.0; 2.0 a 0,5 mg/L de cloro residual libre después del contacto durante 30 minutos (tiempo mínimo). |
| A.2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución. | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas. |
| Bacterias coliformes | | 3 | |
| A.3. Agua en el sistema de distribución. | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras. Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas. |
| Bacteria Coliformes | Número/100 ml | 0 | |
| Bacteria Coliformes | Número/100 ml | 3 | |
| Agua no distribuida por tuberías. | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | No debe ocurrir en forma repetida cuando el hecho sea frecuente y no se pueda mejorar la protección sanitaria, si es posible se deberá buscar otra fuente. |
| | Número/100 ml | 10 | |
| Agua embotellada | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | La fuente debe estar exenta de contaminación fecal. |
| Bacteria Coliformes | Número/100 ml | 0 | |
| Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia. | | | |
| Bacteria Coliformes fecales. | Número/100 ml | 0 | Acceso al público hervir el agua cuando ésta no se ajusta a los valores. |
| Bacteria Coliformes | Número/100 ml | 0 | |

Fuente: Guías de Calidad del Agua Potable de OMS. 1ª Edición 1984.

Secuencia de la evolución de los Valores Guías Microbiológicos de OMS: 1984, 1994, 2004, 2011 y 2024

A continuación se presenta la evolución de los Valores Guías Microbiológicos en las ediciones de la OMS.

Secuencia de la evolución de los Valores Guías Microbiológicos de OMS. 1984, 1994, 2004, 2011 y 2024

- Primera edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 1984”:
A1: Agua sometida a tratamiento que entra a la red.

- A2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución.
- A3. Agua en el sistema de distribución.
- B. Agua no distribuida por tuberías.
- C. Agua embotellada.
- D. Abastecimiento de agua en situaciones de emergencia.

Coliformes fecales/100 mL (termotolerantes)

Coliformes totales/100 mL

- Segunda edición “Guía de Calidad del Agua para Consumo Humano 1994”:

Coliformes totales/100 mL

Coliformes fecales/100 mL

E. coli/100 mL

- Tercera edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 2004”:

Se eliminaron los *Coliformes totales*

Coliformes fecales/100 mL

E. coli /100 mL (se utilizan para evaluar el riesgo y clasificación).

- Cuarta edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano 2011”:

Igual que la tercera edición

Coliformes fecales/100 mL

E. coli/100 mL

- Quinta edición “Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento de Agua 2024”:

E. coli/100 mL

Fuente: OMS-LNA.

Número de muestras mínimo recomendado para análisis de indicadores

En el cuadro 2 se presentan los números de muestras recomendados, para realizar análisis de contaminación fecal en fuentes y sistemas de distribución.

Cuadro 2. Números de muestras para análisis de contaminación fecal en fuentes y sistemas de distribución.

| Población | Número de muestras al año |
|-------------------|---|
| Fuentes puntuales | Muestreo progresivo de todas las fuentes en ciclos de 3 a 5 años (como máximo). |
| <5000 | 12 |
| 5000-100.000 | 12 por cada 5.0000 habitantes (hab). |
| >100.000-500.000 | 12 por cada 100.000 hab y 120 muestras adicionales. |
| >500.000 | por cada 100.000 hab y 180 muestras adicionales. |

Nota: Parámetros como Cloro, turbidez y pH deben analizarse con mayor frecuencia, como parte del monitoreo operativo y de verificación.

Categorización de la evaluación del agua suministrada en la red de distribución en un periodo definido

En el cuadro 3 se presenta la categorización del agua suministrada por la red de distribución, fundamentada en la confianza y seguridad microbiológica según el indicador bacteriano *E. coli*.

Cuadro 3. Categorización del agua suministrada por la red de distribución fundamentada en la confianza y seguridad microbiológica, según el indicador bacteriano *E. coli*.

| Calidad del agua en el Sistema de distribución | Proporción (%) de análisis negativos por la red de distribución basada en la confianza y seguridad microbiológica | | |
|--|---|--------------|----------|
| | < 5000 | 5000-100.000 | >100.000 |
| Excelente | 90 | 95 | 99 |
| Buena | 80 | 90 | 95 |
| Regular | 70 | 85 | 90 |
| Mala | 60 | 80 | 85 |

Fuente: Vol.1. Tercera edición de las Guías de Calidad de Agua Potable. OMS. 2004.

Evolución cronológica de las Normas y Reglamentos para la calidad del Agua Potable en Costa Rica: 1993-2020

En el cuadro 4 se presenta, en forma cronológica, los indicadores microbiológicos de las Normas y Reglamentos para la Calidad del Agua Potable [22].

Cuadro 4. Indicadores microbiológicos de las Normas o Reglamentos para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica.

| Normas o Reglamentos para la calidad del Agua Potable | Indicadores Microbiológicos del Agua Potable | | |
|---|--|--------------------|------------------|
| | Coliformes totales | Coliformes fecales | Escherichia coli |
| Norma CAPRE 1993 | x | x | |
| Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 25991-S:1997. | | x | |
| Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 32327-S. 2005. | | x | x |
| Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 38924-S. 2015. | | x | x |
| Modificación al Anexo del Decreto 38924-S.2020. | | x | x |
| Propuesta de actualización de los valores guías microbiológicos para el próximo reglamento. | | | x |

Evaluación del riesgo microbiológico del agua

A partir de la tercera edición de las Guías de Calidad del Agua de Bebida, la OMS propuso la aplicación del riesgo de contaminación del agua en los sistemas, desde la fuente o cuenca, sistema de tratamiento, tanques de almacenamiento y red de distribución, estrategia conocida como "Plan de Seguridad del Agua". Por otra parte, en esta misma edición se establece la clasificación basada en la frecuencia de resultados positivos de los análisis con presencia de *E. coli*, o concentración de este indicador en el agua para consumo humano, para valorar la puntuación de riesgo de la inspección sanitaria. En la figura 1 se presenta, gráficamente, un ejemplo de la priorización de las medidas correctivas en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano comunitarios, para mejorar la calidad.



Figura 1. Ejemplo de evaluación de riesgo microbiológico en los sistemas de agua para consumo humano y el grado de las medidas correctivas. Fuente: Lloyd y Bartram (1991).

Análisis

- Las características del Grupo Coliforme, con sus cuatro géneros (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*), y su presencia en los intestinos de los seres humanos y animales de sangre caliente, a través del tiempo han permitido, con diferentes matices, que haya sido utilizado como indicador bacteriano para evaluar la calidad microbiológica del agua en sus diferentes usos.
- En este contexto, la capacidad de crecer en medios de cultivo a 44,5°C caracteriza al subgrupo Coliformes fecales; la *Escherichia coli* (*E. coli*) forma parte de este subgrupo, y representa aproximadamente el 90% de los cuatro géneros en un gramo de heces, por lo que se ha definido como la bacteria más específica de contaminación fecal en aguas y alimentos.
- Cronológicamente la OMS utilizó, en la primera edición de las Guías de Calidad para el Agua de Consumo, al grupo *Coliforme total* y el subgrupo *Coliforme fecal (termotolerantes)*, como indicadores de la calidad microbiológica del agua para consumo humano. Luego, en la segunda, tercera y cuarta edición, eliminó los Coliformes totales y se enfocó en los *Coliformes fecales* y la *E. coli*/100 mL; sin embargo, en las últimas “Guías para la Calidad del Agua para Consumo Humano en Pequeños Sistemas de Abastecimiento”, publicadas por la misma OMS en el año 2024, decidió utilizar solo la *E. coli*/100 mL en forma específica.
- Por otro lado, las Normas y Reglamentos para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica, desde las Normas CAPRE del año 1993 usaron *Coliformes totales* y *fecales* para este fin; no obstante, el primer Reglamento para la Calidad del Agua Potable de 1997 (Decreto 25991-S) se enfocó solo en los *Coliformes fecales*/100 mL, y a partir de los reglamentos promulgados en el 2005 (Decreto 32327-S) y el 2015 (Decreto 38924-S) se han utilizado los *Coliformes fecales*, aunque siempre han recomendado a la bacteria *E. coli* como el indicador específico de contaminación fecal.

Conclusiones

- Después de analizar la evolución de los indicadores microbiológicos, desde las primeras Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de la OMS (1984,1994,2004,2011 y 2024), es necesario enfocarse en la *E. coli* como indicador sanitario de contaminación fecal en aguas y alimentos.
- El indicador *E. coli*/100 mL debe ser usado para la evaluación del riesgo sanitario en los PSA, de los diferentes acueductos ubicados en todo el territorio nacional.

Recomendaciones

Fundamentados en este estudio retrospectivo, que analiza la evolución de las Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano de las OMS, y los reglamentos para la calidad del agua potable, recomendamos lo siguiente:

- Utilizar la determinación y/o cuantificación del indicador *E. coli*/100 mL, en la próxima versión del Reglamento para la Calidad del Agua Potable.
- Usar la *E. coli*/100 mL en la clasificación del “Código de Colores”, herramienta que permite medir el avance en la calidad microbiológica del agua para uso y consumo humano.
- Usar la detección de *E. coli*/100 mL para verificar o repetir los muestreos de calidad del agua, en el marco de los programas de vigilancia y control de calidad del agua de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

Referencias

- [1] Mora Alvarado, Darner A. *Evolución de las Guías Microbiológicas de la OMS para evaluar la Calidad del Agua para Consumo Humano*. San José. Revista Costarricense de Salud Pública. Año 15/Nº29/Diciembre 2006; pág. 44-54.
- [2] Kottek S.S. *Gems from the Talmud: Public Health I--Water supply*. Israel Journal of Medical Science. Vol.138. Nº4; 1995: pág. 225-255.
- [3] United States. Environmental Protection Agency. *Environmental Pollution Control Alternatives: drinking water treatment for small communities*. Cincinnati, EPA; 1990: pág. 1-85.
- [4] Hipócrates. *Aires, Aguas y Lugar*. En Buck, Carol y Colaboradores. *El Desafío de la Epidemiología, Problemas y Lecturas Seleccionadas*. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C; 200-37;1991: pág. 18.
- [5] De Kruif, Paul. *Los cazadores de Microbios*. México. Editorial Época S.A. Séptima Edición; 1998; 149-150.
- [6] McJunkin; F. Eugene. *Agua y Salud Humana*. Lima, Perú. OMS/OPS; 1985.
- [7] Wikipedia. Theodor Escherich. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Theodor_Escherich#:~:text=Theodor%20Escherich%20\(29%20de%20noviembre,su%20honor%20p%C3%B3stumamente%20en%201919](https://es.wikipedia.org/wiki/Theodor_Escherich#:~:text=Theodor%20Escherich%20(29%20de%20noviembre,su%20honor%20p%C3%B3stumamente%20en%201919).
- [8] Sancho Jimenez, Francisco y Picado Twigth, Clodomiro. *Informe presentado con respecto al análisis compartido de las Aguas de Tres Ríos y Tiribi*". En Picado Twigth Clodomiro. *Obras completas*, Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988. Vol 5.
- [9] Truque P. *Armonización de los Estándares de Agua Potable en las Américas*. Organización de Estados Americanos, Washinton DC, EE. UU. 2011.
- [10] OMS/OPS. *Guías de calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 1º edición. Vol. 1.1985.
- [11] OMS/OPS. *Guías de Calidad para el Agua Potable*. Ginebra. 2º edición. Vol.14.1995.
- [12] World Health Organization. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva. 3º edición. Vol. 1; 2004: pág 1-553.
- [13] OPS/OMS. *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano (4º ED; 2011; Ginebra; pág. 1-636*.
- [14] Organización Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda, 4a ed + 1a adenda*. En línea. <https://iris.who.int/handle/10665/272403>



- [15] CAPRE. Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Primera Edición, septiembre 1993. Revisado en Marzo de 1994: pág. 1-27.
- [16] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N°25991-S; Gaceta del 27 de mayo de 1997; sp.
- [17] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 32327-S. San José. Gaceta 84; pág. 2-6.
- [18] Poder Ejecutivo. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. San José. Gaceta 170. Decreto 38924-S; Martes 1 de setiembre del 2015: pág. 1-36.
- [19] Poder Ejecutivo. Decreto N°42332-S. Modificación al Anexo 1 del Decreto Ejecutivo N°38924-S. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. San José. Gaceta N°296; Viernes 18 de diciembre del 2020: pág. 4-5.
- [20] Wikipedia, la enciclopedia libre. Coliforme. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Coliforme>
- [21] CEPIS. Guía para la evaluación de laboratorios bacteriológicos de análisis de agua. Series documentos técnicos N°3. Edición revisada. Lima. CEPIS, 1078.
- [22] F. Gutierrez. Natura Neotropicales. Indicadores de contaminación de agua ¿Son eficaces? (Conferencia dictada en las 71° Jornadas de Cs. Nat. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, en homenaje al Ing. Federico Emiliani); 2005: pág. 89-91.

Huevecillos de Helmintos: una validación para su determinación y cuantificación en aguas, aguas residuales y lodos de Costa Rica

Helminth eggs: a validation for their determination and quantification in water, wastewater and sludge of Costa Rica

Ernesto Alfaro-Arrieta¹, Juan José Alfaro-Lara², Johanna Méndez-Araya³, Catalina Solís-Calderón⁴, Ilena Vega-Guzmán⁵

Alfaro-Arrieta, E; Alfaro-Lara, J.J; Méndez-Araya, J; Solís-Calderón, C; Vega-Guzmán, I. Huevecillos de Helmintos: una validación para su determinación y cuantificación en aguas, aguas residuales y lodos de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 121-128.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7101>

- 1 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 ealfaro@aya.go.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-1317-446X>
- 2 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 jalfaro@aya.go.cr
 <https://orcid.org/0009-0004-8749-8311>
- 3 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 jomendez@aya.go.cr
 <https://orcid.org/0009-0002-8968-4738>
- 4 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 csolis@aya.go.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-7896-9474>
- 5 Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 ivega@aya.go.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-0690-3388>

Palabras clave

Huevecillos de Helmintos; nemátodos; aguas; aguas residuales; lodo; validación

Resumen

La presencia de huevecillos de helmintos en el agua representa una problemática de salud pública y ambiental, que puede llegar a afectar una gran cantidad de la población. Ante la ausencia de una metodología actualizada y validada y la falta de indicación en las regulaciones de Costa Rica. Se propone una metodología para la identificación de huevecillos de helmintos en aguas, aguas residuales y lodos. Se realizó la validación de la técnica evaluando nueve parámetros de desempeño como: Límites de Detección, Límites de Cuantificación, Repetibilidad, Reproducibilidad, Especificidad, Selectividad, Sensibilidad, Incertidumbre y Veracidad. Se analizaron muestras de cada una de las matrices inoculando un 50% de las mismas con huevecillos de helmintos provenientes de un material de referencia certificado, se optimizaron las metodologías establecidas a través de procesos de sedimentación y centrifugación de la muestra para obtener una recuperación aceptable. Los resultados obtenidos de la validación fueron conformes con respecto a las metodologías de referencia y a lo requerido para el cumplimiento de la legislación nacional al establecer una metodología adecuada para la identificación y cuantificación de huevecillos de helmintos.

Keywords

Helminth eggs; nematodes; water; wastewater; sludge; validation.

Abstract

The presence of helminth eggs in water represents a public and environmental health problem, which can affect a large number of the population. Given the lack of an updated and validated methodology and the lack of indication in Costa Rican regulations, a methodology is proposed for the identification of helminth eggs in water, wastewater and sludge. The validation of the technique was carried out by evaluating nine performance parameters such as: Limits of Detection, Limits of Quantification, Repeatability, Reproducibility, Specificity, Selectivity, Sensitivity, Uncertainty and Veracity. Samples of each of the matrices were analyzed by inoculating 50% of them with helminth eggs from a certified reference material. The established methodologies were optimized through sample sedimentation and centrifugation processes to obtain an acceptable recovery. The results obtained from the validation were in accordance with the reference methodologies and with what is required for compliance with national legislation by establishing an appropriate methodology for the identification and quantification of helminth eggs.

Introducción

El término helminto se refiere a la designación de un amplio grupo de gusanos tanto parásitos como de vida libre, de distintos tamaños y formas. Dentro de estos los más representativos son los huevecillos de *Ascaris* spp, ya que presentan una alta resistencia a condiciones físicas logrando sobrevivir durante largos periodos en diversos ambientes [1], ejemplos de estos serían las aguas residuales y los biosólidos.

Estos huevecillos de helmintos también se encuentran a nivel ambiental y su importancia es alto grado en salud pública, debido a sus características de resistencia a condiciones ambientales adversas como temperatura, pH, humedad y en el caso de las aguas, de niveles de desinfección con cloro [2].

Su presencia en aguas residuales ha sido de los principales riesgos para la salud pública a raíz de la mala gestión, del reuso de estas aguas para agricultura o irrigación [3] o de la disposición final de los lodos residuales que pueda generar un contacto con la población. Dicho reuso, a menudo sin tratamiento previo, conducen a la proliferación de huevecillos de helmintos, la etapa infecciosa del ciclo de vida de los helmintos [4]. Globalmente, la helmintiasis afecta a cinco millones de personas, principalmente en lugares donde el saneamiento es deficiente, provocando que el contacto con aguas residuales sea una de las principales causas de esta enfermedad y la importancia del análisis de estas [5].

En Costa Rica, existen registros realizados por Murillo & Peinador [6] en distintos sistemas de tratamiento en los cuales se obtuvo la presencia de nemátodos intestinales como *A. lumbricoides*, *E. histolytica*, *L. intestinalis* obteniendo una remoción deficiente de huevecillos de helmintos en sistemas de tratamiento. Actualmente la normativa costarricense se ajusta a lo establecido por la OMS en el 2006 estableciendo como máximo permisible una concentración de huevecillos de helmintos de 1 ud por litro de agua tratada [7], y para lodos residuales de (1-10) ud por gramo de lodo dependiendo de su disposición final [8].

En los últimos años, las enfermedades causadas por parásitos intestinales han sido descuidadas en países tropicales y se ha visto demostrado en la presencia de huevecillos de helmintos en las aguas residuales [9].

Este estudio tuvo como objetivo proponer una validación de una metodología para el la obtención e identificación de huevecillos de helmintos en Costa Rica en distintas matrices.

Metodología

Preparación de la muestra

Para la validación se utilizaron muestras de agua potable, aguas residuales y lodo estériles y se inocularon con suspensiones de patrones certificados de huevecillos de helmintos, se utilizaron suspensiones certificadas de *Trichuris trichiura* (FP08 Microbiologics®), *Ascaris lumbricoides* (FP05 Microbiologics®) y de *Taenia* sp. (FP04 Microbiologics®). Se inoculó con una gota de cada suspensión, cada gota de la suspensión contiene aproximadamente 3 huevecillos de helmintos. De igual manera se analizaron muestras estériles sin inocular de cada una de las matrices.

Procedimiento

Agua Potable

Las muestras de agua potable se dejaron sedimentar por 24 horas. Pasado el tiempo de sedimentación se aspiró, con una bomba de vacío el sobrenadante hasta dejar un máximo de 1 litro de la muestra.

Se filtró el sedimento a través de un tamiz de 20 micras, realizando lavados con agua desionizada y se recuperaron en tubos para centrifuga de 50 mL. Seguidamente se centrifugó a 600 g por 5 minutos, se aspiró el sobrenadante hasta dejar entre 1-2 mL.

Para el aislamiento de los huevecillos de Helmintos se homogeneizó y procedió a cuantificar e identificar utilizando una celda Sedgwick-Rafter.

Agua Residual

Se realizó basado en lo establecido por SEMARNAT [10], [11] para la determinación de huevecillos de helmintos. Para las muestras de aguas residuales se tomaron 5 Litros de muestra y se pasó por un tamiz de 125 micras y se dejó sedimentar en un beaker plástico de 5 litros durante 24 horas.

Lodos

Se realizó basado en lo establecido por SEMARNAT [10], [11]. Para los Lodos Residuales se pesaron entre (2-5) gramos de cada muestra, se licuó por 5 minutos a alta velocidad en una licuadora industrial utilizando 200 mL de solución de Tween 80 al 0,1%. Una vez homogenizado se pasó el licuado por un tamiz de 125 micras realizado lavados y se depositó en un beaker plástico de 5 litros. Se dejó sedimentar durante toda la noche.

Para las matrices de aguas residuales y lodos, el aislamiento de los huevecillos de Helmintos se realiza seguidamente que se aspira, de la muestra sedimentada, el sobrenadante al máximo y depositó el sedimento en una botella de centrifuga de 250 mL, realizando de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 5 litros. Se centrifugó a 600 g por 5 minutos. Una vez centrifugado se decantó el sobrenadante por vacío y se resuspendió la pastilla en 150 mL de Sulfato de Zinc 33 %. Se volvió a centrifugar a 600 g por 5 minutos y se recuperó el sobrenadante vertiéndolo en un recipiente de 2 litros, se le agregó agua destilada hasta llegar al máximo del recipiente y se dejó sedimentar toda la noche.

Pasado el tiempo de sedimentación, se aspiró al máximo el sobrenadante por vacío, se resuspendió el sedimento por agitación agitando y se pasó a tubos para centrifuga cónicos de 50 mL. Seguidamente se centrifugó a 600 g por 5 minutos. Se aspiró el sobrenadante y se resuspendió en 15 mL de solución de alcohol-acido (H_2SO_4 0.1 N + C_2H_5OH) a 33-35% y 10 mL de acetato de etilo.

Se agitó suavemente y se centrifugó a 600 g por 5 minutos. Se aspiró el sobrenadante hasta dejar mínimo 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar e identificar utilizando una celda Sedgwick-Rafter.

Validación de la Técnica

Para la validación de la muestra se analizaron los criterios de validación establecidos por el Ente Costarricense de Acreditación [12]:

1. Para el cálculo de los Límites de Detección y Cuantificación

Se inocularon 5 litros de agua destilada con una Suspensión de *Ascaris lumbricoides* (FP05), de *Trichuris trichiura* (FP08) y de *Taenia* sp (FP04) y se analizó según el procedimiento. El conteo de la muestra se realizó siete veces por el mismo analista. Como control negativo se utilizó agua destilada estéril.

2. Repetibilidad y Reproducibilidad

Se inocularon 5 litros de agua destilada con una Suspensión de *Ascaris lumbricoides* (FP05) y de *Trichuris trichiura* (FP08). Seguidamente se separó la muestra en 5 beakers estériles con 1 litro de la suspensión y se analizó cada beaker según el procedimiento. Cada analista realizó el conteo de huevecillos de helmintos siete veces. Como control negativo se utilizó agua destilada estéril. Se realizó una Prueba F para evaluar los porcentajes de repetibilidad entre un mismo analista, así como los porcentajes de reproducibilidad entre los distintos analistas.

3. Especificidad

Para la determinación de la especificidad se analizó si la metodología planteada es capaz de obtener resultados negativos en los casos que no haya presencia del organismo

4. Selectividad y Sensibilidad

Con el análisis de las muestras inoculadas se analizó si la metodología era capaz de determinar y cuantificar las distintas especies de huevecillos de helmintos inoculadas.

5. Incertidumbre

Se realizó el cálculo de la incertidumbre para el método con un modelo matemático que permitiera cuantificar los distintos componentes que aportaran a la incertidumbre. Se tomó en cuenta la determinación de la incertidumbre combinada con un factor de cobertura de $k= 2$, 95 %, contemplando la incertidumbre de la medición de volumen, la asociada al muestreo y al conteo de los huevecillos.

6. Veracidad

Se participó en una ronda interlaboratorial internacional para la comprobación de los niveles de veracidad de la técnica, se participó en la ronda de intercomparación N° 2/ PP1007 de la empresa IELAB acreditada en la Norma ISO 17043.

Resultados

Los resultados del cálculo de los límites de detección y cuantificación se muestran en el cuadro 1, los cuales demuestran la capacidad del método de recuperar los huevecillos de helmintos inoculados, ya que se inoculó con un máximo de 3 huevecillos de helmintos por gota, y se logró cuantificar mínimo 1 huevecillo de helminto en los controles inoculados y 0 huevecillos en los controles negativos. Con un porcentaje de recuperación promedio 40% y 60 % para agua potable, para aguas residuales y para Lodos que es apto para la técnica de extracción implementada, como es de esperar menores conteos para matrices complejas como lo son las aguas residuales y lodos, pero en todos los casos con porcentajes aceptados para la metodología. Además, se detectó al menos un huevecillo según se requiere para la reglamentación nacional vigente.

Cuadro 1. Cantidad de huevecillos de *Trichuris trichiura* cuantificados en cada muestra.

| Repetición/ Matriz de muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Agua Potable | 1±1 ud/L | 1±1 ud/L | 2±1 ud/L | 1±1 ud/L | 3±1 ud/L | 2±1 ud/L | 1±1 ud/L |
| Aguas Residuales | 2±1 ud/L | 1±1 ud/L | 1±1 ud/L | 1±1 ud/L | 2±1 ud/L | 2±1 ud/L | 1±1 ud/L |
| Lodos | 1±1 ud/g | 2±1 ud/g | 1±1 ud/g | 2±1 ud/g | 1±1 ud/g | 1±1 ud/g | 2±1 ud/g |

En todas las muestras que no fueron inoculadas con los organismos controles, se obtuvieron resultados negativos ante la ausencia de huevecillos de helmintos.

En el cuadro 2 se detalla los resultados de los análisis de repetibilidad y reproducibilidad, se observa que para todos los analistas se obtuvieron valores dentro de lo aceptado según lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [13], en donde se establece que los valores de porcentajes de repetibilidad deben ser menores al 5% para cada analista y los de reproducibilidad menores al 10% entre analistas. Se obtuvieron resultados de repetibilidad menores al 1% y de reproducibilidad menos al 2%.

Cuadro 2. Análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad en cada matriz.

| PARÁMETRO/Analista-Repetición | Ascaris lumbricoides (ud/L) | Trichuris trichiura (ud/L) | Repetibilidad | Reproducibilidad |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|------------------|
| Análista A-1 | 17 | 5 | 0.74 | 1.37 |
| Análista A-2 | 16 | 5 | | |
| Análista A-3 | 16 | 5 | | |
| Análista A-4 | 17 | 5 | | |
| Análista A-5 | 17 | 5 | | |
| Análista A-6 | 17 | 5 | | |
| Análista A-7 | 17 | 5 | | |
| Control Negativo Analista A | Negativo | Negativo | | |
| Análista B-1 | 15 | 7 | 0.54 | 1.37 |
| Análista B-2 | 15 | 8 | | |
| Análista B-3 | 15 | 8 | | |
| Análista B-4 | 15 | 8 | | |
| Análista B-5 | 15 | 8 | | |
| Análista B-6 | 15 | 8 | | |
| Análista B-7 | 15 | 8 | | |
| Control Negativo Analista B | Negativo | Negativo | | |
| Análista C-1 | 17 | 3 | 0.79 | 1.37 |
| Análista C-2 | 17 | 3 | | |
| Análista C-3 | 18 | 3 | | |
| Análista C-4 | 18 | 3 | | |
| Análista C-5 | 18 | 3 | | |
| Análista C-6 | 18 | 3 | | |
| Análista C-7 | 18 | 3 | | |
| Control Negativo Analista C | Negativo | Negativo | | |
| Análista D-1 | 24 | 5 | 0.38 | 1.37 |
| Análista D-2 | 24 | 5 | | |
| Análista D-3 | 24 | 6 | | |
| Análista D-4 | 24 | 5 | | |
| Análista D-5 | 24 | 5 | | |
| Análista D-6 | 24 | 5 | | |
| Análista D-7 | 24 | 6 | | |
| Control Negativo Analista D | Negativo | Negativo | | |

En los estudios de especificidad, el método fue capaz de dar negativo cuando no se inoculó el analito, por lo que se toma como un resultado satisfactorio.

Para el caso de la determinación de la selectividad y la sensibilidad, la metodología demostró que aísla satisfactoriamente los huevecillos de helmintos inoculados con las características de especie deseadas. Esto se corroboró con la inoculación de distintos tipos de huevecillos

de helmintos con características definidas y diferentes que se observaron al microscopio permitiendo identificarlos, en la figura 1 se muestran huevecillos de *Trichuris trichiura* y *Ascaris lumbricoides* observados en 10X.

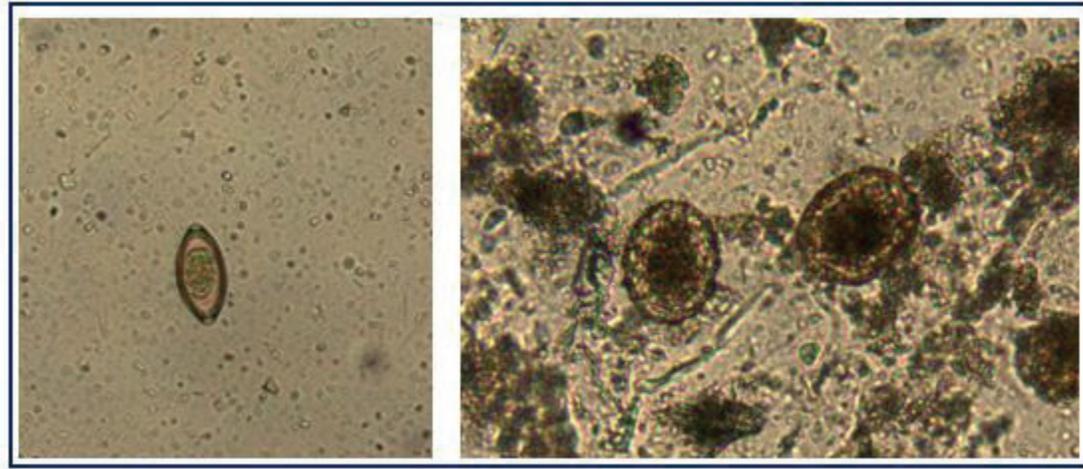


Figura 1. Huevecillos de *Trichuris trichiura* y *Ascaris lumbricoides* observados en 10X.

Para el cálculo de la incertidumbre se obtuvo una μ expandida de 0.56 con un factor de cobertura de $K= 2$, 95 %, por lo que debido a la naturaleza de los organismos estudiados se estableció una incertidumbre final de ± 1 ud/L y ± 1 ud/g.

Los resultados de veracidad y de la intercomparación se obtuvieron resultados satisfactorios de las pruebas con un resultado final de Z-score de -0.5, mucho mejor de lo esperado, ya que según la literatura se deben obtener valores menores a < 2 para resultados satisfactorios.

Conclusiones

Los resultados muestran que la técnica utilizada para la cuantificación e identificación de helmintos demuestra una adecuada recuperación de los huevecillos de helmintos inoculados, aproximadamente entre (30-60) %, esto coincide con los resultados obtenidos por Jimenez-Cisneros [5], en donde se obtuvieron porcentajes similares de recuperación de huevecillos de helmintos, por lo que la validación de ésta técnica permite ser utilizada en las distintas matrices, como lo son agua potable, aguas residuales o distintos tipos de lodos dentro del país.

Estos resultados satisfactorios permitieron al Laboratorio Nacional de Aguas del AyA obtener la acreditación de la técnica en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, y convertirse en el primer Laboratorio en Costa Rica en tener dicha acreditación para la determinación y cuantificación de Huevecillos de Helmintos.

El tener una técnica acreditada que permita la adecuada identificación y cuantificación de huevecillos de helmintos es necesario debido a que son un indicador importante de contaminación fecal, principalmente para aguas que están destinadas a consumo o aguas residuales destinadas para reuso con contacto primario [2].

Estos resultados son de gran importancia ya que permite aplicar la técnica para lograr el cumplimiento de las distintas regulaciones nacionales como lo son el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales [7], el Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos [8] y el Reglamento para la Calidad del Agua Potable [14].



Agradecimientos

Se agradece a todo el personal del Laboratorio Nacional de Aguas que realizaron los muestreos de agua potable, aguas residuales y lodos.

Referencias

- [1] Jiménez, B., Maya, C., Sánchez, E., Romero, A., Lira, L., & Barrios, J. A. (2002). Comparison of the quantity and quality of the microbiological content of sludge in countries with low and high content of pathogens. *Water Science and Technology*, 46(10), 17–24. <https://doi.org/10.2166/wst.2002.0278>
- [2] Campos, M. C., Beltrán, M., Fuentes, N., & Moreno, G. (2018). Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos. *Biomedica*, 38(1), 42- 53. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352>
- [3] Jiménez, B. (2007). Helminth ova removal from wastewater for agriculture and aquaculture reuse. *Water Science and Technology*, 55(1–2), 485–493. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.046>
- [4] Maya, C., Pérez, M., Velásquez, G., Barrios, J. A., Román, A., & Jiménez, B. (2019). Quick incubation process to determine inactivation of *Ascaris* and *Toxocara* eggs. *Water Science and Technology*, 80(12), 2328–2337. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.062>
- [5] Jimenez-Cisneros, B. E. (2009). Helminth Ova Control in Wastewater and Sludge for Agriculture Reuse. *Water and Health*, 2(Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)).
- [6] Murillo, J., & Peinador, M. (2000). Enteroparásitos : Detección y Vigilancia en Aguas Residuales.
- [7] MINAE. (2007). Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. 56.
- [8] MINAE. (2015). Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos. *La Gaceta Diario Oficial*.
- [9] Robles, I., Becerra, E., Barrios, J. A., Maya, C., Jiménez, B., Rodríguez-Valadez, F. J., Rivera, F., García-Espinoza, J. D., & Godínez, L. A. (2020). Inactivation of helminth eggs in an electro-Fenton reactor: Towards full electrochemical disinfection of human waste using activated carbon. *Chemosphere*, 250, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126260>
- [10] SEMARNAT. (1997). Normas Oficiales Mexicanas. *Diario Oficial de La Federación*, 65.
- [11] SEMARNAT. (2003). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. *Diario Oficial de La Federación*, 18–61. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003.
- [12] ECA (2019). Criterios para la Evaluación y Acreditación de Laboratorios Bajo la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017. ECA-MC-C18. Publicado en *La Gaceta* en octubre 2019.
- [13] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.
- [14] Poder Ejecutivo Costa Rica. (2015). Reglamento para la Calidad del Agua Potable. No 38924-S.

Poblaciones sin servicio de agua para uso y consumo humano en Costa Rica periodo 2022

Populations without water service for human use and consumption in Costa Rica period 2022

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Poblaciones sin servicio de agua para uso y consumo humano en Costa Rica periodo 2022. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 129-145.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7203>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Acceso; agua; potable; servicio; vivienda.

Resumen

En este estudio, se estima las viviendas y la población sin acceso a servicios de agua para uso y consumo humano en Costa Rica, según el Censo 2022. El total de viviendas censadas fue de 17.788, para un total estimado de 55.144 habitantes. Las viviendas que se abastecen con agua de pozo de 9.179, para una población de 28.455 habitantes. Las familias que se abastecen de aguas superficiales de ríos o quebradas fueron de 8.310, equivalente a viviendas, de las cuales se estiman 25.761 habitantes. Además, se identificaron 299 viviendas que se abastecen de otros tipos de fuentes (agua de lluvia y otros), para una población de 927 habitantes. En este contexto, es importante anotar que los funcionarios del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) aportaron los datos de poblados con al menos 10 viviendas. En este orden de cosas, 51 cantones presentaron localidades con viviendas sin acceso a servicios de agua potable. Los cantones con más de 1.000 personas sin AUCH son Guácimo (1.076), Osa (1.215), Corredores (1.249), Turrialba (1.876), Golfito (2.492), Matina (2.725), Siquirres (2.998), Buenos Aires (3.249), Talamanca (3.491), Perez Zeledón (4.250), Limón (5.521), Sarapiquí (7.093) y Pococí (8.413 hab). Por último, estos datos señalan la más clara desigualdad en el acceso a los servicios de agua potable, por lo que se recomienda su abordaje, para lograr la meta de la universalización del acceso a agua potable al 2030, establecida por el Objetivo de Desarrollo Sostenibles (ODS) específicamente en el ODS6.

Keywords

Access, water, potable, service, home.

Abstract

This study estimates the homes and populations without access to drinking water services in Costa Rica, according to the 2022 Census. The total number of homes closed was 17,788, for an estimated total of 55,144 inhabitants. The homes that are supplied with well water are 9,179, for a population of 28,455 inhabitants. The families that are supplied with surface water from rivers or streams were 8,310, equivalent to homes, of which 25,761 inhabitants are estimated. In addition, 299 homes that are supplied from other types of sources (rainwater and others) were identified, for a population of 927 inhabitants. In this context, it is important to note that officials from the National Institute of Statistics and Census (INEC) provided data on towns with at least 10 homes. In this order of things, 51 cantons presented residential communities without access to drinking water services. The cantons with more than 1,000 people without water service for human use and consumption are Guácimo (1,076), Osa (1,215), Corredores (1,249), Turrialba (1,876), Golfito (2,492), Matina (2,725), Siquirres (2,998), Buenos Aires (3,249), Talamanca (3,491), Perez Zeledón (4,250), Limón (5,521), Sarapiquí (7,093) and Pococí (8,413 inhabitants). Finally, these data point out the clearest inequality in access to drinking water services, which is why it is recommended to address them to achieve the goal of universal access to drinking water by 2030, established by the Sustainable Development Goal. (SDG) specifically in SDG6.

Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), conocidos como la “Agenda 2030”, están conformados por 17 objetivos globales interconectados, diseñados para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos [1]; fueron desarrollados a través de la Resolución de la Agenda de la Organización de las Naciones Unidas, en septiembre 2015 [2]. En el marco de los ODS, el número 6 “Agua limpia y saneamiento” es el que guarda mayor interconexión con los restantes 16, pues busca lograr un acceso universal y equitativo al agua potable y a sistemas de saneamiento e higiene adecuados, así como mejorar la calidad del agua a nivel global [3].

En el año 2022, alrededor de 2.200 millones de personas continuaban sin agua potable gestionada de manera segura, entre los que 703 millones no contaban con un servicio básico de agua, 3.500 millones carecían de saneamiento gestionado de manera segura, de los cuales 1.500 millones no disponían de servicios básicos de saneamiento y 2.000 millones carecían de una instalación básica para lavarse las manos, los que incluyen a 653 millones de personas sin ninguna instalación para lavarse las manos [4]. En este sentido, mientras el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha sido el encargado del monitoreo de agua y saneamiento a nivel mundial [5], en Costa Rica esa labor le ha correspondido al Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) [6], el cual desde 1990 ha llevado el “pulso” a los avances de las coberturas y calidad de agua para consumo humano y saneamiento, mediante informes anuales [7, 8, 9, 10, 11 y 12]. Los resultados de población cubierta con agua de calidad potable en Costa Rica al 2022, indican que el suministro de agua por cañería intradomiciliar fue de 89,9%, mediante alguno de entes operadores oficiales como el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), municipios, Asociaciones y Comités Administradores de Sistemas de Acueductos Comunales (ASADAS y/o CAAR’s), y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) [13]. En este contexto, según la OMS Costa Rica, en conjunto con Chile, son las naciones con mayor avance de cobertura con agua potable en América Latina [14].

No obstante, estadísticamente los promedios siempre encubren las brechas o desigualdades, razón por la cual en el año 2019 el LNA le propuso a Consejo de Gerencia del AyA, el “Programa Nacional de Disminución de Brechas en el Acceso de los Servicios de Agua Potable: 2019-2023 y 2024-2030” (PNDBSAP) [15]. Este programa se fundamenta en la filosofía de la OMS, la cual se ve reflejada en la frase “no dejar a nadie atrás” [16], específicamente en los temas del acceso a agua potable y al saneamiento. Los componentes planteados en el PNDBSAP fueron la “protección de fuentes de agua”, el “control/vigilancia de la calidad del agua”, el “tratamiento y/o desinfección”, los “Planes de Seguridad del Agua” (PSA), la “calidad del servicio de agua para consumo humano” y los “proyectos de mejoramiento y ampliación”; sin embargo, de forma equivocada se dejó de considerar la desigualdad existente entre los poblados que aún no cuentan con alguno de los servicios de agua para uso y consumo humano (AUCH), tema de gran trascendencia e importancia. En este sentido, el presente estudio estima los cantones y poblados, además de su respectiva población, con diez o más viviendas son servicio de AUCH en el país, para el año 2022.

Objetivos

General

Estimar e identificar los poblados con al menos 10 viviendas, por cantones de Costa Rica, que no cuentan con acceso a los servicios de AUCH, según el Censo del año 2022.



Específicos

- Coordinar con funcionarios del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para obtener las estimaciones de los poblados, por cantón, en donde las familias no cuentan con acceso a los servicios de AUCH, según el CENSO 2022.
- Ubicar en un mapa los cantones sin acceso a servicios de AUCH, coloreados de acuerdo con la cantidad de viviendas y población afectadas de acuerdo con la priorización de acciones.
- Estimar la cobertura de población con agua por cañería, fuera de las viviendas o en el patio.
- Identificar las poblaciones con al menos 10 viviendas con acceso a AUCH abastecida por pozo, ríos o quebradas, aunado a las viviendas que se abastecen por otras fuentes como lluvia, cisterna o hidrantes.

Metodología

Para cumplir con los objetivos se aplicaron los siguientes pasos:

Obtención de datos del CENSO 2022

Se estableció un acercamiento a través de varios diálogos con los funcionarios del INEC, antes y después de la publicación de los resultados del CENSO: 2022 [17], con los siguientes propósitos:

- a) Estimaciones por cantones de las poblaciones sin acceso a servicios de AUCH por cañería intradomiciliar.
- b) Identificar los poblados con 10 o más viviendas, cuyos habitantes se abastecen por pozo, ríos, quebradas u otras fuentes.
- c) Estimar el porcentaje de población que se abastece con agua por cañería fuera de la vivienda o en el patio.
- d) Definir las provincias y cantones con más viviendas y habitantes sin servicios de AUCH.

Distribución de los datos por provincias y cantones

Mediante cuadros se presentan las viviendas sin servicios de AUCH, según total de viviendas con agua de pozo, ríos/quebradas y por otras fuentes.

Ubicación de poblados sin servicio de AUCH en un mapa por cantones en Costa Rica

Inicialmente, la información aportada por el INEC mostraba las localidades que no contaban con acceso a servicios de AUCH, ordenadas por provincia, cantón, distrito y localidad. La misma se separó por provincias y cantones, para calcular el total de comunidades y viviendas en esta condición, lo que permitió estimar su población considerando el factor habitacional promedio de 3,1 personas por vivienda. Con esta información, se logró obtener los cantones, el total de viviendas sin servicio de AUCH y su respectiva población, los cuales fueron agrupados en cinco intervalos de viviendas sin servicio de ≥ 10 a 543, 544 a 1.086, 1.087 a 1.629, 1.630 a 2.172 y ≥ 2.172 , obtenido de dividir el máximo valor de viviendas sin servicio de AUCH, correspondiente al cantón de Pococí (2.714 viviendas), entre el número de intervalos. Una vez agrupados los cantones, las viviendas y la respectiva población sin servicio de AUCH por intervalos, se asociaron con un código de colores que muestra la prioridad de acciones de acuerdo con las

viviendas impactadas y a la población beneficiada, el cual abarca los colores de rojo, naranja amarillo, verde y azul, en donde el rojo significa mayor cantidad de viviendas y población beneficiada y el azul la menor, lo que permite fácilmente priorizar las acciones requeridas.

Propuestas para atender la desigualdad

El informe se incorporará como insumo al “Programa Nacional de Disminución de Brechas en el Acceso de Servicios de Agua Potable: 2024-2030”.

Debilidades del estudio

Lógicamente, al no censarse la totalidad de viviendas del país los datos aportados por INEC son una estimación, basada en la metodología utilizada durante el desarrollo del CENSO 2022, en donde solo se incluyeron las localidades con 10 viviendas o más. La categoría “viviendas con agua de pozo”, podría contener datos de pozos de agua administrados por algún acueducto, pero la población la pudo haber declarado como “Pozo” [18].

Resultados

Recopilación de viviendas y población sin servicio de AUCH

En el cuadro 1 se presentan los cantones con poblados de 10 o más viviendas, y sus respectivos habitantes.

Cuadro 1. Viviendas y sus respectivas poblaciones sin acceso a los servicios de AUCH por cantones en Costa Rica: CENSO 2022.

| Cantón | Poblados con 10 o más viviendas | Población respectiva |
|---------------|---------------------------------|----------------------|
| Santa Bárbara | 10 | 31 |
| Cañas | 11 | 34 |
| Quepos | 12 | 37 |
| Santa Cruz | 13 | 40 |
| San Mateo | 14 | 43 |
| Alajuelita | 16 | 50 |
| Cartago | 20 | 62 |
| La Cruz | 22 | 68 |
| Goicoechea | 26 | 81 |
| Paraíso | 27 | 84 |
| Orotina | 30 | 93 |
| Bagaces | 35 | 109 |
| El Guarco | 43 | 133 |
| Acosta | 44 | 136 |
| Atenas | 45 | 140 |
| Mora | 47 | 146 |
| Jiménez | 47 | 146 |
| Esparza | 48 | 149 |
| Palmares | 50 | 155 |
| Puriscal | 53 | 164 |
| Tilarán | 57 | 177 |
| Carrillo | 60 | 186 |

| Cantón | Poblados con 10 o más viviendas | Población respectiva |
|---------------|---------------------------------|----------------------|
| Turubares | 61 | 189 |
| Hojancha | 64 | 198 |
| Parrita | 88 | 273 |
| Nandayure | 89 | 276 |
| Aserri | 99 | 307 |
| Alajuela | 99 | 307 |
| San Ramón | 101 | 313 |
| Dota | 129 | 400 |
| Los Chiles | 139 | 431 |
| Abangares | 147 | 456 |
| Upala | 154 | 477 |
| San Carlos | 174 | 539 |
| Puntarenas | 203 | 629 |
| León Cortés | 211 | 654 |
| Coto Brus | 275 | 853 |
| Tarrazú | 300 | 930 |
| Guácimo | 347 | 1.076 |
| Osa | 392 | 1.215 |
| Corredores | 403 | 1.249 |
| Turrialba | 605 | 1.876 |
| Golfito | 804 | 2.492 |
| Matina | 879 | 2.725 |
| Siquirres | 967 | 2.998 |
| Buenos Aires | 1.048 | 3.249 |
| Talamanca | 1.126 | 3.491 |
| Pérez Zeledón | 1.371 | 4.250 |
| Limón | 1.781 | 5.521 |
| Sarapiquí | 2.288 | 7.093 |
| Pococí | 2.714 | 8.413 |

Fuente. CENSO 2022 (INEC).

El total de viviendas identificadas sin servicio de ACCH fue de: 17.788.

La población total estimada es de 55.144 hab.

Viviendas con agua de pozo, río, quebrada y otras fuentes por provincia

San José

En el cuadro 2 se presentan el total de viviendas en poblados de 10 o más viviendas, por cantón y distrito, abastecidas con agua de pozo propio, río/quebradas y otras fuentes (lluvia, cisterna, hidrante, etc), en las provincias de San José durante el periodo 2022.

Cuadro 2. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por cantón y distrito en la provincia de San José periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total Viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| San José | | | 2.357 | 27 | 2.317 | 13 |
| | Puriscal | | 53 | 0 | 53 | 0 |
| | | Mercedes Sur | 53 | 0 | 53 | 0 |
| | Tarrazú | | 300 | 0 | 300 | 0 |
| | | San Marcos | 41 | 0 | 41 | 0 |
| | | San Lorenzo | 124 | 0 | 124 | 0 |
| | | San Carlos | 135 | 0 | 135 | 0 |
| | Aserrí | | 99 | 0 | 99 | 0 |
| | | Vuelta de Jorco | 32 | 0 | 32 | 0 |
| | | Legua | 67 | 0 | 67 | 0 |
| | Mora | | 47 | 3 | 40 | 4 |
| | | Piedras Negras | 18 | 0 | 18 | 0 |
| | | Jaris | 16 | 3 | 10 | 3 |
| | | Quitirrisí | 13 | 0 | 12 | 1 |
| | Goicoechea | | 26 | 0 | 26 | 0 |
| | | Rancho Redondo | 26 | 0 | 26 | 0 |
| | Alajuelita | | 16 | 0 | 16 | 0 |
| | | San Antonio | 16 | 0 | 16 | 0 |
| | Acosta | | 44 | 0 | 40 | 4 |
| | | Palmichal | 21 | 0 | 21 | 0 |
| | | Sabanillas | 23 | 0 | 19 | 4 |
| | Turrubares | | 61 | 0 | 61 | 0 |
| | | San Luis | 50 | 0 | 50 | 0 |
| | | Carara | 11 | 0 | 11 | 0 |
| | Dota | | 129 | 0 | 129 | 0 |
| | | Santa María | 23 | 0 | 23 | 0 |
| | | Jardín | 29 | 0 | 29 | 0 |
| | | Copey | 77 | 0 | 77 | 0 |
| | Pérez Zeledón | | 1.371 | 24 | 1.344 | 3 |
| | | Daniel Flores | 23 | 0 | 23 | 0 |
| | | Rivas | 229 | 0 | 229 | 0 |
| | | San Pedro | 195 | 0 | 195 | 0 |
| | | Platanares | 163 | 0 | 160 | 3 |
| | | Pejibaye | 182 | 8 | 174 | 0 |
| | | Barú | 14 | 0 | 14 | 0 |
| | | Río Nuevo | 410 | 0 | 410 | 0 |
| | | Páramo | 155 | 16 | 139 | 0 |
| | León Cortés | | 211 | 0 | 209 | 2 |
| | | San Pablo | 12 | 0 | 12 | 0 |
| | | Santa Cruz | 189 | 0 | 187 | 2 |
| | | San Antonio | 10 | 0 | 10 | 0 |
| | Población | | 7.307 | 84 | 7.183 | 40 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Alajuela

En el cuadro 3 se distribuyen, por cantón y distrito, las viviendas con pozos, ríos/quebradas y otras fuentes, en la provincia de Alajuela durante el periodo 2022.

Cuadro 3. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por cantón y distrito en la provincia de Alajuela periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total Viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|------------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Alajuela | | | 806 | 370 | 404 | 32 |
| | Alajuela | | 99 | 58 | 39 | 2 |
| | | Guácima | 32 | 32 | 0 | 0 |
| | | Desamparados | 32 | 26 | 4 | 2 |
| | | Sarapiquí | 35 | 0 | 35 | 0 |
| | San Ramón | | 101 | 0 | 96 | 5 |
| | | Santiago | 14 | 0 | 14 | 0 |
| | | Piedades Norte | 15 | 0 | 12 | 3 |
| | | Piedades Sur | 14 | 0 | 12 | 2 |
| | | San Rafael | 43 | 0 | 43 | 0 |
| | | Zapotal | 15 | 0 | 15 | 0 |
| | San Mateo | | 14 | 0 | 14 | 0 |
| | | Desmonte | 14 | 0 | 14 | 0 |
| | Atenas | | 45 | 7 | 38 | 0 |
| | | San Isidro | 26 | 7 | 19 | 0 |
| | | San José | 19 | 0 | 19 | 0 |
| | Palmares | | 50 | 0 | 49 | 1 |
| | | Candelaria | 40 | 0 | 40 | 0 |
| | | La Granja | 10 | 0 | 9 | 1 |
| | Orotina | | 30 | 30 | 0 | 0 |
| | | La Ceiba | 30 | 30 | 0 | 0 |
| | San Carlos | | 174 | 90 | 84 | 0 |
| | | Quesada | 51 | 0 | 51 | 0 |
| | | Florencia | 15 | 12 | 3 | 0 |
| | | Buenavista | 11 | 0 | 11 | 0 |
| | | Pital | 43 | 43 | 0 | 0 |
| | | Cutrís | 10 | 10 | 0 | 0 |
| | | Monterrey | 19 | 0 | 19 | 0 |
| | | Pocosol | 25 | 25 | 0 | 0 |
| | Upala | | 154 | 51 | 84 | 19 |
| | | Aguas Claras | 57 | 4 | 45 | 8 |
| | | San José o Pizote | 42 | 0 | 38 | 4 |
| | | Delicias | 55 | 47 | 1 | 7 |
| | Los Chiles | | 139 | 134 | 0 | 5 |
| | | Los Chiles | 139 | 134 | 0 | 5 |
| Población | | | 2.499 | 1.147 | 1.252 | 99 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Cartago

El cuadro 4 presentan los poblados con 10 o más viviendas, por cantón y distrito, abastecidas con pozo, río/quebradas y otras fuentes, en la provincia de Cartago durante el periodo 2022.

Cuadro 4. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por distrito y cantón en la provincia de Cartago periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|------------------|-----------|--------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Cartago | | | 742 | 0 | 728 | 14 |
| | Cartago | | 20 | 0 | 16 | 4 |
| | | Llano Grande | 20 | 0 | 16 | 4 |
| | Paraíso | | 27 | 0 | 27 | 0 |
| | | Cachí | 27 | 0 | 27 | 0 |
| | Jiménez | | 47 | 0 | 47 | 0 |
| | | Tucurrique | 47 | 0 | 47 | 0 |
| | Turrialba | | 605 | 0 | 598 | 7 |
| | | Santa Cruz | 132 | 0 | 132 | 0 |
| | | Tuís | 22 | 0 | 21 | 1 |
| | | Tayutic | 59 | 0 | 59 | 0 |
| | | Santa Rosa | 18 | 0 | 18 | 0 |
| | | Tres Equis | 15 | 0 | 15 | 0 |
| | | Chirripó | 359 | 0 | 353 | 6 |
| | El Guarco | | 43 | 0 | 40 | 3 |
| | | San Isidro | 33 | 0 | 33 | 0 |
| | | Tobosi | 10 | 0 | 7 | 3 |
| Población | | | 2.300 | 0 | 2.257 | 43 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Heredia

En el cuadro 5 se presenta el número de viviendas, por cantón y distrito, con pozo, río/quebradas y otras fuentes como sistema de AUICH, de la provincia de Heredia durante el periodo 2022.

Cuadro 5. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por distrito y cantón en la provincia de Heredia periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|------------------|---------------|--------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Heredia | | | 2.298 | 2.111 | 162 | 25 |
| | Santa Bárbara | | 10 | 0 | 10 | 0 |
| | | Santo Domingo | 10 | 0 | 10 | 0 |
| | Sarapiquí | | 2.288 | 2.111 | 152 | 25 |
| | | Puerto Viejo | 1.116 | 1.010 | 106 | 0 |
| | | La Virgen | 12 | 5 | 7 | 0 |
| | | Horquetas | 825 | 825 | 0 | 0 |
| | | Llanuras de Gaspar | 51 | 49 | 0 | 2 |
| | | Cureña | 284 | 222 | 39 | 23 |
| Población | | | 7.124 | 6.544 | 502 | 78 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Guanacaste

En el cuadro 6 se resumen las viviendas, por cantón y distrito, abastecidas con pozos, río/quebradas y otras fuentes como sistema de acceso a AUCH, en la provincia de Guanacaste durante el periodo 2022.

Cuadro 6. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por distrito y cantón en la provincia de Guanacaste periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Guanacaste | | | 498 | 174 | 303 | 21 |
| | Santa Cruz | | 13 | 13 | 0 | 0 |
| | | Tempate | 13 | 13 | 0 | 0 |
| | Bagaces | | 35 | 23 | 9 | 3 |
| | | Bagaces | 23 | 23 | 0 | 0 |
| | | Mogote | 12 | 0 | 9 | 3 |
| | Carrillo | | 60 | 57 | 0 | 3 |
| | | Filadelfia | 40 | 40 | 0 | 0 |
| | | Sardinal | 20 | 17 | 0 | 3 |
| | Cañas | | 11 | 6 | 5 | 0 |
| | | San Miguel | 11 | 6 | 5 | 0 |
| | Abangares | | 147 | 26 | 121 | 0 |
| | | Las Juntas | 50 | 21 | 29 | 0 |
| | | Sierra | 77 | 0 | 77 | 0 |
| | | San Juan | 20 | 5 | 15 | 0 |
| | Tilarán | | 57 | 0 | 54 | 3 |
| | | Santa Rosa | 21 | 0 | 21 | 0 |
| | | Líbano | 11 | 0 | 11 | 0 |
| | | Tierras Morenas | 13 | 0 | 10 | 3 |
| | | Arenal | 12 | 0 | 12 | 0 |
| | Nandayure | | 89 | 45 | 43 | 1 |
| | | Carmona | 11 | 0 | 11 | 0 |
| | | Zapotal | 11 | 0 | 10 | 1 |
| | | San Pablo | 29 | 29 | 0 | 0 |
| | | Porvenir | 22 | 0 | 22 | 0 |
| | | Bejuco | 16 | 16 | 0 | 0 |
| | La Cruz | | 22 | 0 | 11 | 11 |
| | | Santa Cecilia | 10 | 0 | 0 | 10 |
| | | Santa Elena | 12 | 0 | 11 | 1 |
| | Hojancha | | 64 | 4 | 60 | 0 |
| | | Puerto Carrillo | 32 | 0 | 32 | 0 |
| | | Matambú | 32 | 4 | 28 | 0 |
| | Población | | 1.544 | 539 | 939 | 65 |

Puntarenas

En el cuadro 7 se presentan las viviendas, por cantón y distrito, abastecidas por pozo propio, río/quebrada y otras fuentes, de la provincia de Puntarenas durante el periodo 2022.

Cuadro 7. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por distrito y cantón en la provincia de Puntarenas periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Puntarenas | | | 3.273 | 1.104 | 2.084 | 85 |
| | Puntarenas | | 203 | 47 | 152 | 4 |
| | | Pitahaya | 28 | 26 | 1 | 1 |
| | | Lepanto | 25 | 0 | 25 | 0 |
| | | Guacimal | 30 | 0 | 30 | 0 |
| | | Cóbano | 48 | 21 | 27 | 0 |
| | | Acapulco | 51 | 0 | 48 | 3 |
| | | Arancibia | 21 | 0 | 21 | 0 |
| | Esparza | | 48 | 8 | 28 | 12 |
| | | San Jerónimo | 29 | 0 | 28 | 1 |
| | | San Juan Grande | 19 | 8 | 0 | 11 |
| | Buenos Aires | | 1.048 | 25 | 981 | 42 |
| | | Buenos Aires | 327 | 24 | 278 | 25 |
| | | Potrero Grande | 208 | 1 | 207 | 0 |
| | | Boruca | 200 | 0 | 186 | 14 |
| | | Pilas | 27 | 0 | 27 | 0 |
| | | Colinas | 82 | 0 | 82 | 0 |
| | | Changuena | 120 | 0 | 117 | 3 |
| | | Brunka | 84 | 0 | 84 | 0 |
| | Osa | | 392 | 99 | 291 | 2 |
| | | Puerto Cortés | 18 | 0 | 18 | 0 |
| | | Palmar | 66 | 60 | 6 | 0 |
| | | Sierpe | 140 | 38 | 101 | 1 |
| | | Bahía Ballena | 96 | 0 | 96 | 0 |
| | | Bahía Drake | 72 | 1 | 70 | 1 |
| | Quepos | | 12 | 12 | 0 | 0 |
| | | Quepos | 12 | 12 | 0 | 0 |
| | Golfito | | 804 | 424 | 356 | 24 |
| | | Golfito | 56 | 0 | 56 | 0 |
| | | Guaycará | 179 | 146 | 19 | 14 |
| | | Pavón | 569 | 278 | 281 | 10 |
| | Coto Brus | | 275 | 57 | 218 | 0 |
| | | Sabalito | 35 | 20 | 15 | 0 |
| | | Aguabuena | 74 | 37 | 37 | 0 |
| | | Limoncito | 166 | 0 | 166 | 0 |
| | Parrita | | 88 | 88 | 0 | 0 |
| | | Parrita | 88 | 88 | 0 | 0 |
| | Corredores | | 403 | 344 | 58 | 1 |
| | | Corredor | 190 | 132 | 58 | 0 |
| | | La Cuesta | 72 | 71 | 0 | 1 |
| | | Paso Canos | 141 | 141 | 0 | 0 |
| Población | | | 10.146 | 3.422 | 6.460 | 264 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Limón

En el cuadro 8 presenta las viviendas, por cantón y distrito, con acceso a agua de pozo, río/ quebrada y otras fuentes (lluvia, cisterna e hidrante), de la provincia de Limón en el periodo 2022.

Cuadro 8. Viviendas abastecidas por pozo, río y otra fuente separadas por distrito y cantón en la provincia de Limón periodo 2022.

| Provincia | Cantón | Distrito | Total viviendas | Viviendas con agua pozo | Viviendas con agua río | Viviendas con agua otra fuente |
|-----------|--------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Limón | | | 7.814 | 5.393 | 2.312 | 109 |
| | Limón | | 1.781 | 713 | 1.056 | 12 |
| | | Valle La Estrella | 1.781 | 713 | 1.056 | 12 |
| | Pococí | | 2.714 | 2.533 | 143 | 38 |
| | | Guápiles | 87 | 0 | 81 | 6 |
| | | La Rita | 1.655 | 1.625 | 6 | 24 |
| | | Roxana | 525 | 511 | 6 | 8 |
| | | Colorado | 232 | 182 | 50 | 0 |
| | | Cariari | 215 | 215 | 0 | 0 |
| | | Siquirres | 967 | 714 | 235 | 18 |
| | | Siquirres | 45 | 43 | 2 | 0 |
| | | Pacuarito | 665 | 433 | 215 | 17 |
| | | Florida | 16 | 0 | 16 | 0 |
| | | Reventazón | 241 | 238 | 2 | 1 |
| | | Talamanca | 1.126 | 549 | 558 | 19 |
| | | Bratsi | 151 | 49 | 102 | 0 |
| | | Sixaola | 214 | 209 | 0 | 5 |
| | | Cahuita | 381 | 291 | 86 | 4 |
| | | Telire | 380 | 0 | 370 | 10 |
| | | Matina | 879 | 565 | 292 | 22 |
| | | Matina | 605 | 389 | 214 | 2 |
| | | Batán | 34 | 0 | 28 | 6 |
| | | Carrandí | 240 | 176 | 50 | 14 |
| | | Guácimo | 347 | 319 | 28 | 0 |
| | | Mercerdes | 28 | 0 | 28 | 0 |
| | | Río Jiménez | 319 | 319 | 0 | 0 |
| Población | | | 24.223 | 16.718 | 7.167 | 338 |

Fuente: CENSO 2022 (INEC).

Cantones con mayor cantidad de viviendas y población sin servicio de AUCH

Ordenamiento de datos

En el cuadro 9 se identifican y se ubican por intervalos los cantones con poblados, al menos con 10 viviendas sin acceso a AUCH. Los intervalos son de: ≥ 10 a 543, 544-1.086, 1.087-1.629, 1.630-2.172 y >2.172 .

Cuadro 9. Cantones con mayor cantidad de viviendas y población sin servicio de agua para uso y consumo humano en Costa Rica: 2022.

| Intervalo de viviendas sin servicio | Cantones | Cantidad cantones | Viviendas | Población | Color |
|-------------------------------------|---|-------------------|---------------|---------------|-------|
| $\geq 10 - 543$ | Alajuelita, Goicoechea, Acosta, Mora, Puriscal, Turrubares, Aserrí, Dota, León Cortés, Tarrazú, San Mateo, Orotina, Atenas, Palmares, Alajuela, San Ramón, Los Chiles, Upala, San Carlos, Cartago, Paraíso, El Guarco, Jiménez, Santa Bárbara, Cañas, Santa Cruz, La Cruz, Bagaces, Tilarán, Carrillo, Hojancha, Nandayure, Abangares, Quepos, Esparza, Parrita, Puntarenas, Coto Brus, Osa, Corredores y Guácimo | 41 | 4.205 | 13.036 | |
| 544 – 1.086 | Turrialba, Golfito, Buenos Aires, Matina y Siquirres | 5 | 4.303 | 13.340 | |
| 1.087 – 1.629 | Pérez Zeledón y Talamanca | 2 | 2.497 | 7.741 | |
| 1.630 – 2.172 | Limón | 1 | 1.781 | 5.521 | |
| >2.172 | Sarapiquí y Pococí | 2 | 5.002 | 15.506 | |
| Total | | 51 | 17.788 | 55.144 | |

Fuente: Elaboración de los autores con datos del CENSO 2022.

En la figura 1 se presentan los 51 cantones que tienen poblados sin servicios de AUCH, coloreados de acuerdo con el impacto en la cantidad de viviendas y la población beneficiada.

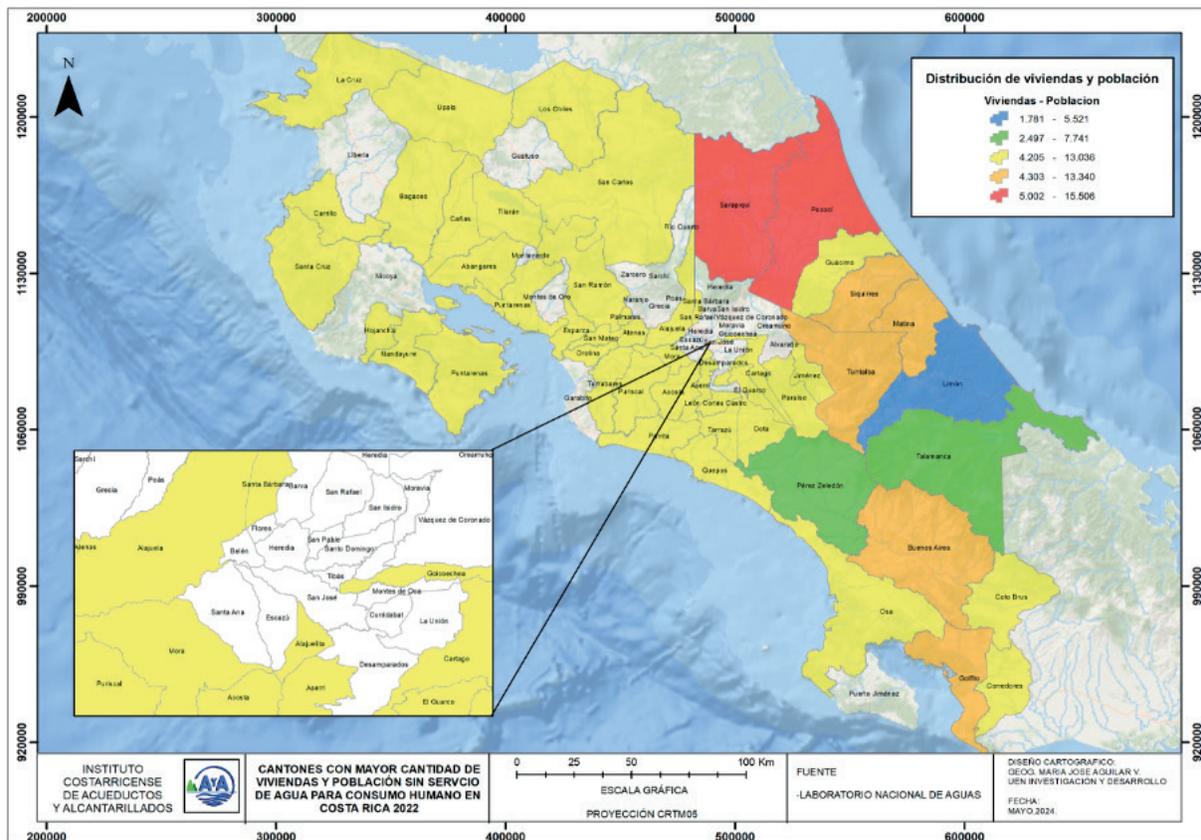


Figura 1. Visualización en mapa por cantones, según intervalos sin acceso a los servicios de agua potable en Costa Rica. Fuente: Elaboración de los autores con datos del CENSO 2022, con apoyo de María José Aguilar Valverde. Gestión de Riesgo AyA.

Análisis, conclusiones y recomendaciones

La obtención y ordenamiento de los datos de los poblados con 10 o más viviendas sin acceso a servicios de AUCH por cantones en Costa Rica, nos permite realizar los siguientes análisis, conclusiones y recomendaciones:

Análisis

- El procesamiento de esta información, indican que 41 cantones se ubican en el intervalo de entre ≥ 10 a 542 viviendas, con 4.205 casas que albergan una población de 13.036 habitantes para un 23,64%; en el intervalo de 554 a 1.086 se ubican 5 cantones con 4.303 casas donde habitan 13.340 personas para un (24,19); en el intervalo de 1.087 a 1.629 hay 2 cantones con 2.497 casas donde viven 7.741 (14,04%); en el intervalo de 1.630 a 2.172 se clasifica un cantón con 1.781 casas con 5.521 habitantes (10,01%); en el último intervalo > 2.172 , dos cantones cuentan con 5.002 viviendas que albergan 15.506 habitantes (28,12%). El total de cantones con poblados sin servicio de AUCH es de 51 (62%), tomando como referencia los 82 cantones del país existentes en el año 2022.
- El total estimado de viviendas en Costa Rica sin servicio de agua AUCH fue de 17.788, para una población de 55.144 habitantes. De estas viviendas se abastecían con agua de pozo propio 9.179 para un 51,6% y la población fue 28.456 habitantes. Por su parte, los habitantes de 8.310 viviendas (46,7%), acarrearon aguas de ríos y/o quebradas,

para una población de 25.761 habitantes. Además, 299 viviendas con 927 habitantes, se abastecieron de otras fuentes (lluvia, cisternas e hidrantes) para un equivalente a un 1,7% de las viviendas totales.

- En el 2022 la población del país fue 5.044.197 habitantes, y se estimó que el 4,6% se abasteció de pozo, río, quebrada o lluvia, para un total de 208.598 habitantes ⁽¹⁹⁾. A la luz de esto, los 55.144 habitantes de 17.788 viviendas representan el 26,43% del total del país.
- La estimación de población sin servicio de AUCH del CENSO 2011 fue de 83.972 habitantes, la cual bajó a 55.144 en el CENSO 2022, para una disminución de 28.828 habitantes para un 52,30%.

Conclusiones

- Los resultados de las 17.788 viviendas con sus 55.144 hab sin servicio de AUCH en Costa Rica reportadas por INEC, es un acercamiento a la realidad; no obstante, es simplemente eso, una aproximación, debido a que se incluyó solo los poblados con 10 o más viviendas, dejando por fuera los poblados y familias que cuentan con menos de 10 viviendas y que se encuentran muy dispersos, los cuales podrían aproximarse a los 242.000 habitantes sin servicio de AUCH en Costa Rica, como se indicó en el informe titulado “Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2022 ⁽²⁰⁾”.
- Los cantones con mayor cantidad de personas sin acceso a agua potable son Pococí (8.413 habitantes), Sarapiquí (7.093 habitantes), Limón (5.521 habitantes), Pérez Zeledón (4.250 habitantes), Talamanca (3.491 habitantes), Buenos Aires (3.249 habitantes), Siquirres (2.998 habitantes), Matina (2.725 habitantes), Golfito (2.492 habitantes), Turrialba (1.876 habitantes), Corredores (1.249 habitantes), Osa (1.215 habitantes) y Guácimo (1.076 habitantes).
- Con la intención de cubrir las 17.788 viviendas y 55.144 sin servicio inventariadas en este estudio, a la hora de priorizar las acciones a desarrollar para dotarlos de AUCH, las actividades deben desarrollarse en el siguiente orden:

Cantones en rojo: acciones prioritarias se requieren en Sarapiquí y Pococí, que cubren 5.002 viviendas con 15.506 habitantes.

Cantones en naranja: acciones urgentes a desarrollar en Siquirres, Matina, Turrialba, Buenos Aires y Golfito, con 4.303 viviendas y 13.340 habitantes.

Cantones en color amarillo: acciones necesarias a realizar en Alajuelita, Goicoechea, Acosta, Mora, Puriscal, Turrubares, Aserrí, Dota, León Cortés, Tarrazú, San Mateo, Orotina, Atenas, Palmares, Alajuela, San Ramón, Los Chiles, Upala, San Carlos, Cartago, Paraíso, El Guarco, Jiménez, Santa Bárbara, Cañas, Santa Cruz, La Cruz, Bagaces, Tilarán, Carrillo, Hojancha, Nandayure, Abangares, Quepos, Esparza, Parrita, Puntarenas, Coto Brus, Osa, Corredores y Guácimo, que abarcan 4.205 viviendas y 13.036 habitantes.

Cantones en verde: las acciones deben programarse de acuerdo con la disponibilidad de recursos en Pérez Zeledón y Talamanca, con 2.497 viviendas y 7.741 habitantes.

Cantones en azul: cuyas acciones deben programarse de acuerdo con la disponibilidad de recursos en Limón, con 1.781 viviendas y 5.521 habitantes.

Recomendaciones

Se recomienda incorporar esta desigualdad al “Programa Nacional de Disminución de Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable: 2024-2030” y además realizar los estudios correspondientes para identificar posibles ampliaciones de acueductos, con la intención de conectar a la mayor cantidad de personas sin servicio de AUCH, en los 51 cantones identificados en este estudio.

Referencias

- [1] United Nations (2017). Resolución adopted by the General Assembly on 6 de July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313. Archivado el 23 de octubre 2020 en Wayback Machine.
- [2] United Nations (2015) Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world. The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1. Archivado el 23 de julio de 2020 en Wayback Machine.
- [3] Pacto Mundial. ODS6 Agua Limpia y Saneamiento. En línea. <https://www.pactomundial.org/ods/6-agua-limpia-y-saneamiento/#:~:text=El%20ODS%206%20pretende%20lograr,de%20sus%20productos%20y%20servicios%E2%80%A6%C2%BB>
- [4] Organización de las Naciones Unidas. Agua Limpia y Saneamiento. En línea. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/agua-limpia-saneamiento>
- [5] Joint Monitoring Programme. Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo. En línea. <https://washdata.org/report/jmp-2021-wins-country-consultation-es>
- [6] Poder Ejecutivo. Decreto Ejecutivo 26-066-S. Designación de Laboratorio Central de AyA como Laboratorio Nacional de Aguas. San José. Gaceta N°109 del 09/06/1997.
- [7] Darner A. Mora. Situación Actual del Agua para Consumo y Aguas Residuales en Costa Rica, 1991. San José, Costa Rica. Revista Biocenosis. Editorial UNED. Vol. N°2, 1991: pág. 71-80.
- [8] AyA. Análisis Sectorial Agua Potable y Saneamiento al 2022. San José, 2002; 1-420. En línea. <https://www.aya.go.cr/centroDocumentacion/catalogoGeneral/An%C3%A1lisis%20sectorial%20agua%20potable%20y%20saneamiento%20de%20Costa%20Rica%20Informe%20final%202002.pdf>
- [9] Azolea Espinoza, Armando Moreira, Darner Mora y Ricardo Torres. Calidad del Agua Potable en Costa Rica. Situación actual y perspectivas. OPS/OMS. Ministerio de Salud. San José. CR. OPS; 2003: pág. 1-36.
- [10] Darner Adrián Mora Alvarado, Ana Victoria Mata Solano, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Agua para Consumo Humano y Saneamiento: Situación de Costa Rica en el contexto de las Américas: 1961-2011. La Unión, Cartago. LNA; 2012: sp.
- [11] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Agua para Consumo Humano en Costa Rica: de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol.32. Especial. Laboratorio Nacional de Aguas. pág. 26-36.
- [12] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Disposición de excretas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol. 32. Especial. Laboratorio Nacional de Aguas: pág. 46-56.
- [13] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero, Pablo Rivera Navarro. Agua para Uso y Consumo Humano y Saneamiento en Costa Rica. Periodo 2022. La Unión, Cartago; Laboratorio Nacional de Aguas; 2023. Pág. 1-22.
- [14] UNICEF, JPM, OMS. Progreso de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2022 (versión de lanzamiento). Enfoque especial en Género. ISBN: 978-92-806-5476-9; 2023. pág. 1-156.
- [15] Darner Adrián Mora Alvarado, Carlos Felipe Portuguez Barquero. Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso a los Servicios de Agua Potable en Costa Rica: 2019-2023 y 2024-2030. San José, AyA; 2019: pág. 1-33.
- [16] Grupo de las Naciones para el Desarrollo Sostenible. Valores Universales Principio Dos: No dejar a nadie atrás. En línea. <https://unsdg.un.org/es/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind>
- [17] INEC. Censo 2022-INEC-Resultados. San José: 06 de setiembre 2023/Población. En línea. https://admin.inec.cr/sites/default/files/2023-07/rePoblacResultadosGenerales_Estimacion_poblacion_vivienda_2022.pdf

- [18] Sofía Mora. Información de poblados sin acceso a Servicios de Agua Potable. INEC. Correo electrónico del 10/05/2024; sp.
- [19] INEC. CENSO 2011. Resultados Generales. En línea. <https://inec.cr/resultados-generales>
- [20] Darner Mora, Felipe Portuguez, Pablo Rivera. Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica periodo 2022. Laboratorio Nacional de Aguas AyA. Tres Ríos, La Unión, Cartago; 2023.

Países y continentes más impactados sanitariamente por la Covid-19 al 30/08/2023

Countries and continents most healthly impacted by Covid-19 as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Países y continentes más impactados sanitariamente por la COVID-19 al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 146-158.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7102>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Pandemia- sindemia; Covid-19; impacto; sanitario; SARS-CoV-2.

Resumen

La pandemia-sindemia de la Covid-19, ha sido la crisis sanitaria más mediática de la historia humana, lo cual generó equivocaciones al identificar cuales países y continentes fueron los más impactados sanitariamente por el virus SARS-CoV-2. Por ejemplo, Estados Unidos de América (EUA) con sus 107.566.702 casos confirmados y 1.170.784 muertes al 08/08/2023, fue calificado equivocadamente como el más impactado por la crisis sanitaria de la Covid-19. No obstante, los valores absolutos de casos y muertes, sin tomar en cuenta la población estimada de 339.665.118 hab. (censo 2020), indujo a errores y mala interpretación. Ante esto y otras inconsistencias, el presente estudio aborda y selecciona 198 países a nivel global, mediante la aplicación del índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 (IIS-Covid-19), mediante el uso y la elaboración de un modelo, utilizando el indicador de morbilidad de casos confirmados por Covid-19/100.000 hab. y los indicadores de mortalidad de muertes/millón de hab. y la tasa de letalidad del virus en cada país. Los resultados indican que del total de las 198 naciones estudiadas: 67 (33,84%) calificaron como “Muy Bajo” en el impacto sanitario, 113 (57,07%) “Bajo”, 15 (7,58%) “Medio”, 2 (1,01%) “Alto”, 1 (0,50%) “Muy Alto”. Concluyendo, que Perú seguido de Sudán y Croacia fueron los países más impactados en la crisis sanitaria provocada directamente por el virus SARS-CoV-2. Aunado a esto, el continente más impactado fue América con sus 35 países, con 12 países-incluido Costa Rica-calificaron como “Medio” y Perú calificó como “Muy Alto” y el número uno del mundo. Europa ocupó el segundo lugar, seguido por Asia, África y Oceanía. Por otro lado, los pronósticos de los especialistas sobre el posible colapso de la pandemia en África se cayeron lo cual recomienda analizar los posibles factores de protección como los climáticos (horas sol, temperatura y otros); la longevidad y la capacidad o experticia adquirida en otras epidemias como el Ébola, Tuberculosis, Malaria, etc. Por último, las debilidades intrínsecas de este estudio, es la opalescencia en el reporte de datos de la Covid-19, por parte de algunos países como: Nicaragua, Corea del Norte y Turkmenistán. Además, del cambio de la definición de muertes por o con Covid-19.

Keywords

Pandemic; Covid-19; impact; sanitary; SARS-CoV-2.

Abstract

The Covid-19 pandemic-syndemic has been the most publicized health crisis in human history, which generated mistakes when identifying which countries and continents were the most impacted in terms of health by the SARS-CoV-2 virus. For example, the United States of America (USA), with its 107,566,702 confirmed cases and 1,170,784 deaths as of 08/08/2023, was wrongly classified as the most impacted by the Covid-19 health crisis. However, the absolute values of cases and deaths, without taking into account the estimated population of 339,665,118 inhabitants (2020 census), led to errors and misinterpretation. Given this and other inconsistencies, this study addresses and selects 198 countries globally, through the application of the Covid-19 Health Impact Index (IIS-Covid-19), through the use and development of a model, using the morbidity indicator of confirmed Covid-19 cases/100,000 inhabitants and the mortality indicators of deaths/million inhabitants and the fatality rate of the virus in each country. The results indicate that of the total of 198 nations studied: 67 (33.84%) rated the health impact as “Very Low”, 113 (57.07%) “Low”, 15 (7.58%) “Medium”. , 2 (1.01%) “High”, 1 (0.50%) “Very



High". Concluding, Peru followed by Sudan and Croatia were the countries most impacted by the health crisis caused directly by the SARS-CoV-2 virus. In addition to this, the most impacted continent was America with its 35 countries, with 12 countries - including Costa Rica - rated as "Medium" and Peru rated as "Very High" and number one in the world. Europe came in second place, followed by Asia, Africa, and Oceania. On the other hand, specialists' forecasts about the possible collapse of the pandemic in Africa fell, which recommends analyzing possible protective factors such as climate (sunshine hours, temperature and others); longevity and the capacity or expertise acquired in other epidemics such as Ebola, Tuberculosis, Malaria, etc. Finally, the intrinsic weaknesses of this study is the opalescence in the reporting of Covid-19 data, by some countries such as: Nicaragua, North Korea and Turkmenistan. In addition, the change in the definition of deaths due to or with Covid-19.

Introducción

La pandemia de la Covid-19, provocada por el coronavirus SARS-CoV-2, se originó supuestamente en Wuhan, provincia de Hubei, China. Los primeros casos fueron identificados en diciembre del 2019 [1], no obstante, estudios posteriores indican que el caso "cero", se detectó el 17 de noviembre de 2019 [2]. Estos primeros casos se caracterizaron por una neumonía de origen desconocido, en donde la mayoría de los afectados tenían vinculación con los trabajadores del Mercado Mayorista de Mariscos de Huanan [3]. Posteriormente la Organización Mundial de la Salud (OMS), ante la expansión de los casos a otros países asiáticos, declararon emergencia de salud pública internacional el 30 de enero del 2020 [4], tras registrarse 118.000 casos en 114 países, la OMS reconoció la crisis sanitaria como pandemia el 11 de marzo de 2020 [5]. En Europa, el primer caso se reportó el 25 de enero de 2020 en Francia, en un hombre de 80 años que ingresó procedente de la provincia de Hubei, China [6]. El primer fallecido fuera de Asia se registró en Valencia, España, el 13 de febrero de 2020, en un paciente que había contraído el virus en Nepal [7]. En América, el primer caso de Covid-19, se determinó el 21 de enero de 2020 en EUA, en un hombre de 30 años originario de Washington que viajó a China [8]. En África, la primera confirmación se realizó en Egipto el 14 de febrero de 2020 [9], mientras que en África Subsahariana se reportó en Nigeria [10], la mayoría de los casos importados han llegado de Europa y EUA a diferencia de otros continentes en donde su procedencia fue China [11]. En Oceanía el primer caso confirmado fue el 25 de enero de 2020, en Melbourne, Australia [12]. En nuestro país Costa Rica, el primer caso confirmado se reportó el 6 de marzo del 2020, en una turista de 49 años procedente de Nueva York, EUA [13]. Con el pasar de los meses, una vez terminada la primera ola pandémica, los sistemas de vigilancia de la salud observaron que el riesgo de contagio se incrementaba a medida que disminuía la clase social, como consecuencia de una mayor participación en trabajos presenciales y en condiciones habitacionales precarias, como sucedió en Costa Rica con las cuarterías, en donde el hacinamiento favoreció los contagios del SARS-CoV-2 [14]. Aunado a esto, se observó una sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades o enfermedades crónicas. A esta sinergia un grupo de científicos calificó la crisis sanitaria, económica y social como una sindemia, término acuñado por el antropólogo Merrill Singer en los años 90, básicamente para explicar la situación en la que "dos o más enfermedades interactúan de forma tal que causa un daño mayor, que la suma de estas enfermedades en un contexto de desigualdades sociales [15,16].

La crisis sanitaria de la Covid-19, paralizó el sistema económico, la educación y el turismo [17], pero además provocó exceso y desinformación en el impacto de la pandemia-sindemia de enfermedad, según los casos y muertes en cada país, en los diferentes continentes del mundo [18].

En este contexto, el presente estudio analiza mediante el Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 [19], por países y continentes en el mundo al 30/08/2023.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la gravedad de la crisis sanitaria de la Covid-19 en cada uno de los 198 países estudiados, según continentes y a nivel global, mediante la validación y aplicación del modelo propuesto del índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 (IIS-Covid-19).

Objetivos específicos

- Identificar los indicadores sanitarios de morbilidad y mortalidad de la Covid-19.
- Definir los pasos para elaborar el IIS-Covid-19, mediante las tasas de los indicadores sanitarios de casos confirmados/100.000 hab., muertes/millón de hab. y las tasas de letalidades del virus SARS-CoV-2, en cada país estudiado.
- Aplicar el IIS-Covid-19 a las 198 naciones ubicadas en los continentes de: América, Europa, Asia, África y Oceanía.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio, se aplicaron los siguientes:

Documento “Madre” de la elaboración del IIS-Covid-19.

El documento que precede a este estudio, se desarrolló el modelo del IIS-Covid-19, mediante la recolección de los datos de: casos confirmados/100.000 hab., muertes/millón de hab. y cálculos de letalidades del SARS-CoV-2. Los indicadores de prevalencia y mortalidad se obtuvieron de la plataforma digital datosmacro.com [20]. El cálculo de la letalidad promedio del virus se realizaron con los valores de las muertes asociadas a la Covid-19 dividido entre el número total de casos confirmados por Covid-19, multiplicado por 100 al 30/08/2023.

Pasos para elaborar el IIS-Covid-19

Cálculos de los promedios aritméticos y desviaciones estándar para cada indicador sanitario en los 198 países.

1. Promedio y +1DS, +2DS y +3DS de casos/100.000 hab de los 198 países.
 - Promedio: 46.893,14
 - +1DS= 133.967,47
 - +2DS= 221.041,80
 - +3DS= 308.116,13
2. Promedio y +1DS, +2DS y +3DS de muertes/millón de hab.
 - Promedio: 1.304.162
 - +1DS= 2.864.104
 - +2DS= 4.414,04
 - +3DS= 5.963,98

3. Promedio y +1DS, +2DS y +3DS de las letalidades.

- Promedio: 1,40
- +1DS= 3,05
- +2DS= 4,70
- +3DS= 6,35

4. Elaboración de los primeros intervalos para indicador sanitario.

Con los valores promedios y las tres desviaciones estándar: +1DS, +2DS y +3DS de cada indicador sanitario se establecen los siguientes intervalos primarios:

- Intervalo 1: países con valores menores o igual al promedio (\bar{X})
- Intervalo 2: países con valores mayor al \bar{X} al +1DS.
- Intervalo 3: países con valores mayor a +1DS al +2DS.
- Intervalo 4: países con valores mayor a +2DS al +3DS.
- Intervalo 5: países con valores mayor a +3DS.

Intervalos compuestos de los valores de los tres indicadores.

Con la sumatoria de los valores de los tres indicadores: casos/100.000 hab, muertes/millón de hab. y letalidad se establece los segundos intervalos, a saber:

- Valores de sumatoria a 3 puntos (pts.).
- Valores mayores de 3 a 6 pts.
- Valores mayores de 6 a 9 pts.
- Valores mayores a 12 pts.

Con los intervalos anteriores, se establece el siguiente “Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19”, expresado en el cuadro 1.

Cuadro 1. Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19

| Nivel | Valores de la sumatoria de puntos (pts.) | Calificación |
|-------|--|--------------|
| 1 | 3 pts. | Muy Bajo |
| 2 | >3pts. a 6 pts. | Bajo |
| 3 | >6 pts. a 9 pts. | Medio |
| 4 | >9 pts. a 12 pts. | Alto |
| 5 | > 12 pts. | Muy Alto |

Resultados

Aplicación del IIS-Covid-19 en el Mundo

IIS-Covid-19 por países

En el cuadro 2, se presenta los resultados obtenidos por los países, en puntos para los indicadores de casos confirmados por Covid-19/1000.000 hab, muertes/millón de hab., letalidad, el total de puntos y la calificación obtenida en el IIS-Covid-19, en cada uno de los 198 países estudiados.

Cuadro 2. Aplicación del Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19, según países al 30/08/2023.

| Países | Puntaje Casos/ Cien mil | Puntaje Muertes/ Millón | Puntaje Letalidad | Puntaje | Índice R.S. |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------|-------------|
| Albania | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Alemania | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Andorra | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Austria | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Bélgica | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Bielorrusia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Bosnia y Herzegovina | 1 | 3 | 3 | 7 | Medio |
| Bulgaria | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| *Ciudad del Vaticano | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Croacia | 5 | 3 | 2 | 10 | Alto |
| Dinamarca | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Eslovaquia | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Eslovenia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| España | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Estonia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Finlandia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Francia | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Grecia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Hungría | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Irlanda | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Islandia | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Italia | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Letonia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Liechtenstein | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Lituania | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Luxemburgo | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Macedonia del Norte | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Malta | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Moldavia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Mónaco | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Montenegro | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Noruega | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Países Bajos | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Polonia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Portugal | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Reino Unido | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| República Checa | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Rumanía | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| San Marino | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Serbia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Suecia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |



| Países | Puntaje Casos/ Cien mil | Puntaje Muertes/ Millón | Puntaje Letalidad | Puntaje | Índice R.S. |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------|-------------|
| Suiza | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Ucrania | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Armenia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Azerbaiyán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Chipre | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Georgia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Kazajistán | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Antigua y Barbuda | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Argentina | 3 | 2 | 1 | 6 | Bajo |
| Bahamas | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Barbados | 5 | 2 | 1 | 8 | Medio |
| Belice | 3 | 2 | 1 | 6 | Bajo |
| Brasil | 3 | 3 | 2 | 8 | Medio |
| Bolivia | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Canadá | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Chile | 5 | 3 | 1 | 9 | Medio |
| Colombia | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Costa Rica | 4 | 2 | 1 | 7 | Medio |
| Cuba | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Dominica | 4 | 1 | 1 | 6 | Bajo |
| Ecuador | 2 | 2 | 3 | 7 | Medio |
| El Salvador | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| EUA | 4 | 3 | 1 | 8 | Medio |
| Granada | 3 | 2 | 1 | 6 | Bajo |
| Guatemala | 2 | 1 | 2 | 5 | Bajo |
| Guyana | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Haití | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Honduras | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Jamaica | 5 | 1 | 2 | 8 | Medio |
| México | 2 | 2 | 3 | 7 | Medio |
| Nicaragua | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Panamá | 4 | 2 | 1 | 7 | Medio |
| Paraguay | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Perú | 5 | 5 | 4 | 14 | Muy Alto |
| Rep. Dominicana | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| San Cristóbal y Nieves | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Santa Lucía | 3 | 2 | 1 | 6 | Bajo |
| San Vicente y Granadinas | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Surinam | 3 | 2 | 2 | 7 | Medio |

| Países | Puntaje Casos/ Cien mil | Puntaje Muertes/ Millón | Puntaje Letalidad | Puntaje | Índice R.S. |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------|-------------|
| Trinidad y Tobago | 3 | 3 | 2 | 8 | Medio |
| Uruguay | 4 | 2 | 1 | 7 | Medio |
| Venezuela | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Afganistán | 1 | 1 | 3 | 5 | Bajo |
| Arabia Saudita | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Bangladesh | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Baréin | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Birmania (Myanmar) | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Brunéi | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Bután | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Camboya | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Catar | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| China | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Corea del Sur | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Emiratos Árabes | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Filipinas | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| India | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Irak | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Irán | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Israel | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Japón | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Jordania | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Kirguistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Kuwait | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Laos | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Líbano | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Malasia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Maldivas | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Mongolia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Nepal | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Omán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Pakistán | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Singapur | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Siria | 1 | 1 | 4 | 6 | Bajo |
| Sri Lanka | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Tailandia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Tayikistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Timor Oriental | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| *Turkmenistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Uzbekistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Vietnam | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Yemen | 1 | 1 | 5 | 7 | Medio |

| Países | Puntaje Casos/ Cien mil | Puntaje Muertes/ Millón | Puntaje Letalidad | Puntaje | Índice R.S. |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------|-------------|
| Indonesia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Rusia | 3 | 2 | 2 | 7 | Medio |
| Turquía | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Egipto | 1 | 1 | 4 | 6 | Bajo |
| Palestina | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Taiwán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Hong Kong | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Macao | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Kurdistán | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Angola | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Argelia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Benín | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Botsuana | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Burkina Faso | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Burundi | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Cabo Verde | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Camerún | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Chad | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Carmona | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Rep. del Congo | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Rep. Democrática Congo | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Costa de Marfil | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Eritrea | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| *Etiopía | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Gabón | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Gambia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Ghana | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Guinea | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Guinea-Bisáu | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Guinea Ecuatorial | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Kenia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Lesoto | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Liberia | 1 | 1 | 3 | 5 | Bajo |
| Libia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Madagascar | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Malawi | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Malí | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Marruecos | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Mauricio | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Mauritania | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Mozambique | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |

| Países | Puntaje Casos/ Cien mil | Puntaje Muertes/ Millón | Puntaje Letalidad | Puntaje | Índice R.S. |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------|-------------|
| Namibia | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Níger | 1 | 1 | 3 | 5 | Bajo |
| Nigeria | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Rep. Centroafricana | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Ruanda | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Santo Tomás y Príncipe | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Senegal | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Seychelles | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Sierra Leona | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Somalia | 1 | 1 | 4 | 6 | Bajo |
| Suazilandia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Sudáfrica | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Sudán | 1 | 5 | 5 | 11 | Alto |
| Sudán del Sur | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Tanzania | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Togo | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Túnez | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Uganda | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Yibuti | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Zambia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Zimbabue | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Australia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Estados Federados de Micronesia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Fiyi | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Islas Marshall | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Kiribati | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Islas Salomón | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Nauru | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Nueva Zelanda | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Palaos | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Papúa Nueva Guinea | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Samoa | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Tonga | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Tuvalu | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Vanuatu | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |

Aplicación del IIS-Covid-19 por número de países, según continentes en el Mundo al 30/08/20263.

En el cuadro 3, se presenta el resumen de la calificación obtenida del IIS-Covid-19, según el número de naciones de cada continente.

Cuadro 3. Aplicación del Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19, según continentes en el Mundo al 30/08/2023.

| Continente | N° de países | IIS de la Covid-19: países y porcentajes | | | | | | | | | |
|------------|--------------|--|-------|------|-------|-------|-------|------|------|----------|------|
| | | Muy Bajo | % | Bajo | % | Medio | % | Alto | % | Muy Alto | % |
| América | 35 | 1 | 2,86 | 21 | 60,0 | 12 | 34,29 | 0 | 0 | 1 | 2,86 |
| Europa | 48 | 5 | 10,42 | 41 | 85,42 | 1 | 2,08 | 1 | 2,08 | 0 | 0 |
| Asia | 41 | 23 | 56,10 | 16 | 39,04 | 2 | 4,48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| África | 54 | 24 | 44,44 | 29 | 53,70 | 0 | 0,0 | 1 | 1,85 | 0 | 0 |
| Oceanía | 14 | 12 | 85,71 | 2 | 14,29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Totales | 192 | 65 | 33,85 | 109 | 56,77 | 15 | 7,81 | 2 | 1,04 | 1 | 0,52 |

Análisis de Resultados

El IIS-Covid-19 tiene la fortaleza de que la gravedad de la enfermedad se fundamenta en las tasas de prevalencia y mortalidad, relacionados con la población estimada de cada nación. En este contexto del total de los 198 países estudiados:

- 67 (33,84%) calificaron como un IIS-Covid-19 “Muy Bajo”.
- 113 (57,07%) calificaron como un IIS-Covid-19 “Bajo”.
- 15 (7,58%) calificaron como un IIS-Covid-19 “Medio”.
- 2 (1,01%) calificaron como un IIS-Covid-19 “Alto”.
- 1 (0,50%) calificaron como un IIS-Covid-19 “Muy Alto”.

Los resultados del cuadro 3, con el número de países estudiados por continente indican que: América con sus 35 países es el continente más impactado sanitariamente con 12 países que calificaron con IIS-Covid-19 “Medio” para un 34,29% y una nación, Perú califica como “Muy Alto”. Luego le sigue Europa con un solo país como “Medio” y otro como “Alto”. Después Asia con un país como “Medio”. Por su parte África, es el continente con más naciones calificadas como “Muy Bajo” y “Bajo”. Pero tiene un país, Sudán que obtuvo una calificación “Alta”. Por último, Oceanía es el continente insular con menos impacto sanitario de la Covid-19 con ningún país calificado como “Medio”, “Alto” o “Muy Alto”.

Por otro lado, el desglose de los 18 países calificados como “Medio”, “Alto” y “Muy Alto” se ubican a Costa Rica, Panamá, Uruguay, Ecuador, México, Surinam y Bosnia y Herzegovina con 7 puntos, calificado con un impacto “Medio”. Además, Rusia y Yemen también obtuvieron 7 puntos como “Medio”. Con un punto más Barbados, Brasil, EUA, Jamaica y Trinidad y Tobago, también calificaron como “Medio”, pero fueron un poco más impactados por la enfermedad. Aunado a este grupo “Medio” Chile con 9 puntos. En el pequeño grupo calificaron como “Alto” Croacia con 10 puntos y Sudán con 11 puntos. Por último, el país más impactado sanitariamente por la Covid-19 fue Perú con 14 puntos.

Conclusiones

El modelo del IIS-Covid-19 cuantifica por medio de los puntos obtenidos en los indicadores sanitarios de prevalencia y mortalidad, según la población de cada país, eliminando la sensación equivocada del número de casos confirmados y muertes absolutas, por esto-con sus debilidades intrínsecas-nos permite determinar cuáles fueron los países más impactados sanitariamente por la Covid-19 en el mundo.

- El continente más impactado fue América, seguido de Europa y Asia.
- África a pesar de los pronósticos de los especialistas y de la misma OMS, ha sido el segundo continente menos impactado por la Covid-19, sobrepasa solo por Oceanía.
- Los 18 países más afectados sanitariamente por la pandemia son: Perú, Sudán, Croacia, Chile, Trinidad y Tobago, EUA, Jamaica, Brasil, Barbados, Rusia, Yemen, México, Ecuador, Bosnia y Herzegovina, Uruguay, Panamá y Costa Rica.
- Lógicamente la debilidad más grande del IIS-Covid-19, es la existencia de gobiernos o autoridades de salud que ocultaron o reportaron casos y muertes con opalescencia como nicaragua, la República de Corea del Norte y Turkmenistán entre otros.

Recomendaciones

Esta propuesta de IIS-Covid-19 no incluye los datos de la crisis económica y social causado por la Covid-19 en cada nación. Y tampoco aborda las enfermedades crónicas desatendidas en los tres años de la pandemia-sindemia; por lo que se recomienda un estudio más profundo para evaluar el verdadero impacto sanitario, económico y social a nivel de cada nación y a nivel global.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. *La pandemia de Covid-19*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [2] Diario El Comercio ed (20 de enero de 2020). “China confirma que la neumonía de Wuhan puede transmitirse entre humanos”. Agencia EFE Consultado el 6 de diciembre de 2021. En línea. <https://www.elcomercio.com/tendencias/salud/china-neumonia-wuhan-contagio-personas.html>
- [3] El Financiero. *Covid-19: ¿Se puede encontrar el paciente “cero”?*. En línea. <https://m.facebook.com/ElFinancieroMx/posts/10158677481408915/>
- [4] OPS/OMS. *La OMS declara que el nuevo brote de coronavirus es una emergencia de Salud Pública de importancia Internacional*. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/30-1-2020-oms-declara-que-nuevo-brote-coronavirus-es-emergencia-salud-publica-importancia>
- [5] OMS. Covid-19 “Cronología de la actualización de la OMS-WHO/World Health”. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- [6] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19 en Europa*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Europa
- [7] Caparrós Alberto (3 de marzo de 2020). “Valencia confirma la primera muerte de un paciente con coronavirus en España”. Sevilla.aba.es Consultado el 3 de marzo 2020. En línea. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6062?articlesBySameAuthorPage=2
- [8] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19 en América*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Am%C3%A9rica
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19 en África*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_%C3%81frica
- [10] BBC News (en inglés) Coronavirus. “Nigeria confirms first case in sub-Saharan Africa” 28 de febrero de 2020. En línea. <https://www.bbc.com/news/world-africa-51671834>



- [11] Ruth Maclean (17 de mayo de 2020). *África Braces for Coronavirus but Slowly*. *The New York Times* (en inglés). Archivado desde el original el 19 de marzo de 2020. En línea. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6062
- [12] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19 en Oceanía*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Ocean%C3%ADa
- [13] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19 en Costa Rica*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Costa_Rica
- [14] Darner A. Mora Alvarado. *La pobreza y la Covid-19 en Costa Rica*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2020: pág. 1-2.
- [15] Redacción Médica. “*El coronavirus no es una pandemia. Es una “sindemia”*”. En línea. <https://www.redaccion-medica.com/secciones/sanidad-hoy/sindemia-coronavirus-pandemia-significado--8888>
- [16] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Sindemia: efecto conjunto de varias epidemias en la misma población*. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sindemia>
- [17] M.J. Murgui-García/J.R.Ruiz-Tamarit. *La crisis de la Covid-19: inmediatez y perdurabilidad*. En línea. https://www.eldiario.es/comunitat-valenciana/arguments/crisis-covid-19-inmediatez-perdurabilidad_132_5896364.html
- [18] Dr. Antoni Esteve Fundación. *La ciencia impaciente durante la Covid-19*. En línea. <https://www.esteve.org/es/libros/la-ciencia-impaciente-durante-la-covid-19/>
- [19] Darner A. Mora Alvarado, Carlos F. Portuguese, Johel García Aguilar. *Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19*. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2023: pág. 1-40.
- [20] Datosmacro.com. *Indicadores de prevalencia y mortalidad*. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/diccionario/tasa-de-mortalidad>

Calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica en el periodo 2018-2023

Sanitary quality of the waters of the beaches of Costa Rica in the periodo 2018-2023

Darner Mora-Alvarado¹, Mónica Castro-Castro²

Mora-Alvarado, D; Castro-Castro, M. Calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica. Periodo 2018-2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 159-171.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7099>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 dmora@aya.go.cr

2 Funcionaria del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

Palabras clave

Agua; clasificación; coliformes fecales; natación; playa.

Resumen

En el presente estudio se describe la calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica, mediante los muestreos que realizó el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) en el periodo 2018 al 2023, en el marco del Programa Bandera Azul Ecológica. Los datos promedio geométrico del número más probable de Coliformes Fecales (CF/100 mL) en 182 playas, permitió clasificar las aguas de mar para la natación o contacto primario, según los Criterios Microbiológicos. Los resultados indican que 100 playas (54.9%) califican como "AA", es decir, menor igual a 10 CF/100 mL; 76 playas (41.8%) como "A", menor igual a 100CF/100mL; 4 (2.2%) como "B", entre mayor que 100 CF/100 mL a 240 CF/100 mL. Es decir, 178 aguas de playa (98.9%) son aptas para la natación o contacto primario. Y 2 playas calificaron como "D", es decir, no aptas, para un 1.1%.

Keywords

Beach; classification; fecal coliforms; swimming; water.

Abstract

This study describes the sanitary quality of the waters of the beaches of Costa Rica, through sampling carried out by the National Water Laboratory (LNA), within the framework of the Ecological Blue Flag Program in the period 2018 to 2023. The data geometric average of the most probable number of Fecal Coliforms (CF/100 mL) in 182 beaches, allowed classifying the category of the respective waters, with the Microbiological Criteria to evaluate sea waters for swimming or primary contact. The results indicate that 100 beaches (54.9%) qualify as "AA", that is, less than 10 CF/100 mL; 76 beaches (41.8%) as "A", less than 100CF/100mL; 4 (2.2%) as "B", between greater than 100 CF/100 mL to 240 CF/100 mL. That is, 178 beach waters (98.9%) are suitable for swimming or primary contact. And 2 beaches were classified as unsuitable, for 1.1% of which "D".

Introducción

La República de Costa Rica es visitada en un 74,4% para disfrutar las más de 400 playas[1] de gran belleza y alto interés turístico. El litoral Atlántico, con 212 Km de longitud, cuenta con un clima lluvioso y exuberante vegetación típico de las zonas caribeñas. El litoral pacífico, se extiende 1016 Km de longitud y una gran proporción cuenta con un clima seco [2]. La mayoría de las zonas costeras, junto con sus respectivas playas constituyen un patrimonio turístico que ha fomentado el desarrollo de hoteles, infraestructura y servicios básicos como el acceso al agua uso y consumo humano, para una cobertura nacional de 99,6% con agua por cañería de la cual el 92% es de calidad potable (2023).

Debido a la importancia socioeconómica y la potencial afectación a la salud de los bañistas, la calidad sanitaria o microbiológica de las aguas de playa, ha sido objeto de múltiples estudios desde 1961, cuando Bunker y Fernandez elaboraron las primeras investigaciones en la playa de la ciudad de Puntarenas [3]; posteriormente en 1971, se realizó una segunda recalificación [4]. A finales de los años 70 el Laboratorio Central de AyA, hoy Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) [5] continuó con estos estudios en la playa de Puntarenas [6] y las del cantón central de la provincia de Limón [7]. En 1986 y 1987, Mora Darner y colaboradores ampliaron los estudios

a 61 puntos de muestreo en el litoral Pacífico y 19 en el Atlántico, con el propósito de crear “Criterios Bacteriológicos para evaluar las aguas de mar en Costa Rica” [8]. En 1996 el LNA estableció el “Programa Bandera Azul Ecológica” (PBAE), cuyo objetivo original fue fomentar el desarrollo de incentivo para organizar a la sociedad civil, de las zonas costeras en concordancia con la protección del mar [9]. La implementación de esta iniciativa ha permitido sistematizar la educación sobre la calidad microbiológica de las aguas de playas y las fuentes terrestres de contaminación (FTC) como ríos, esteros y descargas de aguas residuales. En el año 2005, se publicó el libro “Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas en Costa Rica”, en donde se recopilaron los datos históricos de la calidad microbiológica de 80 playas de Costa Rica [10].

En el año 2010 el LNA estableció la metodología denominada “Índice de Riesgo Sanitario” (IRS) [11], que constituye una herramienta para evaluar la vulnerabilidad de las playas combinando dos variantes: los resultados del promedio geométrico (X_g) de Coliformes fecales/100 MI) de las fuentes terrestres de contaminación (FTC), que desembocan en las playas a través de ríos, esteros, riachuelos y descargas de aguas residuales, además de los datos de contaminación fecal de las mismas. Este IRS es semejante al establecido por las “Directrices de la OMS para la calidad del Agua Recreativa” [12] en donde se combinan los resultados de la inspección del agua y la evaluación microbiana de la calidad de agua, calificando el entorno del agua recreativa como muy bueno, regular, malo o muy malo (2020).

En el 2019, un grupo de profesionales del LNA, publicó la “Evaluación de riesgo sanitario en las playas de Costa Rica: periodo 2010-2017” [13].

En este contexto, el presente estudio realizado en el 2024 plantea en una primera etapa la evolución de la calidad sanitaria de las aguas de 182 playas, en el periodo 2018-2023 y en una segunda etapa la evolución de los respectivos IRS de las mismas playas con la carga de contaminación fecal de los FTC.

Objetivo

Evaluar la calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica, mediante los muestreos y análisis de Coliformes fecales en 182 playas, con el propósito de clasificarlos con los “Criterios Microbiológicos para evaluar las Aguas de Mar por la Natación”, en el periodo 2018-2023.

Metodología

Para efectos prácticos las playas se dividieron por zonas en las provincias de Guanacaste y Puntarenas, mientras en la provincia de Limón, se presenta en una sola zona desde Caribe Norte a Caribe Sur. De las 182 playas estudiadas 181 han participado en el Programa Bandera Azul Ecológica, excepto la playa del Balneario Municipal.

Distribución de las playas por zonas

Playas de Guanacaste:

30 playas en la zona de Guanacaste Norte

35 playas en la zona de Guanacaste Norte-Sur

Playas de Puntarenas:

28 playas en la zona Pacífico Sur

33 playas en la zona Pacífico Central

35 playas en la zona denominada Puntarenas e Islas

Playas de Limón:

21 playas en Caribe Norte y Sur

Periodo de estudio y número de muestreos

El estudio que se lleva a cabo en el periodo 2018 al 2023, contó con 1763 muestreos, en 698 puntos de recolección para las 182 playas analizadas.

Evaluación de la calidad microbiológica

Con los datos históricos del LNA y de PBAE se obtuvieron los promedios geométricos (Xg de Coliformes fecales/100 mL) de los puntos de muestreo, ubicados en las aguas de mar de 182 playas estudiadas: 65 en Guanacaste, 96 en Puntarenas y 21 en Limón. La única playa que no ha participado en el PBAE es el Balneario Municipal. Los análisis de CF/100 mL, en las aguas de mar se realizan siguiendo los procedimientos de los métodos Estándar [14].

Aplicación de los Criterios Microbiológicos

En el cuadro 1, se presentan los Criterios Microbiológicos para evaluar las aguas de mar para la natación o contacto primario.

Cuadro 1. Criterios Microbiológicos para evaluar las aguas de mar para natación en Costa Rica.

| Promedio Geométrico CF/100 mL | Calidad | Clase | Código de colores |
|-------------------------------|-----------|-------|-------------------|
| ≤10 | Excelente | AA | Azul |
| >10-100 | Buena | A | Verde |
| >100-240 | Regular | B | Amarillo |
| >240-500 | Mala | C | Anaranjado |
| >500-1000 | Muy Mala | D | Café |
| >1000 | Pésima | E | Rojo |

Fuente: Darner A. Mora

Resultados

Los resultados de las 182 playas estudiadas, mediante 1763 muestreos en 698 puntos de recolección en el periodo 2018 al 2023 son los siguientes:

Ubicación, promedio geométrico de CF/100 mL y su respectiva clasificación

Guanacaste Norte

En la figura 1, se presentan las 30 playas ubicadas en la zona Guanacaste Norte.

| # | Playa Guanacaste Norte | Media geométrica Coliformes fecales 2018 - 2023 | Clase |
|----|------------------------|---|-------|
| 1 | Morro | 3.23 | AA |
| 2 | Copal | 6.48 | AA |
| 3 | Coyotera (Bolaños) | 3.13 | AA |
| 4 | El Jobo | 3.12 | AA |
| 5 | Rajada | 3.01 | AA |
| 6 | Las Pilas | 8.42 | AA |
| 7 | Manzanillo (La Cruz) | 9.06 | AA |
| 8 | Bahía Junquillal | 3.01 | AA |
| 9 | Cabuyal | 2.52 | AA |
| 10 | Sombrero | 3.37 | AA |
| 11 | Manzanillo (Papagayo) | 3.00 | AA |
| 12 | Nacascolo - Papagayo | 4.18 | AA |
| 13 | Prieta - Papagayo | 3.01 | AA |
| 14 | Arenilla | 7.81 | AA |
| 15 | Chorotega (Panamá) | 3.93 | AA |
| 16 | Virador | 2.22 | AA |
| 17 | Blanca (Papagayo) | 2.86 | AA |
| 18 | Buena | 4.93 | AA |
| 19 | Hermosa (Carrillo) | 14.43 | A |
| 20 | Calzón de Pobre | 1.77 | AA |
| 21 | Penca Carrillo | 3.03 | AA |
| 22 | Coco Norte | 3.23 | AA |
| 23 | Coco Sur | 21.85 | A |
| 24 | Azul (Carrillo) | 7.59 | AA |
| 25 | Ocotal | 11.56 | A |
| 26 | Azul (Bahía Pez Vela) | 43.27 | AA |
| 27 | Mata Palo (Carrillo) | 9.36 | AA |
| 28 | Manzanillo (Liberia) | 10.47 | A |
| 29 | Iguanita | 7.65 | AA |
| 30 | Monte del Barco | 2.90 | AA |



Figura 1. Ubicación de playas, resultados y clasificación en Guanacaste Norte.

Resumen de datos:

Total, de playas: 30 playas

Clasificación:

AA=26 (86,7%)

A= 4 (13.3%)

En la figura 2, se presentan las 35 playas ubicadas en la zona Guanacaste Norte - Sur.

| # | Playa Guanacaste Norte - Sur | Media geométrica Coliformes fecales 2018- 2023 | Clase |
|----|---|--|-------|
| 1 | Pan de Azúcar | 2.59 | AA |
| 2 | Potrero | 15.39 | A |
| 3 | Blanca (Flamingo) | 6.07 | AA |
| 4 | Tamarindo | 53.44 | A |
| 5 | Brasilito | 19.45 | A |
| 6 | Conchal | 6.51 | AA |
| 7 | Ventanas - PN Marino Las Baulas | 4.50 | AA |
| 8 | Grande (PN Marino Las Baulas) | 3.90 | AA |
| 9 | Punta del Madero | 16.53 | A |
| 10 | Langosta (Hacienda Pinilla) | 4.79 | AA |
| 11 | Bonita -Bajo Grande (Hacienda Pinilla) | 11.61 | A |
| 12 | Avellanas (Hacienda Pinilla) | 8.72 | AA |
| 13 | Mansita (Hacienda Pinilla) | 4.82 | AA |
| 14 | Junquillal | 5.08 | AA |
| 15 | Cocos de Marbella | 14.40 | A |
| 16 | Manzanillo (Marbella) | 5.04 | AA |
| 17 | Frijolar | 4.04 | AA |
| 18 | Nilo Manzanillo Santa Cruz | 1.93 | AA |
| 19 | Pitahaya (Marbella) | 11.01 | A |
| 20 | San Juanillo | 7.82 | AA |
| 21 | Concavas | 16.27 | A |
| 22 | Ostional | 8.13 | AA |
| 23 | Nosara | 20.98 | A |
| 24 | Pelada de Nosara | 13.47 | A |
| 25 | Guiones de Nosara | 6.90 | AA |
| 26 | Garza | 23.51 | A |
| 27 | Sámara + Sámara Sur | 17.97 | A |
| 28 | Carrillo - Puerto Carrillo | 11.29 | A |
| 29 | Camaronal | 5.85 | AA |
| 30 | Punta Islita | 7.26 | AA |
| 31 | Corozalito | 3.69 | AA |
| 32 | Bejuco | 15.63 | A |
| 33 | Puerto Coyote (Coyote) | 13.27 | A |
| 34 | San Miguel - Los Maderos -Jabilla de Bejuco | 3.30 | AA |
| 35 | Coyote (Costa de Oro) | 3.64 | AA |



Figura 2. Ubicación de playas, resultados y clasificación en Guanacaste Norte-Sur.

Resumen de datos:

Total, de playas: 35 playas

Clasificación:

AA=20 (57,1%)

A= 15 (42,9%)

En la figura 3, se presentan las 28 playas ubicadas en Puntarenas Sur.

| # | Playas Pacífico Central | Media geométrica Coliformes fecales 2018 - 2023 | Clase |
|----|--------------------------------|---|-------|
| 1 | Dominical | 39.28 | A |
| 2 | Dominicalito | 9.47 | AA |
| 3 | Hermosa de Osa | 7.48 | AA |
| 4 | Uvita | 56.11 | A |
| 5 | Colonia | 21.01 | A |
| 6 | Punta Uvita | 23.15 | A |
| 7 | Arcos | 2.90 | AA |
| 8 | Ballena (1 + 2) | 6.94 | AA |
| 9 | Piñuelas | 18.94 | A |
| 10 | Ventanas Osa | 8.65 | AA |
| 11 | Tortuga | 203.18 | C |
| 12 | Isla del Caño | 1.70 | AA |
| 13 | Colorada de Drake | 140.54 | B |
| 14 | San Pedrillo (Casa Corcovado) | 29.70 | A |
| 15 | Sirena | 3.60 | AA |
| 16 | Madrigal | 3.83 | AA |
| 17 | La Leona (Madrigal 2) | 3.84 | AA |
| 18 | Carate | 8.07 | AA |
| 19 | Piro | 7.30 | AA |
| 20 | Carbonera Matapalo - Pan Dulce | 29.30 | A |
| 21 | La Piña | 11.31 | A |
| 22 | Zancudo | 3.99 | AA |
| 23 | Nicuesa | 9.26 | AA |
| 24 | Blanca Jimenez | 30.20 | AA |
| 25 | Cacao | 72.36 | A |
| 26 | Pavones | 26.03 | A |
| 27 | Cativo | 27.34 | A |
| 28 | Juanito Mora (Jiménez) | 10.32 | A |



Figura 3. Ubicación de playas, resultados y clasificaciones en Puntarenas Sur.

Resumen de datos:

Total, de playas: 28 playas

Clasificación:

AA= 14 (50%)

A= 12 (42,8%)

B= 1 (3,6%)

D= 1 (3,6%)

En la figura 4, se presentan las 35 playas ubicadas en Puntarenas e Islas.

| # | Playas Pacifico Central | Media geométrica Coliformes fecales 2018 - 2023 | Clase |
|----|------------------------------------|---|-------|
| 1 | Manzanillo de Cóbano | 8.60 | AA |
| 2 | Ario | 5.50 | AA |
| 3 | Hermosa Cóbano | 9.94 | AA |
| 4 | Santa Teresa | 19.34 | A |
| 5 | El Carmen | 29.67 | A |
| 6 | Malpaís | 12.06 | A |
| 7 | Montezuma | 47.28 | A |
| 8 | Grande de Montezuma | 11.13 | A |
| 9 | Tambor | 30.86 | A |
| 10 | Pochote | 27.44 | A |
| 11 | Muertos o Vivos | 15.55 | A |
| 12 | Quizales | 2.88 | AA |
| 13 | Isla Tortuga – Tolinga | 6.21 | AA |
| 14 | Curú | 22.52 | A |
| 15 | Órganos | 24.88 | A |
| 16 | Quesera | 3.08 | AA |
| 17 | Tropical de Paquera | 9.60 | AA |
| 18 | Gringa - Isla Cedros | 4.95 | AA |
| 19 | Langosta isla Cedros | 14.92 | A |
| 20 | La Nicoyana | 4.13 | AA |
| 21 | Margarita de Paquera | 190.96 | B |
| 22 | Gigante | 18.21 | A |
| 23 | Mangos | 13.38 | A |
| 24 | Pájaros | 38.19 | A |
| 25 | Isla Jesucita | 4.53 | AA |
| 26 | Blanca de Paquera | 85.85 | A |
| 27 | Naranja | 18.90 | A |
| 28 | Albina (Isla Venado) | 9.88 | AA |
| 29 | Álvarez - Bonifacio - Isla Caballo | 11.20 | A |
| 30 | Tumbabotes - Isla San Lucas | 2.57 | AA |
| 31 | Puntarenas | 81.74 | A |
| 32 | Puntarenas (Sector Chacarita) | 33.18 | A |
| 33 | Puntarenas - Sector Cocal | 19.19 | A |
| 34 | El Roble | 67.06 | A |
| 35 | Doña Ana | 20.34 | A |

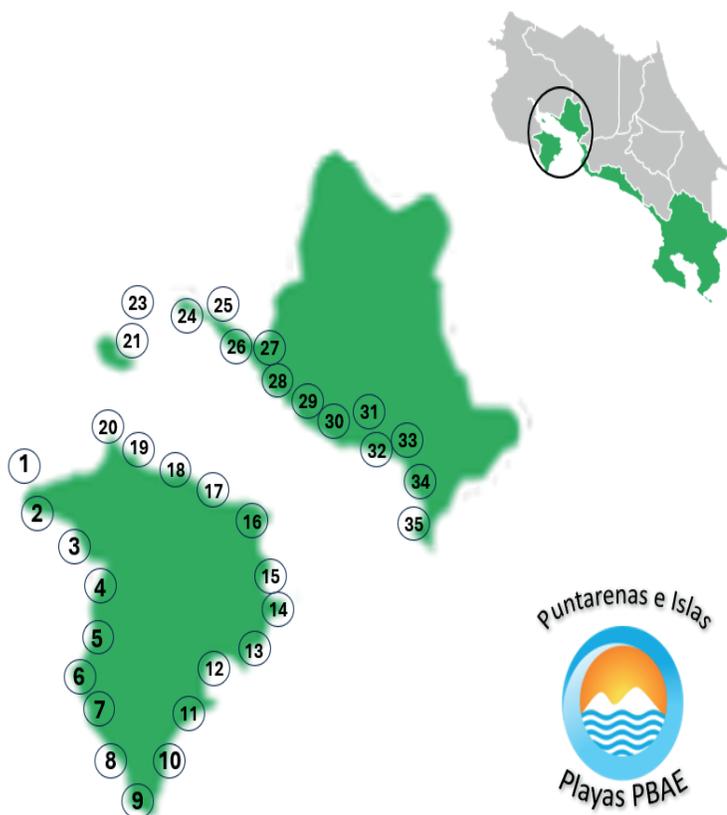


Figura 4. Ubicación de playas, resultados y clasificaciones en Puntarenas e Islas.

Resumen de datos:

Total, de playas: 35 playas

Clasificación:

AA=12 (34,3%)

A= 22 (62,8%)

B= 1 (2,9%)

En la figura 5, se presentan las 33 playas ubicadas en Pacifico Central.

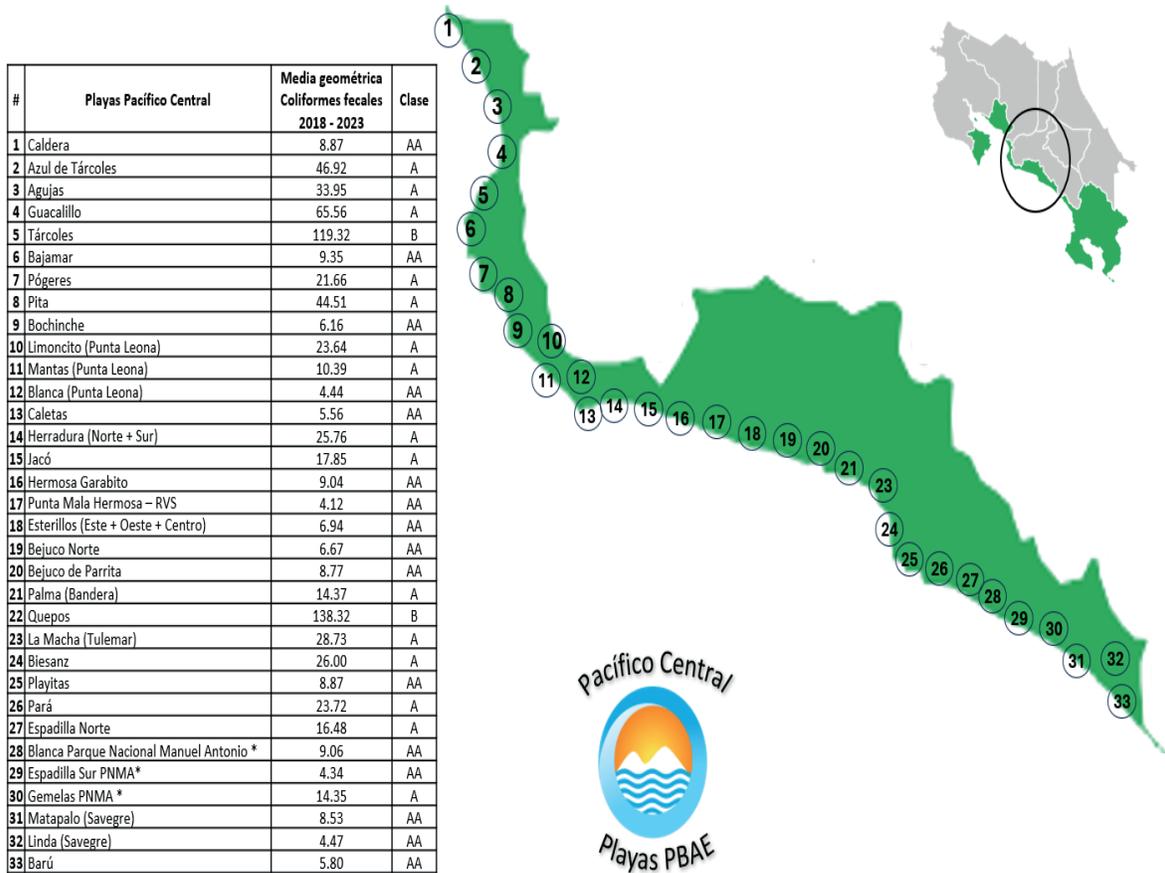


Figura 5. Ubicación de playas, resultados y clasificaciones en el Pacífico Central.

Resumen de datos:

Total, de playas: 33 playas

Clasificación:

AA=16 (48,5%)

A= 15 (45,4%)

B= 2 (6,1%)

En la figura 6, se presentan las 21 playas ubicadas en el Caribe.

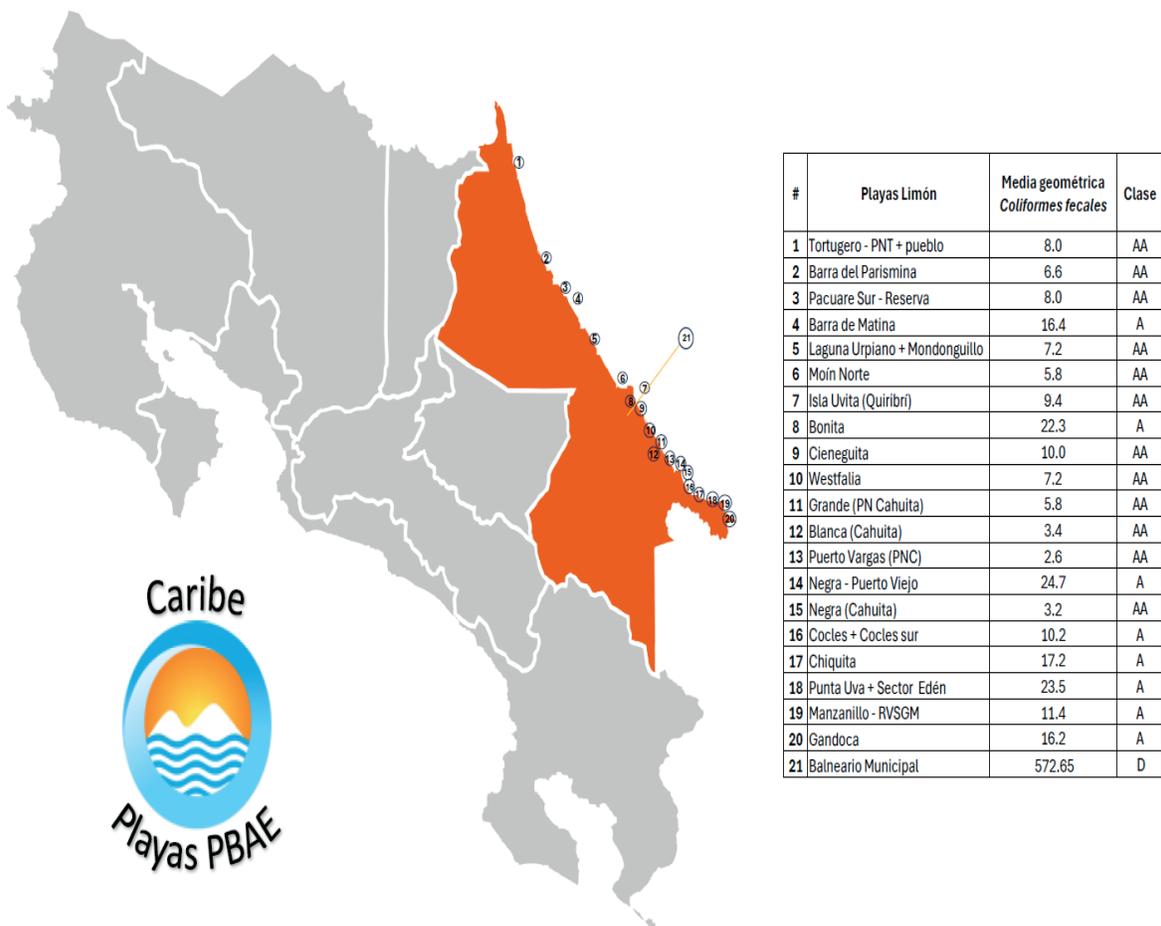


Figura 6. Ubicación de playas, resultados y clasificaciones en el Caribe.

Resumen de datos:

Total, de playas: 21 playas

Clasificación:

AA=12 (57,1%)

A= 8 (38,1%)

D= 1 (4,8%)

Cuadro 2. Resumen de la Clasificación Sanitaria de la Calidad de las Aguas de las playas de Costa Rica: 2018-2023.

| Provincia | Zona | Número de playas | Clasificación sanitaria | | |
|----------------|----------------------|------------------|-------------------------|------|--------------|
| | | | Número | % | Tipo o clase |
| Guanacaste | Guanacaste Norte | 30 | 26 | 86,7 | AA |
| | | | 4 | 13,3 | A |
| | Guanacaste Norte-Sur | 35 | 20 | 57,1 | AA |
| | | | 15 | 42,9 | A |
| Puntarenas | Puntarenas Sur | 28 | 14 | 50,0 | AA |
| | | | 12 | 42,8 | A |
| | | | 1 | 3,6 | B |
| | | | 1 | 3,6 | D |
| | Puntarenas e Islas | 35 | 12 | 34,3 | AA |
| | | | 22 | 62,8 | A |
| | | | 1 | 2,9 | B |
| | Pacífico Central | 33 | 16 | 48,5 | AA |
| | | | 15 | 45,4 | A |
| 2 | | | 6,1 | B | |
| Limón | Caribe Norte-Sur | 21 | 12 | 57,1 | AA |
| | | | 8 | 38,1 | A |
| | | | 1 | 4,8 | D |
| Totales | | 182 | 182 | | |

Clasificación:
 AA=100 (54,9%)
 A= 76 (41,8%)
 B=4 (2,2%)
 D= 2 (1,1%)

Análisis de Resultados

- En Guanacaste Norte de las 30 aguas de playa analizadas, 26 (86.7%) calificaron como "AA", 4 como "A" para un 13.3%.
- En Guanacaste Sur, se estudiaron 35 playas de las cuales 20 (57.1%) calificaron como "AA", 15 (42.9%) como "A".
- En Puntarenas, específicamente en el Pacífico Central se estudiaron 33 playas, 16 calificaron como "AA" para un 48.5%, 15 (45.4%) como "A" y 2 (6.1%) como "B".
- Puntarenas Sur con 28 playas estudiadas, 14 (50%) calificaron como "AA", 12 (42.8%) como "A", 1 (3.6%) como "B" y 1 (3,6%) como "D".
- En Puntarenas e islas de 35 playas, 12 (34.3%) calificaron como "AA", 22 (62.8%) como "A" y 1 (2.9%) como "B".



- En las 21 playas del Caribe estudiadas, 12 (57.1%), 8 (38.1%) y 1 (4.8%), calificaron como AA, A y D, respectivamente.

Conclusiones

- En total de las 182 playas estudiadas, 100 son aguas marinas (54.9%) clasificadas de excelente calidad "AA"; 76 playas (41.8%) calificaron como buena calidad "A" y de calidad regular, clase "B" 4 playas (2.2%). Estas 180 playas de Costa Rica, es decir 98.9% son aptas para natación.
- Únicamente 2 playas que clasificaron como clase "D" (>500 a 1000/CF/100 mL), las cuales tienen aguas no aptas para la natación. Dichas playas son: Tortuga, en Puntarenas Sur y el Balneario Municipal de Limón.

Recomendaciones

Los resultados de este estudio demuestran que la aplicación de la categoría de "Playas" del PBAE ha sido y será un buen instrumento para hacer sostenible la calidad sanitaria de las playas de Costa Rica. Sin embargo, es necesario aplicar la segunda parte de este estudio que es la "Evaluación del riesgo sanitario de las playas", indicando y cuantificando la contaminación fecal de las desembocaduras de ríos, quebradas, esteros y descargas de aguas residuales a las respectivas playas.

Por otro lado, para disminuir muertes por ahogo, se recomienda analizar el Atlas de Playas de Costa Rica, con énfasis en Seguridad publicado por la UNA en el 2024 [15].

Referencias

- [1] Instituto Costarricense de Turismo. *Sitio Institucional*. En línea. <http://www.ict.go.cr/es/>
- [2] Miguel Salguero. *Ríos, Playas y Montañas*. Editorial Costa Rica; 1981. pág. 1-240.
- [3] Brunker, Tilman. *Estudio de la Calidad Sanitaria de las Aguas del Balneario de Puntarenas*. Tesis de Grado. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Departamento de Microbiología; 1963: sp.
- [4] Fernandez, B; Brunkert, T; Gonzalez, C. *Calidad Sanitaria de las Aguas de la Playa de Puntarenas*. U Recalificación. Acta Médica Costarricense 14 (2), 1971: pág. 91-100.
- [5] Poder Ejecutivo. Decreto N° 26066-S. *Designación del Laboratorio Central de AyA, como Laboratorio Nacional de Aguas*. La Gaceta N°109 del 09/06/1997; sp.
- [6] Darner A. Mora Alvarado. *Calidad Sanitaria de las Aguas de la Playa de Puntarenas 1961-2001*. Revista Costarricense de Salud Pública. Vol. 11 N°20. San José. Jul. 2002. Pág. 1-14.
- [7] Mora, Darner A., Rojas, Juan C., Mata, Ana V., Sequeira-B., Marco A. *Calidad Sanitaria de las aguas de la playa de Limón en el periodo 1881-1984*. Revista Tecnología en Marcha, 8 (2-3), 15 -22. En línea. <https://doi.org/10.18845/tm.u82-3.3351>.
- [8] Mora Darner, et al. *Criterios bacteriológicos y Calidad Sanitaria de las Playas de Costa Rica: 1986-1987*. Revista Tecnología en Marcha. ITCR; 9 (3); 1989: pág. 45-49.
- [9] Mora D, Fonseca R, Vega J, Murillo J. *Programa Bandera Azul Ecológica: antecedentes, presente y futuro*. Tres Ríos. La Unión, segunda edición Revista del PBAE; 2003: sp.
- [10] Darner A. Mora. *Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Costa Rica*. Editorial Campo Directo. KCSA: 2007: pág. 1-110.
- [11] Darner A. Mora. *Evaluación del Riesgo Sanitario de las Playas de Costa Rica: 1996-2009*. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2010: sp.
- [12] Organización Mundial de la Salud. *Guidelines for safe recreational water environments*. OMS, Overview. Vol. 1 Coastal and fresh waters: 2003.

- [13] Darner A. Mora Alvarado, Jesus Vega Molina, Adriana González Fernandez. *Educación de riesgo sanitario de las playas de Costa Rica: 2010-2017*. Tecnología en Marcha. Diciembre 2019. Vol. 32. Especial. Laboratorio Nacional de Aguas. Pág. 97-110.
- [14] American Public Health Association. *American Water Works Association, & Water Environment Federation (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 ed)*. Washington, EEUU American Public Health Association.
- [15] Laura Segura Mena, José Angel Vega, Alejandro Gutierrez Echeverría. *Atlas de Playas de Costa Rica, con énfasis en seguridad*. UNA, 2024: pág. 1-237.

Defecación a cielo abierto en el mundo

Open defecation in the world

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Defecación a cielo abierto en el mundo.
Tecnología en Marcha. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 172-182.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7100>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Cobertura; disposición; evolución; excretas; saneamiento.

Resumen

El presente estudio describe la evolución de las coberturas del saneamiento gestionado en forma segura (SGFS), definido como *“el uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura in situ o se eliminan con tratamiento fuera del sitio”* por regiones de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), por grupos de países de conformidad con los ingresos económicos y por grupos de desarrollo o fragilidad. Además, por el contrario, debido a que la meta de los ODS es eliminar la práctica de la defecación al aire libre (DAL), se describe la evolución en la disminución, entre los años 2015 y 2022, en las mismas agrupaciones indicadas. Los resultados obtenidos del Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) de la OMS/UNICEF, indican que a nivel global la cobertura de SGFS pasó de 49 a 57%, en el mencionado periodo. Por su parte, la DAL bajó de 10% a 5% a nivel mundial, equivalente a unos 433 millones de hab, esto sin tomar en cuenta los 281 millones de migrantes quienes en su travesía usan DAL, más por necesidad fisiológica que por costumbre cultural. Ante esto, es evidente la concordancia entre el nivel de ingresos y el uso de SGFS y la DAL.

Keywords

Coverage; evolution; excreta; provision; sanitation.

Abstract

This study describes the evolution of Safely Managed Sanitation (SMFS) coverage, defined as *“the use of improved facilities that are not shared with other households and where excrement is safely disposed of on site or disposed of with off-site treatment”* by Sustainable Development Goals (SDG) regions, by country groups according to economic income and by development or fragility groups. Furthermore, on the contrary, because the goal of the SDGs is to eliminate the practice of open defecation (OLD), the evolution of the decrease is described, between the years 2015 and 2022, in the same groupings indicated. The results obtained from the WHO/UNICEF Joint Monitoring Program (JMP) indicate that globally SGFS coverage went from 49 to 57% in the afore mentioned period. For its part, the DAL fell from 10% to 5% worldwide, equivalent to some 433 million inhabitants, this without taking into account the 281 million migrants who use DAL on their journey, more out of physiological necessity than out of cultural custom. Given this, the agreement between the level of income and the use of SGFS and the DAL is evident.

Introducción

Históricamente, los seres humanos hemos dispuesto nuestras excretas mediante cinco mecanismos, a saber cielo abierto, letrinas, tanques sépticos, alcantarillado o cloacas y alcantarillado sanitario con tratamiento [1, 2, 3, 4, 5]. El Programa Conjunto de Monitoreo (PCM), del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud (UNICEF/OMS) [6], fue creado en 1990 para medir el avance en las coberturas con agua potable y saneamiento de los países, inicialmente en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio 1990-2015 (ODM) [7], y posteriormente de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2016-2030 (ODS) [8]. Los indicadores, respectivamente, se enfocaron en la “Proporción que utiliza servicios de saneamiento mejorados” (Meta 7.c del ODM7) [9], y en el porcentaje de

la población que utiliza “Servicios de saneamiento gestionados en forma segura” [10] (Meta 6.2.1 del ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento”), la cual textualmente indica que *“De aquí al 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre (DAL), prestando especialmente atención a las necesidades de las mujeres, las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”* [11].

En este contexto, el Laboratorio Nacional de Aguas de AyA (LNA), ha brindado seguimiento a los porcentajes de cobertura con agua potable y saneamiento desde el año 1990, con lo que ha presentado anualmente la estimación de la evolución de las coberturas de población con disposición de las excretas, mediante los diferentes mecanismos indicados anteriormente [12,13] , mientras que en el año 2019 publicó el estudio titulado *“Disposición de excretas en Costa Rica: De los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles”* [14].

En el marco del ODS 6, la OMS/UNICEF definió por medio del PCM el concepto de “Saneamiento gestionado de forma segura (SGFS)”, como los usamos de un sistema de saneamiento gestionado de forma segura con los que disponen de una instalación mejor que no se comparte con otros hogares y que permite la eliminación de los excrementos de manera segura in situ o su transporte y tratamiento en el exterior; es decir, aquellas que, por su construcción aseguran una separación higiénica de las excretas evitando así que entren en contacto con las personas. Por su lado, las instalaciones de saneamiento mejorados en los ODM, las instalaciones incluyen, tanto en inodoros conectados a: alcantarillas, tanques sépticos, letrinas protegidas con ventilación o con lozas y los inodoros de compostaje [15]. Según el PCM, entre 2015 y 2022, el porcentaje de población mundial que accedió un servicio gestionado de forma segura aumentó siete puntos, pasando del 47% al 54% [16].

A la luz de lo indicado anteriormente, en donde uno de los objetivos de la meta es poner fin a la defecación al aire libre o por sus siglas “DAL” al año 2030, se presenta este estudio descriptivo para determinar el progreso en la disminución de la DAL por continentes, según países de los años 2015 al 2022 y las expectativas al 2030.

Objetivos

General

Determinar el progreso en la disminución de la defecación al aire libre, en las regiones de los ODS, en los grupos de naciones de conformidad con sus ingresos económicos y además en su agrupación según el contexto de fragilidad, aunado a la cobertura a nivel global, en los años 2015 y 2022.

Específicos

- Describir la escalera de servicios de saneamiento, enfocado a la disposición de excretas del PCM de la OMS/UNICEF.
- Identificar las coberturas DAL de las regiones de ODS en el 2015 y 2022.
- Determinar las coberturas DAL en los cuatro grupos de las naciones de conformidad con el contexto de fragilidad.
- Valorar la evolución de las coberturas de DAL en el mundo en el 2015 al 2022.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio, se aplicaron los siguientes pasos:

Descripción de la escalera de saneamiento

Se analiza la escalera definida por el PCM en los informes de Progreso en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2017, 2000-2020 y 2000 al 2022 [17,18,19].

Aporte de datos

Los datos se obtuvieron del anexo 9 de las estimaciones globales de saneamiento por regiones del ingreso en materia de “Agua Potable, Saneamiento e Higiene: 2000-2022”, publicado el 7 de julio del 2023 por la OMS/UNICEF.

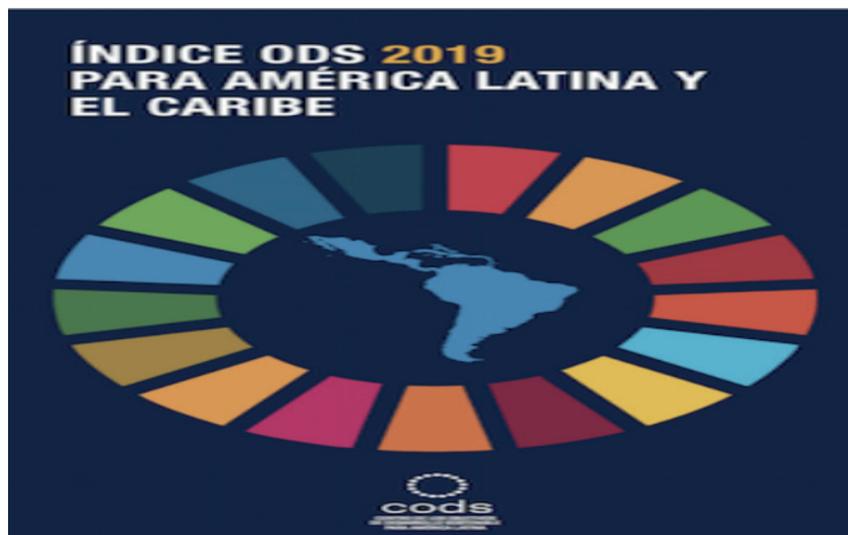
Identificación de las coberturas de DAL en las regiones de los ODS

Se definen las coberturas al 2015 y 2022 en la disposición de excretas y DAL en las regiones de Australia y Nueva Zelanda, Centro y Sureste de Asia, Europa y Norteamérica; Latinoamérica y El Caribe, Norte de África y Este de Asia, Norte de África y Oeste de Asia, Oceanía y Sub-Sahara África.

Ejemplo 1. De la Región de los ODS de Australia y Nueva Zelanda



Ejemplo 2. Mapa de Latinoamérica y El Caribe

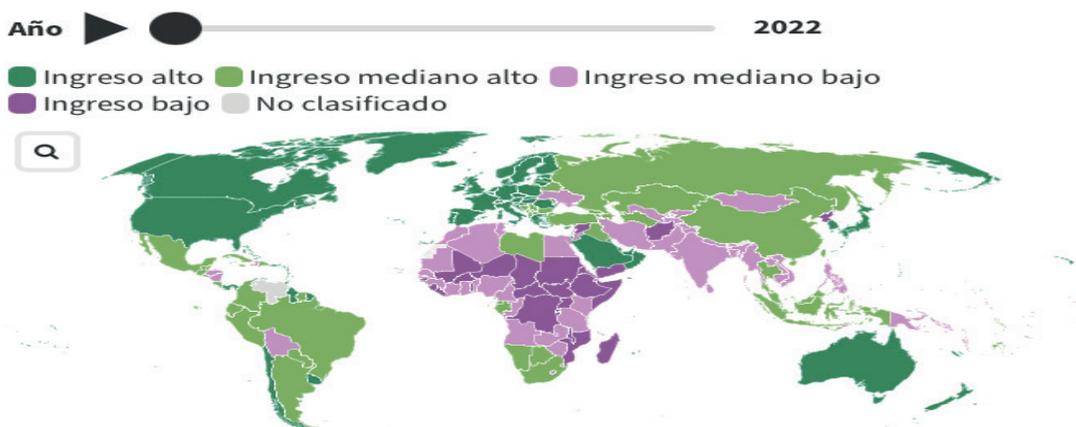


Identificación y evolución de la disposición de excretas en los grupos de países, según los ingresos económicos

Los datos de DAL de las regiones agrupadas en países de bajos ingresos, bajo-medio, medio altos y altos ingresos, según el anexo 9 del informe indicado en el punto 3.2.

Ejemplo 3. Mapa de países según la clasificación elaborada por el Banco Mundial de conformidad con los niveles de ingresos al 2022

Clasificación de países elaborada por el Banco Mundial según los niveles de ingreso

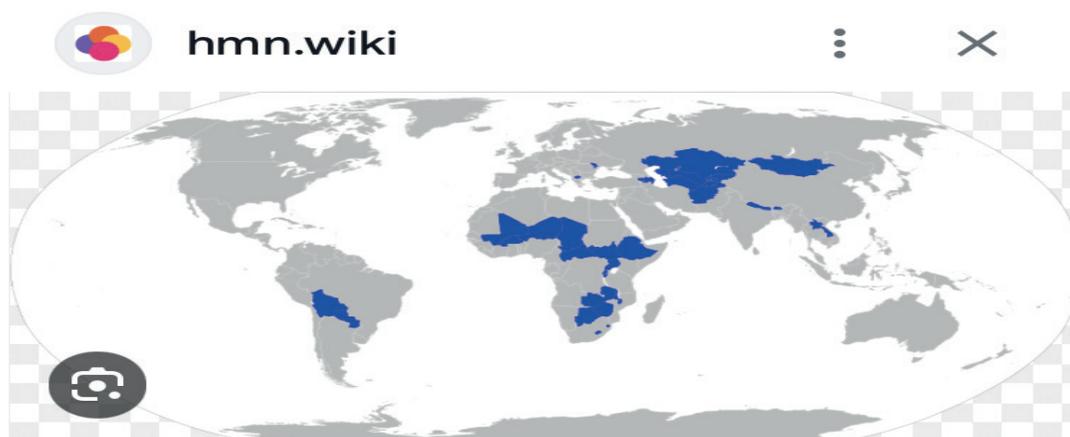


Fuente: [World Bank Income Classifications FY24 \(i\)](#) • Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos incluidos en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

Identificación de la evolución de DAL en los grupos, según su desarrollo

Los datos se recolectaron del anexo 9 del punto 3.2.

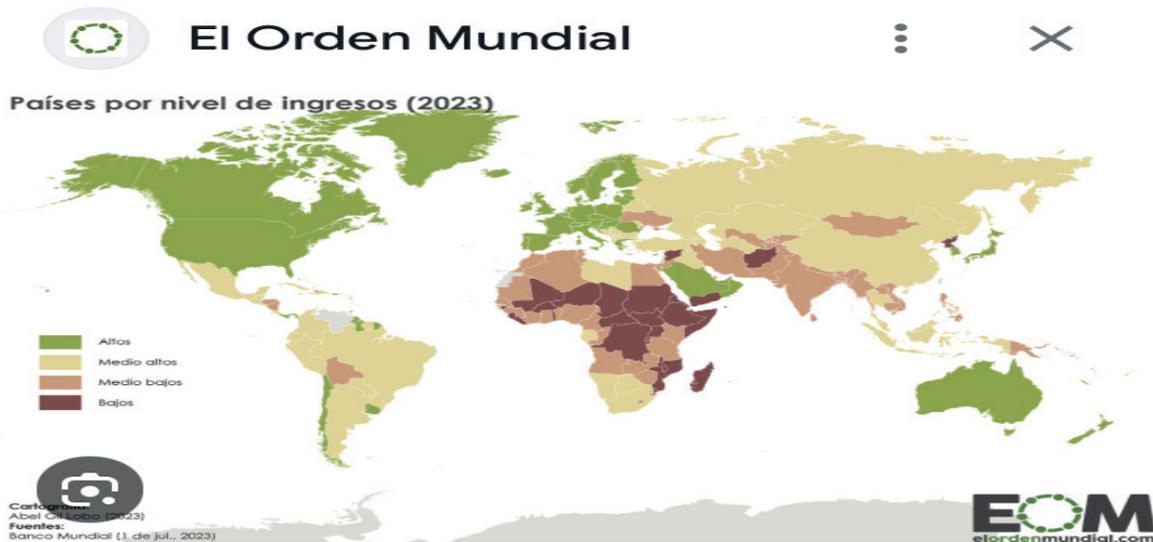
Ejemplo 4. Mapa de países en desarrollo sin litoral



**Países en desarrollo
sin litoral**

Visitar >

Ejemplo 5. Mapa de países por ingresos



Evolución de la disposición de excretas y DAL en el mundo

Los datos de disposición de excretas en el mundo de los años 2015 y 2022 se obtienen del mismo anexo 9 del informe indicados en el punto 3.2.

Resultados

Definición de la escalera de servicios de saneamiento

En el cuadro 1 se presenta la escalera de saneamiento.

Cuadro 1. Escalera de servicios de saneamiento.

| Nivel de servicio | Definición |
|----------------------------|--|
| Gestionado en forma segura | Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura in situ o se tratan fuera del sitio. |
| Básico | Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares. |
| Limitado | Uso de instalaciones mejoradas que se comparten con otros hogares. |
| Sin Mejorar | Uso de letrinas de pozo sin losa o plataforma letrinas colgantes o letrinas de cubo. |
| Defecación a cielo abierto | Eliminación de heces humanas en campos, bosques, arbustos, cuerpos de agua, playas y otros lugares abiertos o con desechos sólidos. |

Fuente: PCM de OMS/UNICEF.

Por otro lado, para efectos prácticos en este estudio, se aplica la siguiente clasificación de el cuadro 2.

Cuadro 2. De saneamiento gestionado en forma segura al menos básico.

| Nivel de servicio | Definición |
|----------------------------|---|
| Gestionado en forma segura | Disposición de excretas tratadas in situ o trasladados a un sistema de tratamiento fuera de la vivienda. |
| Al menos básico | Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares. |
| Limitado | Uso de instalaciones mejoradas que se comparten con otros hogares. |
| Sin Mejorar | Uso de letrinas de pozo sin losa o plataforma o “escusado de hueco”, letrinas colgantes o letrinas de cubo. |
| Defecación a cielo abierto | Disposición o defecación a cielo abierto. |

Fuente: Elaborado por el autor con base al PCM.

Disposición de excretas en las regiones de los ODS

En el siguiente cuadro 3, se presenta la evolución de la disposición de excretas en las regiones de los ODS, en los años 2015 al 2022.

Cuadro 3. Cobertura y disposición de excretas en las regiones de los ODS 2015-2022.

| Región-ODS | Mecanismos “al menos básico” | | Limitado | | Sin Mejorar | | DAL | | SGFS | |
|---------------------------------|------------------------------|------|----------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 |
| Australia y Nueva Zelanda | >99 | >99 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 95 | 96 |
| Asia Central Meridional | 60 | 77 | 11 | 11 | 6 | 3 | 23 | 9 | 58 | 51 |
| Asia Sudoriental-oriental | 84 | 94 | 4 | 3 | 9 | 2 | 3 | 1 | 52 | 64 |
| Europa y Norteamérica | 97 | 98 | <1 | <1 | 2 | 2 | <1 | <1 | 83 | 84 |
| Latinoamérica y El Caribe | 86 | 90 | 5 | 4 | 6 | 5 | 5 | 3 | 42 | 49 |
| Norte de África y Asia Oriental | 87 | 93 | 4 | 3 | 6 | 4 | 4 | <1 | 56 | 64 |
| Oceanía | 35 | 33 | 5 | 5 | 5 | 47 | 48 | 14 | ND | ND |
| África Sub-Sahariana | 30 | 35 | 17 | 18 | 18 | 31 | 31 | 17 | 20 | 24 |
| El Mundo | 73 | 81 | 7 | 7 | 7 | 10 | 7 | 10 | 49 | 57 |

Nota 1. Defecación al aire libre.

Nota 2. SGFS: Saneamiento gestionado en forma segura.

Fuente: PCM-OMS/UNICEF.

En el cuadro 4, se presenta la Cobertura de disposición de excretas en grupos según ingresos económicos.

Cuadro 4. Cobertura de disposición de excretas en grupos según ingresos económicos.

| Grupos económicos | Mecanismos “al menos básico” | | Limitado | | Sin Mejorar | | DAL | | SGFS | |
|--------------------|------------------------------|------|----------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 |
| Bajos Ingresos | 28 | 35 | 12 | 13 | 36 | 35 | 24 | 16 | 19 | 24 |
| Ingreso medio bajo | 61 | 74 | 12 | 12 | 8 | 8 | 19 | 9 | 39 | 48 |
| Ingreso medio alto | 74 | 86 | 12 | 3 | 6 | 6 | 9 | 1 | 49 | 62 |
| Altos Ingresos | 99 | >99 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 90 | 91 |
| El Mundo | 73 | 81 | 7 | 7 | 10 | 7 | 10 | 5 | 49 | 57 |

Nota. DAL: Defecación al aire libre.
FUENTE: PCM-OMS/UNICEF.

En el cuadro 5, se presenta la cobertura de disposición de excretas por grupo de países según el nivel de desarrollo.

Cuadro 5. Cobertura de disposición de excretas por grupo de países según el nivel de desarrollo.

| Grupos de desarrollo | Mecanismos “al menos básico” | | Limitado | | Sin Mejorar | | DAL | | SGFS | |
|--|------------------------------|------|----------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 | 2015 | 2022 |
| Países en desarrollo sin litoral | 41 | 45 | 11 | 16 | 27 | 29 | 21 | 15 | 29 | 32 |
| Países menos desarrollados | 34 | 41 | 15 | 16 | 32 | 29 | 20 | 13 | 22 | 27 |
| Regiones estados insulares de desarrollo | 41 | 88 | 16 | 10 | 29 | 15 | 13 | 8 | 41 | 40 |
| Países en contexto de fragilidad | 45 | 51 | 14 | 15 | 25 | 22 | 17 | 12 | 28 | 33 |
| El Mundo | 73 | 81 | 7 | 7 | 10 | 7 | 10 | 5 | 49 | 57 |

Nota 1. DAL: Defecación al aire libre.
NOTA 2. SGFS: Saneamiento gestionado en forma segura.
FUENTE: PCM-OMS/UNICEF.

Análisis de resultados

Disposición de excretas según regiones de los ODS

Del cuadro 3 se desprende que, a nivel mundial, la cobertura de disposición de excretas mediante saneamiento gestionado en forma segura avanzó de 49% a 57% entre el 2015 y el 2022, equivalente a 4.560 millones de personas.

La región de ODS, con mayor cobertura de SGFS son Australia y Nueva Zelanda con 96% y la región de Europa y Norteamérica. Oceanía no aporta datos. América Latina y El Caribe pasó de 42% al 99%, lo cual es más bajo que el promedio mundial.

Con respecto a la disposición de excretas al aire libre (DAL) a nivel mundial bajo del 10% a 5% en el mismo periodo a nivel mundial, lo cual equivale a unos 400 millones de hab.; no obstante, el PCM de la OMS/UNICEF, reportó en el Informe del Progreso de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2000-2022, una estimación entre 377 a 419 millones, en donde nueve de cada 10 personas practicaban la defecación al aire libre y eran o son de zonas rurales.

Las regiones con mayores coberturas DAL son África Sub-Sahariana, Oceanía, Asia Central Meridional con 17%, 13% y 9% respectivamente. Por otro lado, según el PCM en la región de América Latina y El Caribe, la práctica de DAL es de 1%. Sin embargo, estos datos no incluyen en la estimación de los 281 millones de migrantes en el 2020, en donde al menos en América Latina y El Caribe fue de 14,8 millones del total, los cuales en su travesía muchos practican la defecación al aire libre [20,21].

Cobertura de disposición de excretas en grupos de países, según ingresos económicos

En el cuadro 4, se presentan los datos de disposición de excretas, según los cuatro grupos de: ingresos bajos, ingresos medio bajo, ingresos medio alto y altos ingresos. Los resultados indican que el grupo de “Bajos ingresos” pasaron del 19% al 24% en SGFS y la DAL del 24% a 16% entre el 2015 al 2022.

Así mismo, en el grupo de “Ingreso medio bajo” el SGFS evolucionó del 39% al 48% en el mismo periodo, mientras que la DAL bajó de 19% al 9%.

En el grupo de naciones con “Ingresos medio alto” el SGFS pasó de 49% al 62% y la DAL bajó del 9% al 1%. En el caso de los países de “Altos ingresos” el SGFS solamente subió un punto porcentual, alcanzando un 91% en el 2022, con respecto al 2015 con un 90%. En este grupo élite la DAL es menor a 1%. Sin embargo, es menester mencionar preguntarse en donde defecan los migrantes, en países como estados Unidos de América, de origen latinoamericano como Venezuela, Cuba, Honduras y Haití, entre otros.

Coberturas de disposición de excretas en grupos de países según nivel de desarrollo

En el grupo de países menos desarrollados, para efectos de este estudio, se agrupan naciones sin litoral, países menos desarrollados, países o estados insulares en desarrollo y países en contexto de fragilidad. En este orden, en el cuadro 5, se observa que el grupo de países menos desarrollados son los de menor cobertura de SGFS, pasando de un 22% al 27%. Seguido del grupo de naciones sin litoral en desarrollo con 29% al 32%. Los países agrupados en países en contexto de fragilidad, la cobertura es muy semejante, pasando del 28% a 33% entre el 2015 al 2022.

Llama la atención que al grupo de pequeños estados insulares en desarrollo han sido los de mayor cobertura de SGFS; no obstante, entre el 2015 al 2022, bajó del 41% al 40% de cobertura.

Con respecto a la DAL, los países en desarrollo sin litoral presentan 15% de cobertura, seguidos de países menos desarrollados con 13% de DAL, después aparecen el grupo de países frágiles con 12% de DAL y con menos cobertura los países o pequeños estados insulares de desarrollo con 8% de DAL en el 2022.

Conclusiones

- La cobertura de saneamiento gestionado en forma segura a nivel mundial avanzó de 49% al 57% entre el 2015 al 2022. En el caso de los servicios calificados como “Al menos básico” pasó de 73% al 81%. Con respecto a la defecación al aire libre, bajó del 10% a 5% en el mismo periodo.

- Las naciones de ODS con SGFS son Australia y Nueva Zelanda y Europa y Norteamérica, con un 96% y 84% en el 2022, respectivamente.
- Las regiones de ODS con mayor porcentaje de la práctica de DAL son Sub-Sahariana África y Oceanía con 17% y 13% respectivamente.
- Con respecto a los grupos de países relacionados con el ingreso económico, lógicamente los de mayor cobertura SGFS, es el de altos ingresos seguido de mediano a alto ingreso. Luego, sigue el de medio bajo ingreso y por último los de bajo ingreso, pasando de 91%, 62%, 49% y 24% en el 2022, respectivamente.
- Por el contrario, la DAL es de 16%, 9%, 1% y <1% en las naciones de bajo ingreso, ingreso medio bajo, ingreso medio alto e ingreso alto, respectivamente.

Recomendaciones

Evidentemente, las desigualdades económicas repercuten en mecanismos de disposición de excretas, a nivel de las naciones a lo interno de cada país. En razón, para cumplir la meta de eliminar la práctica de la DA, es fundamental aumentar la capacidad adquisitiva de las personas, para contar al menos con servicios básicos, mediante el uso de inodoros o servicios sanitarios adecuados.

Aunado a lo anterior, es fundamental pasar de los servicios “Al menos básicos” al SGFS, para evitar la contaminación ambiental y la propagación de las enfermedades infecciosas.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Defecación al aire libre. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Defecaci%C3%B3n_al_aire_libre
- [2] iAgua. ¿Qué es una letrina?. En línea. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-letrina#:~:text=En%20este%20sentido%2C%20las%20letrinas.y%20sin%20riesgo%20de%20contaminaci%C3%B3n>.
- [3] EPA. Sistemas de tanque séptico para aplicaciones de alto caudal. En línea. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/cs-00-079.pdf>
- [4] EAAB. La infraestructura de Alcantarillado. En línea. <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la%20infraestructura%20de%20alcantarillado>
- [5] SIAPA. Alcantarillado sanitario. En línea. https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3_alcantarillado_sanitario.pdf
- [6] OMS/UNICEF. Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. En línea. <https://washdata.org/>
- [7] Wikipedia, enciclopedia libre. Objetivos de Desarrollo del Milenio. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de_Development_del_Milenio
- [8] United Nations. Objetivos y metas de Desarrollo Sostenibles. En línea. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [9] World Trade Organization. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. Meta 7c. En línea. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals_\(mdgs\)#:~:text=Meta%207C%3A%20Reducir%20a%20la.al%20acceso%20al%20agua%20potable](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals_(mdgs)#:~:text=Meta%207C%3A%20Reducir%20a%20la.al%20acceso%20al%20agua%20potable).
- [10] Global Water Partnership. Por la implementación del ODS 6 y todas sus metas. En línea. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/hoja_actonsd6.pdf
- [11] United Nations. Agua Limpia y saneamiento. En línea. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- [12] Mora Alvarado, Darner. Situación Actual del Agua para Consumo Humano y las Aguas Residuales en Costa Rica, 1991. San José, Costa Rica. Revista Biocenosis Editorial EUNED. Vol. 2; 1991: pág.71-80.
- [13] Darner Mora Alvarado; Carlos Felipe Portuguez Barquero; Pablo Cesar Rivera Navarro. Agua para uso y Consumo Humano y Saneamiento en Costa Rica al 2022. Informe preliminar. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2023: pág. 1.18.



- [14] Mora Alvarado Darner; Portuguez Barquero Carlos F. Programa Nacional para Disminuir las Brechas en el Acceso de los Servicios de Agua Potable: 2019-2023. AyA, LNA; 2019: pág. 1-19.
- [15] We Are Water ¿De qué hablamos cuándo hablamos de saneamiento?. En línea. https://www.wearewater.org/es/de-que-hablamos-cuando-hablamos-de-saneamiento_346711
- [16] UNICEF-JMP-World Health. Progres son Household Drinking Water, Sanitation and Higiene. ISBN 978-92-4-007692-1. New York; 2023.
- [17] UNICEF. Avances en agua potable, saneamiento e higiene: especial atención a las desigualdades, 2000-2017. En línea. <https://www.unicef.org/nicaragua/informes/avances-en-agua-potable-saneamiento-e-higiene-especial-atenci%C3%B3n-las-desigualdades-2000>
- [18] Joint Monitoring Programe. Progresos en Materia de Agua para Consumo, Saneamiento e Higiene en los hogares 2000-2020; 2022: pág. 1-88.
- [19] OMS. Las mujeres y las niñas cargan con la peor parte de la crisis del agua y el saneamiento-nuevo informe de UNICEF y la OMS; 2023: sp.
- [20] Darner A. Mora Alvarado. Defecación a cielo abierto. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; noviembre 2023: pág. 1-2.
- [21] OIM-ONU Migración. Informe sobre migraciones en el mundo 2020. En línea. <https://worldmigrationreport.iom.int/wmr-2020-interactive/?lang=ES#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20estimaci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20reciente,en%20las%20%C3%BAltimas%20cinco%20d%C3%A9cadas>.

Pandemia-sindemia de la Covid-19 en América al 30/08/2023

Covid-19 pandemic-syndemia in America as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en América al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 183-197.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7096>

¹ Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

América; Covid-19; evolución; letalidad; pandemia.

Resumen

El presente estudio describe la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19 en América al 30/08/2023, el cual cubre desde la declaración de la pandemia por parte de la OMS el 11/03/2020, la declaración del fin de la emergencia sanitaria al 06/05/2023 y un periodo de unos cuatro meses más de endemia, hasta la fecha del 30/08/2023. Los resultados de los indicadores de casos confirmados, casos por 100.000 hab., muertes, muertes/millón de hab., y la letalidad en los 35 países, indican que la nación más impactada es Perú con 6.565,65 muertes/millón de hab., seguidos por EUA con 3.391,83, Brasil 3.287,79, Chile con 3.160,80 y Trinidad y Tobago con 2.877,40/millón de hab. Los países con mayores tasas de mortalidad son: Perú con 4,9%, México 4,38%, Ecuador 3,37%, Trinidad y Tobago 2,79% y Paraguay 2,71%. En el caso de Costa Rica las muertes/millón de hab., era de 1.820,08 con una tasa de letalidad de 0,76%. Por otro lado, un dato sobresaliente es que la nación con más casos confirmados y muertes es EUA, con 103.436.829 y 1.127.152 respectivamente. Sin embargo, el país más impactado en muertes/millón de hab., fue Perú como se indicó anteriormente. No obstante, se recomienda establecer un sistema cuantitativo utilizando los valores de los indicadores del número de casos/100.000 hab., muertes/100.000 hab. y las tasas de letalidad, para identificar los países más impactados por continentes y a nivel mundial.

Keywords

America; Covid-19; evolution; lethality; pandemic.

Abstract

The present study describes the evolution of the Covid-19 pandemic-syndemic in America as of 08/30/2023, which covers from the declaration of the pandemic by the WHO on 03/11/2020, the declaration of the end of the health emergency on 05/06/2023 and a period of about four more months of endemicity, until the date of 08/30/2023. The results of the indicators of confirmed cases, cases per 100,000 inhabitants, deaths, deaths/million inhabitants, and fatality in the 35 countries, indicate that the most impacted nation is Peru with 6,565.65 deaths/million inhabitants, followed by the USA with 3,391.83, Brazil 3,287.79, Chile with 3,160.80 and Trinidad and Tobago with 2,877.40/million inhabitants. The countries with the highest mortality rates are: Peru with 4.9%, Mexico 4.38%, Ecuador 3.37%, Trinidad and Tobago 2.79% and Paraguay 2.71%. In the case of Costa Rica, the deaths/million inhabitants was 1,820.08 with a fatality rate of 0.76%. On the other hand, an outstanding fact is that the nation with the most confirmed cases and deaths is the USA, with 103,436,829 and 1,127,152 respectively. However, the country most impacted in deaths/million inhabitants was Peru, as indicated above. However, it is recommended to establish a quantitative system using the values of the indicators of the number of cases/100,000 inhabitants, deaths/100,000 inhabitants. and fatality rates, to identify the most impacted countries by continent and globally.

Introducción

El continente americano es habitado por una población estimada de 970.040.000 hab, distribuidos en 42.549.000 Km², para una densidad poblacional de 22,8 hab/Km² [1] y dividido en 35 países muy heterogéneos y con grandes desigualdades. La pandemia de la Covid-19 es una sindemia,

debido a la sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades o enfermedades crónicas de las personas afectadas en medio de inequidades sociales de las respectivas poblaciones [2]. En este sentido, la Covid-19 califica como una sindemia, la cual es más que una pandemia. La detección del primer caso de la enfermedad en América se presentó en EUA, el 21/01/2020, en un hombre originario del estado de Washington que recientemente había viajado a China [3], en donde se originó el coronavirus SARS-CoV-2 [4]. Luego la OMS, declaró una emergencia de salud pública de preocupación el 30 de enero de 2020 [5]. Más tarde, el 11/03/2020, cuando en tres meses se habían reportado más de 120 mil casos, en 114 países y las muertes llegaban a 4.000, la epidemia de la Covid-19, la OMS declaró la pandemia [6].

Fundamentados en la estrategia, titulada “De los escritos a los hechos” en el Laboratorio Nacional de Aguas, se han desarrollado al menos 230 artículos y varios estudios, entre ellos “Estaciones climáticas y la sindemia de la Covid-19 en América Latina” [7] y “Sindemia por Covid-19 en América al 31/10/2021” [8].

En este contexto, el presente estudio es complementario y describe la evolución de la Covid-19 al 30/08/2023, abarcando desde la declaración y el fin de la pandemia del 11/03/2020 al 06/05/2023, además del paso de la pandemia a endemia [9], cubriendo la evolución al 30/08/2023.

Objetivos

General

Describir la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19, causado por el coronavirus SARS-CoV-2 en 35 países de América al 30/08/2023, mediante la recopilación de datos reportados, en tiempo real por la Universidad de John Hopkins, datosmacro.com, Statista y otras aplicaciones virtuales, con el propósito de dejar un legado histórico, para el presente y futuras generaciones para abordar las próximas pandemias.

Específicos

- Determinar y definir las estimaciones de población, los casos confirmados por Covid-19, casos/100.000 hab., muertes, muertes/millón hab. y las tasas de letalidad en los 35 países continentales e insulares en América al 30/08/2023.
- Analizar la evolución de la pandemia al 30/08/2023 en cada nación.
- Definir los avances en la vacunación completa o con al menos dos dosis, contra la Covid-19.
- Comparar los datos epidemiológicos de América con los otros continentes: Europa, Asia, África y Oceanía en el contexto mundial.
- Determinar el top 5 de los países menos y más impactados, con respecto a los casos confirmados, casos 100.000 hab., muertes, muertes/millón hab, letalidad y los porcentajes de vacunación en América al 30/08/2023.



Metodología

Para cumplir con los objetivos, se aplicaron los siguientes pasos:

Países estudiados

La ubicación de las naciones estudiadas en América se presenta mediante dos mapas. El primero es la ubicación de América en el mundo [10] y el segundo el mapa político de las 35 naciones continentales e insulares [11].

Datos epidemiológicos

Los datos de los casos confirmados, casos/100.000 hab., muertes, muertes/millón de hab y avances porcentuales de vacunación completa, se obtuvieron de datosmacro.expansion.com [12].

Las tendencias de las curvas de evolución, con sus respectivas olas, se aportaron con datos de la aplicación La República.com [13].

Los cálculos de la letalidad del SARS-CoV-2, se estimaron mediante la proporción de las muertes totales/casos confirmados por Covid-19 por 100.

Evolución de la pandemia al 30/08/2023

La evolución de la pandemia se definió mediante los indicadores sanitarios al 30/08/2023, mencionados en el punto 3.2.

Avances en la vacunación completa contra la Covid-19

Los datos de los avances de la vacunación se obtuvieron de datosmacro.com.

Comparación de la Covid-19 por continentes

La comparación de los datos de la Covid-19 entre América y los otros continentes, se realiza mediante los datos aportados en los estudios de la evolución de la Covid-19 de Europa, Asia, África, Oceanía [14,15,16,17], con los de América al 30/08/2023. Los datos comparativos son: casos confirmados, muertes, muertes/millón de hab. y letalidad.

Periodo del estudio

La extensión del periodo del estudio abarca, desde la declaración de la pandemia, por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11/03/2020 al 06/05/2023, fecha en que la OMS declaró el fin de la emergencia sanitaria o el “fin de la pandemia” [18] y además se incluyó alrededor de tres meses más con el propósito de cubrir la transición de la pandemia a la endemia [19] en las diferentes latitudes del mundo.

Países menos y más impactados por la Covid-19 en América

Mediante la identificación de los cinco países con menos o mayores datos en: número de casos confirmados por Covid-19, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidad por el virus SARS-CoV-2. Aunado a esto, como complemento se incluyen las naciones con menor o mayor densidad poblacional.

Resultados

Antes de presentar los resultados de la evolución de la Covid-19 en América, es importante recalcar que esta enfermedad es calificada como una sindemia, debido a la interacción o sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades a las enfermedades crónicas de los pacientes, donde “1 más 1 es más que dos”, sobre todo en contextos sociales de inequidades en las poblaciones de cada país [20]. Dichas comorbilidades son: hipertensión, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer, entre otros [21,22].

Ubicación de los países estudiados de América

En el siguiente mapa se ubican las 35 naciones estudiadas en América.



Figura 1. Ubicación de América en el mundo. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/América>



Figura 2. Mapa con los países continentales e insulares de América.
Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/408842472401229181/>

Datos de la evolución de la Covid-19 en América.

Matriz de los datos epidemiológicos de la Covid-19 por países en América.

En el cuadro 1, se presentan los datos de poblaciones, densidades, casos confirmados, casos/100.000 hab., muertes, muertes/millón de hab., letalidades y avances en la vacunación con al menos dos dosis contra la Covid-19.

Cuadro 1. Datos de la Covid-19 por país en América al 30/08/2023.

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos por 100.000 hab. | Muertes | Muertes/millón de hab. | Letalidad % | Vacunación % de cobertura |
|--------------------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------|-----------|------------------------|-------------|---------------------------|
| Antigua y Barbuda | 92.436 | 208,85 | 9.106 | 98.511,40 | 146 | 1566,2 | 1,6 | 66,92 |
| Argentina | 46.049.403 | 16,56 | 10.044.975 | 218.134,75 | 130.472 | 2.849,19 | 1,3 | 76,18 |
| Bahamas | 392.718 | 25,21 | 38.084 | 96.975,44 | 844 | 2.069,40 | 2,22 | 40,93 |
| Barbados | 279.912 | 642,00 | 109.503 | 391.205,09 | 620 | 2.204,84 | 0,57 | 55,13 |
| Belice | 380.010 | 17,79 | 70.782 | 186.263,52 | 688 | 1.600,00 | 0,97 | 51,49 |
| Brasil | 216.307.512 | 11,09 | 37.717.062 | 174.367,80 | 704.782 | 3.287,79 | 1,87 | 82,19 |
| Bolivia | 12.186.079 | 25,00 | 1.206.420 | 98.999,80 | 22.399 | 1.854,30 | 1,86 | 51,00 |
| Canadá | 38.781.290 | 3,92 | 4.697.504 | 121.128,10 | 53.144 | 1.365,20 | 1,13 | 81,59 |
| Chile | 17.574.003 | 26,40 | 6.378.000 | 632.922,40 | 61.640 | 3.160,80 | 1,16 | 90,80 |
| Colombia | 52.215.503 | 45,73 | 5.388.055 | 103.188,80 | 142.961 | 2.770,08 | 2,24 | 71,73 |
| Costa Rica | 5.044.197 | 102,12 | 1.238.883 | 245.605,60 | 9.428 | 1.820,08 | 0,76 | 84,15 |
| Cuba | 10.985.974 | 101,10 | 1.115.064 | 101.498,77 | 8.530 | 757,79 | 0,76 | 88,12 |
| Dominica | 59.249 | 107,00 | 15.760 | 265.827,30 | 74 | 1.021,93 | 0,47 | 42,34 |
| Ecuador | 18.486.390 | 72,00 | 1.069.114 | 57.832,10 | 36.042 | 2.029,73 | 3,37 | 80,20 |
| El Salvador | 6.486.023 | 300,64 | 301.785 | 31.110,70 | 4.230 | 669,94 | 2,10 | 68,80 |
| EUA | 339.444.281 | 32,80 | 103.486.829 | 304.871,30 | 1.127.152 | 3.391,83 | 1,09 | 69,40 |
| Granada | 112.003 | 326,00 | 19.693 | 175.825,65 | 238 | 1.909,96 | 1,21 | 31,32 |
| Guatemala | 18.917.714 | 173,73 | 1.271.061 | 67.188,88 | 20.235 | 1.182,66 | 1,59 | 41,65 |
| Guyana | 743.649 | 3,78 | 73.385 | 98.686,89 | 1.299 | 1.614,53 | 1,77 | 47,48 |
| Haití | 11.470.261 | 408,14 | 34.301 | 2.990,43 | 860 | 75,13 | 2,51 | 3,06 |
| Honduras | 10.618.565 | 94,39 | 474.566 | 44.692,11 | 11.127 | 1.099,83 | 2,34 | 57,86 |
| Jamaica | 2.820.982 | 266,00 | 136.850 | 483.599,70 | 3.596 | 1.312,41 | 2,3 | 27,74 |
| México | 129.975.529 | 57,00 | 7.653.355 | 58.883,12 | 334.336 | 2.638,69 | 4,38 | 64,60 |
| Nicaragua | 6.624.554 | 54,97 | 15.984 | 2.412,84 | 245 | 35,76 | 1,53 | 89,29 |
| Panamá | 4.279.000 | 57,00 | 1.047.321 | 244.708,35 | 8.752 | 1.988,39 | 0,83 | 72,95 |
| Paraguay | 6.109.644 | 15,02 | 735.759 | 120.425,84 | 19.961 | 2.714,67 | 2,71 | 48,23 |
| Perú | 33.788.589 | 26,82 | 4.517.034 | 420.188,11 | 221.364 | 6.565,65 | 4,9 | 85,12 |
| Rep. Dominicana | 10.750.028 | 222,12 | 667.048 | 62.051,00 | 4.384 | 394,32 | 0,66 | 55,00 |
| San Cristóbal y Nieves | 54.961 | 164,00 | 6.607 | 120.212,51 | 2.021 | 966,36 | 0,7 | 56,72 |
| Santa Lucía | 183.629 | 283,20 | 30.052 | 163.656,07 | 409 | 2.276,64 | 1,35 | 30,60 |
| San Vicente y Granadinas | 109.600 | 300,00 | 9.631 | 87.874,09 | 124 | 1.188,51 | 1,29 | 30,32 |
| Surinam | 595.000 | 363,00 | 825,88 | 138.801,96 | 1.408 | 2.296,96 | 1,7 | 38,61 |
| Trinidad y Tobago | 1.363.985 | 264,00 | 191.496 | 140.394,50 | 4.300 | 2.877,40 | 2,79 | 46,99 |
| Uruguay | 3.416.264 | 20,00 | 1.038.774 | 304.067,04 | 7.634 | 2.228,08 | 0,73 | 84,73 |
| Venezuela | 30.518.260 | 35,70 | 552.695 | 18.110,30 | 628 | 207,66 | 1,06 | 53,07 |
| Totales | 1.037.217.197 | 4.873,08 | 191.363.364 | 18.450 | 2.946.073 | 2.840 | 1,54 | 2066,31 |

Fuente: datosmacro.com y cálculos del autor en las letalidades.

Figuras sobre la evolución de las olas de la Covid-19, según países

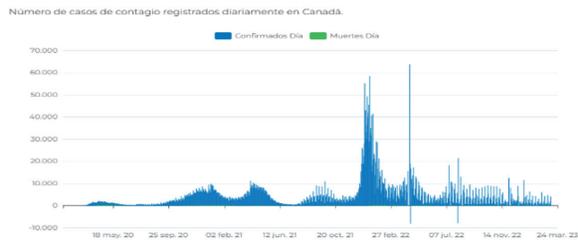


Figura 3. Evolución de la Covid-19 en Canadá. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/canada>

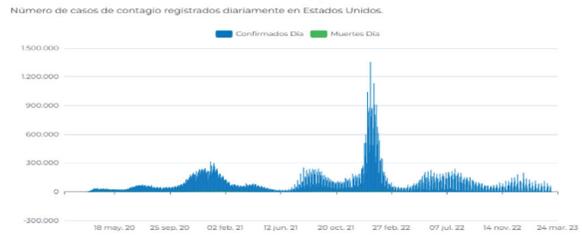


Figura 4. Evolución de la Covid-19 en EUA. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/estados-unidos>



Figura 5. Evolución de la Covid-19 en México. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/mexico>



Figura 6. Evolución de la Covid-19 en Belice. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/belice>

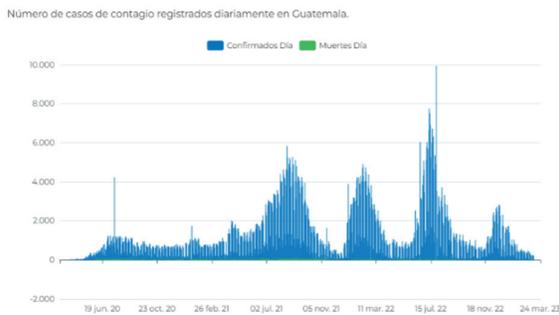


Figura 7. Evolución de la Covid-19 en Guatemala. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/guatemala>



Figura 8. Evolución de la Covid-19 en El Salvador. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/el-salvador>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Honduras.

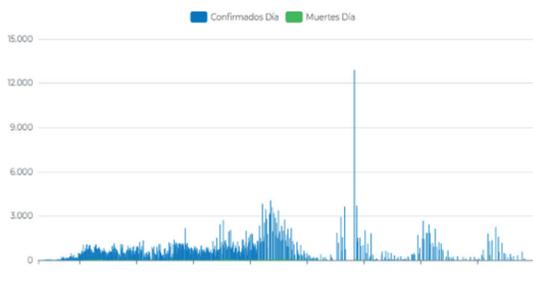


Figura 9. Evolución de la Covid-19 en Honduras. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/honduras>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Nicaragua.

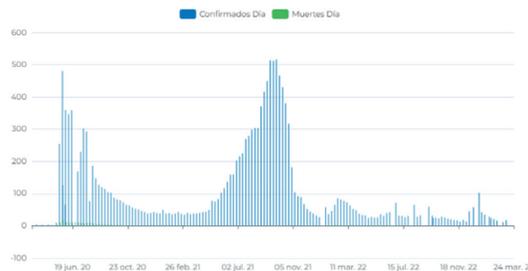


Figura 10. Evolución de la Covid-19 en Nicaragua. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/nicaragua>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Costa Rica.

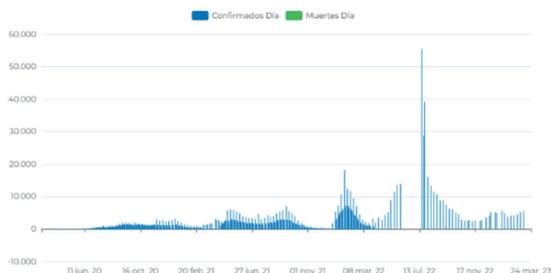


Figura 11. Evolución de la Covid-19 en Costa Rica. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/costa-rica>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Panamá.

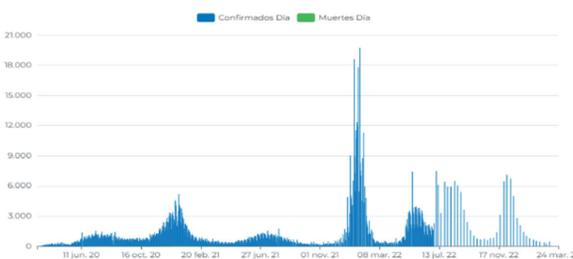


Figura 12. Evolución de la Covid-19 en Panamá. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/panama>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Colombia.

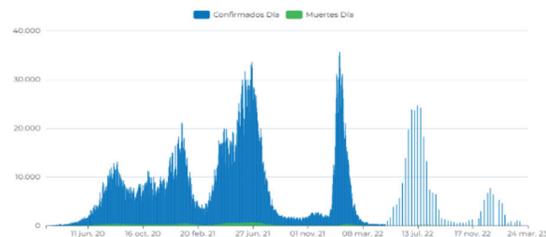


Figura 13. Evolución de la Covid-19 en Colombia. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/colombia>

Número de casos de contagio registrados diariamente en Ecuador.



Figura 14. Evolución de la Covid-19 en Ecuador. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/ecuador>



Figura 15. Evolución de la Covid-19 en Brasil. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/brasil>

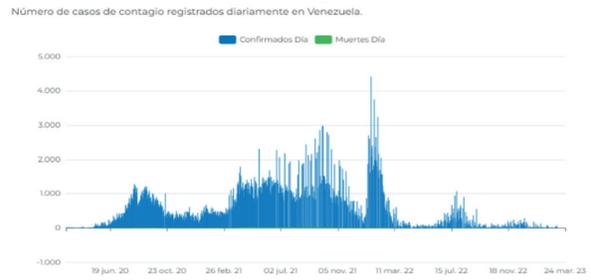


Figura 16. Evolución de la Covid-19 en Venezuela. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/venezuela>



Figura 17. Evolución de la Covid-19 en Perú. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/perú>



Figura 18. Evolución de la Covid-19 en Paraguay. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/paraguay>

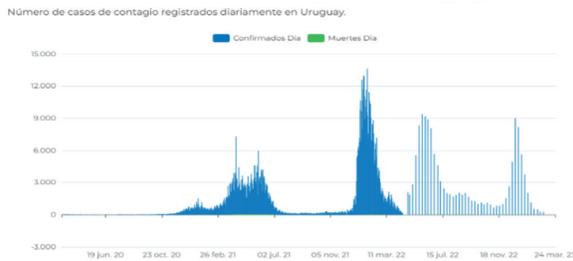


Figura 19. Evolución de la Covid-19 en Uruguay. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/uruguay>



Figura 20. Evolución de la Covid-19 en Argentina. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/argentina>



Figura 21. Evolución de la Covid-19 en Chile. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/chile>



Figura 22. Evolución de la Covid-19 en Guyana. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/guyana>

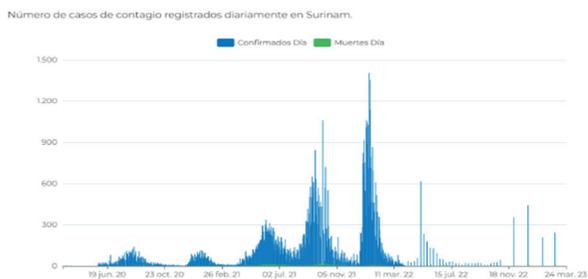


Figura 23. Evolución de la Covid-19 en Surinam. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/surinam>



Figura 24. Evolución de la Covid-19 en Bolivia. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/bolivia>



Figura 25. Evolución de la Covid-19 en Cuba. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/cuba>



Figura 26. Evolución de la Covid-19 en Granada. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/granada>

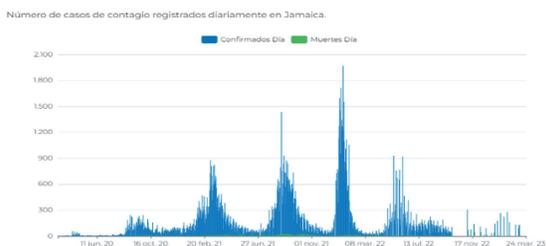


Figura 27. Evolución de la Covid-19 en Jamaica. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/jamaica>



Figura 28. Evolución de la Covid-19 en Antigua y Barbuda. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/antigua-y-barbuda>



Figura 29. Evolución de la Covid-19 en San Vicente y Granadinas. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/san-vicente-y-granadinas>



Figura 30. Evolución de la Covid-19 en Santa Lucía. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/santa-lucia>



Figura 31. Evolución de la Covid-19 en Bahamas. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/bahamas>



Figura 32. Evolución de la Covid-19 en Dominica. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/dominica>



Figura 33. Evolución de la Covid-19 en San Cristóbal y Nieves. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/san-cristobal-y-nieves>

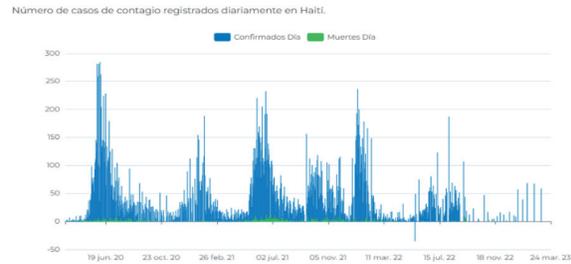


Figura 34. Evolución de la Covid-19 en Haití. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/haiti>

Avances en la vacunación completa contra la Covid-19

El avance porcentual en la vacunación con al menos dos dosis se incorpora en el cuadro 1.

Comparación de la Covid-19 por continentes al 30/08/2023

En el siguiente cuadro 2, se presentan las poblaciones, casos confirmados, muertes y letalidad, en América, Europa, Asia, África y Oceanía en el contexto mundial.

Cuadro 2. La Covid-19 por continentes al 30/08/2023.

| Continente | Población | Casos confirmados | Muertes | Letalidad % |
|------------|---------------|-------------------|------------|-------------|
| América | 1.037.217.197 | 191.363.364 | 2.946.073 | 1,54 |
| Europa | 858.770.294 | 269.497.390 | 2.598.384 | 0,96 |
| Asia | 4.877.581.454 | 334.221.371 | 2.071.740 | 0,62 |
| África | 1.429.441.786 | 12.562.881 | 250.848 | 2,00 |
| Oceanía | 321.297.444 | 21.013.179 | 189.862 | 0,90 |
| Totales | 7.994.121.772 | 776.036.670 | 7.312.156* | 0,94 |

*A estos datos se le restan los datos de los países transcontinentales, que se sumaron en dos continentes.

Periodo del estudio

Se ratifica que el presente estudio, aborda el periodo de 38 meses de la pandemia y cerca de 4 meses de la transición a endemia al 30/08/2023.

Países con menor y mayor impacto sanitario (Top 5)

En el cuadro 3, se presentan los cinco países con menor y mayor casos confirmados, casos/100.000 hab., muertes, muertes/millón de hab., y las letalidades causadas por el SARS-CoV-2 en los 35 países estudiados.

Cuadro 3. Países menos y más impactados, según los datos sanitarios por la Covid-19 al 30/08/2023.

| Países con menor número de casos confirmados | | Países con mayor número de casos confirmados | |
|--|-----------|--|-------------|
| San Cristóbal y Nieves | 6.607 | EUA | 103.486.829 |
| Antigua y Barbados | 9.106 | Brasil | 37.717.062 |
| San Vicente y Granadinas | 9.631 | Argentina | 10.044.975 |
| Dominica | 15.760 | México | 7.653.355 |
| Nicaragua | 15.984 | Chile | 6.378.000 |
| Países con menor casos/100.000 hab. | | Países con mayores casos/100.000 hab. | |
| Nicaragua | 2.412,84 | Chile | 638.922,40 |
| Haití | 2.990,43 | Jamaica | 483.599,70 |
| Venezuela | 18.110,30 | Perú | 420.188,11 |
| El Salvador | 31.110,70 | Barbados | 391.205,09 |
| Honduras | 44.692,11 | EUA | 304.871,30 |
| Países con menor muertes | | Países con mayores muertes | |
| Dominica | 74 | EUA | 1.127.152 |
| San Vicente y Granadinas | 124 | Brasil | 704.782 |
| Antigua y Barbados | 146 | México | 334.336 |
| Granada | 238 | Perú | 221.364 |
| Nicaragua | 245 | Colombia | 142.966 |
| Países con menor muertes/100.000 hab. | | Países con mayores muertes/100.000 hab. | |
| Nicaragua | 36,76 | Perú | 6.565,65 |
| Haití | 75,13 | EUA | 3.391,83 |
| Venezuela | 207,66 | Brasil | 3.287,79 |
| Rep. Dominicana | 394,32 | Chile | 3.160,80 |
| El Salvador | 669,94 | Trinidad y Tobago | 2.877,40 |
| Países con menor letalidad | | Países con mayor letalidad | |
| Dominica | 0,47% | Perú | 4,90% |
| Barbados | 0,57% | México | 4,38% |
| Rep. Dominicana | 0,66% | Ecuador | 3,37% |
| San Cristóbal y Nieves | 0,70% | Trinidad y Tobago | 2,79% |
| Uruguay | 0,73% | Paraguay | 2,11% |

Nota: El promedio mundial de letalidad es de 0,90% al 30/08/2023.

Análisis de resultados

- La población total estimada de los 35 países de América suma 1.037.217.197 hab. Los países con mayor densidad son: Barbados con 642,00 hab./Km²; Haití 408,14; Surinam 363,00, Granada 326,00 y El Salvador 300,64 hab./Km².
- El número total de casos confirmados por Covid-19 al 20/08/2023 fue de 191.363.364. Los casos/100.000 hab., fue de 18.450. Las muertes/millón de hab., fue de 2.840 y la letalidad promedio de 1,54%.
- La comparación de los datos o indicadores sanitario de América con otros continentes indican que: el total de la población mundial estimada era de 7.994.121.772, en lugar de 8.000 millones alcanzados en el 2022, debido a que nuestros datos no incluyen los territorios aun no definidos como países. Los casos confirmados eran de 776.036.070 y muertes.
- América es el continente más impactado, ocupando el primer lugar en muertes absolutas a nivel mundial, en donde los EUA llegó a 103.486.289 casos confirmados con 1.127.152 muertes. Sin embargo, el país más impactado por la Covid-19 fue Perú con 6.568,65 muertes/millón de hab., superando al mismo EUA con 3.391,83 muertes/millón de hab.
- Con respecto a los cinco países con menor número de casos son: San Cristóbal y Nieves, Antigua y Barbados, San Vicente y Granadinas, Dominica y Nicaragua. Por el contrario, los países con mayor número de casos son: EUA, Brasil, Argentina, México y Chile.
- Los cinco países con menos casos/100.000 hab., fueron: Nicaragua, Haití, Venezuela, El Salvador y Honduras. Por su parte, los países con mayores casos/100.000 hab., son Chile, Jamaica, Perú, Barbados y EUA.
- Los países con menor muertes fueron: Dominica, San Vicente y Granadinas, Antigua y Barbuda, Granada y Nicaragua. Por el contrario, los países con más muertes fueron y son: EUA, Brasil, México, Perú y Colombia.
- Las naciones con menos muertes/millón de hab., fueron Nicaragua, Haití, Venezuela, Rep. Dominicana y El Salvador. Caso contrario los países con más muertes/millón de hab., son: Perú, EUA, Brasil, Chile y Trinidad y Tobago.
- Los países con menores tasas de letalidad fueron: Dominica, Barbados, Rep. Dominicana, San Cristóbal y Nieves y Uruguay. Las naciones con mayor tasa de letalidad fueron: Perú, México, Ecuador, Trinidad y Tobago y Paraguay.
- Los países con menor cobertura de vacunación completa son Haití con 3,06%, Jamaica 27,74%, San Vicente y Granadinas 30,32%, Santa Lucía 30,60% y Granada 31,32%. Por su parte, las naciones con mayor avance en la vacunación fueron Chile, Nicaragua, Cuba, Perú y Uruguay.
- Con respecto, a nuestro país Costa Rica, los casos confirmados al 30/08/2023 fue 1.238.883, con 245.605,60 casos/100.000 hab., las muertes eran de 9.428, las muertes/millón de hab. era de 1.820,08, alcanzando una cobertura de vacunación completa de 84,15%, ocupando el sexto lugar en América. La letalidad fue de 0,76%, la cual fue más bajo que la tasa promedio mundial de 0,94%.

Conclusiones

- América resultó ser el continente más impactado por la Covid-19.



- El país más impactado en el continente con respecto a las muertes/millón de hab., ha sido Perú con 6.565,6, seguido por EUA con 3.391,79 y Brasil con 3.287,79.
- Paradójicamente la nación con más casos confirmados y muertes por Covid-19 es EUA.
- El país con mayor letalidad ha sido Perú con 4,90%, seguido por México con 4,38%.

Recomendaciones

Debido a que el continente americano fue el más impactado por la crisis sanitaria de la Covid-19, es importante desarrollar estudios profundos para identificar las causas, sobre todo que paradójicamente el país con el mayor índice de seguridad global de la salud, los EUA, acumulara más de un millón de muertes, ocupando el primer lugar en mortalidad absoluta asociada a la Covid-19 [23]. Además, para efectos prácticos, en un próximo estudio abordaremos la creación de un “Sistema de evaluación del impacto sanitario por naciones en el mundo”

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. América. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9rica>
- [2] Richard Hinton. Offline: Covid-19 is not a pandemic. The Lancet. En línea. <https://www.thelancet.com/coronavirus/collection?artLbfield=Articles&filterModify=true&Ppub=%5B20200216+TO+20210216%5D&ContribAuthorStored=Khunti%2C+Kamlesh&startPage=4&ContentItemCategory=Comment&pageSize=25>
- [3] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en Estados Unidos. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_los_Estados_Unidos
- [4] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en República Popular China. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID19_en_la_Rep%C3%BAblica_Popular_China
- [5] Infosalus. La OMS declara el brote de coronavirus como emergencia sanitaria internacional. En línea. <https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-oms-declara-brote-coronavirus-emergencia-sanitaria-internacional-20200130213338.html>
- [6] OPS/OMS. La OMS caracteriza a Covid-19 como una pandemia. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- [7] Darner A. Mora. Estaciones climáticas y la Covid-19 en América Latina. Revista Tecnología en Marcha. Número especial Covid-19. Vol. 35 especial-Covid-19; 2022. Pág. 31-44.
- [8] Darner A. Mora Alvarado. Sindemia por Covid-19 en América al 31/10/2021. Revista Tecnología en Marcha. Vol. 35 especial. Covid-19;2020: pág. 94-106.
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. Endemia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Endemia>
- [10] Wikipedia la enciclopedia libre. América. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9rica>
- [11] Pinterest. Mapa de países de América. En línea. <https://www.pinterest.es/pin/408842472401229181/>
- [12] Datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/>
- [13] La República.co. Covid-19. En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19>
- [14] Darner A. Mora Alvarado. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Europa al 30/08/2023. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; 2023.
- [15] Darner A. Mora Alvarado. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; 2023.
- [16] Darner A. Mora Alvarado. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; 2023.
- [17] Darner A. Mora Alvarado. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Oceanía al 30/08/2023. Laboratorio Nacional de Aguas; La Unión, Cartago; 2023.
- [18] OMS. La OMS declaró el fin de la emergencia global por Covid. Infobae. En línea. <https://www.infobae.com/salud/2023/05/05/la-oms-declaro-el-fin-de-la-emergencia-sanitaria-por-covid/#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la,debe%20gestionarse%20como%20otras%20enfermedades>

- [19] National Geographic. Pandemia, endemia y epidemia ¿qué son y en qué se diferencian?. En línea. <https://www.nationalgeographic.com/ciencia/2022/08/pandemia-endemia-y-epidemia-que-son-y-en-que-se-diferencian>
- [20] Felix J. Rosenberg. Desigualdades sociales, inequidades en salud, Covid-19 y los objetivos de desarrollo sostenible. Rev. Anales de la Facultad de Medicina. Versión impresa ISSN 1025-5583. vol.82. n°4. Lima oct/dic.2021: sp.
- [21] OPS/OMS. Covid-19 y comorbilidades en las Américas: Herramienta práctica para estimar la población con mayor riesgo y riesgo alto de Covid-19 grave debido a afecciones de salud subyacentes en las Américas. En línea. <https://www.paho.org/es/documentos/covid-19-comorbilidades-americas-herramienta-practica-para-estimar-poblacion-con-mayor>
- [22] Raúl Aguilera Rodríguez; Luis E. Almaguer Medina. Comorbilidades y gravedad clínica de la Covid-19: revisión sistemática y meta-análisis. Revista Habanera de Ciencias Médicas. Versión On-line ISSN 1729-5194. Vol.19. Supl.1. La Habana 2020. Epub-10 de junio-2020: pág. 1-10.La Habana 2020.
- [23] NFT Johns Hopkins. GHS Index Global Health Security Index. Índice de GHS Índice Mundial de Seguridad Sanitaria; 2019: pág. 1-51.

Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Europa al 30/08/2023

Covid-19 pandemic-syndemic in Europe as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Pandemia-sindemia de la Covid-19 en Europa al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 198-212.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7106>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Europa; países; pandemia; sanitario; letalidad.

Resumen

El presente estudio es el complemento elaborado a mediados de la pandemia, titulado “Sindemia de la Covid-19 en Europa a octubre 2021”, precisamente un mes antes del descubrimiento en Sudáfrica de la variante Ómicron del coronavirus SARS-CoV-2. Los resultados de los 48 países de Europa indican que si bien es cierto: República Checa, Rusia, Reino Unido, Italia y Alemania fueron los países con más muertes absolutas asociadas a la Covid-19, la aplicación del “Índice del Impacto Sanitario-Covid-19”, indican que al aplicar las tasas de casos confirmados/100.000 hab, muertes/millón de hab y las letalidades del SARS-CoV-2, los países más impactados sanitariamente fueron Croacia, Bosnia y Herzegovina.

Keywords

Europe; countries; pandemic; sanitary; lethality.

Abstract

The present study is the complement prepared in the middle of the pandemic, titled “Covid-19 Syndemic in Europe as of October 2021”, precisely one month before the discovery in South Africa of the Omicron variant of the SARS-CoV-2 coronavirus. The results of the 48 countries in Europe indicate that although it is true: the Czech Republic, Russia, the United Kingdom, Italy and Germany were the countries with the most absolute deaths associated with Covid-19, the application of the “Health Impact Index-Covid -19”, indicate that when applying the rates of confirmed cases/100,000 inhabitants, deaths/million inhabitants and the fatalities of SARS-CoV-2, the countries most impacted in terms of health were Croatia, Bosnia and Herzegovina.

Introducción

Europa es un continente ubicado en el hemisferio norte y mayoritariamente en el hemisferio oriental; tiene una superficie de 10.530.751 Km², con una población estimada de 742.272.640 hab, para una densidad de 71 hab/Km². Está conformado por 50 países de los cuales 7 son transcontinentales, distribuidos en las siguientes regiones o subdivisiones: Europa del Norte, Europa del Sur, Europa del Este, Europa del Oeste y Europa Central [1,2]. Este continente es el cuarto más poblado después de Asia, África y América, con el 10,03% de la población mundial [3]. En la figura 1 y 2, se presentan la ubicación de Europa en el mundo y las subdivisiones por regiones.



Figura 1. Europa en el mundo. Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Europa>



Figura 2. Mapa por regiones de Europa. Fuente. <https://www.alamy.es/imagenes/mapa-de-europa-occidental.html?sortBy=relevant>

En este contexto, la crisis sanitaria, económica y social causado por la Covid-19, cuyo agente infeccioso es el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, originario en Wuhan, capital de la provincia de Hubei en la República Popular de China [4,5,6], el cual ingresó a Europa con el primer caso detectado el 25 de enero del 2020 en Francia, en un hombre de 80 años procedente de Hubei. El 14 de febrero murió un turista chino en París, al que se atribuyó el primer muerto por Covid-19 fuera de Asia [7]. No obstante, posteriormente se descubrió que el primer fallecido sucedió en la ciudad de Valencia, España el 13 de febrero infectado por el SARS-CoV-2, contraído en Nepal [8]. Luego, la Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró la emergencia como pandemia el 11 de marzo del 2020 [9]. Después, en el marco de la “Estrategia de los Escritos a los Hechos”, establecida por el Laboratorio Nacional de Aguas de Costa Rica, se desarrolló el estudio, titulado “Sindemia de la Covid-19 en Europa a octubre 2021”, en donde se presenta la comparación de Europa con los otros continentes al 24/10/2021, y se contabilizaban 72.902.239 casos confirmados, con 1.379.920 fallecidos para una letalidad de 1,89%, ocupando el segundo lugar después de América y por encima de Asia, África y Oceanía [10]. En ese mismo orden de cosas, el suscrito como Director del Laboratorio Nacional de Aguas, mediante la elaboración de los escritos (435), entre ellos los de las 50 naciones de Europa [11,12].

A la luz de estos antecedentes, el presente estudio incluye la evolución total de la pandemia del 11/03/2020 al 05/05/2023, en el periodo de transición de la pandemia a la endemia, cubriendo hasta el 08/08/2023, incluyendo la evolución con la aparición de la variante ómicron descubierta en Sudáfrica en noviembre del 2021, la cual es más contagiosa, pero con síntomas menos graves [13,14].

Objetivos

General

Analizar la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19, en Europa al 30/08/2023, mediante el estudio de las 50 naciones del continente y la aplicación del Índice del Impacto de la Covid-19 en cada nación y los factores de riesgo implícitos en la gravedad de la enfermedad.

Específicos

- Investigar los principales datos relacionados con la Covid-19 en los 50 países europeos estudiados.

- Analizar la evolución de las olas de la pandemia en cada nación europea.
- Aplicar el Índice del Impacto sanitario de la Covid-19 en cada país de Europa.
- Comparar los datos de casos confirmados, muertes y letalidades por el SARS-CoV-2 por continentes.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio de la evolución de la Covid-19 en Europa, se aplicaron los siguientes pasos:

Recolección de datos relacionados con la Covid-19

La recolección de datos sobre la Covid-19, se obtuvieron de las plataformas digitales de:

- Datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/> [15]
- De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/> [16]
- De JHU CSSE Covid-19. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/> [17]
- Statista. GmbH. Portal de estadísticas. Alemania. En línea. <https://es.statista.com/> [18]
- Larepublica.co/especial-Covid-19. En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/costa-rica> [19]

Evolución de la Covid-19: casos y olas

Mediante los datos aportados por la plataforma digital de Larepublica.co: Covid-19, se presentan los gráficos de la evolución de la Covid-19 en los 48 países europeos.

Aplicación del Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19

Con los datos de los casos confirmados de la Covid-19/100.000 hab, muertes/millón de hab y las letalidades del SARS-CoV-2, se aplica el índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 (II Sanitario de la Covid-19) [20], en los países europeos.

Países con menor y mayores datos de los indicadores sanitarios

Se selecciona los cinco países con menos y mayores datos de los indicadores sanitarios de Covid-19 absolutos, casos/100.000 hab, muertes totales, muertes/millón de hab, letalidad y avances de vacunación contra la Covid-19.

RESULTADOS

Datos de la Covid-19 en Europa

En el cuadro 1, se presenta los datos de la Covid-19 en los países europeos al 30/08/2023.

Cuadro 1. Datos de la Covid-19 por países en Europa al 30/08/2023.

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos/ 100.000 hab | Muertes | Muertes/millón de hab | Letalidad % | Vacunación %cobertura |
|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| Albania | 2.837.848 | 98,71 | 334.090 | 11.773 | 3.604 | 1.304,95 | 1,08 | 46,32 |
| Alemania | 84.270.625 | 233 | 38.437.756 | 45.612 | 174.979 | 2.074,22 | 0,46 | 75,35 |
| Andorra | 81.588 | 174,33 | 48.015 | 58.851 | 159 | 1.948,82 | 0,33 | 65,57 |
| Austria | 9.027.999 | 106,5 | 6.081.287 | 67.360 | 22.534 | 2.474,00 | 0,37 | 73,40 |
| Bélgica | 11.520.039 | 377 | 4.805.710 | 41.716 | 34.339 | 2.921,47 | 0,71 | 78,01 |
| Bielorrusia | 9.498.237 | 45,3 | 994.037 | 10.465 | 7.118 | 765,13 | 0,72 | 68,32 |
| Bosnia y Herzegovina | 3.281.000 | 68,97 | 403.064 | 12.285 | 16.352 | 4.697,50 | 4,06 | 24,31 |
| Bulgaria | 6.951.482 | 66,65 | 1.299.201 | 18.690 | 38.397 | 5.955,14 | 2,96 | 32,33 |
| *Ciudad del Vaticano | 618 | 2.118,00 | 29 | 4.693 | 0 | 0,00 | 0,00 | ND |
| Croacia | 388.529 | 68,7 | 1.271.281 | 327.204 | 18.292 | 4.750,00 | 1,44 | 58,47 |
| Dinamarca | 5.837.213 | 134,76 | 3.415.375 | 58.510 | 8.782 | 1.480,28 | 0,26 | 79,51 |
| Eslovaquia | 5.464.060 | 111 | 1.866.983 | 34.168 | 21.167 | 3.899,03 | 1,13 | 47,43 |
| Eslovenia | 2.100.126 | 102 | 1.349.668 | 64.266 | 9.431 | 4.455,33 | 0,70 | 58,00 |
| España | 48.196.693 | 95,26 | 13.980.340 | 29.007 | 121.852 | 2.520,46 | 0,87 | 84,76 |
| Estonia | 1.319.133 | 28 | 601.773 | 45.619 | 2.901 | 2.123,90 | 0,46 | 63,10 |
| Finlandia | 5.549.184 | 16 | 1.484.055 | 26.744 | 10.157 | 1.825,60 | 0,68 | 78,15 |
| Francia | 67.407.241 | 121 | 38.997.490 | 57.854 | 167.985 | 2.467,80 | 0,43 | 78,14 |
| Grecia | 10.432.481 | 79,06 | 5.352.677 | 51.308 | 37.311 | 3.589,65 | 0,70 | 73,57 |
| Hungría | 9.678.000 | 105,3 | 2.203.564 | 22.769 | 48.801 | 5.084,98 | 2,21 | 64,57 |
| Irlanda | 5.123.536 | 69,1 | 1.717.490 | 33.522 | 9.162 | 1.763,84 | 0,53 | 78,22 |
| Islandia | 366.425 | 3,4 | 208.845 | 56.995 | 186 | 479,58 | 0,09 | 77,13 |
| Italia | 58.870.764 | 201,3 | 25.940.840 | 44.064 | 191.211 | 3.249,99 | 0,74 | 81,47 |
| Letonia | 1.912.789 | 29,61 | 972.826 | 50.859 | 7.374 | 3.916,07 | 0,76 | 66,92 |
| Liechtenstein | 38.387 | 221 | 21.074 | 54.899 | 87 | 2.192,60 | 0,41 | 86,70 |
| Lituania | 2.853.001 | 48 | 1.322.864 | 46.367 | 9.696 | 3.393,40 | 0,73 | 65,82 |
| Luxemburgo | 626.108 | 233 | 383.400 | 61.235 | 1.000 | 1.513,30 | 2,80 | 70,01 |
| Macedonia del Norte | 2.072.531 | 80,6 | 346.374 | 16.713 | 9.941 | 5.432,38 | 2,85 | 45,80 |
| Malta | 475.700 | 1457 | 383.075 | 80.529 | 1.000 | 1.513,30 | 0,26 | 86,99 |
| Moldavia | 2.597.100 | 85,5 | 621.065 | 23.914 | 12.125 | 4.825,38 | 1,95 | 42,93 |
| Mónaco | 38.100 | 19.200 | 16.901 | 44.360 | 67 | 1.826,31 | 0,40 | 46,96 |
| Montenegro | 642.580 | 45 | 251.133 | 39.082 | 2.654 | 4.303,59 | 1,06 | 46,12 |
| Noruega | 5.488.984 | 14,25 | 1.486.958 | 27.090 | 5.626 | 1.024,96 | 0,38 | 74,74 |
| Países Bajos | 17.302.116 | 415,6 | 8.616.766 | 49.802 | 22.966 | 1.290,53 | 0,27 | 66,15 |
| Polonia | 41.026.068 | 123,2 | 6.518.835 | 15.889 | 119.638 | 3.255,12 | 1,84 | 61,62 |
| Portugal | 10.352.042 | 114,3 | 5.601.153 | 54.107 | 27.094 | 2.588,43 | 0,48 | 85,09 |
| Reino Unido | 67.736.800 | 270,7 | 24.680.566 | 36.436 | 228.802 | 3.410,83 | 0,93 | 75,64 |
| República Checa | 10.610.947 | 134 | 4.644.005 | 43.766 | 422.816 | 3.954,31 | 0,92 | 63,67 |
| Rumania | 19.317.984 | 83,66 | 3.417.177 | 17.689 | 68.270 | 3.583,43 | 2,00 | 42,81 |
| San Marino | 33.553 | 542,62 | 24.416 | 72.768 | 126 | 3.726,49 | 0,52 | 70,13 |
| Serbia | 6.690.887 | 115 | 2.545.606 | 38.046 | 18.057 | 2.709,45 | 0,71 | 48,22 |
| Suecia | 10.343.403 | 226 | 2.714.082 | 26.240 | 24.701 | 2.347,66 | 0,91 | 72,17 |
| Suiza | 8.670.300 | 210 | 4.409.099 | 50.853 | 14.036 | 1.592,70 | 0,32 | 68,23 |
| Ucrania | 36.744.636 | 71 | 5.518.385 | 15.018 | 109.904 | 2.680,74 | 1,99 | 36,96 |
| Armenia | 2.777.974 | 101,5 | 449.320 | 16.174 | 8.751 | 2.931,41 | 1,95 | 34,62 |
| Azerbaiyán | 10.412.652 | 115 | 832.070 | 7.991 | 10.295 | 1.016,57 | 1,24 | 47,68 |
| Chipre | 956.800 | 103,42 | 660.854 | 69.069 | 1.364 | 1.481,48 | 0,21 | 70,18 |
| Georgia | 3.728.278 | 53,5 | 1.825.289 | 48.958 | 17.132 | 4.585,21 | 0,92 | 55,93 |
| Kazajistán | 19.602.640 | 699 | 449.320 | 2.292 | 8.751 | 2.939,45 | 1,95 | 46,20 |
| Totales | 631.255.181 | 29.215,80 | 229.506.183 | 36.357 | 2.096.993 | 3.322 | 0,91 | 2.964,42 |

Fuente: datosmacro.com y aportes del autor.

Evolución de los casos de Covid-19 y sus respectivas olas

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de los casos confirmados de la Covid-19 con sus respectivas olas pandémicas.

Figura 3 a la 51. Evolución de los casos confirmados de la Covid-19 con sus respectivas olas pandémicas.

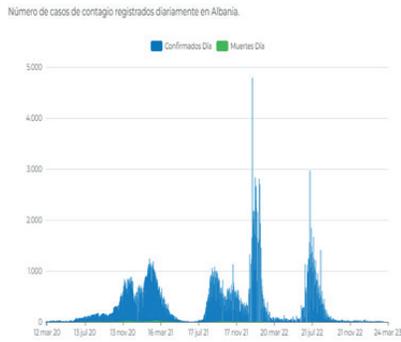


Figura 3. Albania



Figura 4. Alemania



Figura 5. Andorra



Figura 6. Austria

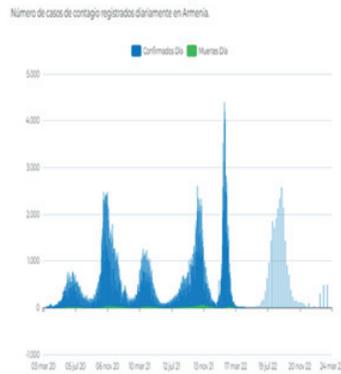


Figura 7. Armenia



Figura 8. Azerbaiyán



Figura 9. Bélgica



Figura 10. Bielorrusia



Figura 11. Bosnia y Herzegovina

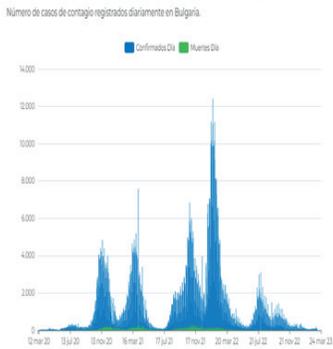


Figura 12. Bulgaria

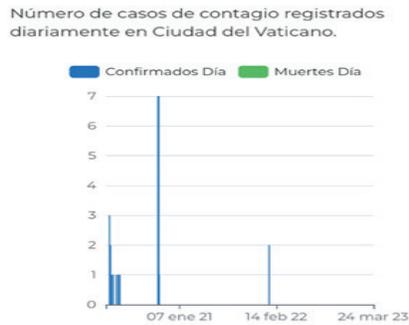


Figura 13. Ciudad del Vaticano



Figura 14. Chipre



Figura 15. Croacia



Figura 16. Dinamarca



Figura 17. Eslovaquia



Figura 18. Eslovenia

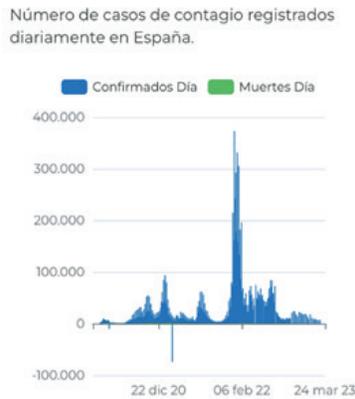


Figura 19. España



Figura 20. Estonia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Finlandia.



Figura 21. Finlandia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Francia.



Figura 22. Francia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Grecia.



Figura 23. Grecia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Georgia.



Figura 24. Georgia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Hungría.



Figura 25. Hungría

Número de casos de contagio registrados diariamente en Irlanda.



Figura 26. Irlanda

Número de casos de contagio registrados diariamente en Islandia.

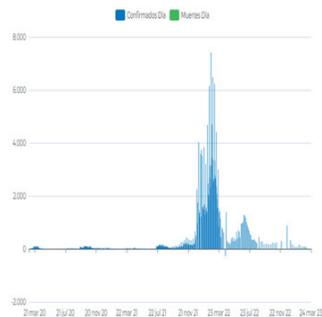


Figura 27. Islandia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Italia.

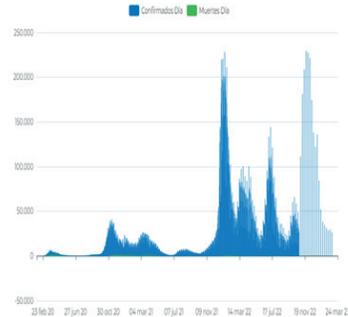


Figura 28. Italia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Letonia.

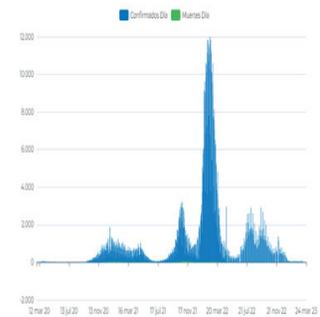


Figura 29. Letonia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Lituania.



Figura 30. Lituania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Liechtenstein.



Figura 31. Liechtenstein

Número de casos de contagio registrados diariamente en Letonia.



Figura 32. Letonia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Luxemburgo.



Figura 33. Luxemburgo

Número de casos de contagio registrados diariamente en Macedonia.



Figura 34. Macedonia del Norte

Número de casos de contagio registrados diariamente en Malta.



Figura 35. Malta

Número de casos de contagio registrados diariamente en Moldavia.



Figura 36. Moldavia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Mónaco.



Figura 37. Mónaco

Número de casos de contagio registrados diariamente en Montenegro.



Figura 38. Montenegro

Número de casos de contagio registrados diariamente en Noruega.



Figura 39. Noruega

Número de casos de contagio registrados diariamente en Países Bajos.

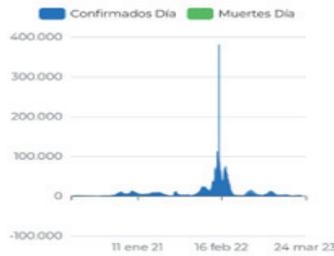


Figura 40. Países Bajos

Número de casos de contagio registrados diariamente en Polonia.



Figura 41. Polonia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Portugal.



Figura 42. Portugal

Número de casos de contagio registrados diariamente en Reino Unido.



Figura 43. Reino Unido

Número de casos de contagio registrados diariamente en República Checa.



Figura 44. Rep. Checa

Número de casos de contagio registrados diariamente en Rumania.



Figura 45. Rumania

Número de casos de contagio registrados diariamente en San Marino.



Figura 46. San Marino

Número de casos de contagio registrados diariamente en Serbia.



Figura 47. Serbia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Suecia.



Figura 48. Suecia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Suiza.

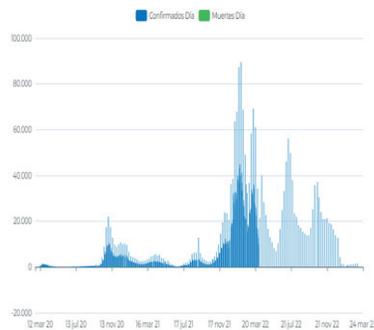


Figura 49. Suiza

Número de casos de contagio registrados diariamente en Ucrania.

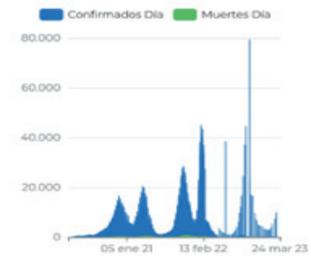


Figura 50. Ucrania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Kazajistán.

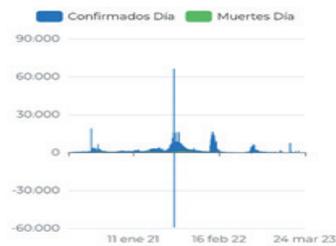


Figura 51. Kazajistán

Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19>

Además, para efectos comparativos se presenta la evolución de la Covid-19, con sus respectivas olas a nivel mundial.

Número de casos de contagio registrados diariamente en el mundo.

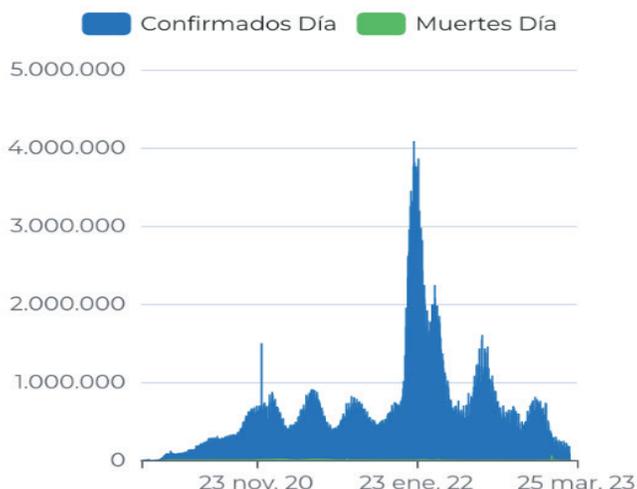


Figura 50. Evolución de los casos de Covid-19 a nivel mundial. Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19>

Aplicación del Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 por países en Europa

En el cuadro 1, se presenta el puntaje obtenido en los indicadores sanitarios de la Covid-19: casos/100.000 hab, muertes/millón de hab y letalidad, además de la calificación del IIS-Covid-19.

Cuadro 1. Aplicación del Índice del Impacto de la Covid-19 en Europa al 30/08/2023.

| Países | Puntaje obtenido en los indicadores sanitarios | | | Puntaje total | IIS-COVID-19 |
|----------------------|--|-----------------------|-----------|---------------|--------------|
| | Casos/100.000 | Muertes/millón de hab | Letalidad | | |
| Albania | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Alemania | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Andorra | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Austria | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Bélgica | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Bielorrusia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Bosnia y Herzegovina | 1 | 3 | 3 | 7 | Medio |
| Bulgaria | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| *Ciudad del Vaticano | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Croacia | 5 | 3 | 2 | 10 | Alto |
| Dinamarca | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Eslovaquia | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Eslovenia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| España | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Estonia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Finlandia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |

| Países | Puntaje obtenido en los indicadores sanitarios | | | Puntaje total | IIS-COVID-19 |
|---------------------|--|-----------------------|-----------|---------------|--------------|
| | Casos/100.000 | Muertes/millón de hab | Letalidad | | |
| Francia | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Grecia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Hungría | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Irlanda | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Islandia | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Italia | 1 | 3 | 1 | 4 | Bajo |
| Letonia | 2 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Liechtenstein | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Lituania | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Luxemburgo | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo |
| Macedonia del Norte | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Malta | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Moldavia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Mónaco | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Montenegro | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Noruega | 1 | 1 | 1 | 5 | Bajo |
| Países Bajos | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Polonia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Portugal | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Reino Unido | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| República Checa | 1 | 3 | 1 | 5 | Bajo |
| Rumanía | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| San Marino | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Serbia | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Suecia | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Suiza | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Ucrania | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Armenia | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo |
| Azerbaiyán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Chipre | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Georgia | 2 | 3 | 1 | 6 | Bajo |
| Kazajistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Bajo |

La síntesis de los resultados de la aplicación del IIS-Covid-19 en los países europeos indican que del total de los 48 países europeos estudiados:

- 5 calificaron como “Muy Bajo” para un 10,43%
- 85 calificaron como “Bajo” para un 85,42%
- 1 calificó como “Medio” para un 2,08%
- 1 calificó como “Alto” para un 2,08%
- Ningún país fue calificado como “Muy Alto”.

Países con menores y mayores valores de indicadores sanitarios

Se presenta en el cuadro 2, los países con menores y mayores valores de indicadores sanitarios.

Cuadro 2. Países con menores y mayores valores de indicadores sanitarios.

| Países con menores valores | Casos confirmados Covid-19 | Países con mayores valores | Casos confirmados Covid-19 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ciudad del Vaticano | 618 | Francia | 38.997.490 |
| Mónaco | 38.100 | Alemania | 38.437.756 |
| Liechtenstein | 38.337 | Italia | 25.940.840 |
| San Marino | 33.553 | Reino Unido | 27.680.566 |
| Andorra | 81.588 | Rusia | 22.986.528 |
| Países con menores valores | Casos/100.000 hab | Países con mayores valores | Casos/100.000 hab |
| Kazajistán | 2.292 | Croacia | 327.204 |
| Ciudad del Vaticano | 4.693 | Malta | 80.529 |
| Azerbaiyán | 7.991 | San Marino | 72.768 |
| Bielorrusia | 10.465 | Chipre | 69.069 |
| Albania | 11.773 | Austria | 67.360 |
| Países con menores valores | Muertes por Covid-19 | Países con mayores valores | Muertes por Covid-19 |
| Ciudad del Vaticano | 0 | Rep. Checa | 422.816 |
| Mónaco | 67 | Rusia | 399.972 |
| Liechtenstein | 87 | Reino Unido | 228.802 |
| San Marino | 126 | Italia | 191.211 |
| Andorra | 159 | Alemania | 174.979 |
| Países con menores valores | Muertes/millón de hab | Países con mayores valores | Muertes/millón de hab |
| Ciudad del vaticano | 0 | Bulgaria | 5.955,14 |
| Islandia | 479,58 | Macedonia del Norte | 5.432,38 |
| Bielorrusia | 765,13 | Hungría | 5.084,98 |
| Azerbaiyán | 1.016,57 | Moldavia | 4.825,38 |
| Noruega | 1.024,96 | Croacia | 4.750,00 |
| Países con menores valores | Letalidad | Países con mayores valores | Letalidad |
| Ciudad del Vaticano | 0,00% | Bosnia y Herzegovina | 4,06% |
| Islandia | 0,09% | Bulgaria | 2,96% |
| Chipre | 0,21% | Macedonia del Norte | 2,85% |
| Dinamarca | 0,26% | Luxemburgo | 2,80% |
| Malta | 0,26% | Hungría | 2,21% |
| Países con menores valores | Vacunación | Países con mayores valores | Vacunación |
| Ciudad del Vaticano | 0,00% | Malta | 86,99% |
| Bosnia y Herzegovina | 24,31% | Liechtenstein | 86,70% |
| Bulgaria | 32,33% | Portugal | 85,09% |
| Armenia | 34,62% | España | 84,76% |
| Ucrania | 36,96% | Italia | 81,47% |

Análisis de Resultados

- El estudio de los 48 países con respecto a la Covid-19, obliga a no utilizar datos absolutos como número de casos confirmados y muertes absolutas, sin tomar en cuenta la población estimada de cada nación, por lo que los indicadores sanitarios de aguas/100.000 hab, muertes/millón de hab y letalidad, son muy importantes para medir el impacto sanitario de esta enfermedad.
- Por su parte, mientras en el mundo el virus SARS-CoV-2 presentó seis olas, siendo la más grande la causada por la variante Ómicron, en otros países como Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Francia, Hungría e Italia, entre otros presentaron más de seis olas.
- La aplicación del IIS-Covid-19 en los 489 países de Europa indican que:
 - 5 países calificaron como “Muy Bajo” (10,42%)
 - 41 países calificaron como “Bajo” (18,42%)
 - 1 país calificó como “Medio” (2,08%)
 - 1 país calificó como “Alto” (2,08%)
- Las naciones con más casos confirmados de Covid-19 fueron: Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y Rusia. Sin embargo, las naciones con más casos/100.000 hab, fueron Croacia, Malta, San Marino, Chipre y Austria.
- Las naciones con más muertes absolutas asociadas a la Covid-19 fueron: República Checa, Rusia, Reino Unido, Italia y Alemania. No obstante, las naciones con más muertes/millón de hab, fueron: Bulgaria, Macedonia del Norte, Hungría, Moldavia y Croacia.
- La letalidad por el SARS-CoV-2 indica que: Bosnia y Herzegovina con 4,06%, Bulgaria (2,96%), Macedonia del Norte (2,95%), Luxemburgo (2,80%) y Hungría con 2,21%.
- Los países con más avances en la vacunación con al menos dos dosis contra la Covid-19 son: Malta (86,99%), Liechtenstein (86,70%), Portugal (85,09%), España (84,76%) e Italia (81,47%).

Conclusiones

Los países más impactados sanitariamente por la Covid-19, según los casos confirmados/100.000 hab, muertes/millón y las tasas de letalidad; agrupadas al IIS-Covid-19 al 30/08/2023 son: Croacia, Bosnia y Herzegovina.

Recomendaciones

Para efectos de orden en asuntos epidemiológicos como la pandemia de la Covid-19, la comunicación mediática, ubicó a la República Checa, Rusia, Reino Unido, Italia y Alemania como las naciones más impactadas por las muertes causadas por la enfermedad. Sin embargo, al aplicar el índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 en 198 países del mundo, nos permite discernir que las naciones más impactadas sanitariamente por la Covid-19 en España fueron Croacia, Bosnia y Herzegovina.

Referencias

- [1] Our World in Data. *Population including Un proyecions 2023*. Consultado al 25 de julio 2023.
- [2] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Europa*. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Europa>



- [3] World Population Projects: the 2017 Revisión (xlsx. Organización de Naciones Unidas (ONU) (en inglés). 1 de junio de 2017.
- [4] Wikipedia, la enciclopedia libre. SARS-CoV-2. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2>
- [5] Wikipedia, la enciclopedia libre. Covid-19. <https://es.wikipedia.org/wiki/COVID-19>
- [6] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de la Covid-19. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [7] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en Europa. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Europa
- [8] Caparrós Alberto (3 de marzo). Valencia confirma la primer muerte de un paciente con coronavirus en España. En línea. https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-hombre-habia-contagiado-coronavirus-murio-13-febrero-valencia-202003032010_noticia.html
- [9] OMS. Alocución de apertura del Director General de la OMS en rueda de prensa sobre Covid-19. Consultado el 27 de marzo de 2021.
- [10] Darner A. Mora Alvarado. *Sindemia de la Covid-19 en Europa a octubre 2021. Libro Hechos en tiempos de Covid. Investigación en tiempo real.* Editorial Académica Española. Dado Books Indian Ocean Ltd and Omniscryptum SRL.Publishing group. Str. Amenesca 28/1, office 1, Chisinau-2012, Republica of Moldora. Europa. Printed at: see last page. ISBN: 978-620-2-25085-6.
- [11] Darner A. Mora Alvarado. *50 escritos sobre la sindemia de la Covid-19 en Europa.* La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: sp.
- [12] Darner A. Mora Alvarado. *Sindemia de la Covid-19 en el Mundo I y II parte.* La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1 al 4.
- [13] OMS. Acceso/Comunicados de prensa/Clasificación de la variante ómicron (B.1.1.529) del SARS-CoV-2 como variante preocupante. En línea. [https://www.who.int/es/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-\(b.1.1.529\)-sars-cov-2-variant-of-concern#:~:text=Bas%C3%A1ndose%20en%20las%20pruebas%20presentadas,la%20designara%20como%20variante%20preocupante](https://www.who.int/es/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-(b.1.1.529)-sars-cov-2-variant-of-concern#:~:text=Bas%C3%A1ndose%20en%20las%20pruebas%20presentadas,la%20designara%20como%20variante%20preocupante).
- [14] The New York Times. *Lo que sabemos de la variante ómicron.* En línea. <https://www.nytimes.com/es/article/variante-omicron-covid.html>
- [15] *Datosmacro.com.* En línea. <https://datosmacro.expansion.com/>
- [16] *De Our World in Data.* En línea. <https://ourworldindata.org/>
- [17] *De JHU CSSE Covid-19.* En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/>
- [18] Statista. GmbH. *Portal de estadísticas.* Alemania. En línea. <https://es.statista.com/>
- [19] *LaRepública.co/especial/Covid-19.* En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/costa-rica>
- [20] Darner A. Mora Alvarado, Carlos F. Portuguez Barquero, Johel García. *Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19.* Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión; 2023: pág. ----

Evolución de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023

Evolution of Covid-19 in Asia as of 08/30/2024

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Evolución de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 213-227.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7098>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Asia; Covid-19; evolución; pandemia; sanitario.

Resumen

En el presente estudio se completa la evolución de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023 y cierra la primera investigación realizada al 03/12/2021, en el marco establecido por el Laboratorio Nacional de Aguas, denominada “De los escritos a los hechos”, en donde se le brindó seguimiento en tiempo real a la pandemia-sindemia de la Covid-19, originada supuestamente en Wuhan, provincia de Hubei, China. Los resultados obtenidos indican que los países más impactados sanitariamente en Asia fueron Rusia y Yemen. Y que este continente, a pesar de que fue el origen de la pandemia en China, fue el tercero con más impacto sanitario, detrás de América y Europa, los cuales ocuparon el primer y segundo lugar en el Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 al 30/08/2023.

Keywords

Asia; Covid-19; evolution; pandemic; sanitary.

Abstract

This study completes the evolution of Covid-19 in Asia as of 08/30/2023 and closes the first investigation carried out on 12/03/2021, within the framework established by the National Water Laboratory, called “From the writings to the facts”, where real-time monitoring was provided to the Covid-19 pandemic-syndemic, supposedly originating in Wuhan, Hubei province, China. The results obtained indicate that the countries most affected by health in Asia were Russia and Yemen. And that this continent, despite the fact that it was the origin of the pandemic in China, was the third with the most health impact, behind America and Europe, which occupied first and second place in the Covid Health Impact Index. 08/19 to 08/30/2023.

Introducción

Asia es el continente más grande y poblado de la tierra. Con una superficie de 44.541.138 Km², en donde conviven 4.598.168.800 habitantes para una densidad de 102,8 Km². Se subdivide en Asia del Norte, Asia del Sur, Asia del Este, Asia Central, Sudeste Asiático y Asia Occidental. Este enorme continente cuenta con 51 países de los cuales 9 son transcontinentales, a saber: Armenia, Azerbaiyán, Chipre, Egipto, Georgia, Indonesia, Kazajistán, Rusia y Turquía.

En las figuras 1 y 2 se presentan la ubicación de Asia en el mundo y el mapa por países en Asia.



Figura 1. Ubicación de Asia en el mundo. Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Asia>



Figura 2. Mapamundi político de Asia. Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Asia>

En términos geográficos Asia y Europa forman un único continente denominado Euroasia. Además, África está unida a Euroasia por el Istmo de Suez, por lo que también se puede tomar en forma conjunta Europa, Asia y África como un único super continente denominado “Eurofroasia o Afro- Eurasia” [1].

Por otro lado, debido a la explosión de la población y cambios en el paisaje urbano en Asia y África, ambos continentes de diferentes epidemias [2]. En este contexto, se originó la epidemia de la Covid-19 en Wuhan, provincia de Hubei, China, el 17 de noviembre del 2019 [3]. Luego, debido a la expansión en otros países asiáticos, se declaró la crisis sanitaria internacional por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 30/01/2020 [4]. Después ante la expansión a otros continentes el 11/03/2020, la OMS declaró la crisis sanitaria como una “pandemia” [5]. El agente causal de la neumonía de Wuhan era y es el coronavirus SARS-CoV-2 [6]. Meses después Richard Horton, jefe de la editorial de la prestigiosa revista “The Lancet” propuso que esta crisis sanitaria, económica y social debería clasificarse como una sindemia, debido a la sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades o enfermedades crónicas de los pacientes afectados, en medio de inequidades sociales [7], mientras que la OMS, califica como pandemia la propagación mundial de una enfermedad.

Por su parte Horton, si lo visualiza como sindemia “ya hay que analizar y enfrentar el virus desde un enfoque biológico social” En realidad, para efectos de respetar los derechos de autor el concepto “Sindemia” fue concebido por primera vez por Merrill Singer, un antropólogo médico estadounidense en 1992 [8].

Volviendo de nuevo al origen de la crisis sanitaria de la Covid-19 en Asia y el mundo, luego de su detección en Wuhan, el virus se extendió con el caminar de la gente a otros países asiáticos, como India, Indonesia, Arabia Saudita, Líbano, Pakistán, Corea del Sur, Malasia, Filipinas, Irak, Israel, Bangladesh, Japón, Jordania, Nepal, Emiratos Árabes Unidos e Irán [9]. Actualmente ha sido notificado prácticamente en todos los países, excepto en Turkmenistán y en forma muy confusa en Corea del Norte [10]. En este sentido, en el marco de la estrategia establecida en el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), denominada “De los escritos a los hechos” [11] un primer avance de la evolución de la Covid-19 en Asia, se desarrolló y fue publicado al 03/12/2021 [12].

A la luz de lo indicado y una vez declarada la finalización de la pandemia el 05/05/2023 por la OMS [13], se realiza el presente estudio como complemento al 30/08/2023-en tiempos del paso de pandemia a endemia-la evolución de la Covid-19 en Asia.

Objetivos

General

Analizar la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19 en el continente asiático al 30/08/2023, mediante el repunte de los casos confirmados y muertes asociados al SARS-CoV-2 de las plataformas estadísticas-en tiempo real-cubriendo los tres años pandémicos y cerca de 40 días de la transición a endemia, con el propósito de dejar un legado histórico de la crisis sanitaria más importante de los últimos 100 años.

Específicos

- Identificar y resumir los principales datos epidemiológicos de la Covid-19 en los países asiáticos al 30/08/2023.
- Visualizar las “olas” de la pandemia en cada país asiático.
- Aplicar el Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 en los países estudiados.
- Comparar el impacto sanitario de Asia con respecto a América, Europa, África y Oceanía.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio, se aplicaron los siguientes pasos:

Recolección de datos de la Covid-19 en Asia

Los avances de la Covid-19 en los países de Asia, se realizan mediante el análisis de las plataformas digitales de:

- Statista [14,15]
- Datosmacro.com [16]
- Our World in Data [17]
- Wikipedia Telesur tv.net [18]
- Universidad de John Hopkins JHU CSSE Covid-19 Data [19]

- La República.co [20]

Los datos identificados son: Población, densidad en hab/Km², casos confirmados de Covid-19, casos/100.000 hab, muertes asociada a la Covid-19, muertes/millón de hab, vacunación en porcentaje de cobertura con al menos dos dosis contra la Covid-19.

Por aparte se calcularon las letalidades del virus, dividiendo el número de muertes asociadas a la Covid-19, entre el total de los casos confirmados de Covid-19 por 100.

Visualización de las olas de la pandemia por países

La evolución de las curvas de la pandemia, con sus respectivas olas en cada país, se obtuvieron de “La Republica.co: Covid-19”. Además, para efectos comparativos, se incluye la evolución de la Covid-19 a nivel mundial.

Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 (IIS-Covid-19)

El IIS-Covid-19, elaborado por Mora Darner y col, se aplica a 40 países de Asia, sin contar Turkmenistán, Corea del Norte y algunas naciones transcontinentales. Dicho índice, se fundamenta en los valores de la sumatoria de puntos obtenidos en los indicadores: casos de Covid-19/100.000 hab, muertes/millón de hab y las letalidades de cada país [21].

El resumen de los valores de la sumatoria, niveles y clasificación del IIS-Covid-19, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 por países en el Mundo.

| Nivel | Valores de la sumatoria de puntos (pts) | Clasificación |
|-------|---|---------------|
| 1 | 3 pts | Muy Bajo |
| 2 | >3 pts a 6 pts | Bajo |
| 3 | >6 pts a 9 pts | Medio |
| 4 | >9 pts a 12 pts | Alto |
| 5 | >12 pts | Muy Alto |

Comparación del IIS-Covid-19 de Asia en el mundo

Mediante el estudio titulado “Países y continentes más impactados sanitariamente por la Covid-19 al 30/08/2023” [22], se utiliza el cuadro sobre la “Aplicación de Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19, según continente en el mundo al 30/08/2023”, para presentar la ubicación de Asia en el contexto de América, Europa, África y Oceanía y el mundo.

Resultados

Datos de la Covid-19 en Asia

En el siguiente cuadro 2, se presentan los datos de población, densidad, casos confirmados por Covid-19, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidad y avance en la cobertura de vacunación al menos con dos dosis por países en Asia.

Cuadro 2. Datos de la Covid-19 por países en Asia al 30/08/2023.

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos por 100.000 hab | Muertes | Muertes/millón de hab | Letalidad % | Vacunación % de cobertura |
|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| Afganistán | 42.239.856 | 48,08 | 225.082 | 533 | 7.945 | 193,06 | 3,53 | 42,51 |
| Arabia Saudita | 36.947.024 | 16,65 | 841.469 | 2.278 | 9.646 | 282,78 | 1,15 | 74,56 |
| Bangladesh | 172.954.320 | 1.017,95 | 2.045.286 | 1.183 | 29.476 | 174,05 | 1,44 | 83,96 |
| Barein | 1.501.635 | 1626,00 | 696.614 | 46.390 | 1.536 | 1.021,28 | 0,22 | 81,57 |
| Birmania (Myanmar) | 57.970.293 | 83,00 | 641.167 | 1.106 | 19.434 | 362,35 | 3,04 | 86,80 |
| Brunei | 417.200 | 72,11 | 310.522 | 74.430 | 163 | 369,61 | 0,05 | 100,00 |
| Bután | 790.215 | 19,28 | 62.697 | 7.934 | 21 | 27,89 | 0,03 | 90,00 |
| Camboya | 16.718.971 | 87,00 | 138.940 | 831 | 3.056 | 192,99 | 2,20 | 90,73 |
| Catar | 2.641.669 | 176,00 | 514.524 | 19.477 | 690 | 263,56 | 0,13 | 100,00 |
| China | 1.425.671.300 | 152,00 | 99.315.684 | 6.966 | 121.742 | 86,14 | 0,12 | 90,39 |
| Corea del Norte | 26.072.217 | 207,60 | 1 | 0 | 6 | 0,23 | 600,00 | ND |
| Corea del Sur | 51.966.948 | 515,00 | 34.179.800 | 65.772 | 35.812 | 692,09 | 0,10 | 85,70 |
| Emiratos Árabes | 9.575.729 | 114,54 | 1.067.030 | 11.143 | 2.349 | 245,76 | 0,22 | 100,00 |
| Filipinas | 116.434.200 | 363,00 | 4.108.894 | 3.529 | 66.656 | 597,44 | 1,62 | 70,31 |
| India | 1.428.627.700 | 434,50 | 44.996.963 | 3.150 | 531.928 | 377,91 | 1,18 | 67,83 |
| Irak | 45.504.564 | 103,82 | 2.465.545 | 5.418 | 25.375 | 582,88 | 1,03 | 18,25 |
| Irán | 89.172.770 | 50,10 | 7.613.468 | 8.538 | 146.321 | 1.724,65 | 1,92 | 69,05 |
| Israel | 8.914.885 | 402,56 | 4.833.983 | 54.224 | 12.635 | 1.348,88 | 0,26 | 65,76 |
| Japón | 123.719.238 | 334,23 | 33.803.572 | 27.323 | 74.023 | 595,14 | 0,22 | 82,37 |
| Jordania | 10.990.931 | 114,00 | 1.746.997 | 15.895 | 14.122 | 1.375,21 | 0,81 | 44,39 |
| Kirguistán | 6.735.353 | 33,00 | 87.925 | 1.305 | 1.024 | 153,02 | 1,15 | 21,01 |
| Kuwait | 4.052.584 | 200,00 | 666.123 | 16.437 | 2.570 | 533,75 | 0,39 | 69,49 |
| Laos | 6.492.228 | 27,00 | 218.805 | 3.370 | 671 | 90,37 | 0,31 | 70,34 |
| Libano | 5.296.814 | 560,00 | 1.239.904 | 23.408 | 10.947 | 1.957,40 | 0,88 | 43,17 |
| Malasia | 34.308.530 | 98,00 | 5.125.799 | 14.940 | 32.580 | 1.141,41 | 0,72 | 89,57 |
| Maldivas | 579.330 | 1.102,50 | 95.700 | 16.519 | 262 | 502,44 | 0,17 | 73,56 |
| Mongolia | 3.278.000 | 2,00 | 1.010.950 | 30.840 | 2.284 | 669,79 | 0,23 | 63,80 |
| Nepal | 30.485.798 | 207,00 | 1.003.428 | 3.291 | 12.031 | 400,57 | 1,20 | 81,97 |
| Omán | 4.267.330 | 17,00 | 399.449 | 9.361 | 4.628 | 1.022,31 | 1,16 | 61,35 |
| Pakistán | 240.485.660 | 272,69 | 1.580.631 | 657 | 30.656 | 137,72 | 1,94 | 63,11 |
| Singapur | 5.677.000 | 7.720,00 | 2.555.372 | 45.013 | 1.872 | 124,98 | 0,07 | 93,40 |
| Siría | 21.563.800 | 93,30 | 57.423 | 266 | 3.163 | 148,33 | 5,51 | 11,06 |
| Sri Lanka | 24.532.000 | 323,00 | 672.577 | 2.742 | 16.882 | 761,96 | 2,51 | 86,59 |
| Tailandia | 69.794.997 | 125,90 | 4.756.406 | 6.815 | 34.459 | 492,62 | 0,72 | 76,46 |
| Tayikistán | 10.143.545 | 69,00 | 17.786 | 175 | 125 | 12,82 | 0,70 | 53,25 |
| Timor Oriental | 1.201.500 | 71,45 | 23.460 | 1.953 | 138 | 104,47 | 0,59 | 60,64 |
| *Turkmenistán | 6.516.100 | 10,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 72,04 |
| Uzbekistán | 35.163.944 | 77,00 | 171.887 | 489 | 1.016 | 29,40 | 0,58 | 53,57 |
| Vietnam | 104.799.174 | 246,00 | 11.622.683 | 11.090 | 43.206 | 443,28 | 0,37 | 88,19 |
| Yemen | 34.449.924 | 62,25 | 11.945 | 35 | 2.159 | 64,79 | 18,07 | 2,40 |
| Indonesia | 279.476.346 | 141,00 | 6.813.095 | 2.438 | 161.916 | 589,09 | 2,38 | 63,85 |
| Rusia | 14.698.923 | 8,42 | 22.986.528 | 156.382 | 399.972 | 2.747,85 | 1,73 | 54,76 |
| Turquía | 85.816.190 | 110,00 | 17.004.679 | 19.815 | 101.419 | 1.189,25 | 0,60 | 62,80 |
| Armenia | 2.777.974 | 101,50 | 449.320 | 16.174 | 8.751 | 2.939,41 | 1,95 | 34,62 |
| Palestina | 4.816.503 | 731,76 | 703.228 | 14.600 | 5.708 | 1.092,02 | 0,81 | 34,00 |
| Taiwán | 23.923.272 | 665,00 | 9.970.937 | 41.679 | 17.672 | 756,02 | 0,18** | 88,95 |
| Hong Kong | 7.333.200 | 6.801,00 | 2.876.106 | 39.220 | 13.466 | 1.819,24 | 0,47 | 91,79 |
| Macao | 665.400 | 22.167,00 | 16.901 | 2.540 | 67 | 1.828,21 | 0,4 | ND |
| Kurdistán | 44.000.000 | | 230.263 | 523 | 4.770 | | 2,07 | ND |
| Totales | 4.782.163.084 | 47.980,69 | 331.977.548 | 6.942 | 2.017.350 | 422 | 0,61 | 3.109,92 |

Fuente: Datosmacro.com y aportes del autor.

Evolución de las olas de la pandemia

En las siguientes figuras 3 a la 43, se presentan las tendencias de las curvas de la pandemia en los 40 países estudiados y para efectos comparativos se presentan las seis olas de la pandemia en el mundo (figura 44).

Número de casos de contagio registrados diariamente en Afganistán.

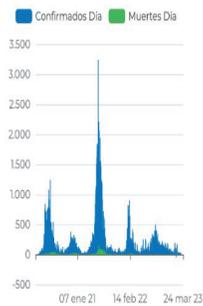


Figura 3. Afganistán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Arabia Saudita.



Figura 4. Arabia Saudita

Número de casos de contagio registrados diariamente en Bangladesh.

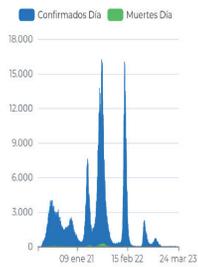


Figura 5. Bangladesh

Número de casos de contagio registrados diariamente en Baréin.

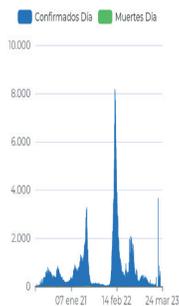


Figura 6. Baréin

Número de casos de contagio registrados diariamente en Birmania.

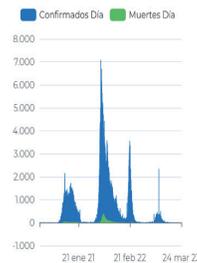


Figura 7. Birmania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Brunéi.

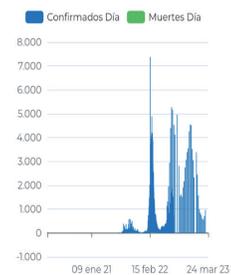


Figura 8. Brunéi

Número de casos de contagio registrados diariamente en Bután.

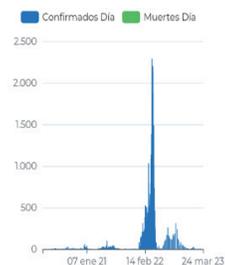


Figura 9. Bután

Número de casos de contagio registrados diariamente en Camboya.



Figura 10. Camboya

Número de casos de contagio registrados diariamente en Catar.

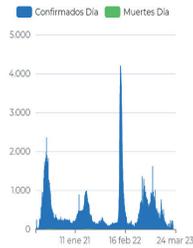


Figura 11. Catar

Número de casos de contagio registrados diariamente en China.

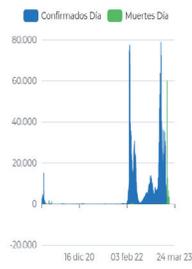


Figura 12. China

Número de casos de contagio registrados diariamente en Corea del Sur.

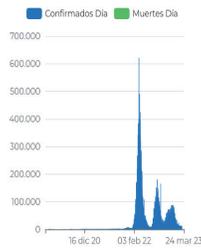


Figura 13. Corea del Sur

Número de casos de contagio registrados diariamente en Emiratos Árabes Unidos.

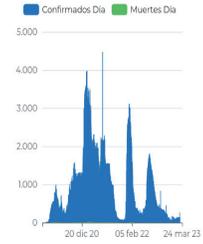


Figura 14. Emiratos Árabes

Número de casos de contagio registrados diariamente en Filipinas.

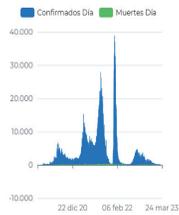


Figura 15. Filipinas

Número de casos de contagio registrados diariamente en India.

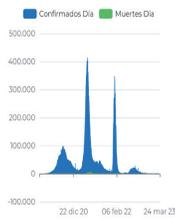


Figura 16. India

Número de casos de contagio registrados diariamente en Irak.



Figura 17. Irak

Número de casos de contagio registrados diariamente en Irán.



Figura 18. Irán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Israel.

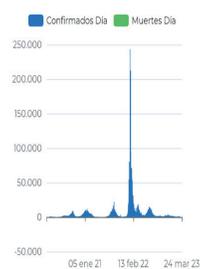


Figura 19. Israel

Número de casos de contagio registrados diariamente en Japón.

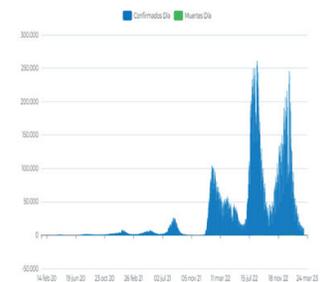


Figura 20. Japón

Número de casos de contagio registrados diariamente en Jordania.



Figura 21. Jordania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Kirguistán.

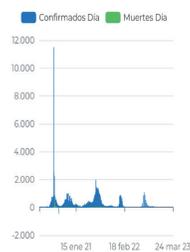


Figura 22. Kirguistán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Kuwait.

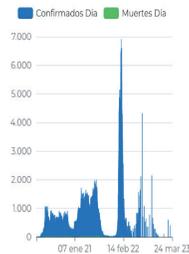


Figura 23. Kuwait

Número de casos de contagio registrados diariamente en Laos.

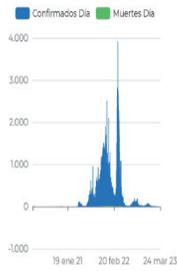


Figura 24. Laos

Número de casos de contagio registrados diariamente en Líbano.

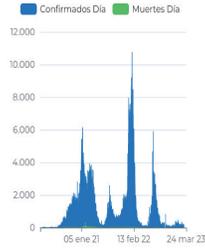


Figura 25. Líbano

Número de casos de contagio registrados diariamente en Malasia.

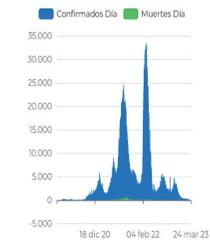


Figura 26. Malasia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Maldivas.



Figura 27. Maldivas

Número de casos de contagio registrados diariamente en Mongolia.

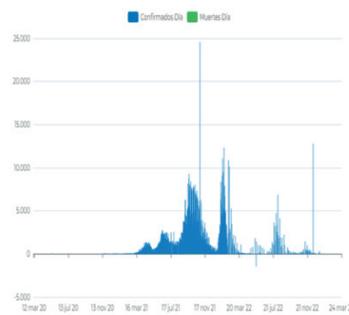


Figura 28. Mongolia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Nepal.

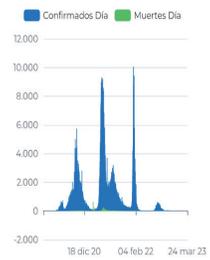


Figura 29. Nepal

Número de casos de contagio registrados diariamente en Omán.

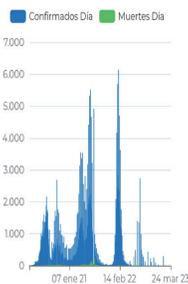


Figura 30. Omán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Pakistán.

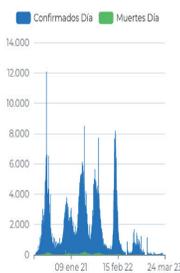


Figura 31. Pakistán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Singapur.

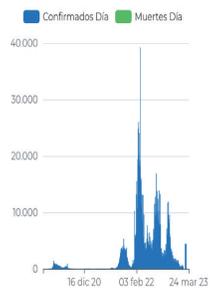


Figura 32. Singapur

Número de casos de contagio registrados diariamente en Siria.

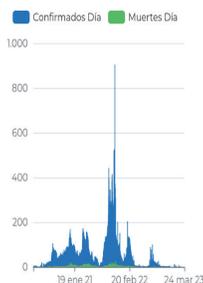


Figura 33. Siria

Número de casos de contagio registrados diariamente en Sri Lanka.

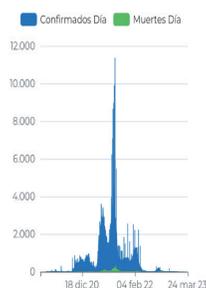


Figura 34. Sri Lanka

Número de casos de contagio registrados diariamente en Tailandia.

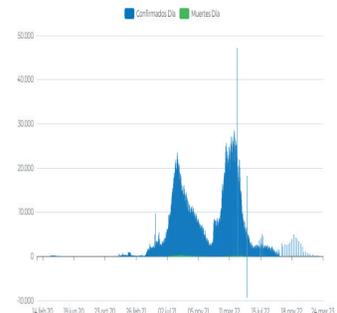


Figura 35. Tailandia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Tayikistán.

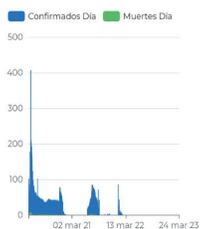


Figura 36. Tayikistán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Timor Oriental.

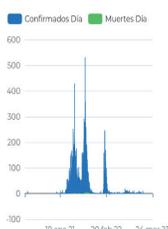


Figura 37. Timor Oriental

Número de casos de contagio registrados diariamente en Vietnam.

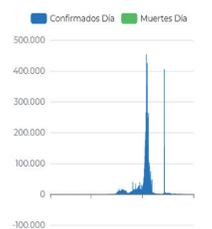


Figura 38. Vietnam

Número de casos de contagio registrados diariamente en Yemen.

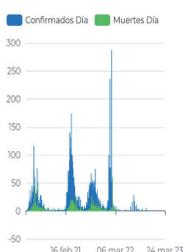


Figura 39. Yemen

Número de casos de contagio registrados diariamente en Uzbekistán.

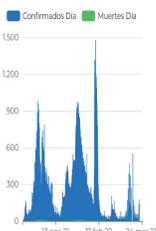


Figura 40. Uzbekistán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Indonesia.

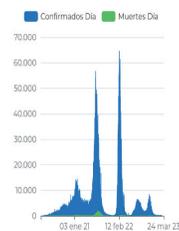


Figura 41. Indonesia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Turquía.

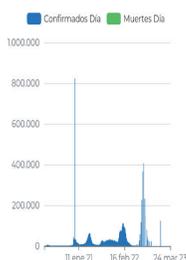


Figura 42. Rusia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Turquía.

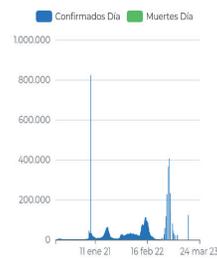


Figura 43. Turquía

Fuente: <https://www.larepublica.co/especial-covid-19>

Además, para efectos comparativos se presenta la figura 44, con la evolución de la Covid-19 en el mundo con sus seis olas.

Número de casos de contagio registrados diariamente en el mundo.



Figura 44. Evolución de casos de Covid-19 en el mundo. Fuente: La República.co: Covid-19 en el mundo.

Impacto Sanitario de la Covid-19

En el cuadro 3, se presenta la aplicación de IIS-Covid-19 en los 40 países estudiados de Asia.

Cuadro 3. Aplicación del Índice del Impacto de la Covid-19 en Asia al 30/08/2023.

| Países | Puntaje obtenido en los indicadores sanitarios | | | Puntaje total | IIS-Covid-19 |
|-----------------|--|-----------------------|-----------|---------------|--------------|
| | Casos/100.000 hab | Muertes/millón de hab | Letalidad | | |
| Afganistán | 1 | 1 | 3 | 5 | Bajo |
| Arabia Saudita | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Bangladesh | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Barein | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Birmania | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Brunéi | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Bután | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Camboya | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Catar | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| China | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Corea del Sur | 2 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| Emiratos Árabes | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Filipinas | 1 | 1 | 1 | 4 | Bajo |
| India | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Irak | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Irán | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo |
| Israel | 2 | 2 | 1 | 5 | Bajo |
| Japón | 1 | 1 | 1 | 3 | Bajo |
| Jordania | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |
| Kirguistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Kuwait | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Laos | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Líbano | 1 | 2 | 1 | 4 | Bajo |

| Países | Puntaje obtenido en los indicadores sanitarios | | | Puntaje total | IIS-Covid-19 |
|----------------|--|-----------------------|-----------|---------------|--------------|
| | Casos/100.000 hab | Muertes/millón de hab | Letalidad | | |
| Malasia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Maldivas | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Mongolia | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Nepal | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Omán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Pakistán | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Singapur | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Siria | 1 | 1 | 4 | 6 | Bajo |
| Sri Lanka | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Tailandia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Tayikistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Timor Oriental | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Uzbekistán | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Vietnam | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |
| Yemen | 1 | 1 | 5 | 7 | Medio |
| Indonesia | 1 | 1 | 2 | 4 | Bajo |
| Rusia | 3 | 2 | 2 | 7 | Medio |
| Turquía | 1 | 1 | 1 | 3 | Muy Bajo |

Resumen de resultados IIS-Covid-19 en Asia

- Muy Bajo: 23=56,1%
- Bajo: 16=39,0%
- Medio: 2=4,88%
- Alto: 0=0%
- Muy Alto: 0=0%
- Total: 41=100%

IIS-Covid-19: Asia en comparación con otros continentes

En el siguiente cuadro 4, se presenta los datos de los resultados de IIS-Covid-19 en América, Europa, Asia, África y Oceanía.

Cuadro 4. Resultados del índice del Impacto Sanitario de la Covid-19 por continentes al 30/08/2023.

| Continentes | Número de países | IIS de la Covid-19: países y porcentajes | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--|-------|------|-------|-------|-------|------|------|----------|------|
| | | Muy Bajo | % | Bajo | % | Medio | % | Alto | % | Muy Alto | % |
| América | 35 | 1 | 2,86 | 21 | 60,0 | 12 | 34,29 | 0 | 0,0 | 1 | 2,86 |
| Europa | 48 | 5 | 10,42 | 41 | 86,42 | 1 | 2,08 | 1 | 2,08 | 0,0 | 0,0 |
| Asia | 41 | 23 | 56,10 | 16 | 39,04 | 2 | 4,88 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| África | 54 | 24 | 44,44 | 29 | 53,70 | 0 | 0,0 | 1 | 1,85 | 0 | 0,0 |
| Oceanía | 14 | 12 | 85,71 | 2 | 14,29 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totales | 192 | 65 | 33,85 | 109 | 56,77 | 15 | 7,81 | 2 | 1,04 | 1 | 0,52 |

Análisis de resultados

De conformidad con los datos epidemiológicos de la Covid-19 (cuadro 1), se observa que existen países transcontinentales, como Indonesia, Rusia, Turquía y Armenia, además de estados como Palestina, Taiwán, Hong Kong, Macao y Kurdistán.

Entre todos los países y estados la sumatoria de casos confirmados por Covid-19 al 30/08/2023 fueron de 331.977.548 y las muertes 2.017.350. No obstante, estos datos absolutos, sin tomar en cuenta la población estimada de cada país o estado podrían causar malas interpretaciones, por lo que es fundamental utilizar los indicadores de prevalencia y las tasas de mortalidad como las muertes/millón de habitantes y las tasas de letalidad, para valorar el impacto sanitario de la Covid-19 en cada nación.

En el gráfico 44, se presenta la evolución de las seis olas pandémicas de la Covid-19 en el mundo y en las figuras que van de la 3 a la 43, se presenta la evolución de los países estudiados, excepto Corea del Norte y Turkmenistán. Entre todas las figuras de los países asiáticos el comportamiento del número de olas es irregular, porque depende del número de casos de Covid-19 detectados. Sin embargo, existen países como: Rusia, Indonesia, Siria, Pakistán, Israel e Irán; entre otros que si presentan seis olas al igual que la presentada en el mundo. Pero otra gran proporción la definición de las olas fue errática y poco comparable con las seis olas presentadas en el mundo. En lo que, si se presenta coincidencia, es que la ola más grande la provocó la variante ómicron, descubierta en Sudáfrica en noviembre del 2021.

Con respecto al impacto sanitario de la Covid-19 al aplicar el IIS-Covid-19, los resultados calificaron a 23 países como “Muy Bajo”, 16 “Bajo” 2 naciones como “Medio” y cero (0) países como “Alto” y “Muy Alto”, respectivamente.

Por último, la comparación de Asia con los otros continentes de América, Europa, África y Oceanía demuestra paradójicamente que Asia-donde se originó la Covid-19, es el tercer continente más impactado sanitariamente, superado por América y Europa. Debido a que, entre los 35 países del continente americano, 12 calificaron en el IIS-Covid-19 como “Medio” y otro “Alto”. Mientras que Asia, presentó 2 países como “Medio” y cero como “Alto” y “Muy Alto”.

5.2. Conclusiones

- Las naciones más impactadas sanitariamente por la Covid-19 al 30/08/2023 fueron Rusia y Yemen.



- El continente asiático, a pesar de ser el más grande y el más poblado del mundo, ocupa el tercer lugar en el IIS-Covid-19, debido a que solo dos países de los 41 estudiados, presentaron un IIS-Covid-19 como “Medio”.
- En orden decreciente de conformidad con el IIS-Covid-19, los continentes más impactados fueron: América, Asia, África y Oceanía.
- Un factor protector contra las infecciones respiratorias en varios países asiáticos es el uso de mascarillas como una cultura oriental, tanto en China, Japón y Corea del Sur. Aunado a la aplicación de la estrategia denominada “Cero Covid”.
- Un factor de riesgo para el surgimiento de brotes, epidemias y pandemias es Asia y África, es la gran transformación de lo rural a lo urbano y sobre todo el comercio o mercado de animales vivos silvestres, lo cual ha permitido el “salto” de virus o gérmenes de los animales a los seres humanos.

Recomendaciones

Debido a muchas incógnitas en la evolución del virus SARS-CoV-2 en Asia, es fundamental profundizar en otras investigaciones sobre los impactos sanitarios, económicos y sociales de la pandemia-sindemia de la Covid-19 en Asia y en los otros continentes del mundo.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Asia*. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Asia>
- [2] Suresh V. Kuchipudi. *Coronavirus: por qué la mayoría de las epidemias se originan en Asia y África*. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51806481>
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Pandemia de Covid-19*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [4] OMS. WHO. *Covid-19 Cronología de la actuación de la OMS*. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- [5] PAHO. *La OMS caracteriza a Covid-19 como una pandemia*. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- [6] Raffaella Pagani Balletti. *Enfermedades epidémicas y pandémicas: causas, cronología e implicaciones socio-culturales*. An Real Acad Farm Año 2020. Vol 86. N°31;2020; pág 189-214. En línea. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/ibc-201315>
- [7] Redacción Médica. *El coronavirus no es una pandemia. Es una sindemia*. En línea. <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/sindemia-coronavirus-pandemia-significado--8888>
- [8] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Sindemia*. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sindemia>
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Covid-19. Anexo: Cronología de la pandemia de la Covid-19*. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Cronolog%C3%ADa_de_la_pandemia_de_COVID-19
- [10] Darner A. Mora Alvarado. *Países aún sin Covid-19*-Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2021: pág. 1-2.
- [11] Darner A. Mora Alvarado. *“De los escritos a los hechos”*. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2023; pág. 1-2.
- [12] Darner A. Mora Alvarado. *Evolución de la Covid-19 en Asia al 03/12/2021. Libro “Hechos en tiempo de Covid” Investigación en tiempo real*. Editorial Académica Española. ISBN:978-620-2-25085-16; 2022, pág. 159-168.
- [13] Pan American Health y Organización. *Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la Covid-19 continúa*. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua>
- [14] Statista. *Coronavirus: muertes en el mundo por continentes en 2022*. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>

- [15] Statista. *Covid-19: número de muertes por país en 2023*. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1095779/numero-de-muertes-causadas-por-el-coronavirus-de-wuhan-por-pais/>
- [16] Datosmacroexpansion.com. *Covid-19. Crisis del coronavirus/datosmacro.com*. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus>
- [17] Our World in Data. *Coronavirus (Covid-19). Vaccinations*. En línea. <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>
- [18] TeleSur. *Covid-19*. En línea. <https://www.telesurtv.net/tags/Covid-19>
- [19] JHU CSSE Covid-19 data ncov-JHU CSSE. Johns Hopkins University. En línea. <https://systems.jhu.edu/research/public-health/ncov/>
- [20] La Republica.co: *coronavirus por países*. En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19>
- [21] Darner A. Mora Alvarado, Carlos F. Portuguez Barquero, Johel García. *Índice del Impacto Sanitario de la Covid-19*. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2024.
- [22] Darner A. Mora Alvarado. *Países y continentes más impactados sanitariamente por la Covid-19 al 30/08/2023*. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago; 2024.

Evolución de la Covid-19 en los países de Oceanía al 30/08/2023

Evolution of covid-19 in the countries of Oceania as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Evolución de la Covid-19 en los países de Oceanía al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 228-241.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7095>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Covid-19; evolución; letalidad; Oceanía; vacunación.

Resumen

Este estudio es una descripción de la evolución de la Covid-19 en los 15 países de Oceanía, abarcando 40 meses de la designación de la pandemia por parte de la OMS, el 11/03/2020 hasta más allá de la declaración del fin de la crisis sanitaria el 05/05/2023. Entre la metodología utilizada, los avances y evolución de la Covid-19 en las 15 naciones estudiadas, se realizó como complemento al primer trabajo publicado y titulado “Evolución de la Covid-19 en Oceanía a noviembre 2021”. Los datos de los casos confirmados, muertes y letalidad de la Covid-19, se obtuvieron de la literatura o plataformas virtuales, que le han brindado seguimiento, en tiempo real, a la crisis sanitaria como: Statista, Datosmacro.expansion.com, Wikipedia, Our World in Data y otros. Los resultados indican que el país más impactado, de conformidad con el indicador muertes/millón de hab, fue Fiji con 957,16, seguido de Australia y Nueva Zelanda con 884,12 y 842,34 respectivamente. Por otro lado, las naciones con más avances en la vacunación completa contra la Covid-19 son: Vanuatu (84,84%), Samoa (88,98%), Australia (84,02%) y Nueva Zelanda (81,84%). Por último, Oceanía fue el continente menos impactado sanitariamente por la Covid-19 con 27.946 muertes y una letalidad de 0,20%.

Keywords

Covid-19; evolution; lethality; Oceania; vaccination.

Abstract

This study is a description of the evolution of Covid-19 in the 15 countries of Oceania, covering 40 months from the designation of the pandemic by the WHO, on 03/11/2020 until beyond the declaration of the end of the health crisis on 05/05/2023. Among the methodology used, the advances and evolution of Covid-19 in the 15 nations studied, it was carried out as a complement to the first work published and titled “Evolution of Covid-19 in Oceania as of November 2021.” The data on confirmed cases, deaths and lethality of Covid-19 were obtained from literature or virtual platforms, which have provided real-time monitoring of the health crisis such as: Statista, Datamacro.expansion.com, Wikipedia, Our World in Data and others. The results indicate that the most impacted country, according to the deaths/million inhabitants indicator, was Fiji with 957.16, followed by Australia and New Zealand with 884.12 and 842.34 respectively. On the other hand, the nations with the most progress in complete vaccination against Covid-19 are Vanuatu (84.84%), Samoa (88.98%), Australia (84.02%) and New Zealand (81.84 %). Finally, Oceania was the continent least impacted health-wise by Covid-19 with 27,946 deaths and a fatality rate of 0.20%.

Introducción

Oceanía es un continente insular de la tierra constituido por la plataforma continental de Australia, las islas de Nueva Guinea, Nueva Zelanda y los archipiélagos coralinos y volcánicos de Melanesia. Micronesia y Polinesia [1], todas estas islas están distribuidas en el Océano Pacífico, con una extensión territorial de 8.542.499 Km² [2]. La población total es de 41.117.432 habitantes, para una densidad de 4,56 hab/Km². Se subdivide en 15 países y 18 dependencias. Indonesia es un país transcontinental ubicado en el sudeste Asiático y Oceanía [3].

En la siguiente figura 1, se visualiza la ubicación de Oceanía en el planeta.



Figura 1. Ubicación de Oceanía en el planeta. Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ocean%C3%ADa>

A continuación, se presenta la lista de países en Oceanía.

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Australia | Palaos |
| Estados Federados de Micronesia | Papúa Nueva Guinea |
| Fiyi | Samoa |
| Kiribati | Tonga |
| Islas Marshall | Tuvalu |
| Islas Salomón | Vanuatu |
| Nauru | Indonesia* |
| Nueva Zelanda | |

*País transcontinental

Con respecto a la crisis sanitaria de la Covid-19 global, el primer caso registrado en Oceanía comenzó el 25 de enero de 2020, en Melbourne, Australia [4], en un hombre que regresó de Wuhan, provincia de Hubei, China, zona o país donde se originó la pandemia de la Covid-19, provocada por el coronavirus, SARS-CoV-2, en diciembre del 2019 [5,6].

En este contexto, después de 40 meses de la declaración de la Pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11 de marzo de 2020 [7], se presenta este segundo estudio con el propósito de completar, el primer análisis titulado “Evolución de la Covid-19 en Oceanía a Noviembre 2021” [8], mediante la descripción completa de la evolución de la pandemia desde el 11 de marzo al final de la declaración de la crisis sanitaria el 5 de mayo de 2023 [9], aunado a casi cuatro meses de la transición de la pandemia a la sindemia, al 30 de agosto del 2023.

Objetivos

General

Analizar la evolución de la Covid-19 en los 15 países de Oceanía a 40 meses de su origen; es decir al 30/08/2023, con el propósito de identificar los factores protectores y de riesgo, para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2, en este continente insular.

Específicos

- Determinar los datos de los indicadores sanitarios en los 15 países de Oceanía sobre la evolución de la Covid-19, a saber: Casos confirmados, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidad y los avances en la vacunación contra la Covid-19.
- Identificar los 5 países con menores y mayores indicadores sanitarios al 30/08/2023.
- Identificar los factores de protección y de riesgo para la propagación o no del SARS-CoV-2, en las 15 naciones insulares de Oceanía.
- Analizar el impacto de la Covid-19 sobre Oceanía en el contexto de los otros continentes del mundo al 30/08/2023.

Metodología

Para cumplir con los objetivos del presente estudio, se aplicaron los siguientes pasos:

Aporte de datos o indicadores sanitarios de la Covid-19

Los avances de los indicadores sanitarios de la Covid-19, se obtuvieron en tiempo real-de las siguientes plataformas estadísticas:

- Statista [10]
- Datosmacro.expansion.com [11]
- Wikipedia, la enciclopedia libre [12]
- Our World in Data [13]
- Wikipedia Telesurttu.net [14]
- La República.com [15]

Países con menor y mayor afectación por la Covid-19 en Oceanía

De los 15 países insulares de Oceanía, se seleccionaron las naciones con menos valores o mayor indicadores sanitarios sobre: casos confirmados, casos/100.000 hab, muertes absolutas, muertes/millón de hab, letalidad y vacunación completa.

Identificación de los factores protectores y de riesgo para la propagación del SARS-CoV-2

La identificación de los factores protectores y de riesgo para la propagación o no del virus SARS-CoV-2, se obtuvieron del análisis de la literatura disponible como:

- La pandemia de Covid-19, estudio de casos: Australia, Nueva Zelanda y Cuba, en la Revista Habanera de Ciencias Médicas [16].
- Las islas paradisíacas y remotas que serán el primer destino inmune del mundo; en: <https://www.elmundo.es/viajes/oceania/2021/01/13/5ffbf33221efa0fd6d8b45de.html> [17].
- Oceanía: Información, características, países, clima fauna. En <https://concepto.de/oceania/> [18].

Impacto sanitario de la Covid-19 en Oceanía en el contexto de los otros continentes

El impacto sanitario de la Covid-19 en Oceanía y su comparación con los otros continentes, se realiza en dos momentos. El primero al 14/11/2021, publicado en el estudio “Evolución de la Covid-19 en Oceanía a noviembre 2021” y los datos obtenidos al 30/08/2023.

Resultados

Evolución de los Indicadores sanitarios del Impacto de la Covid-19 en Oceanía al 30/08/2023

En el siguiente cuadro 1, se presentan los indicadores sanitarios del impacto de la Covid-19 en 15 países de Oceanía.

Cuadro 1. Datos de la Covid-19 por países en Oceanía al 30/08/2023.

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos por 100.000 hab | Muertes | Muertes/millón de hab | Letalidad % | Vacunación % de cobertura |
|---------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| Australia | 26.020.805 | 3,04 | 11.581.870 | 44.510 | 22.781 | 884,12 | 0,20 | 84,02 |
| Estados Federados de Micronesia | 111.000 | 194,00 | 26.530 | 23.901 | 65 | 574,56 | 0,25 | 69,50 |
| Fiji | 247.862 | 51,22 | 69.047 | 27.857 | 885 | 957,16 | 1,28 | 69,35 |
| Islas Marshall | 53.066 | 293,00 | 16.098 | 30.336 | 17 | 404,28 | 0,11 | 80,26 |
| Kiribati | 110.136 | 135,00 | 5.885 | 5.343 | 24 | 186,23 | 0,47 | 63,92 |
| Islas Salomón | 740.424 | 25,62 | 21.611 | 2.919 | 153 | 216,15 | 0,71 | 35,93 |
| Nauru | 11.567 | 213,00 | 5.393 | 46.624 | 1 | 79,93 | 0,02 | 80,69 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 18,30 | 2.372.118 | 47.385 | 3.283 | 842,34 | 0,14 | 81,84 |
| Palaos | 18.000 | 39,22 | 6.197 | 34.428 | 9 | 500,00 | 0,15 | ND |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 19,30 | 46.864 | 524 | 670 | 67,34 | 1,43 | 3,23 |
| Samoa | 187.820 | 69,18 | 16.778 | 8.933 | 31 | 155,00 | 0,18 | 88,98 |
| Tonga | 100.651 | 139,00 | 16.821 | 16.712 | 12 | 113,19 | 0,07 | 72,97 |
| Tuvalu | 11.810 | 49,00 | 2.943 | 24.920 | 1 | 89,25 | 0,03 | 84,84 |
| Vanuatu | 266.937 | 21,90 | 12.019 | 4.503 | 14 | 43,87 | 0,12 | 50,84 |
| Totales | 41.821.098 | 1.270,78 | 14.200.174 | 33.955 | 27.946 | 591 | 0,20 | 866,37 |

Países con menor y mayor población, densidad e indicadores sanitarios del Impacto de la Covid-19 en Oceanía al 30/08/2023

En los cuadros del 2 a 9, se presentan los cinco datos con menor y mayor población, densidad y los indicadores sanitarios mencionados de la Covid-19.

Cuadro 2. Cinco países con menor y mayor población.

| Países | Población |
|--------------------|------------|
| Nauru | 11.567 |
| Tuvalu | 11.810 |
| Palaos | 18.000 |
| Islas Marshall | 53.066 |
| Tonga | 100.651 |
| <hr/> | |
| Australia | 26.020.805 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 |
| Islas Salomón | 740.424 |
| Vanuatu | 266.937 |

Cuadro 3. Cinco países con menor y mayor densidad en hab/Km²

| Países | Población | Densidad hab/Km ² |
|----------------------------------|-------------|------------------------------|
| Australia | 26.020.805 | 3,04 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 18,30 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 19,30 |
| Vanuatu | 266.937 | 21,90 |
| Islas Salomón | 740.424 | 25,62 |
| Países con menor densidad | | |
| Islas Marshall | 53.066 | 293,00 |
| Nauru | 11.567 | 213,00 |
| Estados Federados de Micronesia | 111.000 | 194,00 |
| Indonesia | 279.476.346 | 141,00 |
| Tonga | 100.651 | 139,00 |

Cuadro 4. Cinco países con menor y mayor casos confirmados en Oceanía por la Covid-19 al 30/08/2023.

| Países | Población | Casos confirmados |
|---|-------------|-------------------|
| Tuvalu | 11.810 | 2.943 |
| Nauru | 11.567 | 5.393 |
| Kiribati | 110.136 | 5.885 |
| Palaos | 18.000 | 6.197 |
| Vanuatu | 266.937 | 12.019 |
| Países con mayor casos confirmados | | |
| Australia | 26.020.805 | 11.581.870 |
| Indonesia | 279.476.346 | 6.813.005 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 2.372.118 |
| Fiyi | 247.862 | 69.047 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 46.864 |

Cuadro 5. Cinco países con menor y mayor casos/100.000 hab por Covid-19 en Oceanía al 30/08/2023.

| Países | Población | Casos por 100.000 hab |
|---|-------------|-----------------------|
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 524 |
| Indonesia | 279.476.346 | 2.438 |
| Islas Salomón | 740.424 | 2.919 |
| Vanuatu | 266.937 | 4.503 |
| Kiribati | 110.136 | 5.343 |
| Países con mayor casos por 100.000 hab | | |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 47.385 |
| Nauru | 11.567 | 46.624 |
| Australia | 26.020.805 | 44.510 |
| Palaos | 18.000 | 34.428 |
| Islas Marshall | 53.066 | 30.336 |

Cuadro 6. Cinco países con menor y mayor muertes asociados a la Covid-19 al 30/08/2023.

| Países | Población | Muertes |
|---------------------------------|-------------|---------|
| Nauru | 11.567 | 1 |
| Tuvalu | 11.810 | 1 |
| Palaos | 18.000 | 9 |
| Tonga | 100.651 | 12 |
| Vanuatu | 266.937 | 14 |
| Países con mayor muertes | | |
| Indonesia | 279.476.346 | 161.916 |
| Australia | 26.020.805 | 22.781 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 3.283 |
| Fiji | 247.862 | 885 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 670 |

Cuadro 7. Cinco países con menor y mayor tasas de muertes/millón de hab, en Oceanía al 30/08/2023.

| Países | Población | Muertes/millón de hab |
|--|-------------|-----------------------|
| Vanuatu | 266.937 | 43,87 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 67,34 |
| Nauru | 11.567 | 79,93 |
| Tuvalu | 11.810 | 89,25 |
| Tonga | 100.651 | 113,19 |
| Países con mayor tasas de muertes/millón de hab | | |
| Fiji | 247.862 | 957,16 |
| Australia | 26.020.805 | 884,12 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 842,34 |
| Indonesia | 279.476.346 | 589,09 |
| Estados Federados de Micronesia | 111.000 | 574,56 |

Cuadro 8. Cinco países con menor y mayor tasas de letalidad por la Covid-19 en Oceanía al 30/08/2023.

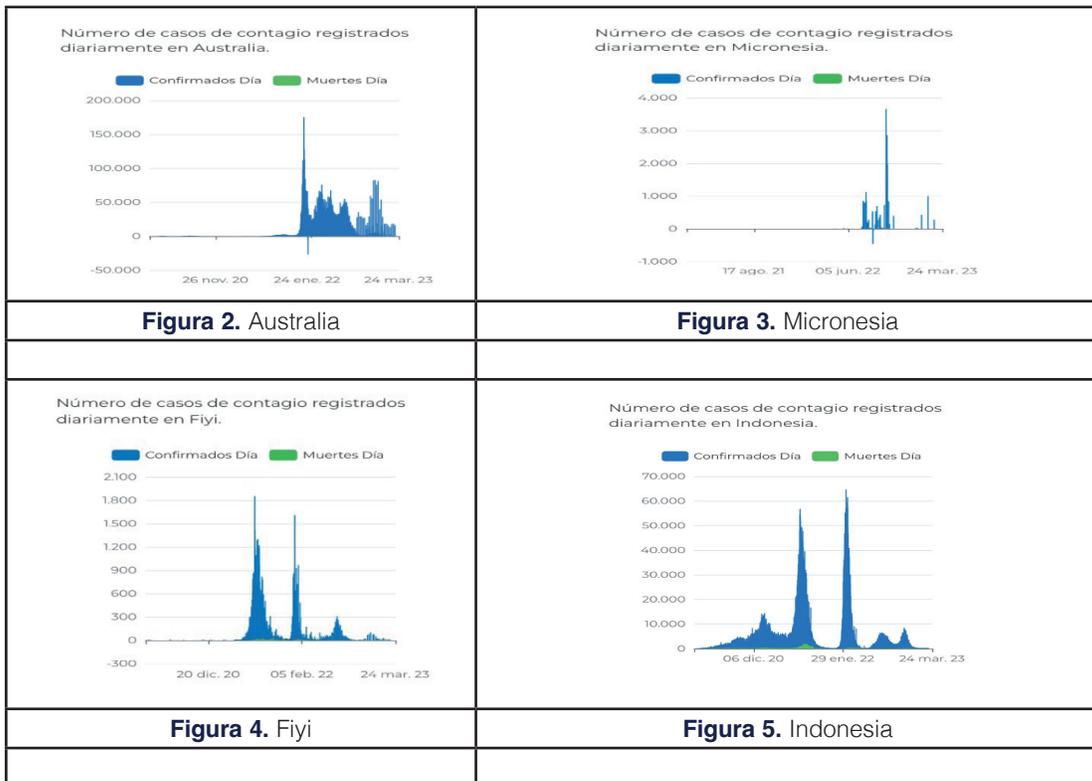
| Países | Población | Letalidad % |
|--|-------------|-------------|
| Nauru | 11.567 | 0,02 |
| Tuvalu | 11.810 | 0,03 |
| Tonga | 100.651 | 0,07 |
| Islas Marshall | 53.066 | 0,11 |
| Vanuatu | 266.937 | 0,12 |
| Países con mayor tasas de letalidad | | |
| Indonesia | 279.476.346 | 2,38 |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 1,43 |
| Fiji | 247.862 | 1,28 |
| Islas Salomón | 740.424 | 0,71 |
| Kiribati | 110.136 | 0,47 |

Cuadro 9. Naciones con menor y mayor avance en la vacunación con al menos dos dosis contra la Covid-19 al 2023.

| Países | Población | Vacunación % de cobertura |
|--------------------|-------------|---------------------------|
| Palaos | 18.000 | ND |
| Papúa Nueva Guinea | 8.935.000 | 3,23 |
| Islas Salomón | 740.424 | 35,93 |
| Vanuatu | 266.937 | 50,84 |
| Indonesia | 279.476.346 | 63,60 |
| Kiribati | 110.136 | 63,92 |
| <hr/> | | |
| Samoa | 187.820 | 88,98 |
| Tuvalu | 11.810 | 84,84 |
| Australia | 26.020.805 | 84,02 |
| Nueva Zelanda | 5.006.020 | 81,84 |
| Naurú | 11.567 | 80,69 |

Tendencias y olas de la pandemia en las naciones de Oceanía

En las siguientes figuras del 2 al 16, se presentan las curvas con las tendencias y las “olas” de la pandemia en los países de Oceanía.



Número de casos de contagio registrados diariamente en Islas Marshall.

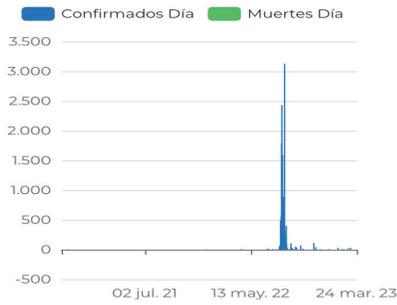


Figura 6. Islas Marshall

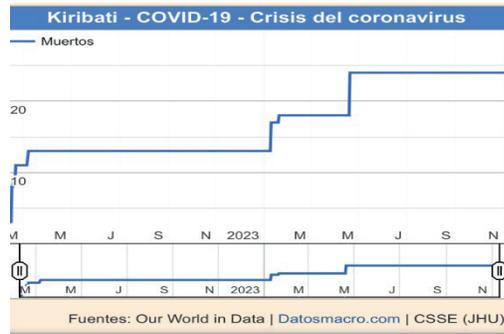


Figura 7. Kiribati

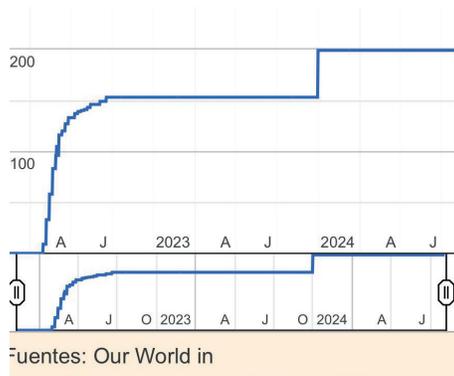


Figura 8. Islas Salomón

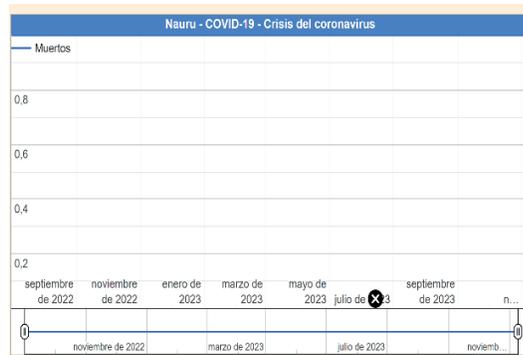


Figura 9. Naurú

Número de casos de contagio registrados diariamente en Nueva Zelanda.



Figura 10. Nueva Zelanda

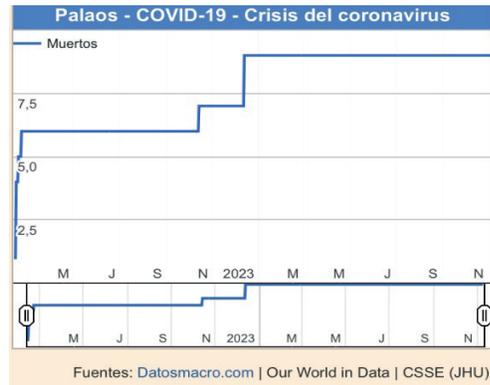


Figura 11. Palaos

Número de casos de contagio registrados diariamente en Papúa Nueva Guinea.



Figura 12. Papúa Nueva Guinea

Número de casos de contagio registrados diariamente en Samoa.

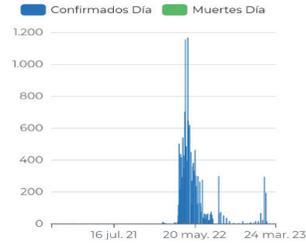


Figura 13. Samoa

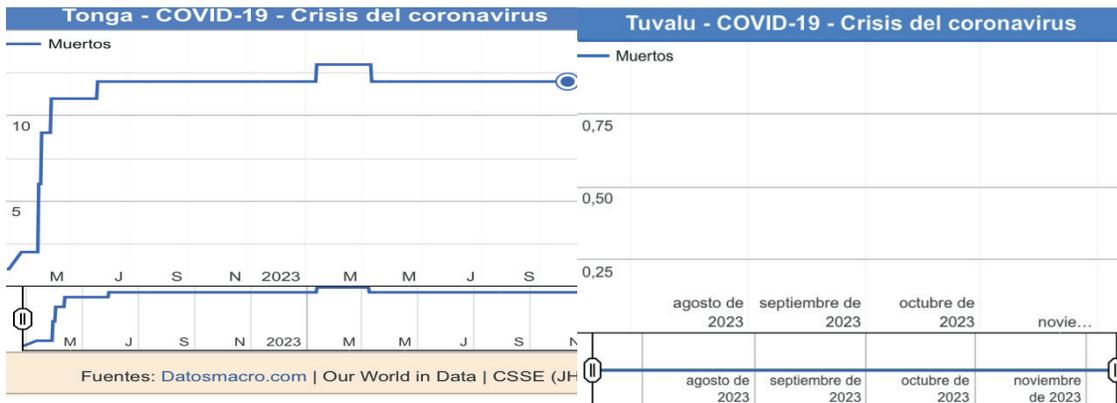


Figura 14. Tonga

Figura 15. Tuvalu

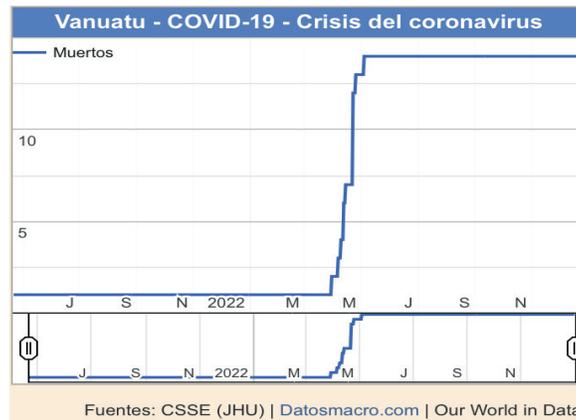


Figura 16. Vanuatu

Identificación de factores de protección y de riesgo relacionado con la Covid-19.

Los factores de protección contra la propagación y la mortalidad de la Covid-19, se clasifican de manera general, en naturales y antropogénica.

Naturales

- Oceanía al estar conformada por países insulares pequeños excepto: Australia, Papúa Nueva Guinea, Nueva Zelanda e Indonesia, dificultan la propagación del virus.
- El distanciamiento entre cada país y la lógica ausencia de fronteras terrestres.

- El clima tropical, subtrópicos y en ciertas regiones templado con estaciones que varían de lo húmedo a seco.
- La poca densidad población en algunas islas merman dichosamente los contagios.

Antropogénicas

Los factores de protección antropogénicas o generales por los seres humanos son:

- Las medidas de contingencia contra la propagación del virus SARS-CoV-2, realizados por los países insulares, como el nivel de alerta implementado por Australia y Nueva Zelanda, en todos los puertos de entrada para los residentes el 19 de marzo del 2020. En Nueva Zelanda, todos los neozelandeses que regresaron del extranjero pasaron dos semanas de cuarentena supervisada.
- El cierre de aeropuertos y la ausencia del turismo en estas islas paradisíacas, evitó la propagación del virus SARS-CoV-2.
- La vacunación contra la Covid-19, logró evitar la gravedad de la enfermedad.

Factores de riesgo para la enfermedad de la Covid-19.

Excepto los sistemas de salud de Australia, Nueva Zelanda, los otros pequeños países insulares, tienen problemas medioambientales, con amenazas al cambio climático, como el aumento del nivel del mar [19]. Por ejemplo, la carga de enfermedades como tuberculosis y diabetes y muy bajo acceso a la atención primaria. Además, el hacinamiento como consecuencia de las elevadas tasas de natalidad, en donde por ejemplo en Kiribati fue de 26 nacimientos/1000 hab [20]. Aunado a esto la escasez de agua potable, debido a la salinización por los factores ambientales que impiden el acceso a alimentos y agua seguros, señalados en el informe sobre el Estado del Medioambiente en Oceanía de Caritas [21].

Por otro lado, las enfermedades crónicas como la diabetes y tuberculosis generan una sindemia con la sinergia con el virus SARS-CoV-2, agravando los síntomas de la Covid-19 [22].

La Covid-19 en Oceanía en el contexto de los otros continentes

Para efectos de seguimiento y comparativos en el tiempo, en los siguientes cuadros 10 y 11, se presentan los datos de casos confirmados, muertes y letalidad por continentes al 14/11/2021 y al 30/08/2023, respectivamente.

Cuadro 10. Casos, muertes y letalidad general por continentes al 14/11/2021.

| Continentes | Número de casos | Número de muertes | % Letalidad |
|----------------|--------------------|-------------------|-------------|
| América | 95.534.012 | 2.328.692 | 2,44 |
| Europa | 79.965.524 | 1.460.381 | 1,83 |
| Asia | 70.629.567 | 1.097.255 | 1,55 |
| África | 8.562.126 | 220.604 | 2,58 |
| Oceanía | 361.594 | 4.229 | 1,17 |
| Totales | 255.052.823 | 5.111.161 | 2,0 |

Cuadro 11. Impacto de la Covid-19 por continentes de la Covid-19 al 30/08/2023.

| Continentes | Número de casos | Número de muertes | % Letalidad |
|----------------|--------------------|-------------------|-------------|
| América | 191.363.364 | 2.946.073 | 1,54 |
| Europa | 229.506.183 | 2.096.993 | 0,91 |
| Asia | 331.977.548 | 2.017.350 | 0,61 |
| África | 12.562.081 | 250.848 | 2,00 |
| Oceanía | 14.200.174 | 27.946 | 0,20 |
| Totales | 779.609.350 | 7.339.210 | 0,96 |

Como se observa, el aumento de casos por la variante Ómicron, descubierta en Sudáfrica, el 24 de noviembre del 2021 [23], aumentó el número de contagios, pero no en la misma proporción el número de muertes, bajando las letalidades, en todos los continentes, del 14/11/2021 (cuadro 10) al 30/08/2023 del 2,0% a 0,96% a nivel mundial y por ejemplo en el caso de América pasó de 2,44% y en el caso de Oceanía de 1,17% a 0,20%.

Análisis de resultados

De conformidad con los resultados obtenidos, a continuación, se presenta el análisis, conclusiones y recomendaciones:

Datos epidemiológicos

- Del cuadro 2, se observa que los países más poblados de Oceanía son: Indonesia (país transcontinental) con Asia y una población estimada de 279.476.346 hab, seguido de Australia con 26.020.805 hab, Papúa Nueva Guinea, con 8.935.000 hab, y Nueva Zelanda con 5.006.020 hab. Las otras naciones insulares: Islas Salomón, Vanuatu, Fiyi, Samoa, Kiribati, Tonga, Micronesia, Palaos y Naurú, tiene poblaciones inferiores a 750.000 hab, hasta llegar a 11.817 y 11.567 hab, respectivamente. Los países con mayor densidad son: Islas Marshall, Naurú y Tonga con 293 hab/Km²; 293 hab/Km² y 139 hab/Km², respectivamente.
- El país con casos confirmados por la Covid-19 son: Australia, Indonesia y Nueva Zelanda. No obstante, los países con más casos confirmados/100.000 hab son: Nueva Zelanda con 47.385/100.000 hab, seguido por Islas Salomón con 46.624 casos/100.000 hab y Australia con 44.510 casos/100.000 hab.
- La nación con más muertes absolutas asociadas a Covid-19 son: Indonesia (161.916), Australia (22.781) y Nueva Zelanda (3.283).
- Con respecto al país más impactado en muertes/millón de hab, son: Fiyi con 957,16; seguido por Australia con 884,12 y Nueva Zelanda con 842,34.
- En el caso de las tasas de letalidad, Indonesia presenta 2,38% seguido por Fiyi con 1,28%. La tasa de letalidad por medio del continente es de 0,90%, ligeramente más baja que la letalidad promedio global de 0,94%.
- Los avances de la vacunación completa contra la Covid-19 es alta en Samoa, Tuvalu, Australia, y Nueva Zelanda son: 88,90%, 84,84%, 84,02% y 81,84%. No obstante, en Papúa Nueva Guinea, la vacunación completa es de 3,23%.
- El análisis de las evoluciones o tendencia de los contagios de la Covid-19, en los países con mayor población como Indonesia se observan seis olas con sus respectivos picos. Lo mismo sucede en Australia, pero después de enero 2022. Por el contrario, en las islas

pequeñas como Fiyi, se observan cuatro olas, mientras en Nueva Zelanda, se presentan tres olas. En el resto de las islas como: Kiribati, Tonga, Tuvalu y Vanuatu, los casos confirmados han sido poco y no se observan tendencias y olas.

Países más impactados en casos/100.000, muertes/millón de hab y letalidad.

- Los cinco países con más casos confirmados/100.000 hab, son Nueva Zelanda, Naurú, Australia, Palaos e Islas Marshall con: 47.385, 46.624, 44.510, 34.428 y 30.336/100.000 hab, respectivamente.
- Los países con más “muertes/millón de hab” fueron: Fiyi (957,16), Australia (884,12), Nueva Zelanda (842,34), Indonesia (589,09) y Micronesia (574,56).
- Las naciones con más letalidad fueron: Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Fiyi, Islas Salomón y Kiribati con: 2,38%, 1,43%, 1,28%, 0,71% y 0,47% respectivamente.

Olas de la pandemia

El país con más olas bien definidas de la pandemia fue Indonesia, debido a que el primer caso, se presentó desde el 02/03/2020, mientras que, en los otros países, los primeros casos, se presentaron muchos meses después como Naurú, en donde el primer caso se reportó el 26/04/2022 o en Palaos, en donde la pandemia inició el 31/05/2021. En forma semejante los primeros casos en las islas remotas de Oceanía.

Factores protectores y de riesgo para la Covid-19

Factores protectores

Lo lejano y remoto en tiempo y espacio de los países insulares de Oceanía fue un elemento muy importante en la protección contra la Covid-19. Además, de la lógica ausencia de fronteras terrestres.

Factores de riesgo

El principal factor de riesgo en las pequeñas islas es sin lugar a duda las limitaciones de los sistemas de salud, en cada pequeña nación insular.

Impacto sanitario de Oceanía con respecto a los otros continentes

De los cuadros 10 y 11, se observa que Oceanía es el continente menos impactado por la Covid-19, con 27.946 muertes y una letalidad de 0,20%.

Conclusiones

Los pequeños países insulares de Oceanía, excepto: Indonesia, Australia, Nueva Zelanda y Papúa Nueva Guinea, ha sido “laboratorios vivientes” en donde su lejanía los mantuvo sin casos confirmados y lógicamente sin muertes por Covid-19 por muchos meses de los tres años de la pandemia definido del 11/03/2020 al 05/05/2023.

Recomendaciones

La evolución de la pandemia en Oceanía debe ser motivo de un análisis epidemiológico más profundo, para valorar los factores de riesgo y de protección de la transmisión del coronavirus SARS-CoV-2, en comparación con los otros continentes del mundo.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Oceanía. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ocean%C3%ADa>
- [2] INE (ed) "Anuario 2007". En línea. <https://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/anuario2007.pdf>
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Indonesia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Indonesia>
- [4] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en Australia. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Australia
- [5] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de Covid-19. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [6] PMC Disclaimer ¿Qué sabemos del origen del Covid-19? En "National Library of Medicine. En línea. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9995320/>
- [7] OPS/OMS. La OMS caracteriza a Covid-19 como una pandemia. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- [8] Darner A. Mora Alvarado. Evolución de la Covid-19 en Oceanía a noviembre 2022. Revista Tecnología en Marcha. Número especial Covid-19. Vol. 35 especial-Covid-19; 2022. pág.120-128.
- [9] OPS/OMS. Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la Covid-19 continúa. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua>.
- [10] Wikipedia, la enciclopedia libre. "Statista" En línea. <https://es.statista.com/>
- [11] Datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/>
- [12] Wikipedia, la enciclopedia libre. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
- [13] De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/>
- [14] Wikipedia, la enciclopedia libre. Telesur coronavirus. En línea. <https://www.telesurtv.net/tags/Coronavirus>
- [15] Wikipedia, la enciclopedia libre. La República.com. En línea. <https://www.larepublica.com.co/>
- [16] Enrique Beldarraín Chaple, Sasha Gillies-Lekakis. La pandemia de Covid-19, estudio de casos: Australia, Nueva Zelanda y Cuba. En línea. <https://redalyc.org/articulo.oa?id=180465572014>. Revista Habana de Ciencias Médicas. ISSN 1729-519X; 2020, pág. 1-23.
- [17] El Mundo. Las islas paradisíacas y remotas que serán el primer destino inmune del mundo. En línea. <https://www.elmundo.es/viajes/oceania/2021/01/13/5ffbf33221efa0fd6d8b45de.html>
- [18] Concepto. Oceanía-información, características, países, clima, fauna y más. En línea. <https://concepto.de/oceania/>
- [19] MICK POPE. Cambio Climático en Oceanía. Análisis Mundial de Lausana. Marzo 2014-Volumen 3/Número 2. En línea. <https://lausanne.org/es/contenido/aml/2014-03-es/cambio-climatico-en-oceania-ecomision-y-ecojusticia>
- [20] Médicos sin Fronteras. Kiribati: el país donde colisionan la salud humana y la del planeta. En línea. <https://www.msf.es/noticia/kiribati-pais-donde-colisionan-la-salud-humana-y-la-del-planeta#:~:text=La%20salud%20humana%20depende%20de,lugar%22%2C%20afirma%20el%20Dr.>
- [21] Caritas. Las comunidades de Oceanía advierten del aumento en los niveles del mar y la erosión costera en un nuevo informe de caritas. En línea. <https://www.caritas.org/2017/10/las-comunidades-en-oceania-advierten-del-aumento-en-los-niveles-del-mar-y-la-erosion-costera-en-un-nuevo-informe-de-caritas/?lang=es#:~:text=Las%20comunidades%20costeras%20en%20Ocean%C3%ADa,un%20nuevo%20informe%20de%20Caritas.>
- [22] Violeta Antonio Arques, Josep Franch Nadal y Joan A. Caylá. Diabetes y tuberculosis: una sindemia complificada por la Covid-19. Elsevier. Vol. 157.Núm 6; 2021. Pág. 288-293.
- [23] Fernando Duarte. Covid: ¿de dónde viene la variante ómicron y por qué saber su origen es importante. BBC World Service. 15 de diciembre 2021. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59647890>

Sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023

Covid-19 syndemic in Africa as of 08/30/2023

Darner Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D. Sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 242-259.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7105>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.
 dmora@aya.go.cr

Palabras clave

África; evolución; impacto; pandemia; sanitario.

Resumen

Como colorario a la estrategia titulada “De los escritos a los hechos” establecida en el Laboratorio Nacional de Aguas (Costa Rica), en este estudio se aborda la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023, el cual completa el primer estudio elaborado a noviembre del 2021. La metodología involucra el análisis de los indicadores sanitarios de: casos confirmados por Covid-19, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidad y avances porcentuales en la vacunación contra la Covid-19. Los resultados indican que contrario a los pronósticos iniciales de los especialistas, el impacto sanitario esperado, África fue el cuarto continente más impactado detrás de América, Europa y Asia, superado solamente a Oceanía. Los países con más casos confirmados fueron Sudáfrica, Marruecos, Túnez, Egipto y Libia. Sin embargo, los casos/100.000 hab, los cinco primeros lugares los ocupan Seychelles, Mauricio, Cabo Verde, Botsuana y Túnez. Con respecto a la mortalidad/millón de hab, Sudán, Túnez, Seychelles, Namibia y Suazilandia son los más impactados sanitariamente en África.

Keywords

Africa; evolution; impact; pandemic; sanitary.

Abstract

As would color the strategy titled “From writings to facts” established at the National Water Laboratory (Costa Rica), this study addresses the evolution of the Covid-19 pandemic-syndemic in Africa as of 08/30/2023, which completes the first study prepared in November 2021. The methodology involves the analysis of health indicators of confirmed cases of Covid-19, cases/100,000 inhabitants, deaths, deaths/million inhabitants, fatality and percentage advances in the vaccination against Covid-19. The results indicate that contrary to the initial forecasts of specialists, the expected health impact, Africa was the fourth most impacted continent behind America, Europe and Asia, surpassed only by Oceania. The countries with the most confirmed cases were South Africa, Morocco, Tunisia, Egypt and Libya. However, in cases/100,000 inhabitants, the first five places are occupied by Seychelles, Mauritius, Cape Verde, Botswana and Tunisia. Regarding mortality/million inhabitants, Sudan, Tunisia, Seychelles, Namibia and Swaziland are the most affected by health in Africa.

Introducción

África es el tercer continente más extenso tras Asia y América. Está situado entre los océanos Atlántico al oeste e Indico al este. El mar Mediterráneo lo separa al norte del continente europeo. El punto que acerca a África de Europa es el estrecho de Gibraltar de 14,4 Km de ancho. El mar Rojo, lo separa al este de la península arábiga y queda unido al continente asiático a través del istmo de Suez en territorio egipcio.

La superficie total es de 30.272.922 Km², incluida 621.600 Km² en territorios insulares. La población estimada es de 1.320.000 habitantes, la cual es un 15% de la población mundial. El continente se divide en 54 países o estados soberanos. Egipto es un país transcontinental. Además, tiene dos estados con reconocimiento limitado y dos territorios dependientes. La densidad poblacional es de 437 hab/Km² [1].

El continente africano se subdivide en: África del Norte, África del Sur, África del Este, África del Oeste y África Central. En la siguiente figura 1, se presenta la ubicación de África en el planeta Tierra.



Figura 1. Ubicación de África en el Planeta Tierra. Fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/África>

Objetivos

General

Analizar la evolución de la pandemia-sindemia de la Covid-19 en África al 30/08/2023, mediante el estudio de los indicadores de morbilidad asociada a la Covid-19, aunado al avance de la vacunación completa contra la Covid-19.

Específicos

- Determinar la evolución de los indicadores epidemiológicos de morbilidad y mortalidad de la Covid-19 en las 54 naciones africanas al 30/08/2023.
- Estudiar las evoluciones de los casos y las olas de la pandemia en cada país.
- Identificar los cinco países menos y más impactados por la Covid-19 en África.
- Identificar los factores de protección y de riesgo para la propagación del virus SARS-CoV-2 y la mortalidad asociada a la Covid-19.
- Comparar el impacto sanitario de la Covid-19 de África con los otros continentes de América, Europa, Asia y Oceanía al 30/08/2023.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio retrospectivo se aplicaron los siguientes pasos:

Tipo de estudio y periodo de análisis

El tipo de estudio es descriptivo-retrospectivo y abarca 40 meses desde el 11/03/2020, luego la OMS declaró la pandemia hasta el 05/05/2023 [2], en donde la misma organización líder en salud, determinó el final de la pandemia [3], incluyendo cuatro meses más al 30/08/2023, para cubrir la transición de pandemia a endemia.

En la siguiente figura 2, se presentan los países, según las regiones en África [4]

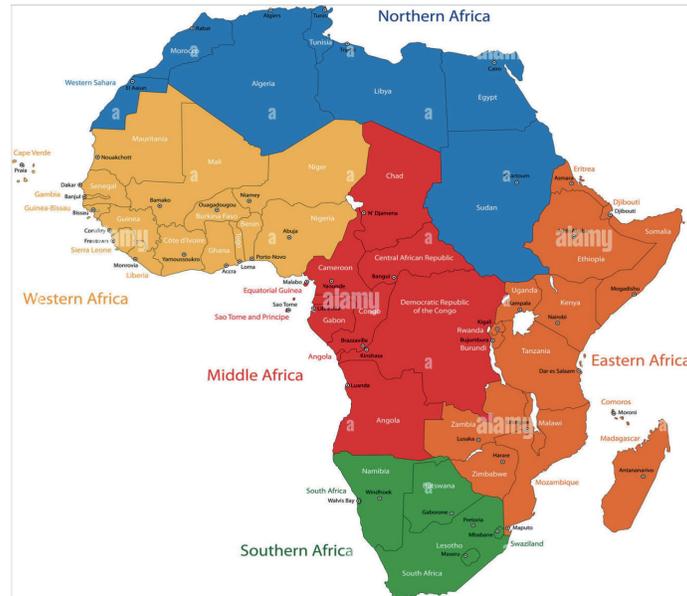


Figura 2. Mapa de África por regiones. Fuente: <https://www.alamy.es/foto-mapa-de-africa-103468920.html>

En este contexto geográfico, con naciones con deficientes los sistemas de salud y con poder adquisitivo bajos, hacinamiento y pobreza [5,6], el primer caso o contagio confirmado de la Covid-19, se reportó el 14 de febrero en Egipto [7,8]. En África Subsahariana el primer caso se registró en Nigeria [9]. La mayoría de los casos fueron que fueron importados llegaron de Europa y los EUA, lo cual a diferencia de otros continentes en donde provenían la mayoría de China [10]. Debido a que como se indicó anteriormente, los sistemas de salud son poco desarrollados y las condiciones sanitarias limitadas, se esperaba una oleada y altos contagios de la Covid-19 en África [11,12]. No obstante, el seguimiento en tiempo real de la pandemia-sindemia, estos pronósticos pesimistas no han sucedido. En este contexto, en el primer estudio, titulado “Sindemia de la Covid-19 en África a Noviembre 2021” [13], en términos generales este continente ocupaba el cuarto lugar en muertes/millón de hab, de bajo de América, Europa y Asia por encima de Oceanía.

Evolución de los indicadores sanitarios en los 54 países de África

Datos epidemiológicos

La evolución de los indicadores de morbimortalidad y los avances en la vacunación completa, aunado a los cálculos de la letalidad del virus SARS-CoV-2, se obtuvieron de las plataformas virtuales:

- Datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/> [14]
- De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/> [15]
- De JHU CSSE Covid-19. [16]
- Statista GmbH. Portal de estadísticas, Alemania. En línea. <https://es.statista.com/> [17]
- La Republica.co: Covid-19. En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19> [18]

Cálculo de las tasas de letalidad para el SARS-CoV-2

Los cálculos para determinar las tasas de letalidad en cada una de las 54 naciones africanas se elaboraron aplicando la división de las muertes asociadas a la Covid-19/número de casos confirmados de Covid-19, multiplicado por 100 para obtener el % de letalidad por país, en un periodo de tiempo definido.

Gráficos de la evolución de los casos y las olas en la pandemia

Los gráficos con sus respectivas olas pandémicas se obtuvieron de la plataforma “La Republica. co: Covid-19”.

Países con menores y mayores indicadores sanitarios en África

Mediante el ordenamiento de los datos sanitarios de casos confirmados, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidad y avance de la vacunación completa de las 54 naciones, se identificaron los cinco menos y más impactados por la Covid-19.

Factores protectores y de riesgo para la Covid-19

Para abordar e identificar los factores protectores y de riesgo, se analizaron los siguientes documentos:

- Banco Mundial. África: Panorama general.
- BBC. Los enormes retos de África para contener la pandemia de Covid-19.
- Gobierno de España. Foco África 2023.
- Instituto Español de Estudio Estratégicos. La segunda ola de la Covid-19 en África ¿una catástrofe?.
- United Nations. Documento de políticas. Efectos de la Covid-19 África.
- Europa Press. El coronavirus en África. Su fortaleza la experiencia con el ébola.
- Gonzalo Fanjul y Rafael Vilasanjuan. Los riesgos y oportunidades del Covid-19 para el desarrollo de los países pobres.
- Andrew Harding. BBC. New Mundo. Coronavirus en África: la sorprendente teoría que puede explicar la baja tasa de mortalidad del Covid-19.
- Fernanda Paúl. BBC News Mundo. Coronavirus. “El sistema colapsaría muy rápido: los enormes retos de África para contener la pandemia de Covid-19.
- Norberto Paredes. BBC News Mundo. Coronavirus en África: que hay detrás de la aparente resistencia del continente africano a la pandemia.

Comparación del impacto sanitario de la Covid-19 por continente

Con los datos recopilados, se comparan la situación de África con respecto a América, Europa, Asia y Oceanía al 18/11/2021 (antes de la aparición o descubrimiento de la variante ómicron) al 30/08/2023.

Resultados

Tiempo de estudio

Este estudio, aunque lo caracterizamos como descriptivo-retrospectivo, es importante anotar que esta investigación, es en parte producto de la “Estrategia titulada “De los escritos a los hechos”, desarrollada en el Laboratorio Nacional de Aguas (Costa Rica), realizada en tiempo real y sus productos finales son: seis libros y estudios cortos de los cinco continentes y en el Mundo.

Evolución de los indicadores sanitarios y vacunación en los 54 países de África

Datos epidemiológicos

En el cuadro 1, se presentan los datos de los 54 países en África de población número de casos confirmados por el SARS-CoV-2, casos/100.000 hab, muertes, muertes/millón de hab, letalidades y avance de la vacunación.

Cuadro 1. Datos de la Covid-19 por países en África al 30/08/2023.

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos por 100.000 hab | Muertes | Muertes/millón de hab | Letalidad % | Vacunación % de cobertura |
|------------------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| Angola | 36.684.212 | 28,5 | 105.384 | 287 | 1.934 | 56,05 | 1,84 | 27,75 |
| Argelia | 45.606.480 | 18,9 | 274.832 | 603 | 6.881 | 156,76 | 2,53 | 14,67 |
| Benín | 13.352.864 | 118,4 | 28.014 | 210 | 163 | 12,54 | 0,58 | 21,10 |
| Botsuana | 2.630.296 | 4,6 | 330.229 | 12.555 | 2.800 | 1.081,74 | 0,85 | 64,27 |
| Burkina Faso | 12.889.577 | 82,0 | 22.056 | 171 | 396 | 17,02 | 1,80 | 15,59 |
| Burundi | 22.673.762 | 497,0 | 54.239 | 239 | 15 | 1,20 | 0,03 | 0,03 |
| Cabo Verde | 482.900 | 119,7 | 64.238 | 13.303 | 415 | 705,87 | 0,65 | 43,54 |
| Camerún | 28.647.292 | 61,46 | 125.090 | 437 | 1.974 | 70,72 | 1,58 | 2,42 |
| Chad | 18.278.567 | 14,23 | 7.698 | 42 | 194 | 11,29 | 2,52 | 21,10 |
| Comoras | 827.900 | 445,0 | 9.109 | 1.100 | 160 | 173,72 | 1,76 | 43,11 |
| Rep. del Congo | 5.956.000 | 17,4 | 25.196 | 423 | 389 | 66,66 | 1,54 | 11,21 |
| Rep. Democrática Congo | 102.262.810 | 43,7 | 97.697 | 96 | 1.468 | 15,31 | 1,50 | 15,02 |
| Costa de Marfil | 28.160.543 | 88,6 | 88.338 | 314 | 835 | 30,39 | 0,95 | 7,87 |
| Eritrea | 6.209.262 | 43,0 | 10.189 | 164 | 103 | 28,45 | 1,01 | 1,00 |
| *Egipto | 112.716.600 | 104,6 | 516.023 | 458 | 24.830 | 243,19 | 4,81 | 41,47 |
| *Etiopía | 126.527.064 | 100,7 | 500.991 | 396 | 75,74 | 74,33 | 1,51 | 42,84 |
| Gabón | 2.301.000 | 8,6 | 48.992 | 2.129 | 307 | 131,13 | 0,63 | 11,00 |
| Gambia | 2.785.000 | 260,5 | 12.626 | 453 | 372 | 140,91 | 2,95 | 20,42 |
| Ghana | 31.485.000 | 132,0 | 171.653 | 545 | 1.462 | 46,57 | 0,85 | 34,34 |
| Guinea | 13.269.000 | 54,0 | 38.563 | 291 | 468 | 34,58 | 1,21 | 43,26 |
| Guinea-Bisáu | 1.644.000 | 70,0 | 9.614 | 585 | 177 | 85,89 | 1,84 | 26,58 |
| Guinea Ecuatorial | 1.558.000 | 50,5 | 17.130 | 1.099 | 183 | 111,96 | 1,07 | 13,09 |
| Kenia | 55.100.589 | 78,0 | 342.955 | 622 | 5.689 | 107,33 | 1,65 | 20,92 |
| Lesoto | 2.203.821 | 72,6 | 34.490 | 1.565 | 706 | 309,45 | 2,05 | 41,12 |
| Liberia | 4.568.298 | 40,43 | 8.090 | 177 | 294 | 56,61 | 3,63 | 71,84 |
| Libia | 7.362.000 | 4,4 | 507.268 | 6.890 | 6.437 | 955,71 | 1,27 | 18,35 |

| Países | Población | Densidad hab/Km2 | Casos confirmados | Casos por 100.000 hab | Muertes | Muertes/millón de hab | Letalidad % | Vacunación % de cobertura |
|------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| Madagascar | 26.251.309 | 35,2 | 68.319 | 260 | 1.425 | 49,28 | 2,09 | 9,09 |
| Malavi | 20.931.751 | 176,66 | 88.963 | 425 | 2.686 | 135,04 | 3,02 | 21,56 |
| Malí | 23.293.698 | 18,78 | 33.152 | 142 | 743 | 33,92 | 2,24 | 16,59 |
| Marruecos | 37.840.052 | 83,9 | 1.275.555 | 3.371 | 16.297 | 448,79 | 1,28 | 64,78 |
| Mauricio | 1.265.985 | 618,2 | 309.104 | 24.416 | 1.053 | 833,07 | 0,34 | 86,09 |
| Mauritania | 4.862.988 | 3,4 | 63.714 | 1.310 | 997 | 216,04 | 1,56 | 33,38 |
| Mozambique | 31.693.239 | 28,7 | 233.417 | 736 | 2.243 | 69,93 | 0,96 | 60,50 |
| Namibia | 2.550.226 | 3 | 171.998 | 6.744 | 4.098 | 1.577,97 | 2,38 | 21,21 |
| Níger | 27.202.843 | 21,47 | 9.515 | 35 | 315 | 12,47 | 3,31 | 3,81 |
| Nigeria | 223.804.640 | 223,10 | 266.675 | 119 | 3.155 | 14,78 | 1,18 | 3,10 |
| Rep. Centroafricana | 5.455.000 | 8,8 | 15.367 | 282 | 113 | 22,97 | 0,74 | 50,51 |
| Ruanda | 14.034.683 | 535,14 | 133.194 | 949 | 1.468 | 109,05 | 1,10 | 77,25 |
| Santo Tomás y Príncipe | 210.240 | 187,17 | 6.588 | 3.134 | 80 | 358,57 | 1,21 | 59,19 |
| Senegal | 17.923.036 | 68,7 | 88.014 | 491 | 1.971 | 116,79 | 2,21 | 8,91 |
| Seychelles | 92.202 | 216 | 50.937 | 55.245 | 172 | 1.732,86 | 0,34 | 84,19 |
| Sierra Leona | 8.115.829 | 79,1 | 7.762 | 96 | 125 | 15,35 | 1,61 | 60,95 |
| Somalia | 18.143.378 | 28,45 | 27.334 | 151 | 1.361 | 79,75 | 4,98 | 44,93 |
| Suazilandia | 1.148.130 | 66,12 | 74.021 | 6.447 | 1.422 | 1.192,68 | 1,92 | 35,84 |
| Sudáfrica | 50.414.496 | 48,21 | 4.072.533 | 8.078 | 102.545 | 1.110,88 | 2,52 | 34,72 |
| Sudán | 48.109.004 | 26,0 | 58.368 | 121 | 5.046 | 11.052,84 | 7,88 | 29,39 |
| Sudán del Sur | 11.544.905 | 13,33 | 18.368 | 159 | 138 | 12,84 | 0,75 | 39,79 |
| Tanzania | 67.438.110 | 63,0 | 43.078 | 64 | 846 | 13,30 | 1,96 | 50,58 |
| Togo | 7.706.000 | 93,0 | 39.513 | 513 | 193 | 33,55 | 0,73 | 17,98 |
| Túnez | 11.896.972 | 71,6 | 1.153.361 | 9.695 | 29.423 | 2.399,34 | 2,55 | 59,20 |
| Uganda | 48.582.336 | 144,0 | 171.829 | 354 | 3.632 | 85,54 | 2,11 | 30,07 |
| Yibuti | 957.273 | 37,2 | 15.690 | 1.639 | 189 | 188,62 | 1,20 | 40,04 |
| Zambia | 17.351.822 | 23,0 | 349.287 | 2.013 | 4.669 | 208,95 | 1,16 | 47,32 |
| Zimbabue | 14.438.802 | 33,0 | 265.721 | 1.840 | 5.715 | 367,33 | 2,15 | 29,71 |
| Totales | 1.429.441.786 | 5.512,59 | 12.562.081 | 879 | 250.848 | 1.755 | 2,00 | 1.794,59 |

Fuente. Datosmacro.com y elaboración de los autores

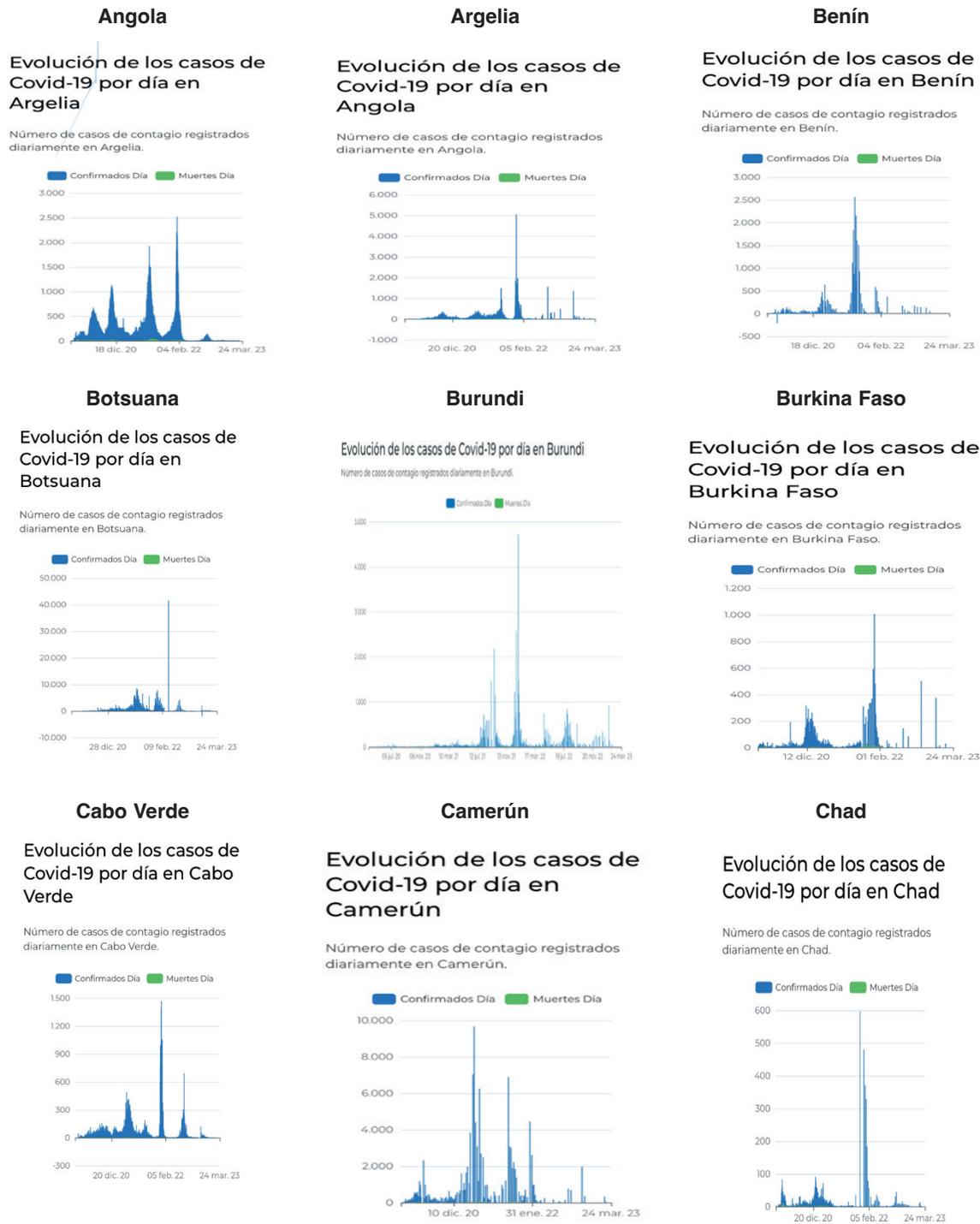
Letalidades

Los cálculos de las letalidades del SARS-CoV-2 en los 54 países africanos, se incluyen en el cuadro 1 anterior.

Evolución de los casos y las olas de la Covid-19 en cada país.

En la siguiente figura 3, se presentan los 54 gráficos de cada epidemia de la Covid-19 en las 54 naciones africanas.

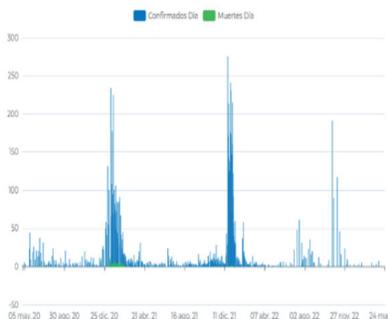
Figura 3. Gráficos con la evolución y las olas de la Covid-19. Fuente: Larepublica.co: Covid-19 y Datosmacro.com.



Comoras

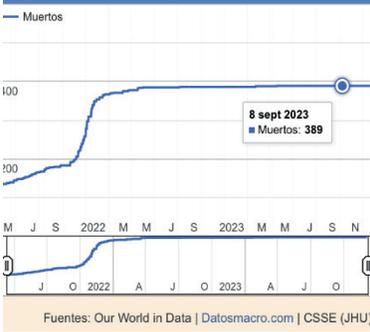
Evolución de los casos de Covid-19 por día en Comoras

Número de casos de contagio registrados diariamente en Comoras.



Rep. del Congo

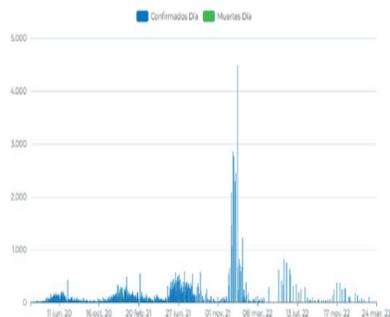
República del Congo - COVID-19 - Crisis del coronavirus



Rep. Democ del Congo

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Congo (Kinshasa)

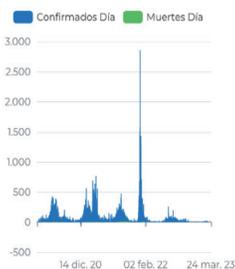
Número de casos de contagio registrados diariamente en Congo (Kinshasa).



Costa de Marfil

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Costa de Marfil

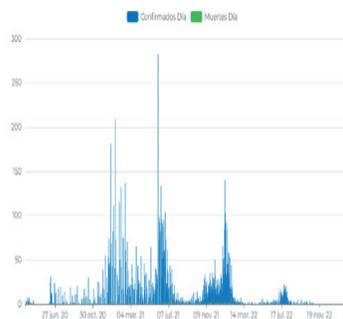
Número de casos de contagio registrados diariamente en Costa de Marfil.



Eritrea

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Eritrea

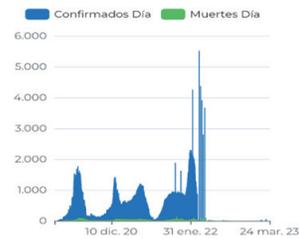
Número de casos de contagio registrados diariamente en Eritrea.



Egipto

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Egipto

Número de casos de contagio registrados diariamente en Egipto.



Etiopía

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Etiopía

Número de casos de contagio registrados diariamente en Etiopía.



Gabón

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Gabón

Número de casos de contagio registrados diariamente en Gabón.



Gambia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Gambia

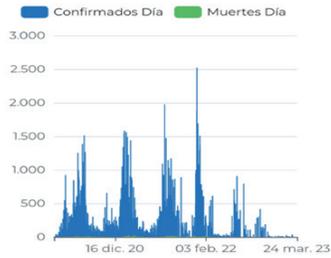
Número de casos de contagio registrados diariamente en Gambia.



Ghana

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Ghana

Número de casos de contagio registrados diariamente en Ghana.



Guinea

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Guinea

Número de casos de contagio registrados diariamente en Guinea.



Guinea-Bisáu

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Guinea-Bisáu

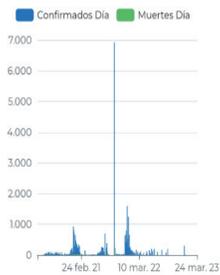
Número de casos de contagio registrados diariamente en Guinea-Bisáu.



Lesoto

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Lesoto

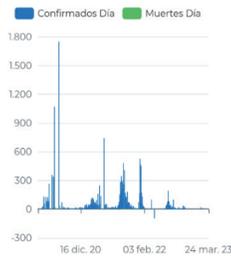
Número de casos de contagio registrados diariamente en Lesoto.



Guinea Ecuatorial

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Guinea Ecuatorial

Número de casos de contagio registrados diariamente en Guinea Ecuatorial.



Kenia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Kenia

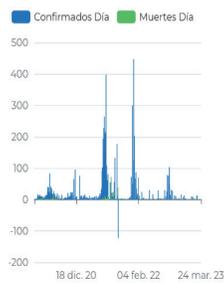
Número de casos de contagio registrados diariamente en Kenia.



Liberia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Liberia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Liberia.



Libia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Libia

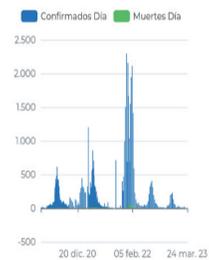
Número de casos de contagio registrados diariamente en Libia.



Madagascar

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Madagascar

Número de casos de contagio registrados diariamente en Madagascar.



Malawi

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Malawi

Número de casos de contagio registrados diariamente en Malawi.



Malí

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Malí

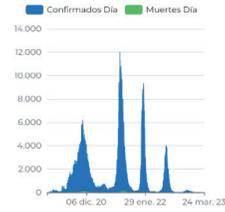
Número de casos de contagio registrados diariamente en Malí.



Marruecos

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Marruecos

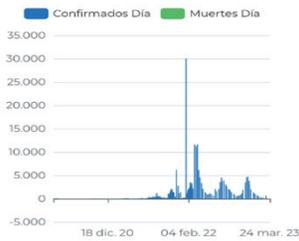
Número de casos de contagio registrados diariamente en Marruecos.



Mauricio

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Mauricio

Número de casos de contagio registrados diariamente en Mauricio.



Mauritania

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Mauritania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Mauritania.



Mozambique

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Mozambique

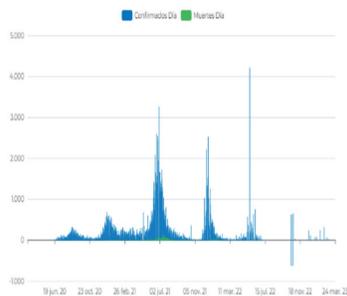
Número de casos de contagio registrados diariamente en Mozambique.



Namibia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Namibia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Namibia.



Níger

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Níger

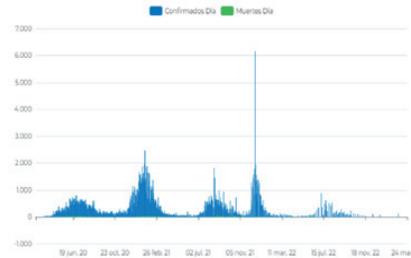
Número de casos de contagio registrados diariamente en Níger.



Nigeria

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Nigeria

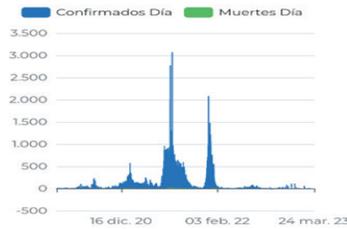
Número de casos de contagio registrados diariamente en Nigeria.



Ruanda

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Ruanda

Número de casos de contagio registrados diariamente en Ruanda.



Santo Tomás y Príncipe

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Santo Tomé y Príncipe

Número de casos de contagio registrados diariamente en Santo Tomé y Príncipe.



Senegal

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Senegal

Número de casos de contagio registrados diariamente en Senegal.



Seychelles

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Seychelles

Número de casos de contagio registrados diariamente en Seychelles.



Suazilandia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Suazilandia

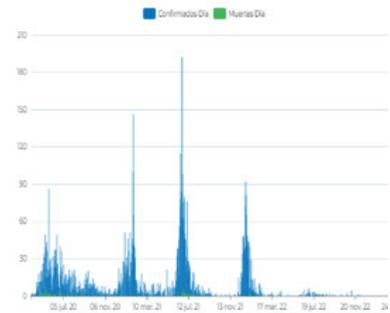
Número de casos de contagio registrados diariamente en Suazilandia.



Sierra Leona

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Sierra Leona

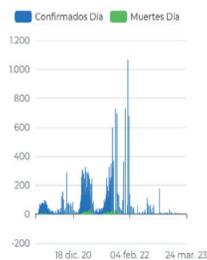
Número de casos de contagio registrados diariamente en Sierra Leona.



Somalia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Somalia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Somalia.



Sudáfrica

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Sudáfrica

Número de casos de contagio registrados diariamente en Sudáfrica.



Sudán

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Sudán

Número de casos de contagio registrados diariamente en Sudán.



Sudán del Sur

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Sudán del Sur

Número de casos de contagio registrados diariamente en Sudán del Sur.



Tanzania

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Tanzania

Número de casos de contagio registrados diariamente en Tanzania.



Rep. Centroafricana

Evolución de los casos de Covid-19 por día en República Centroafricana

Número de casos de contagio registrados diariamente en República Centroafricana.



Togo

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Togo

Número de casos de contagio registrados diariamente en Togo.



Túnez

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Túnez

Número de casos de contagio registrados diariamente en Túnez.



Uganda

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Uganda

Número de casos de contagio registrados diariamente en Uganda.



Yibuti

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Yibuti

Número de casos de contagio registrados diariamente en Yibuti.



Zambia

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Zambia

Número de casos de contagio registrados diariamente en Zambia.



Zimbabue

Evolución de los casos de Covid-19 por día en Zimbabue

Número de casos de contagio registrados diariamente en Zimbabue.



Países con menor y mayor valores de indicadores sanitarios

En el cuadro 2, se presentan las cinco naciones con menor y mayor valores de los indicadores sanitarios de la Covid-19 en África al 30/08/2023.

Cuadro 2. Ranking de las cinco naciones con menor y mayor valores de los indicadores sanitarios de la Covid-19 en África al 30/08/2023.

| Indicador | Cinco países con menor valor | Cinco países con mayor valor |
|-----------------------|--|---|
| Casos confirmados | Santo Tomás y Príncipe Chad Sierra Leona Liberia Carmona | Sudáfrica Marruecos Túnez Egipto Liberia |
| Casos/100.000 hab | Níger Chad Tanzania Rep. Democrática del Congo Sierra Leona | Seychelles Mauricio Cabo Verde Botsuana Túnez |
| Muertes | Burundi Etiopía Santo Tomás y Príncipe Eritrea Rep. Centroafricana | Sudáfrica Túnez Egipto Mauricio Argelia |
| Muertes/millón de hab | Burundi Chad Níger Benín Sudán del Sur | Sudán Túnez Seychelles Namibia Suazilandia |
| Letalidad | Burundi Mauricio Seychelles Benín Gabón | Sudán Somalia Egipto Liberia Níger |
| Vacunación | Burundi Eritrea Camerún Nigeria Níger | Mauricio Seychelles Ruanda Liberia Marruecos |

Factores protectores y de riesgo para la Covid-19 en África

Factores Protectores

Aunque la misma OMS presagiaba un desastre epidémico por la Covid-19 en África, ya en nuestro primer estudio al 17/11/2021 no había sucedido, debido a ciertos factores protectores como:

- La mayoría de los países africanos han aplicado medidas de confinamiento con mayor anticipación que muchos países de otros continentes.
- La experiencia adquirida en otras epidemias le permite a la comunidad científica africana agilidad de innovación.
- África es uno de los continentes menos globalizado, lo cual genera menos movilidad con otras naciones que fueron focos de la pandemia como China al principio, Italia y otros países de Europa y América.
- La pirámide demográfica indica que África es el continente más joven con una edad media de 19,7 años, mientras que en Europa es de 40 años. Además, la esperanza de vida en África es de 60 años y el de Europa de 78 años, lo cual paradójicamente evitó más mortalidad por Covid-19.
- La suma de tantas epidemias sufridas en la población de los distintos países africanos incluido otros coronavirus, ha brindado la fortaleza inmunológica y quizás inmunidad cruzada para defenderse de la Covid-19.
- Un gran factor protector, la cual debe ser una hipótesis de estudio, son las horas promedio de sol al día, en la mayoría de los meses del año, lo cual ayuda directa e indirectamente a combatir al SARS-CoV-2.

Factores de Riesgo

- La pobreza provoca deficiencias en el acceso a agua de calidad potable, saneamiento e higiene, los cuales son esenciales para el lavado de manos para evitar los contagios contra la Covid-19.
- El hacinamiento provoca mayor contacto entre las personas, lo que favorece la propagación del virus.
- Los inadecuados sistemas de salud en la mayoría de los países africanos, favorece la morbimortalidad por la Covid-19.
- Cambios sin precedentes en la población humana en África y Asia favorece en la propagación de enfermedades en Asia y África.

Casos confirmados, muertes y letalidades por continentes

En el cuadro 3, se presenta los casos confirmados y muertes al 18/11/2021, antes del surgimiento de la variante ómicron.

Cuadro 3. Casos, muertes y letalidades por la Covid-19, según continentes al 18/11/2021.

| Continentes | Número de casos | Muertes | Letalidad |
|----------------|--------------------|------------------|-------------|
| América | 95.534.012 | 2.328.692 | 2,44 |
| Europa | 79.965.524 | 1.460.390 | 1,88 |
| Asia | 70.629.567 | 1.097.255 | 1,55 |
| África | 8.562.156 | 220.564 | 2,58 |
| Oceanía | 361.544 | 4.229 | 1,17 |
| Totales | 255.042.803 | 5.111.181 | 2,00 |

En el cuadro 4, se presentan las estimaciones de casos, muertes y letalidades, según continentes por Covid-19 al 30/08/2023.

Cuadro 4. Casos, muertes y letalidades por Covid-19, según continentes.

| Continentes | Número de casos | Muertes | Letalidad |
|----------------|--------------------|------------------|-------------|
| América | 191.363.364 | 2.946.073 | 1,57 |
| Europa | 229.506.183 | 2.096.993 | 0,91 |
| Asia | 331.977.548 | 2.017.350 | 0,61 |
| África | 12.562.081 | 250.849 | 2,00 |
| Oceanía | 14.200.174 | 27.946 | 0,20 |
| Totales | 779.609.350 | 7.339.210 | 0,94 |

Análisis de resultados

En el cuadro 1, se presentan las poblaciones, casos confirmados totales, los casos/100.000 hab, las muertes asociadas a la Covid-19, muertes/millón de hab, letalidades y el avance en la vacunación completa (con más de dos dosis). Entre todos estos datos sobresalen países muy poblados como: Nigeria (223.804.640 hab), Etiopía (126.527.064 hab), Rep. Democrática del Congo (102.262.810 hab), Egipto (112.716.600 hab), Kenia (55.100.589 hab) y Sudáfrica (50.414.496 hab), entre las naciones con más de 50 millones de hab. Sin embargo, estas naciones no son los de mayor mortalidad por la Covid-19, como se analiza a continuación.

Cálculos de letalidad del SARS-CoV-2

El cálculo de la letalidad del virus SARS-CoV-2, el cual es la división entre el número de muertes asociadas a la Covid-19 entre el número de casos totales confirmados por 100, nos indica la tasa general de letalidad para cada país africano. Lógicamente, esta tasa se ve afectada por la carencia de capacidad para detectar el virus por las pruebas PCR. Como se observa, existen naciones con datos de letalidad extremas como Sudán, Somalia, Egipto y otros muy bajos como Burundi y Mauricio, los cuales podrían estar relacionados con la capacidad de los sistemas de salud de cada país.

Evolución de los casos y las olas de la Covid-19 en los países africanos

En la siguiente figura 4, se observa la evolución de los casos de Covid-19 a nivel mundial, en donde se observan seis olas con sus respectivos picos. En forma comparativa como se observa en las curvas de los países africanos en algunos de ellos, el número de olas coinciden con las seis olas a nivel mundial, pero la gran mayoría, debido a los pocos casos confirmados, las olas son menores a los observados a nivel mundial.



Países con el ranking con menores y mayores valores de los indicadores sanitarios

Del cuadro 2, se observa que las naciones con mayores valores de casos confirmados fueron: Sudáfrica, Marruecos, Túnez, Egipto y Liberia. No obstante, los mayores datos de prevalencia de casos/100.000 hab fueron Seychelles, Mauricio, Cabo Verde, Botsuana y Túnez. Por otro lado, las naciones con mayores muertes absolutas reportadas fueron: Sudáfrica, Túnez, Egipto, Marruecos y Argelia. No obstante, los países con mayores tasas de mortalidad/millón de hab, fueron Sudán, Túnez, Seychelles, Namibia y Suazilandia. En el caso de la letalidad las naciones con mayor letalidad fueron Sudán, Somalia, Egipto, Liberia y Níger.

Con respecto al avance en la vacunación completa, existen grandes desigualdades en donde las cinco naciones con menor avance son Burundi, Eritrea, Camerún, Nigeria y Níger, que aún no han superado el 40% de su población vacunada con al menos dos dosis.

Comparación con otros continentes

A través de toda la pandemia, tanto en el estudio con corte al 18/11/2021, así como al 30/08/2023, África ocupa el cuarto lugar en el impacto sanitario de la Covid-19, en donde América, Europa y Asia fueron muy impactadas por la Covid-19.

Conclusiones

- Los pronósticos fallidos de los especialistas con respecto a la Covid-19, se explican con los pocos casos/100.000 hab, las muertes/millón de hab, y las letalidades en cada nación con respecto a los otros países de los demás continentes, excepto en parte de Oceanía.
- Los avances en la vacunación completa han sido los más desiguales a nivel mundial.
- La comparación por continentes indica que África ocupó el cuarto lugar en el impacto sanitario de la Covid-19.
- Al contrario de otros países de América y Europa, los avances y las olas de la Covid-19 no superan las seis olas.

Recomendaciones

El enigma de la resistencia del continente africano a la pandemia de la Covid-19, debe analizarse con profundidad, abordando como hipótesis de estudio:

- La relación entre el clima de África y la Covid-19.
- La relación entre la esperanza de vida y la mortalidad por la Covid-19.
- Las horas sol y su relación con la resistencia al virus SARS-CoV-2.
- La inmunidad cruzada en los africanos contra los virus coronavirus.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. África. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81frica>
- [2] Anadolu Ajansi. La cronología de la Covid-19 a un año de la declaración de la pandemia del nuevo coronavirus. En línea. <https://www.aa.com.tr/es/mundo/la-cronolog%C3%ADa-de-la-covid-19-a-un-a%C3%B1o-de-su-declaraci%C3%B3n-como-pandemia/2171579>
- [3] OPS. Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la Covid-19 continúa. OPS/OMS. En línea. <https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua>
- [4] Alamy. Maps fotografías e imágenes de alta resolución. Mapa de África por regiones. En línea. <https://www.alamy.es/imagenes/africa-map.html?sortBy=relevant>

- [5] Médicos del Mundo. Covid-19: ¿Y en África qué? En línea. <https://www.medicosdelmundo.org/actualidad-y-publicaciones/noticias/covid-19-y-en-africa-que>
- [6] María Cheng, Farai Mutsaka. El misterio africano: El Covid-19 no causó estragos. En línea. <https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2021-11-19/el-misterio-africano-el-covid-19-no-causo-estragos>.
- [7] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de Covid-19 en África. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_%C3%81frica
- [8] BBC News. Coronavirus: Beijing orders 14-day quarantine for returnees” BBC News (en inglés). 15 de febrero de 2020. En línea. <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51509248>
- [9] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en Nigeria. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Nigeria#:~:text=La%20pandemia%20de%20COVID%2D19,a%20la%20prueba%20de%20coronavirus.
- [10] Ruth Maclean (17 de marzo de 2020). “África Braces for Coronvairus, but Slowly” The New York Times (en inglés) Archivado desde el original al 19 de marzo de 2020. En línea. <https://www.nytimes.com/2020/03/17/world/africa/coronavirus-africa-burkina-faso.html>
- [11] Maite de Aranzabal, et al. Covid-19 y África: sobreviviendo entre la espada y la pared. Science Direct. Anales de Pediatría. Volumen 93, Núm 6. December 2020: pág. 420.e1-420-e6.
- [12] PL. Baele, et al. La pandemia Covid-19 en África: relato de médicos anestesiólogos africanos. En línea. <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv49n06-03/>
- [13] Darner A. Mora Alvarado. Sindemia de la Covid-19 en África a noviembre 2021. Portal de Revistas del TEC. En línea. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6057
- [14] Wikipedia. Fuentes/datosmacro.expansion.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/legal/fuentes>
- [15] Wikipedia. Our World in Data. En línea. https://en.wikipedia.org/wiki/Our_World_in_Data
- [16] Wikipedia. Covid- Dashboard, operated by the Center for Systems Science and Engineering and the Applied Physics Laboratory. at Johns Hopkins University (JHU). En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [17] Wikipedia, la enciclopedia libre. “Statista”. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>
- [18] Wikipedia. La Republica.co: Covid-19. En línea. <https://www.larepublica.co/especial-covid-19/costa-rica>

Tala de árboles en Costa Rica periodo 2011-2023

Tree falling in Costa Rica period 2011-2023

Darner Mora-Alvarado¹, José Manuel Quirós-Sanabria², Ernesto Alfaro-Arrieta³

Mora-Alvarado, D; Quirós-Sanabria, J.M; Alfaro-Arrieta, E.
Tala de árboles en Costa Rica periodo 2011-2023. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° especial. 60 Años del Laboratorio Nacional de Aguas. Diciembre, 2024. Pág. 260-276.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i8.7242>

1 Director, Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 dmora@aya.go.cr

2 Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 jmquiros@aya.go.cr

3 Funcionario Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica.

 ealfaro@aya.go.cr

Palabras clave

Árbol; bosque; ilegal; permiso; tala.

Resumen

En este estudio retrospectivo, se presentan con datos oficiales aportados por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) de MINAE, la tala de árboles legales e ilegales por año en el periodo del 2011 al 2023. Los resultados indican que se han reportado 20.547 árboles talados ilegalmente, para un promedio de 1.581 en forma anual. Las provincias con mayor número de quejas por tala ilegal fueron Puntarenas y Alajuela, con 363 y 281 respectivamente. Además, el año con el mayor reporte de quejas fue el 2021, con 2.108 árboles talados. En el caso de los árboles talados con permiso, el total fue de 27.340 en el mismo periodo. Los gráficos de las curvas de tendencias en las talas ilegales de las siete provincias, se observa un incremento en la provincia de Limón y Alajuela para los próximos años. Por último, los datos recolectados servirán de línea base al Programa Bandera Azul Ecológica, para mantenerse vigilantes del comportamiento de la tala legal e ilegal en Costa Rica.

Keywords

Fell; forest; illegal; permission; tree.

Abstract

In this retrospective study, official data provided by National System of Conservation Areas of MINAE is presented, detailing legal and illegal tree felling per year for the period from 2011 to 2023. The results indicate that 20,547 trees were reported as illegally felled, averaging 1,581 per year. The provinces with the highest number of complaints about illegal logging were Puntarenas and Alajuela, with 363 and 281 respectively. Additionally, the year with the highest number of complaints was 2021, with 2,108 trees felled. In the case of trees felled with permission, the total was 27,340 for the same period. The trend curve graphs of illegal logging in the seven provinces show an increase in the provinces of Limón and Alajuela for the coming years. Finally, the collected data will serve as a baseline for the Ecological Blue Flag Program to monitor the behavior of legal and illegal logging in Costa Rica.

Introducción

Los bosques son los ecosistemas terrestres más diversos del planeta. Además, conforman la fuente principal de la biodiversidad en el paisaje, lo que contribuye a la sostenibilidad de nuestro país, Costa Rica, y otras naciones del planeta [1]. Considerando la superficie terrestre, los bosques cubren actualmente alrededor del 30% de la misma, lo cual equivale a unos 40 millones de Km². Los países con mayor superficie cubierta por bosques son Rusia con 8 millones de Km², equivalente al 20% de los bosques del planeta, Brasil con 5 millones de Km² (12%), China y EUA con 3 millones de Km² cada uno; luego le siguen China, Australia, República Democrática del Congo, India, Indonesia y Perú. Estas naciones cubren 27 millones de Km², equivalente al 66% de los bosques del planeta [2]. Por otra parte Costa Rica, ubicada en América Central, con una superficie de 51.600 Km² y una población de 5.261.853 habitantes en el año 2023 [3], a inicios del Siglo XX se enfocó en un desarrollo económico basado en las actividades agropecuarias, promulgando leyes que incentivaron la deforestación para reclamar tierras para el desarrollo agrónomo, como por ejemplo la Ley de Tierras y Colorización [4], provocando la pérdida de la mitad de sus bosques maduros entre 1940 y 1980, pasando de

59% a un 40% en 1986, disminuyendo considerablemente su zona boscosa [5]. No obstante, varios factores ambientales y de sostenibilidad, entre ellas un enfoque al desarrollo turístico a partir de 1980 y una regulación más estricta en conservación y cambios en el agua, frenaron la deforestación neta, permitiendo la regeneración del bosque y alcanzando un 60%, tras haber caído hasta un 40% en 1986 [6]. En ese mismo sentido, la superficie destinada a bosque alcanzó 3 millones de hectáreas en el 2021, con un incremento de alrededor de 6,27% en comparación con la reportada en el 2010 [7].

Lógicamente, la ampliación de la superficie forestal ha beneficiado a Costa Rica en muchos aspectos, entre los que podemos indicar aumento del atractivo turístico del país, en concordancia con el comportamiento del PIB y el incremento de las zonas boscosas, [8, 9] fomentando un gran aporte a la naturaleza o biodiversidad; el control de la erosión, así como la generación y recuperación de los suelos, manteniendo la preservación de agua en calidad y cantidad, al mismo tiempo al aporte de la captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes. Sin embargo, el desarrollo desequilibrado de infraestructura hotelera, han atentado contra la sostenibilidad de los bosques [10, 11, 12, 13]. En este mismo sentido a nivel mundial, según la lista de “Global Forest Watch”, el planeta pierde 3,7 millones de hectáreas de bosques, en donde Brasil, Bolivia, Perú y Colombia se encuentran en la lista de los diez países que más perdieron suficiente forestal en el 2023 [14]. En el caso de Costa Rica, si bien es cierto se ha convertido en el primer país de América Latina y el Caribe en revertir la deforestación hacia el camino de la conservación, pasando de un 40% en la década de los 80 a 52,38% en el 2010 [15], resulta paradójico que, por las características depredadoras de los seres humanos, “a mayor abundancia, se incrementa la tala de árboles”, la cual se define como la operación de cortar un árbol por su base hasta derribarlo [16]. No obstante, en el caso de nuestra nación, la tala ilegal obedece a un conjunto de factores políticos, institucionales, sociales y económicos que interactúan y evolucionan a lo largo del tiempo, cuya comprensión es compleja.

En el contexto nacional, la tala ilegal ha sido fomentada por políticas de colonización y de desarrollo rural, que se han traducido en incentivos que propician la conversión de bosques en terrenos agropecuarios [17].

En resumen, la tala ilegal en Costa Rica debe entenderse como toda tala que esté prohibida por la Legislación Forestal vigente. Sin embargo, es importante anotar que debido a que la Ley Forestal 7575 [18], no cumple a cabalidad con el principio de tipicidad, según toda ley debe contener una sanción para cada petición contenida en el texto normativo. Esta carencia hace más compleja la labor punitiva del funcionario judicial y administrativo, y propicia un alto grado de inaplicabilidad de las sanciones, generando impunidad de los infractores [19].

A la luz de este contexto, en el marco de la labor persistente del Programa Bandera Azul Ecológica [20], en beneficio del ambiente y la salud pública, se presenta este estudio, con la intención de abordar los datos existentes de la tala legal e ilegal en Costa Rica en el periodo 2011 al 2023.

Objetivos

Objetivo general

Abordar las estimaciones anuales de las talas legales -con permiso- e ilegales, en el periodo 2011-2023, mediante los datos aportados por el SINAC, con el propósito de estimar los árboles talados y determinar las tendencias por provincias.

Objetivos específicos

- Describir mediante mapas las vertientes y tipos de bosques en Costa Rica.
- Determinar el número de árboles talados con los permisos correspondientes por año, en el periodo 2011-2023.
- Estimar el número de árboles talados en forma ilegal, según provincias en Costa Rica, en el mismo periodo del estudio.
- Describir las tendencias por provincias de la tala de árboles, según los datos de quejas de árboles contados por año, según provincias.
- Estimar la sumatoria de árboles talados (legal e ilegalmente) en Costa Rica en el periodo 2011-2023.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio retrospectivo, sobre el abordaje de las talas legales e ilegales de árboles en Costa Rica en el periodo 2011-2023, se siguieron los siguientes pasos:

Ubicación en mapas de las vertientes y tipos de bosques en Costa Rica

Se aprovecha el mapa de bosques y otras tierras presentado con el apoyo del Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional (Inisefor-UNA), MINAE, en conjunto con las Áreas de Conservación (SINAC) [21]. Además, en el mapa 1 se ubican las vertientes de Costa Rica.

Ubicación de las Áreas de Conservación del SINAC

Para efectos prácticos, se ubican las Áreas de Conservación en un mapa, con el propósito de identificarlas en un mapa de Costa Rica.

Recolección de datos de las talas legales e ilegales

Mediante la nota oficial PRE-LNA-2024-00237, del 6 de mayo del 2024, se solicitó a SINAC, específicamente a los funcionarios Henry Ramírez Molina y Benjamín Pavlotzky Blank, los datos de talas con permisos legales y las posibles talas ilegales recolectadas mediante los sistemas digitales de SEMEC y SITADA, referenciadas por años y Áreas de Conservación del periodo 2011-2023 [22, ,23].

Distribución de las talas legales por Áreas de Conservación

Con los datos anteriores se ubican y distribuyen por “Áreas de Conservación” y por año, las talas legales y totales en el periodo 2011-2023.

Distribución de las talas ilegales o quejas por provincias

Se distribuyen las posibles talas ilegales de árboles por provincias, por años y totales en el periodo 2011-2023.

Tendencias de las talas por provincias

Mediante un gráfico se visualizan las tendencias en la tala de árboles ilegales por provincias en Costa Rica.

Estimación de la sumatoria de árboles talados legales e ilegales del 2011 al 2023

Mediante la sumatoria de la tala de árboles con permiso y sin permiso o legales, se estima la totalidad de árboles contados en el periodo 2011 al 2023.

Resultados

Vertientes y bosques de Costa Rica

En las figuras 1 y 2 se presentan los mapas de las vertientes y los bosques y otras tierras en Costa Rica.



Figura 1. Vertientes de Costa Rica. FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=OeOPkqgK1is>

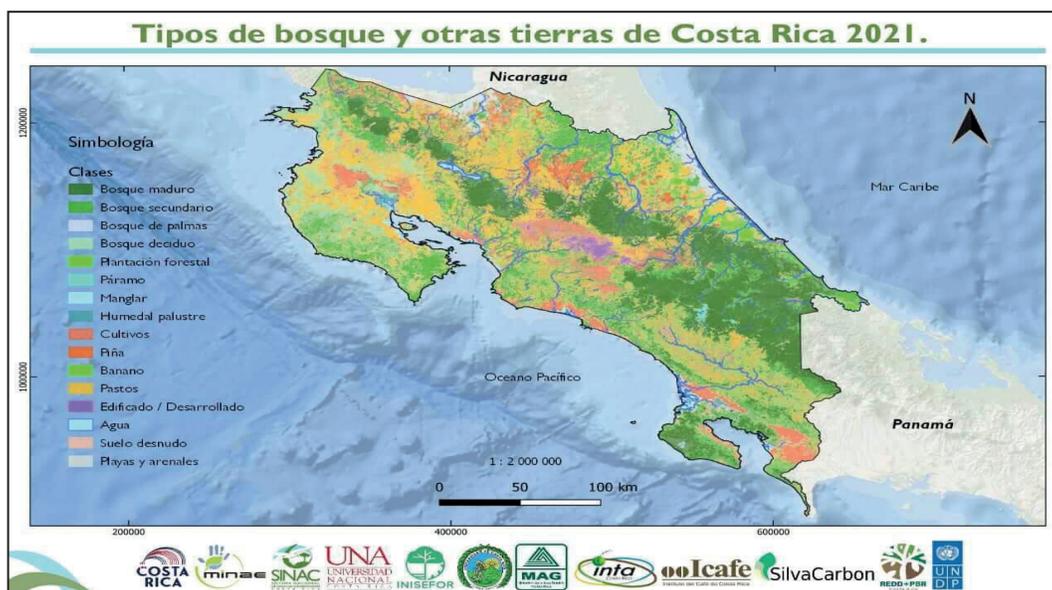


Figura 2. Bosques y otras tierras en Costa Rica. Fuente: <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/noviembre-2022/4328-lanzan-mapa-de-bosques-y-otras-tierras-del-pais>

Áreas de Conservación

Territorialmente, el SINAC está dividido en once áreas de conservación, en donde se interrelacionan actividades tanto públicas como estatales, y se buscan soluciones conjuntas orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, también en la información suministrada actualmente por el SINAC, se menciona como otra Área de Conservación la Reserva Biósfera Cordillera Volcánica Central.

Las Áreas de Conservación del SINAC son:

- Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN).
- Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCV). (no está en el mapa 3) ahora es Reserva Biósfera Cordillera Volcánica Central (RBCVC).
- Área de Conservación Central (ACC).
- Área de Conservación Guanacaste (ACG).
- Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC).
- Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLAP).
- Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC).
- Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC).
- Área de Conservación Tempisque (ACT).
- Área de Conservación Tortuguero (ACTo).
- Área de Conservación Osa (ACOSA).
- Reserva de Biosfera Cordillera Volcánica Central. (RBCVC)

En el mapa 3 se presentan las Áreas de Conservación del SINAC.

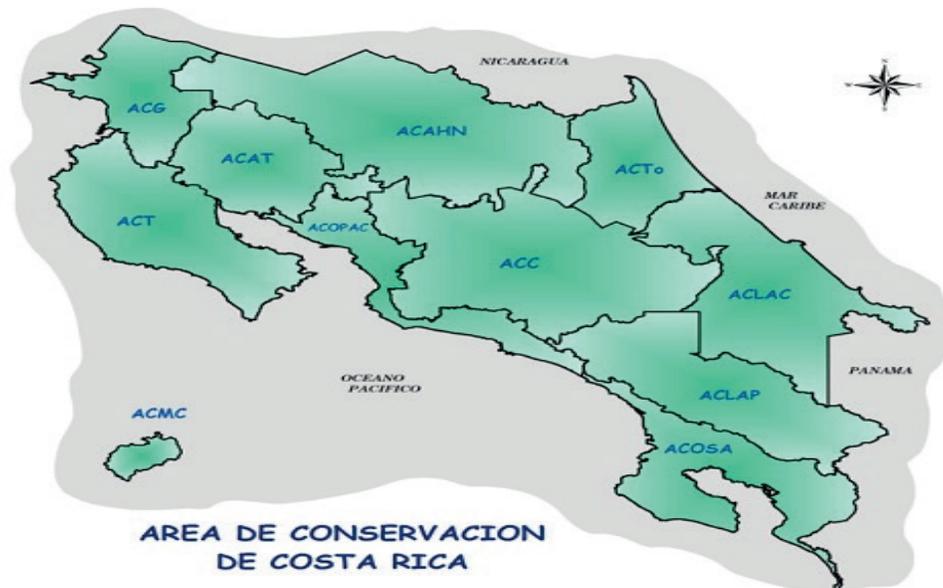


Figura 3. Áreas de Conservación de Costa Rica. FUENTE: SINAC. Nota: Con respecto al Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCV) (no se incluye en el mapa anterior).

El 27 de enero de 1988, la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (Unesco), otorgó a la Cordillera Volcánica Central la designación de Reserva de Biosfera (en 1983 Costa Rica había recibido la primera declaratoria de reserva de biosfera: la de La Amistad.) Este reconocimiento, otorgado por el Programa Internacional Hombre y la Biosfera de la Unesco, tiene el propósito de “fomentar y mostrar una relación equilibrada entre la humanidad y el ambiente”, y está orientado a tres funciones fundamentales, a saber “promover la conservación de paisajes, ecosistemas, especies y diversidad genética, fomentar un desarrollo humano y económico ecológica y culturalmente sostenible, y promover la utilización de las reservas de biosfera para la investigación científica, el seguimiento, la formación, la educación ambiental, la capacitación y el intercambio de información relativos a la conservación y el desarrollo sostenible”. Las reservas de biosfera están conformadas por una o varias zonas núcleo, a saber áreas silvestres protegidas como parques nacionales y otros, la zona de amortiguamiento o tampón y la zona de transición. El proceso de coordinación de la Reserva de Biosfera Cordillera Volcánica Central (RBCVC) es facilitado por el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, una de las 11 áreas de conservación que conforman el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).

Tala ilegal por Áreas de Conservación

En el cuadro 1 se presentan los datos sobre la tala de árboles, según las Áreas de Conservación; además, la información se ilustra mediante la figura 5.

Cuadro 1. Gran total de árboles por Área de Conservación en Costa Rica. Período 2011-2023.

| Área de Conservación | Total de árboles |
|----------------------|------------------|
| ACAHN | 3.006 |
| ACAT | 935 |
| ACCVC (RBCVC) | 6.228 |
| ACG | 496 |
| ACLAC | 945 |
| ACLAP | 2.578 |
| ACOPAC | 1.910 |
| ACOSA | 1.759 |
| ACT | 3.243 |
| ACTo | 2.469 |
| ACC | 3.857 |
| ACMIC | 1 |
| Gran total | 27.427 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores

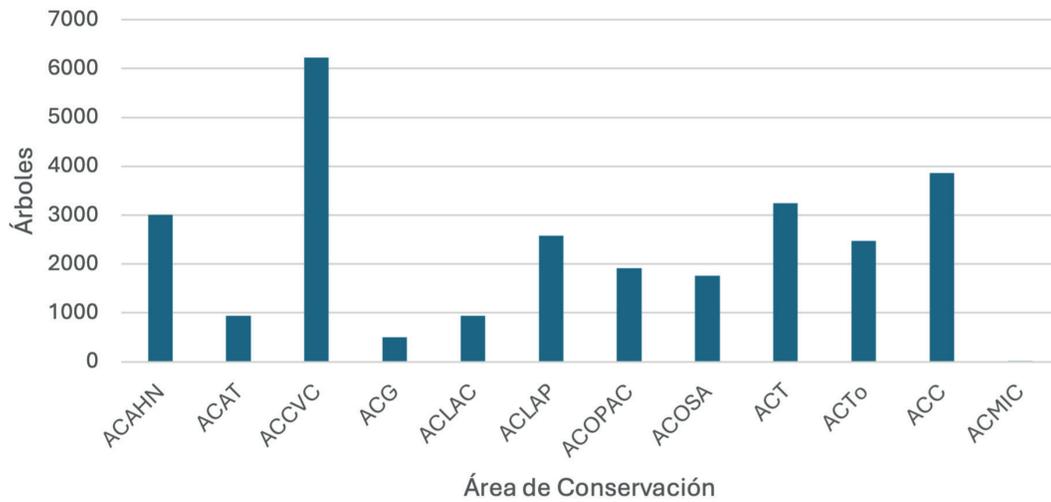


Figura 5. Gran total de árboles por Área de Conservación en Costa Rica. 2011-2023.

En el cuadro 2 y figura 6 se presenta la tala fuera del bosque.

Cuadro 2. Tala fuera de bosque en Costa Rica. 2011-2023.

| Año | Total de árboles |
|-------------------|------------------|
| 2011 | 501 |
| 2012 | 535 |
| 2013 | 564 |
| 2014 | 706 |
| 2015 | 755 |
| 2016 | 585 |
| 2017 | 457 |
| 2018 | 962 |
| 2019 | 1.489 |
| 2020 | 1.612 |
| 2021 | 1.737 |
| 2022 | 1.227 |
| 2023 | 988 |
| Gran total | 12.118 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores

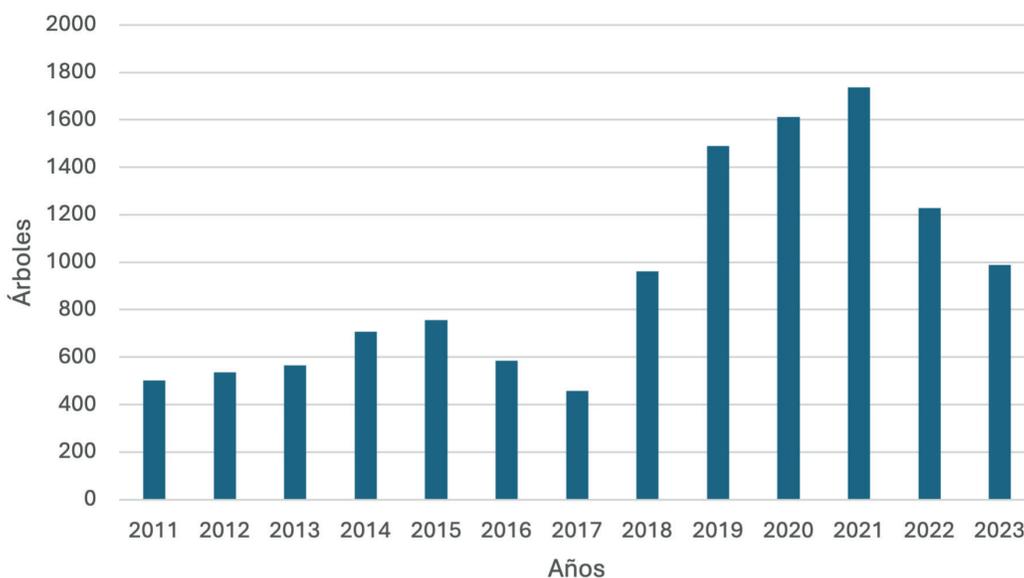


Figura 6. Tala fuera de bosque en Costa Rica. 2011-2023.

En el cuadro 3 y figura 7 se presenta la invasión de Áreas de Protección.

Cuadro 3. Invasión a áreas de protección en Costa Rica. 2011-2023.

| Año | Total de árboles |
|-------------------|------------------|
| 2011 | 433 |
| 2012 | 475 |
| 2013 | 666 |
| 2014 | 464 |
| 2015 | 668 |
| 2016 | 710 |
| 2017 | 585 |
| 2018 | 129 |
| 2019 | 230 |
| 2020 | 327 |
| 2021 | 406 |
| 2022 | 309 |
| 2023 | 256 |
| Gran total | 5.658 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores.

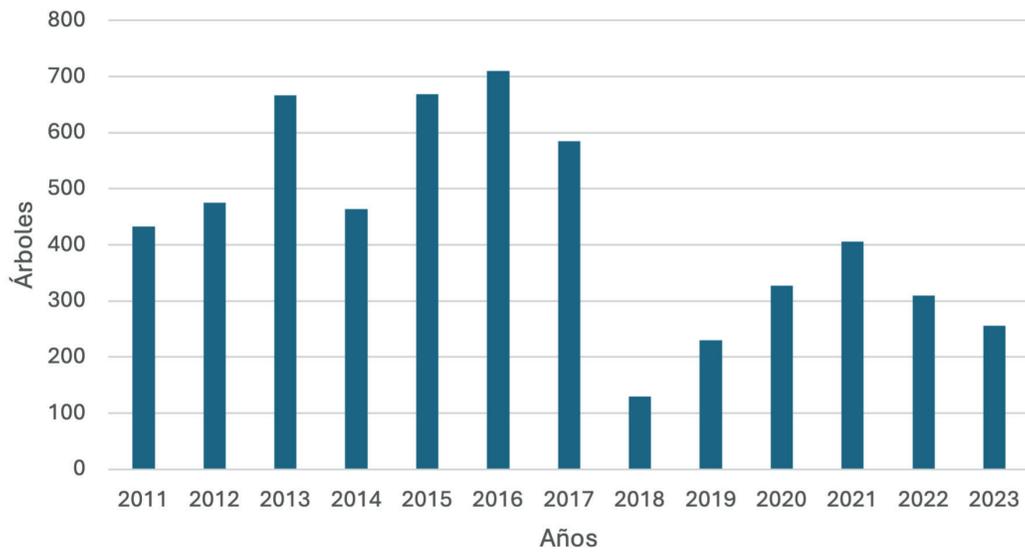


Figura 7. Invasión a áreas de protección en Costa Rica. 2011-2023.

En el cuadro 4 y figura 8 se presentan la Tala en Áreas de Protección.

Cuadro 4. Tala en áreas de protección de Costa Rica. 2011-2023.

| Año | Total de árboles |
|-------------------|------------------|
| 2011 | 458 |
| 2012 | 450 |
| 2013 | 454 |
| 2014 | 645 |
| 2015 | 514 |
| 2016 | 431 |
| 2017 | 409 |
| 2018 | 42 |
| 2019 | 77 |
| 2020 | 88 |
| 2021 | 99 |
| 2022 | 74 |
| 2023 | 69 |
| Gran total | 3.810 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores.

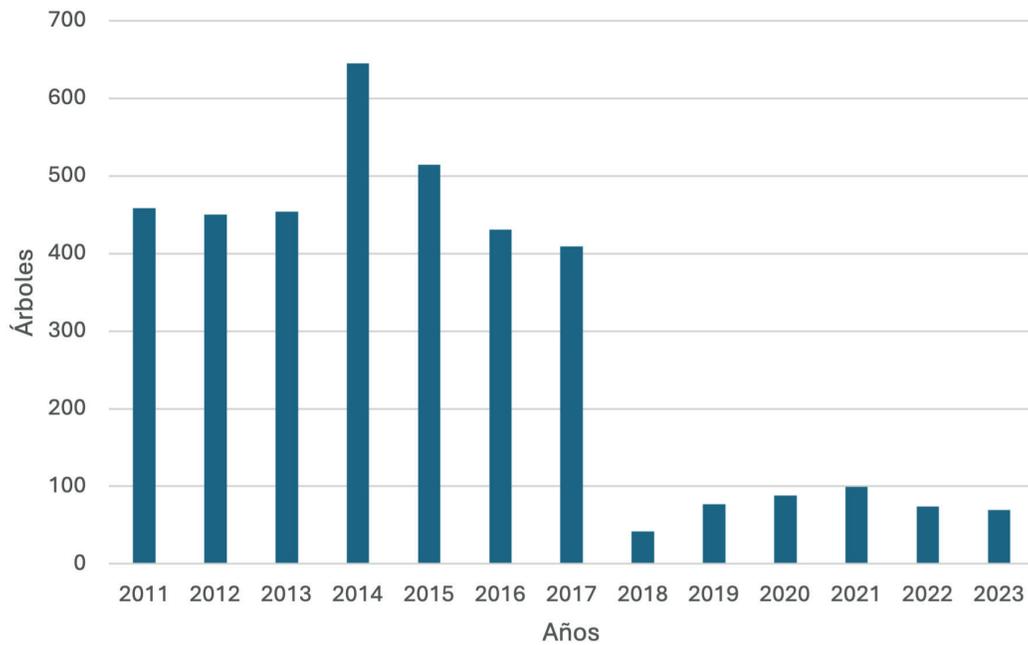


Figura 8. Tala en áreas de protección de Costa Rica. 2011-2023.

En el cuadro 5 y figura 9 se presentan la Tala de Bosques.

Cuadro 5. Tala en bosque de Costa Rica. 2011-2023.

| Año | Total de árboles |
|-------------------|------------------|
| 2011 | 410 |
| 2012 | 367 |
| 2013 | 434 |
| 2014 | 492 |
| 2015 | 394 |
| 2016 | 359 |
| 2017 | 323 |
| 2018 | 65 |
| 2019 | 67 |
| 2020 | 73 |
| 2021 | 75 |
| 2022 | 48 |
| 2023 | 46 |
| Gran total | 3.153 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores

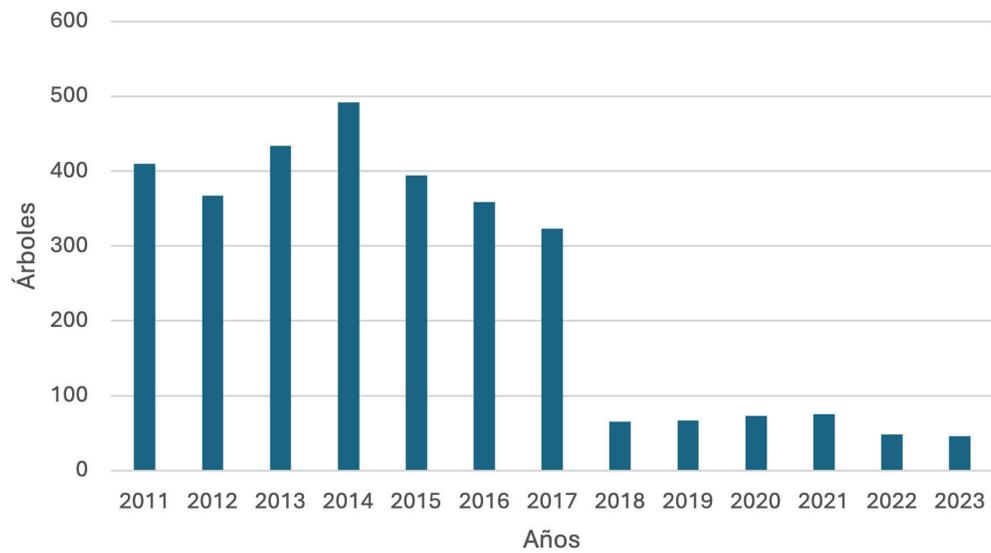


Figura 9. Tala en bosque de Costa Rica. 2011-2023.

En el cuadro 6 y figura 10 se presenta el gran total de árboles por Áreas de Conservación.

Cuadro 6. Gran total de árboles por Área de Conservación en Costa Rica. Período 2011-2023.

| Área de Conservación | Total de árboles |
|----------------------|------------------|
| ACAHN | 3.006 |
| ACAT | 935 |
| ACCV (RBCVC) | 6.228 |
| ACG | 496 |
| ACLAC | 945 |
| ACLAP | 2.578 |
| ACOPAC | 1.910 |
| ACOSA | 1.759 |
| ACT | 3.243 |
| ACTo | 2.469 |
| ACC | 3.857 |
| ACMIC | 1 |
| Gran total | 2.7427 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores.

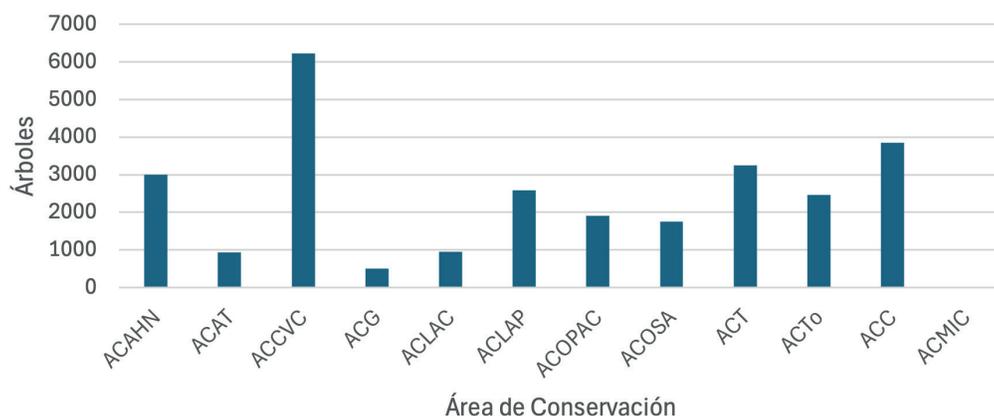


Figura 10. Gran total de árboles por Área de Conservación en Costa Rica. 2011-2023.

Distribución de las quejas o tala ilegal por provincias en Costa Rica: 2011-2023.

El cuadro 7 presentan los datos de reportes o quejas por tala ilegal, recibidos por SINAC en el periodo 2011-2023.

Cuadro 7. Datos de reportes o quejas recibidas por tala ilegal por SINAC.

| Provincia | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Total | Promedio |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Alajuela | 258 | 373 | 287 | 395 | 330 | 294 | 242 | 132 | 262 | 296 | 354 | 264 | 291 | 3778 | 291 |
| Cartago | 115 | 127 | 130 | 186 | 166 | 147 | 118 | 35 | 87 | 150 | 144 | 143 | 102 | 1650 | 27 |
| Guanacaste | 198 | 247 | 270 | 277 | 190 | 188 | 231 | 178 | 317 | 331 | 432 | 235 | 249 | 3064 | 234 |
| Heredia | 111 | 79 | 91 | 199 | 104 | 56 | 88 | 56 | 91 | 119 | 102 | 102 | 76 | 1304 | 100 |
| Limón | 263 | 78 | 181 | 238 | 257 | 170 | 180 | 291 | 237 | 297 | 225 | 205 | 260 | 3103 | 239 |
| Puntarenas | 288 | 304 | 372 | 420 | 418 | 280 | 404 | 180 | 416 | 522 | 490 | 377 | 477 | 4713 | 363 |
| San José | 136 | 154 | 159 | 233 | 199 | 189 | 198 | 184 | 198 | 243 | 290 | 209 | 219 | 2935 | 226 |
| Total | 1369 | 1362 | 1490 | 1869 | 1671 | 1375 | 1589 | 1056 | 1652 | 1878 | 1764 | 1754 | 1675 | 20547 | 1581 |

Fuente: SINAC y elaboración de los autores.

Tendencias por provincias de la tala ilegal por año y provincias en Costa Rica: 2011-2023

En la figura 11, se presentan los datos de la tala ilegal de árboles por provincia y por año, con el propósito de visualizar las tendencias de corta de árboles.

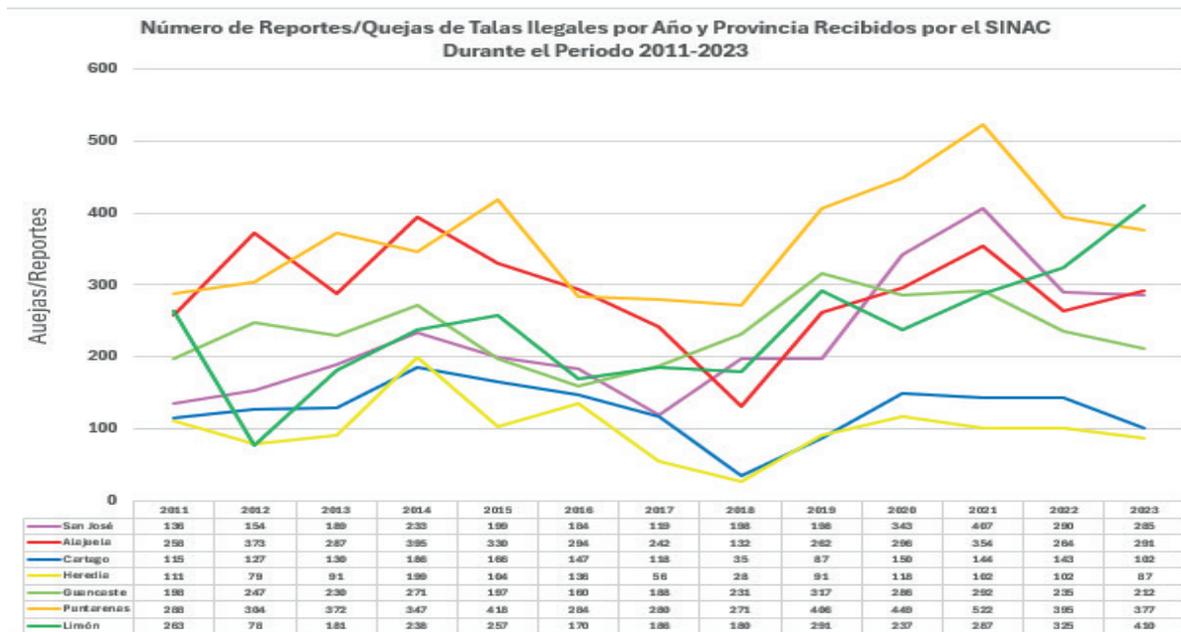


Figura 11. Número de Reportes o Quejas de Tala Ilegal por año, provincias, recibidas por el SINAC durante el periodo 2011-2023. Fuente: SINAC y elaboración de los autores.

Sumatoria de árboles talados en el periodo 2011-2023

Los árboles talados con permiso o legal más la tala sin permiso o ilegal, desconocidos por quejas a las diferentes Áreas del Sistema Nacional de Conservación (SINAC), suman:

27.427 con permiso o tala legal

20.547 sin permiso y reportado como queja

48.001 de tala total de árboles del 2011 al 2023 (me da 47.974)

Esta estimación, podría equivaler, según Agroptima Blog [24], en donde cada árbol necesita 3,5 m, por lo que en cada hectárea (10.000 m²), caben 2.857 árboles (10.000/3,5). Con esas equivalencias los 48.001 árboles talados, equivalen a 16,80 hectáreas.

Análisis

Antes de iniciar los datos obtenidos de talas (legales e ilegales) del 2011 al 2023, es importante indicar, según el CATIE, las acciones que implican la tala ilegal en Costa Rica.

1. Talar en un terreno que es del Patrimonio Forestal del Estado (PFE), para fines diferentes a los establecidos en la Ley Forestal (investigación, capacitación o ecoturismo).
2. Tala que conlleva a un cambio de uso no autorizado (conversión de bosques o deforestación típica).
3. Talar árboles en propiedad privada sin el respectivo permiso (excluyendo las plantaciones forestales).
4. Talar árboles en un bosque con un permiso otorgado para árboles en potrero.
5. Talar árboles en bosque mayores a dos hectáreas con un permiso para áreas menores.

6. Envenenar o anillar uno o varios árboles sin el permiso emitido previamente de la Administración Forestal del Estado (AFE).
7. Talar árboles en propiedad privada con un permiso que no se ajusta a lo autorizado:
 - árboles en zonas de protección del plan de manejo.
 - más allá de lo autorizado (cortar más de 60% de los individuos de especies comerciales o árboles con diámetro menor al diámetro mínimo de corta).
 - árboles de especies vedadas, poco abundantes o especies restringidas fuera de lo establecido por el Estándar Nacional.

Zonas con mayor cobertura boscosa

En el mapa 2, sobre bosques y otras tierras, se aprecia que el Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC) es la de mayor cobertura forestal. Le siguen el Área de Conservación La Amistad pacífico (ACLAP), el Área de Conservación Central (ACC). La menos protegida es el Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN).

Áreas de Conservación

La distribución del Sistema Nacional de áreas de Conservación (SINAC), esta implementada en 11 Áreas de Conservación, pero en el SINAC enviaron una lista con registros de 12 Áreas de Conservación, adicionando la Reserva de Biósfera Cordillera Volcánica Central, como Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.

Tala legal por Áreas de Conservación

En el cuadro 1 y figura 5, se presentan la tala de árboles de 27.340 en el periodo 2011-2023. En donde se observa que la mayoría se realizaron fuera del bosque, seguidos de “invasión a las Áreas de protección”, tala en Áreas de Protección y tala en el bosque.

Quejas por tala ilegal

El total de quejas recibidas por el SINAC sobre talas de árboles en el periodo fue de 20.547 del 2011 al 2023, siendo el año 2021, el de mayor número de quejas recibidas. Mientras que el 2018 fue el de menor número de quejas con 2.018 y 1.075, respectivamente.

Tendencias del número de reportes de quejas de talas ilegales por provincias

Las tendencias de las quejas por talas ilegales, según provincias indican que la provincia de Limón tiene una tendencia al incremento de árboles contados ilegalmente a partir del 2020. La otra provincia con una tendencia leve es Alajuela en el 2022 y 2023.

Estimación de árboles talados del 2011 al 2023

El total estimado de árboles talados en forma legal e ilegal en el periodo de estudio es de 48.001 árboles, lo cual equivale a 16,80 hectáreas en los 13 años del estudio.

Conclusiones

Como indica Maximiliano López López, en su estudio retrospectivo, titulado “El hacha decimonónica: El avance silencioso de la deforestación en Costa Rica entre 1821-1900”, desde los albores de la independencia en 1821, aunque la deforestación a pequeña escala tuvo

fuertes repercusiones sobre la cobertura forestal, especialmente en lo relativo a maderas finas de alta rentabilidad, lo cual sentó las bases para la industria maderera que cobró vigor en el siglo XX.

La deforestación que azotó a Costa Rica en la segunda mitad del siglo XX es comúnmente asociada a los procesos de reforma agraria dirigida por el Estado, denominada *Hamburger connection* que impulsó la potrerización de miles de hectáreas en toda Centroamérica [25]. Luego de 1960 a 1986 se reconoce la “deforestación frontal” debido a que la cobertura de bosques disminuyó de un 59,5 a 40%, equivalente a una pérdida de 956.675. Después gracias a medidas por el Estado Costarricense para incentivar la reforestación como el “Pago de Servicios Ambientales (PSA)” y la aplicación del artículo 19 de la Ley Forestal (N°7575), que prohíbe el cambio de uso del suelo de bosque a no bosque, ha generado una reversión alcanzando con éxito de nuevo un 59% de cobertura forestal.

Ante este escenario de la evolución de la zona boscosa en Costa Rica, en el marco del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), se realiza el presente estudio de tala de árboles entre el 2011 al 2023, con el propósito de establecer una línea base de los permisos de tala (legal), aprobados por las Áreas de Conservación del SINAC, aunado a las quejas por talas ilegales, para estar atentos a las tendencias por provincias. En este sentido, se concluye que la estimación de tala de árboles entre el 2011 y el 2023 fue de 48.001 árboles talados, lo que equivale a 16,80 hectáreas. Además, se observa una tendencia hacia el incremento de árboles cortados en las provincias de Limón y Alajuela.

El Área de Conservación Central y el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC) no son lo mismo. Originalmente, el Área de Conservación Central (ACC) llevaba el nombre de Área de Conservación Cordillera Volcánica Central. Ahora, el ACC abarca la mayor parte del Valle Central de Costa Rica, mientras que el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central se centra más específicamente en la cadena montañosa y Volcánica Central [26]. Esto explica por qué se mencionan 11 en los mapas y en el SINAC enviaron datos de 12 Áreas de Conservación, como se muestra en los cuadros y los gráficos de esta investigación.

Recomendaciones

Se recomienda a la Comisión Nacional del programa Bandera Azul Ecológica estar atentos en el seguimiento a los datos de permisos y quejas sobre tala de árboles, en las diferentes Áreas de Conservación del SINAC. Además, de continuar con el fomento de las plantaciones de árboles en cada comité local participantes en las 17 categorías del PBAE.

Referencias

- [1] CATIE. Bosque y biodiversidad. En línea. <https://www.catie.ac.cr/bosques-y-biodiversidad/>
- [2] FRONTERA. El ranking mundial de países con mayores recursos forestales. Frontera. Noticias. Jueves 11 de abril 2021. En línea. <https://fronterarg.com/el-ranking-mundial-de-paises-con-mayores-recursos-forestales/>
- [3] INEC. Encuesta Nacional de Hogares Julio 2023. Resultados Generales. San José. Costa Rica. Octubre 2023: pág. 1-106.
- [4] López López, Maximiliano. 2020. «El Hacha decimonónica: El Avance Silencioso de la deforestación en Costa Rica entre 1821-1900». Revista Rupturas 10 (2):47-67.
- [5] Andrea Marina Rugama Valle. El impresionante y positivo aumento de la cobertura forestal en Costa Rica. Delfino; 11 de setiembre 2025: sp.
- [6] Grupo Banco Mundial. La conservación de los bosques de Costa Rica genera beneficios. En Línea. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/16/costa-rica-s-forest-conservation-pays-off>



- [7] Statista Research Department. Superficie destinada a tierras forestales en Costa Rica de 1990 a 2021. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1218299/superficie-territorio-forestal-costa-rica/#:~:text=En%202021%2C%20la%20superficie%20destinada,de%20bosques%20reportada%20en%202010.>
- [8] René Castro Salazar. Costa Rica : bosques tropicales un motor del crecimiento verde. Río +20 el futuro que queremos. Presidencia de la República de Costa Rica. MINAE, FONAFIFO; 2012: pág. 1-40.
- [9] Gobierno de México. Importancia de los Ecosistemas Forestales, los Bosques y Selvas. En línea. <https://www.gob.mx/profepa/articulos/importancia-de-los-ecosistemas-forestales-especies-de-los-bosques-y-selvas?idiom=es#:~:text=Los%20bosques%20y%20selvas%20proporcionan,y%20la%20captura%20de%20carbono.>
- [10] Héctor Andrés Cárdenas Bocanegra. Riesgos Ambientales y Sociales en Hoteles, Restaurantes y Estaciones de Servicio. Pilotos de Innovación financiera Negocios Verdes; 2019: pág. 1-50.
- [11] Alberto Salas Roiz. Arquitecto advierte sobre situación ambiental y hoteles. Universidad de Costa Rica; 2 de julio 2009; sp.
- [12] Vinicio Chacón Soto. Propuesta del Plan Regulador en Talamanca enfrenta versiones opuestas al desarrollo turístico. Semanario Universidad; 9 de agosto 2023.
- [13] Jorge Sandoval. Descubre el Vínculo Vital: Turismo Sostenible y el Rol de los Bosques. Symbiotic. En línea. <https://redsimbiotic.com/2024/03/21/turismo-sostenible-rol-bosques/>
- [14] Morgabay; Yvette Sierra Praeli. Planeta perdió 3.7 millones de hectáreas de bosques primarios en 2023: diez campos de fútbol por minuto.; 17 de abril 2024. En línea. <https://www.elpais.cr/2024/04/17/planeta-perdio-3-7-millones-de-hectareas-de-bosques-primarios-en-2023-diez-campos-de-futbol-por-minuto/>
- [15] Gilbert Canet. Recuperación de la cobertura forestal en Costa Rica, logró de la sociedad costarricense; ISSN 1409-214X. Ambientico 253. Artículo 3. Pp 17-22. Revista Mensual sobre Actualidad Ambiental; mayo 2015, pág. 1 a 6.
- [16] Wikipedia, la enciclopedia libre. Tala (árboles). En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Tala_\(%C3%A1rboles\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Tala_(%C3%A1rboles))
- [17] López López, Maximiliano. 2020. «El Hacha decimonónica: El Avance Silencioso de la deforestación en Costa Rica entre 1821-1900». Revista Rupturas 10 (2):47-67.
- [18] FAO. Costa Rica. Ley N°7575. Ley Forestal. Base de datos FAOLEX. La Gaceta N°72, 16 de abril de 1996. Fecha última de modificación 11 de julio 2022.
- [19] José Joaquín Campos Arce, Marlen Camacho Calvo, Roger Villalobos Soto, Carlos Manuel Rodríguez y Manuel Gómez Flores. La tala ilegal en Costa Rica: un análisis para la discusión. CATIE, Turrialba. Costa Rica; 2007: pág. 1-62.
- [20] Darner A. Mora Alvarado y Arcelio Chávez Aguilar. 25 años Programa Bandera Azul Ecológica. Orígenes, Evolución y Futuro. Campo directo K.C.S.A; 2021; pág. 1-102.
- [21] Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional. MINAE, Áreas de Conservación y colaboradores. Mapa de tipos de Bosque y otras tierras de Costa Rica; 2021: sp.
- [22] Darner Adrián Mora Alvarado. Registro de permisos de tala de árboles. PRE-LNA-2024-00237. Dirigido a Milena Gutiérrez-SINAC y Henry Ramírez. SINAC; 6 de mayo del 2024: pág. 1.
- [23] Henry Ramírez Molina. Respuesta a oficio PRE-LNA-2024-00237. Dpto. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos; 07 de junio del 2024 (SE-CUSBSSE-291-2024: pág. 1 y 2).
- [24] Agroptima Blog. ¿Cómo calcular el número de árboles por hectárea?. En línea. <https://www.agroptima.com/es/blog/calcular-numero-arboles-hectarea/#:~:text=Si%20necesitas%20saber%20c%C3%B3mo%20calcular,la%20cantidad%20total%20de%20ejemplares.>
- [25] Maximiliano López López. Explotación del oro verde en Costa Rica.: Matices sobre la deforestación entre 1900 y 1950. Revista de Historia. N°84. Julio-Diciembre 2021; sp.
- [26] Wikipedia, la enciclopedia libre. Spondias mombin. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Spondias_mombin