



## Calidad del agua superficial de la cuenca Chambas en Ciego de Ávila

### Surface water quality of the Chambas basin in Ciego de Avila

Dafne Ortega Borroto<sup>1</sup>

<http://orcid.org/0000-0002-6136-9958>

Heidy Cervantes Chávez<sup>2</sup>

<http://orcid.org/0009-0006-9546-3068>

Roberto González de Zayas<sup>1</sup>

<http://orcid.org/0000-0001-8035-8624>

<sup>1</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba

<sup>2</sup>Empresa Filial de Conservas y Vegetales, Departamento Técnico

Energético, Ciego de Ávila, Cuba

[dafne@unica.cu](mailto:dafne@unica.cu) [heidy991201@gmail.com](mailto:heidy991201@gmail.com)

[robertogz@unica.cu](mailto:robertogz@unica.cu)

---

Recibido: 2024/06/22

Aceptado: 2024/09/25

Publicado: 2024/10/30

#### Resumen

**Introducción:** La cuenca Chambas es la segunda más grande de Ciego de Ávila. Tiene una importancia primordial en el suministro de agua para el riego, el consumo humano y la acuicultura. **Objetivo:** El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua superficial de la cuenca Chambas. **Método:** Se realizaron muestreos (en temporadas lluviosa y poco lluviosa) en nueve sitios de muestreo de agua superficial. Con los parámetros determinados (conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, demanda química de oxígeno y coliformes termotolerantes) se calculó un índice de calidad de agua para toda la cuenca. **Resultados:** El agua en toda la cuenca es dulce. De acuerdo a los valores de pH, esta agua puede clasificarse como ligeramente alcalina. La composición microbiológica de la cuenca estuvo en niveles por encima de las normas para su uso como agua para consumo humano, por lo que su utilización para este fin requiere de una desinfección previa. **Conclusión:** La calidad del agua de toda la cuenca fue homogénea y estuvo desde aguas medianamente contaminadas hasta aguas de calidad aceptable. Tanto la demanda



química de oxígeno como la composición microbiológica indicaron el posible vertido a la cuenca, de aguas con altos contenidos de materia orgánica y materia fecal.

**Palabras clave:** calidad del agua; contaminación; cuenca

### Abstract

**Introduction:** The Chambas basin is the second largest in Ciego de Avila. This basin is of primary importance in the supply of water for irrigation, human consumption and aquaculture. **Objective:** The objective of this research was to evaluate the surface water quality of the Chambas basin. **Method:** Sampling was carried out (in rainy and dry seasons) at nine surface water sampling sites. With the determined parameters (electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, chemical oxygen demand and thermotolerant coliforms) a water quality index was calculated for the entire basin. **Results:** The water throughout the basin is fresh. According to the pH values, this water can be classified as slightly alkaline. The microbiological composition of the basin was at levels above the standards for its use as water for human consumption, so its use for this purpose requires prior disinfection. **Conclusion:** The water quality of the entire basin was homogeneous and ranged from moderately contaminated waters to waters of acceptable quality. Both the chemical oxygen demand and the microbiological composition indicated the possible discharge into the basin of water with high contents of organic matter and fecal matter.

**Keywords:** basin; contamination; water quality

### Introducción

Actualmente, la escasez de agua afecta el consumo humano, el uso industrial, y agrícola. Los principales problemas que impactan a las aguas superficiales, aparte de la escasez, son la contaminación por constantes derrames tóxicos; la deforestación, la disminución de las precipitaciones, la desertificación, y otras. Por este motivo, es obligatorio hacer un uso racional, eficiente y descontaminante de este recurso natural, imprescindible para la vida en el planeta (Camejo *et al.*, 2017).

La calidad del agua de las fuentes hídricas superficiales se ha catalogado como uno de los temas más críticos, debido a los impactos sobre las aguas superficiales que se han generado durante las últimas décadas. Desde los años 90 del siglo



pasado, la calidad de los recursos hídricos de Asia, América Latina y África ha ido disminuyendo por el crecimiento demográfico y la falta de normativas de vertimientos de aguas residuales a cuerpos de aguas superficiales (Varol *et al.*, 2012).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua contaminada y el déficit en el saneamiento básico contribuyen a la transmisión de enfermedades que pueden ser prevenidas, por lo que es necesario que este tema se trate como prioridad (Guerinoni, 2013).

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según Guadarrama *et al.* (2016) el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso al que se le hubiera destinado en su estado natural”.

La calidad del agua se mide a partir de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales se cuantifican por medio de diferentes métodos. Estos incluyen turbiedad, oxígeno disuelto, coliformes fecales, nutrientes, temperatura, pH, entre otros y dada la complejidad y los altos costos asociados a la determinación de algunos de estos parámetros, se puede dificultar la toma de decisiones, respecto al uso o al tratamiento que se le debe dar al agua. Además de la dificultad en la medición de varios parámetros de calidad, algunas investigaciones se han enfocado en encontrar mecanismos para predecir las características a partir de otros parámetros más fáciles y económicos de medir (Borrero, 2018).

Para facilitar la toma de decisiones algunas instituciones utilizan los índices de calidad del agua (ICA) (Castro *et al.*, 2014). Durante los últimos años, se han presentado diferentes metodologías para la producción de un ICA válido para cada situación (Torres *et al.*, 2009).

Los ICA son una herramienta que ayuda a evaluar una alta cantidad de parámetros en una sola variable que es más fácil de interpretar. La practicidad de estos índices depende principalmente de que, al resumir la información, esta sea entendible para el usuario. Estos se pueden representar como un número, un rango, un color o un símbolo (Brenes, 2013).



La cuenca Chambas es la segunda cuenca más importante de la provincia Ciego de Ávila y corre con dirección Sur-Norte. Tiene una red hidrográfica bien definida y cuenta con varios afluentes de importancia que se le incorporan al río principal en su curso superior, como es el caso de Cañada Blanca, Las Pojas, Los Limpios, Arroyo Cieguito y Guaranal. Sin embargo, y a pesar de las numerosas obras hidráulicas construidas en esta cuenca (tres derivadoras y dos presas), los estudios relacionados con la calidad de sus aguas superficiales son prácticamente nulos.

Dos poblados de importancia para la provincia están asentados dentro de la cuenca (Chambas con más de 10 000 habitantes y Florencia con más de 7 000 habitantes). Otros poblados de menores dimensiones se encuentran dentro de la cuenca, como El Asiento, los Perros y Veguitas. Ninguno de estos asentamientos cuenta con redes de alcantarillado y sistemas de tratamiento, por lo que los residuales domésticos (y en muchos casos residuos de granjas porcinas) son evacuados a fosas o letrinas y a corrientes superficiales permanentes o intermitentes, las cuales en muchos casos tienen una relación directa con el manto acuífero y de hecho con los pozos aledaños. Además, la escorrentía superficial arrastra contaminantes, tanto químicos como microbiológicos hacia las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.

Partiendo de lo anterior, este trabajo se propone evaluar la calidad del agua superficial en la cuenca Chambas en el período 2018 – 2020, a través del uso de un ICA, ajustado a los instrumentos normativos de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas.

## **Materiales y Métodos**

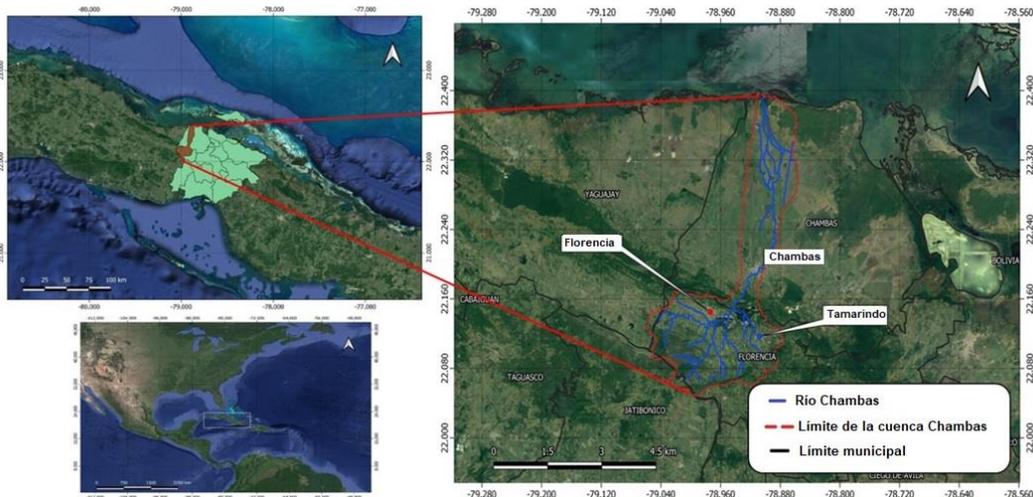
### **Área de estudio**

La cuenca Chambas posee una extensión territorial de 333 km<sup>2</sup>, lo cual la ubica en el segundo lugar provincial, después de la cuenca La Yana. La misma tiene una forma ovalada en su parte superior hasta las estribaciones del Hidroconjunto Liberación de Florencia y a partir de aquí hasta la costa su forma es alargada y estrecha (Figura 1). La cuenca Chambas está conformada por una red hidrográfica bien definida y cuenta con varios afluentes de importancia que se le incorporan al río

principal en su curso superior, como es el caso de Cañada Blanca, Las Pojas, Los Limpios, Arroyo Cieguito y Guaranal.

## Figura 1

### Localización de la cuenca Chambas (Ciego de Ávila)



Desde su nacimiento hasta la desembocadura, su río principal tiene una longitud de 68,9 km, descendiendo por un relieve muy ondulado en su curso superior y medio, que se va suavizando a medida que se acerca a su desembocadura.

La pendiente del río es de 2,02‰ y la longitud de los afluentes es de 175 km. Corre fundamentalmente en dos direcciones; en la parte superior de este a oeste hasta la confluencia con el Arroyo Los Limpios a 1,5 km al suroeste del Poblado de Florencia y posteriormente toma la dirección norte noroeste hasta llegar al mar.

En la zona alta y media de la cuenca Chambas, producto a su desarrollo hidrográfico y a sus características topográficas, existe un elevado número de tranques y micropresas, así como el Hidroconjunto Liberación de Florencia, formado por tres derivadoras (Jatibonico del Norte, Chambas y el Salado) y dos presas (Chambas I y II).

En el territorio que ocupa esta cuenca se encuentra enmarcado en parte de los municipios de Chambas y Florencia, los cuales ocupan el 54,2 % y el 19,2 % del territorio, respectivamente. En la porción sur y centro de la cuenca Chambas, se presenta un relieve muy ondulado, el cual forma parte de la Sierra Jatibonico del Norte,

encontrándose alturas que oscilan entre 120 y 400 metros (m.s.n.m). A partir del poblado Chambas hasta su desembocadura, la topografía es generalmente llana, teniendo alguna ondulación.

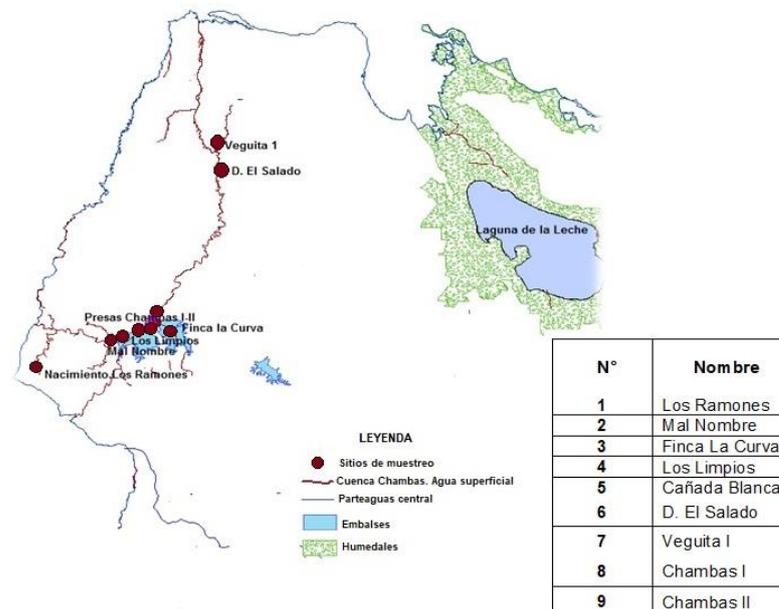
Las condiciones climáticas de la región se caracterizan por un clima tropical. La región tiene un clima característico de Cuba, con dos épocas climáticas bien definidas: de lluvias (de mayo a octubre) y de escasas lluvias (de noviembre a abril).

### Toma de muestras

Las muestras de agua se tomaron a nivel superficial, en nueve sitios de muestreo (Figura 2), en botellas de polietileno (muestras para caracterización fisicoquímica) de 1 L y en frascos de vidrio de 250 mL (para el análisis microbiológico) previamente esterilizados). Los muestreos se realizaron en las temporadas lluviosa y poco lluviosa de todo el período estudiado (2018 - 2022).

### Figura 2

*Localización de los sitios de muestreo*



Posterior al muestreo, las muestras fueron llevadas directamente al Laboratorio Provincial de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST). En el laboratorio se analizaron una serie de parámetros fisicoquímicos donde se utilizaron diferentes métodos y técnicas. Entre estos parámetros se encuentran la conductividad



eléctrica (CE), el pH, oxígeno disuelto (OD), coliformes termotolerantes (CTT), y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La determinación del índice de calidad del agua para recursos hídricos superficiales ( $ICA_{sp}$ ) se basó en la metodología propuesta por (Gutiérrez y García, 2014), que considera la sumatoria de los pesos relativos ( $W_i$ ) de cada indicador ( $i$ ): pH (0,1), CE (0,1), SatOD (0,3), DQO (0,25), ColiTT (0,25) multiplicado por el valor de calidad ( $q_i$ ) obtenido mediante funciones matemáticas.

### Figura 3

*Índice de Calidad del Agua ( $ICA_{sp}$ )*

$$ICA_{sp} = \sum_{1}^{5} W_i * q$$

### Análisis estadístico

A todos los parámetros se le realizó una prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov para determinar la normalidad de los datos. La mayoría de los parámetros tuvieron una distribución no normalizada ( $p>0,05$ ), por lo que todos los tests usados posteriormente fueron no paramétricos. Para determinar las diferencias significativas entre los muestreos y entre los sitios de muestreo (para cada parámetro) se realizó una prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significación del 5 %. Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el software XLSTAT (versión 2016.02.28451).

### Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestran los valores promedios de todos los parámetros determinados para cada temporada de muestreo en toda la cuenca Chambas.

**Tabla 1**

*Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos determinados en cada muestreo en la cuenca Chambas entre 2018 – 2022.*

Sitio de muestreo	pH (unidades)	Conductividad Eléctrica ( $\mu$ S/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno ( $mgO_2/L$ )	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
-------------------	---------------	---------------------------------------	-------------------------	--	---



<b>Abril/2018</b>	8,17±0,22	540±105	6,9±0,5	12,3±4,8	669±632
<b>Octubre/2018</b>	7,92±0,2	437±0,66	4,4±02,3	24,2±15,9	796±506
<b>Abril/2019</b>	8,15±0,27	538±127	4,7±1,4	16,2±8,3	431±470
<b>Octubre/2019</b>	8,08±0,2	451±117	6,0±0,8	11,9±2,8	611±524
<b>Abril/2020</b>	7,99±0,21	419±36	4,7±1,0	21,0±15,3	277±252
<b>Octubre/2020</b>	8,18±0,11	375±33	2,9±1,0	28,7±5,7	767±477
<b>Abril/2021</b>	8,16±0,27	388±30	5,4±1,2	16,7±13,8	33±45
<b>Octubre/2021</b>	8,13±0,2	319±77	5,1±1,4	30,4±8,4	550±353
<b>Abril/2022</b>	8,27±0,07	531±127	6,2±0,7	16,7±10,5	382±253
<b>Octubre/2022</b>	7,96±0,13	501±72	6,0±0,0	13,2±3,7	246±270

Nota. La letra minúscula elevada denota diferencias significativas o no.

Los valores más bajos de pH fueron en octubre de 2018 y 2022, respectivamente; mientras los más elevados fueron en abril de 2022. Sin embargo, el valor puntual más elevado de pH fue de 8,51 en el sitio de muestreo Cañada Blanca en abril de 2018. Excepto en 2020, en todos los muestreos, el pH fue más elevado (significativamente) en la temporada lluviosa con respecto a la poca lluviosa ( $p < 0,05$ ). Similar comportamiento tuvo el pH del agua en las presas Hanabanilla y Paso Bonito (Seisdedo y Díaz, 2021; Seisdedo *et al.*, 2017). De acuerdo a los valores de pH, esta agua puede clasificarse como ligeramente alcalina. Aunque el pH del agua durante todo el período de muestreo fue más elevado en Chambas I y Chambas II (Tabla 2), no hubo diferencias significativas en el pH del agua superficial entre todos los sitios de muestreo de la cuenca.

## Tabla 2

Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos determinados en cada sitio de muestreo de la cuenca Chambas entre 2018 – 2022.

Sitio de Muestreo	pH (unidades)	Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Oxígeno disuelto (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
Los Ramones	8,13 <sup>a</sup> ±0,20	487 <sup>a</sup> ±1,48	4,8 <sup>a</sup> ±2,0	21,3 <sup>a</sup> ±12,4	650 <sup>a</sup> ±484
Mal Nombre	8,01 <sup>a</sup> ±0,15	470 <sup>a</sup> ±140	5,5 <sup>a</sup> ±1,0	18,3 <sup>a</sup> ±10,1	527 <sup>a</sup> ±494



Finca La Curva	8,01 <sup>a</sup> ±0,18	484 <sup>a</sup> ±138	5,3 <sup>a</sup> ±1,3	12,6 <sup>a</sup> ±5,1	348 <sup>a</sup> ±239
Los Limpios	8,17 <sup>a</sup> ±0,13	513 <sup>a</sup> ±125	5,8 <sup>a</sup> ±1,2	17,5 <sup>a</sup> ±7,9	528 <sup>a</sup> ±530
Cañada Blanca	8,11 <sup>a</sup> ±0,27	427 <sup>a</sup> ±91	4,2 <sup>a</sup> ±2,2	16,3 <sup>a</sup> ±7,5	532 <sup>a</sup> ±628
D. El Salado	8,05 <sup>a</sup> ±0,13	444 <sup>a</sup> ±101	5,2 <sup>a</sup> ±1,1	20,2 <sup>a</sup> ±14,1	592 <sup>a</sup> ±586
Veguita I	8,00 <sup>a</sup> ±0,18	451 <sup>a</sup> ±100	4,4 <sup>a</sup> ±1,3	14,5 <sup>a</sup> ±5,7	623 <sup>a</sup> ±470
Chambas I	8,20 <sup>a</sup> ±0,23	378 <sup>a</sup> ±20	5,8 <sup>a</sup> ±2,0	30,7 <sup>a</sup> ±18,0	243 <sup>a</sup> ±302
Chambas II	8,28 <sup>a</sup> ±0,26	389 <sup>a</sup> ±20	5,8 <sup>a</sup> ±1,4	22,4 <sup>a</sup> ±11,4	315±362

Nota. La letra minúscula elevada denota diferencias significativas o no.

Los valores de CE en todos los muestreos y en todos los sitios de muestreo estuvieron en correspondencia con valores normales (propuestos por Sardiñas *et al.*, 2006) de este parámetro en agua dulce (rango de 100-2000  $\mu\text{S/cm}$ ). La mayoría de los estudios en ecosistemas dulceacuícolas en Cuba reportaron valores promedios de CE similares a los de este estudio (Laiz, 2016; Rodríguez *et al.*, 2017; Seisdedo y Díaz, 2021; Seisdedo *et al.*, 2017). Guerrero *et al.* (2021), determinaron los valores más bajos de CE en la presa Mampostón, en comparación con la CE determinada en algunos sectores de aguas lóxicas. Sin embargo, (González de Zayas *et al.*, 2021) y (González *et al.*, 2021) reportaron CE mayores a 1000 y 2000  $\mu\text{S/cm}$  en Laguna La Redonda (por influencia de agua marina) y en la cuenca Guaos-Gascón (debido al bajo volumen de agua de los ríos que propicia una mayor concentración de las sustancias disueltas), respectivamente.

Sólo en octubre de 2020, la concentración promedio de OD estuvo por debajo de la concentración recomendada como límite máximo para el desarrollo de la vida acuática (3,0 mg/L). En Chambas II se determinó 1,0 mg/L (octubre de 2020) lo cual acerca estas aguas a condiciones hipóxicas. En determinados momentos del año (principalmente durante la temporada lluviosa), pueden presentarse picos mínimos de oxígeno disuelto debido al aporte alóctono de materia orgánica, la cual contribuye a la disminución del oxígeno disuelto en las aguas, por el consumo del mismo en la descomposición biológica y química de la materia orgánica presente (González *et al.*, 2021; Seisdedo y Díaz, 2021). En toda la extensión de las aguas superficiales de la cuenca estudiada, el OD estuvo en concentraciones similares ( $p>0,05$ ).



La concentración de DQO en la cuenca Chambas fue variable durante todo el período de estudio. Las concentraciones más elevadas (aunque sin diferencias significativas) fueron en los muestreos de la temporada lluviosa (octubre) de los años 2018, 2020 y 2021. El sitio de muestreo con la mayor concentración promedio de DQO fue la presa Chambas I. Según la NC 25 (1999), concentraciones de DQO por encima de 15,0 mgO<sub>2</sub>/L clasifican a las aguas como de dudosa o mala calidad. González *et al.* (2021) determinaron variabilidad del contenido de materia orgánica de las aguas de la cuenca Guaos-Gascón con contenidos de hasta 200,0 mgO<sub>2</sub>/L. Similares condiciones (elevados niveles de DQO en algunos sitios) determinaron Guerrero *et al.* (2021) en la subcuenca Mampostón y lo atribuyeron al vertimiento de desechos industriales y agrícolas en los alrededores de la subcuenca. Sin embargo, Seisdedo *et al.* (2017) determinaron concentración promedio más baja (6,1 mgO<sub>2</sub>/L en el embalse Paso Bonito y 4,9 mgO<sub>2</sub>/L en el embalse Hanabanilla) que las de este estudio.

En toda la extensión de la cuenca, la contaminación microbiológica por coliformes termotolerantes fue elevada para su uso como agua potable. Las mayores concentraciones estuvieron precisamente en el nacimiento de la cuenca (Los Ramones). En cuanto al posible uso de estas aguas para el uso pesquero, este parámetro estuvo por debajo del límite máximo permisible para considerarla como agua de dudosa calidad. Estas concentraciones (mayores que 200 NMP/100 mL) pueden deberse a la disposición de aguas residuales procedentes de fuentes contaminantes situadas en la cuenca. Guerrero *et al.* (2021) determinaron concentraciones de CTT menores que este estudio, sin embargo, en niveles tales que no cumplieron las normas para agua potable. Rodríguez *et al.* (2017) determinaron concentraciones de CTT menores (12 NMP/100 mL) en la presa Chalons (Santiago de Cuba) a los de este estudio, sin embargo vincularon los resultados a la cercanía de una cría considerable de ganado ovino-caprino cercana al sitio de muestreo. En resumen, las aguas de la cuenca Chambas solo pueden ser utilizadas para consumo humano si se establece un proceso de desinfección previa.

### **Índice de Calidad del agua**



El índice de calidad de agua ( $ICA_{sp}$ ) promedio calculado, para todo el período de muestreo, mostró que todas las estaciones de la cuenca las aguas pueden clasificarse como medianamente contaminadas y de calidad aceptable (Tabla 3). Por muestreo, el mejor  $ICA_{sp}$  promedio fue el de la temporada lluviosa (octubre de 2022) con un valor de 92 puntos (Excelente Calidad). Sin embargo, los muestreos de las temporadas lluviosas de 2018 y 2020, el  $ICA_{sp}$  fue cercano a los 60 puntos, lo que la clasifica como agua contaminada. Solo en algunos sitios de muestreo (principalmente en Los Ramones) el agua estuvo contaminada según el valor de  $ICA_{sp}$  ( $< 59,99$  puntos).

### Tabla 3

Valores promedios del  $ICA_{sp}$  para todos los sitios de muestreo en la Cuenca Chambas (2018 – 2022).

No	Sitio de muestreo	$ICA_{sp}$ (Valor)	Clasificación
1	Los Ramones (nacimiento)	75,02	(MC)
2	Mal Nombre	80,32	(CA)
3	Finca la Curva	84,37	(CA)
4	Los Limpios	82,22	(CA)
5	Cañada Blanca	77,11	(MC)
6	Derivadora El Salado	78,45	(MC)
7	Veguita 1	73,71	(MC)
8	Chambas I	80,79	(CA)
9	Chambas II	83,05	(CA)
<b>Total</b>	<b>Toda la Cuenca</b>	<b>79,45</b>	(MC)

González *et al.* (2021) y Seisdedo *et al.* (2017) obtuvieron valores de  $ICA_{sp}$  similares y superiores a los de este estudio en dos cuencas cubanas. Sin embargo, Morell *et al.* (2020), clasificaron las aguas de la cuenca del río San Juan como aguas de mala calidad o contaminadas debido principalmente a la presencia de materia orgánica asociada a la incorporación de vertimientos de residuales domésticos, agrícolas e industriales aguas arriba.

### Conclusiones



De acuerdo a los valores de pH, esta agua puede clasificarse como ligeramente alcalina y el pH fue significativamente más elevado en la temporada lluviosa que en la temporada poco lluviosa.

Los valores de CE en todos los muestreos y en todos los sitios de muestreo estuvieron en correspondencia con valores normales de este parámetro en agua dulce.

En la mayoría de los muestreos y sitios de muestreo, el oxígeno disuelto estuvo en concentraciones adecuadas para la vida acuática.

En la mayoría de los sitios de muestreo, el contenido de materia orgánica (medido como DQO) estuvo por encima del límite máximo permisible para clasificar el agua como de buena calidad.

La composición microbiológica de la cuenca estuvo en niveles por encima de las normas para su uso como agua para consumo humano, por lo que su utilización para este fin requiere de una desinfección previa.

La calidad del agua de toda la cuenca fue homogénea y estuvo desde aguas medianamente contaminadas hasta aguas de calidad aceptable.

Tanto la DQO como la composición microbiológica indicaron el posible vertido a la cuenca de aguas con altos contenidos de materia orgánica y materia fecal.

### **Agradecimientos**

A los especialistas de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico (EAH) de Ciego de Ávila por poner a la disposición de los autores toda la información disponible.

### **Referencias Bibliográficas**

- Borrero, C. (2018). *Metodología para determinación del índice de calidad del agua a partir de parámetros fáciles de medir en campo* [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes. Cundinamarca, Colombia].
- Brenes, G. (2013). Nueva metodología para valorar la calidad de las aguas superficiales para su uso como clase 2 en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 26(2), 9-19.



- Camejo, L., Duarte, L. y Guerra, G. (2017). Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXVIII(2), 3-16.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J. y Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124. <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- González, A., Palacios, I. y Domínguez, A. (2021). Evaluación espacio-temporal de la calidad de las aguas en la Cuenca Hidrográfica Guaos-Gascón. *Revista Cubana de Química*, 33(1).
- González de Zayas, R., Merino Ibarra, M., Lestayo González, J. A. y Peraza Escarrá, R. (2021). Can La Redonda lagoon (Cuba) be a suitable habitat for largemouth bass (*Micropterus salmoides*, Lacepède) recovery? *Annales de Limnologie - Int. J. Lim.* (57), 15-26. <https://doi.org/10.1051/limn/2021011>
- Guadarrama, R., Kido, J., Roldan, G. y Salas, M. (2016). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1-10.
- Guerinoni, G. (2013). Gestión de Riesgos en Agua y Saneamiento. *Blog ETRAS*. <http://www.paho.org/blogs/etras/?p=1179>
- Guerrero, L., Mesa, M., Hernández, D., Díaz, O. y Sánchez, J. (2021). Aptitud para el riego agrícola del agua superficial de la subcuenca Mampostón, Mayabeque, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 42(3), 1-21.
- Gutiérrez, J. y García, J. (2014). Resumen metodológico: Un índice para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales en cuencas hidrográficas (ICA sp 2014). Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, La Habana, Cuba.
- Laiz, O. (2016). Caracterización de la calidad de las aguas del embalse Maurín, para su uso sostenible. Municipio Bauta, provincia Artemisa, Cuba. *Aqua-LAC*, 8(2), 55-70.
- Morell, A., Bergues, P., López, P. y Almarales, A. (2020). Estado ecológico del río San Juan en Santiago de Cuba: Período 2013-2015. *Ciencia en su PC*, 1, 36-49.



- Rodríguez, J., Pérez, R., Gómez, L. y Álvarez, I. (2017). Evaluación química analítica y microbiológica de los embalses Chalons y Parada de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 29(3), 418-435.
- Seisdedo, M. y Díaz, M. (2021). Influence of environmental processes on indicators of water quality in the Hanabanilla reservoir, Cuba. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 16(3), 219-230.  
<https://doi.org/10.54451/PanamJAS.16.3.219>
- Seisdedo, M., Díaz, M., Barcia, S. y Arencibia, G. (2017). Análisis comparativo de la calidad del agua de dos embalses de la cuenca Arimao, Cuba (2014-2015). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 34(2), 60-67.
- Torres, P., Cruz, C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15 Especial), 79-94.
- Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A. y Şen, B. (2012). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Tigris River (Turkey) using multivariate statistical techniques—a case study. *River research and applications*, 28(9), 1428-1438.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

Cite este artículo como:

Ortega Borroto, D., Cervantes Chávez, H. y González de Zayas, R. (2024). Calidad del agua superficial de la cuenca Chambas en Ciego de Ávila. *Universidad & ciencia*, 13(3), 97-110.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/8604>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13993179>