



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3792>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

Physical characterization of the water of the Jama River, Manabí, Ecuador

Caracterização física das águas do rio Jama, Manabí, Equador

Julio Manuel Baquerizo Figueroa ^I
julio.baquerizof@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2594-7623>

Luis Gerardo Sandoval Santos ^{II}
javeriana.luis@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-8150-5496>

Nieve Esther Lectong Cusme ^{III}
nieve.lectong@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0182-5568>

Neiva Maricela Quiñonez Becerra ^{IV}
neivimary@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5993-9678>

Vicky Yuliana Parrales Mendoza ^V
vickyparrales1988@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7835-5803>

Leonel Wilfrido Moreira Obregón ^{VI}
leowil1988@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-1229-1764>

Correspondencia: julio.baquerizof@ug.edu.ec

***Recibido:** 27 de febrero de 2024 ***Aceptado:** 24 de marzo de 2024 * **Publicado:** 04 de abril de 2024

- I. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Manabí, Ecuador.
- IV. Universidad Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- V. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Bolívar, Manabí, Ecuador.
- VI. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Resumen

El objetivo de la investigación fue caracterizar físicamente las aguas del río Jama en la Provincia de Manabí, Ecuador. Se realizó un monitoreo in situ y en laboratorio de tres muestras con tres réplicas tomadas en diferentes puntos: P1) Sitio Potrerros (aguas arriba del Cantón), P2) Lugar de captación de la planta de potabilización, y P3) Puente del cantón Jama (aguas abajo); se evaluaron variables como color real (PICo), oxígeno disuelto LDO (mg/L), pH, temperatura (°C) y turbidez (NTU), comparando los resultados con los criterios de calidad de agua del TULSMA para consumo humano, doméstico, riego agrícola y uso pecuario. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias en los niveles de los parámetros analizados según los puntos de monitoreo y muestras estudiadas. Se encontró que el color real, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez aumentan a medida que se acercan al casco urbano, siendo más bajos en P1; se concluye que el agua del río Jama puede ser utilizada para consumo humano y doméstico, riego agrícola y uso pecuario, siempre y cuando sea potabilizada.

Palabras Claves: Río; parámetros físicos; calidad de agua.

Abstract

The objective of the research was to physically characterize the waters of the Jama River in the Province of Manabí, Ecuador. In situ and laboratory monitoring was carried out on three samples with three replicas taken at different points: P1) Potrerros Site (upstream of the Canton), P2) Catchment location of the water treatment plant, and P3) Jama Canton Bridge (downstream); Variables such as real color (PICo), LDO dissolved oxygen (mg/L), pH, temperature (°C) and turbidity (NTU) were evaluated, comparing the results with the TULSMA water quality criteria for human consumption, domestic consumption, and irrigation. agricultural and livestock use. An analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the differences in the levels of the analyzed parameters according to the monitoring points and samples studied. It was found that the real color, dissolved oxygen, temperature and turbidity increase as they approach the urban area, being lower in P1; It is concluded that the water of the Jama River can be used for human and domestic consumption, agricultural irrigation and livestock use, as long as it is made drinkable.

Keywords: River; physical parameters; water quality.

Resumo

O objetivo da pesquisa foi caracterizar fisicamente as águas do rio Jama na província de Manabí, Ecuador. O monitoramento in situ e laboratorial foi realizado em três amostras com três réplicas coletadas em pontos diferentes: P1) Sítio Potreros (a montante do Cantão), P2) Local de captação da estação de tratamento de água e P3) Ponte Jama Canton (a jusante); Foram avaliadas variáveis como cor real (PICo), LDO de oxigênio dissolvido (mg/L), pH, temperatura (°C) e turbidez (NTU), comparando os resultados com os critérios de qualidade de água TULSMA para consumo humano, consumo doméstico e irrigação. • uso agrícola e pecuário. Foi realizada análise de variância (ANOVA) para determinar as diferenças nos níveis dos parâmetros analisados de acordo com os pontos de monitoramento e amostras estudadas. Verificou-se que a cor real, o oxigênio dissolvido, a temperatura e a turbidez aumentam à medida que se aproximam da zona urbana, sendo menores em P1; Conclui-se que a água do rio Jama pode ser utilizada para consumo humano e doméstico, irrigação agrícola e uso pecuário, desde que seja potável.

Palavras-chave: Rio; parâmetros físicos; qualidade da água.

Introducción

Ecuador es considerado un país privilegiado en términos de recursos hídricos a nivel mundial, según un informe del Instituto Mundial del Agua que indica que su estrés hídrico es inferior al 30% (Muñoz, 2022). Sin embargo, esta abundancia de recursos se ve amenazada por diversas actividades humanas intensivas; la principal fuente de contaminación proviene de las descargas de aguas residuales, tanto industriales como domésticas, así como del sector hidrocarburífero y agrícola, donde se utilizan prácticas nocivas como pesticidas y otros productos químicos tóxicos para el control de plagas (Villa, 2011).

Los parámetros de contaminación del agua tienen la función de simplificar y cuantificar datos relacionados con aspectos técnicos complejos que surgen de investigaciones, que se define como una variable o una combinación de variables que facilitan la comprensión y evaluación del estado y calidad del agua (Álvarez et al., 2022).

La evaluación de la calidad del agua implica considerar una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos que deben cumplir ciertos estándares para diferentes usos específicos, los cuales pueden variar según la actividad (Pérez et al., 2021). Estos usos pueden incluir el suministro de agua para

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

actividades industriales relacionadas con la producción de alimentos para consumo humano, agua potable, acuicultura, protección de ecosistemas acuáticos, navegación, riego de cultivos, entre otros (Neme et al., 2021).

Las propiedades físicas del agua se refieren a sus características que pueden ser percibidas mediante los sentidos, como el color, el olor, el sabor, la turbidez y la temperatura. Estas características son fundamentales, ya que incluso si el agua es segura para el consumo según sus propiedades químicas y biológicas, su aspecto poco atractivo puede disuadir su consumo (Fernández y Guardado, 2021).

Los estándares físicos se vuelven esenciales para evaluar la calidad del agua de los ríos, estableciendo límites máximos permitidos que sirven como referencia para evaluar su calidad, siguiendo las recomendaciones establecidas (Gil et al., 2022). Por consiguiente, resulta fundamental preservar los recursos de agua dulce y detectar los elementos que inciden en la calidad del agua, especialmente en los ríos, ya que estos constituyen una de las principales fuentes de suministro para las actividades humanas (Behmel et al., 2016).

Considerando lo anteriormente mencionado, el propósito de esta investigación fue caracterizar físicamente la calidad del agua del río Jama. Se escogieron tres puntos de monitoreo a lo largo de la cuenca hidrográfica, donde se evaluaron variables con la intención de documentar su calidad.

Metodología

Para definir las tres áreas de muestreo, se consideraron los intereses del municipio del Cantón Jama, ya que el agua cruda utilizada por la planta de potabilización de este Cantón proviene de dicho río. Estos puntos se designaron de la siguiente manera:

Punto 1 (P1), conocido como el sitio Potreros, se encuentra aproximadamente a 7 km del Punto 2, en la base de las zonas montañosas de Jama.

Punto 2 (P2), es el lugar específico de captación de la planta de potabilización, ubicado a unos 5 km del centro urbano del Cantón.

Punto 3 (P3), situado en el centro urbano de Jama, cerca del puente del mismo Cantón.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en los laboratorios de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Jama, localizada en la ciudad de Jama, provincia de Manabí, Ecuador.

Se realizaron análisis para evaluar las siguientes variables:

Color real: Se efectuó con el espectrofotómetro marca HACH (Modelo DR3900) utilizando una curva de calibración (Trujillo y Cajigas, 2018).

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

Oxígeno disuelto (LDO): Fue determinado mediante el método electrométrico, utilizando un multiparámetro marca HACH modelo HQ40d (Weerasinghe y Handapangoda, 2019).

pH y temperatura (°C): Se realizó por medición de forma directa en el agua empleando un potenciómetro Marca Ohaus (Modelo Starter 3100), equipado con un electrodo (Genovese, 2007).

Turbiedad (NTU): Se midió con el uso del turbidímetro marca HACH modelo 2100Q (Raharjo et al., 2018).

Resultados

Como se aprecia en la Tabla 1 una vez aplicadas las pruebas de significancia en las ANOVA, se corroboró que el color real y la turbidez fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$) por lo que se deduce que estas variables si se modifican en los diferentes puntos de muestreo; no se observaron cambios significativos en oxígeno disuelto, pH y temperatura ($p > 0,05$), con lo que se indica que sus valores no se alteran en cada punto de monitoreo.

Tabla 1. Resumen resultados ANOVA

Parámetro	F	Significancia
Color real	45,734	$<0,001^*$
Oxígeno disuelto	4,005	$0,079^{NS}$
pH	1,070	$0,400^{NS}$
Temperatura	0,219	$0,809^{NS}$
Turbidez	39,720	$<0,001^*$
* = Significativo NS = No significativo		

Según la Figura 1, en P1 los parámetros físicos presentan mínimas variaciones entre las distintas muestras analizadas. El color real se detectó en niveles de 17–24 PICO, con un valor promedio de $19,67 \pm 3,78$ PICO. Los niveles de oxígeno disuelto registran un promedio de $9,57 \pm 0,35$ mg/l. El pH comprendió niveles básicos 7,94–9,92 con un valor promedio de $8,02 \pm 0,07$. La temperatura promedio corresponde a $27,03 \pm 1,16$ °C. Finalmente, la turbidez fue baja en las distintas muestras 2,95–4,93 ($3,76 \pm 1,03$ NTU).

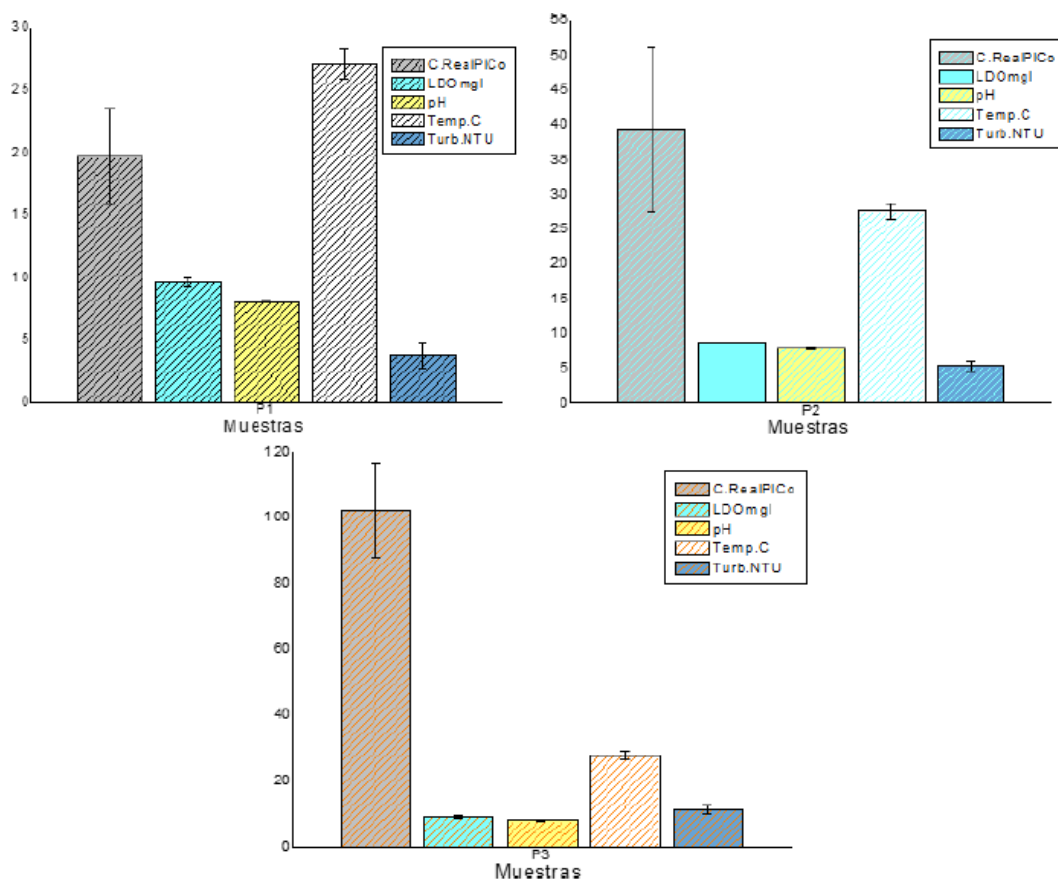
En P2 la mayoría de parámetros registran valores promedios superiores a los reportados en P1: el color real con $39,33 \pm 11,84$ PICO; la temperatura con $27,58 \pm 1,18$; y la turbidez con $5,33 \pm 0,70$ NTU.

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

Los parámetros de oxígeno disuelto y pH registran valores promedios más bajos, a diferencia de P1 ($8,74\pm 0,03$ mg/l y $7,88\pm 0,16$).

En P3 se registró valores promedios para el color real de $102,33\pm 14,57$ PICo, para oxígeno disuelto: $8,94\pm 0,54$ mg/l, turbidez de $11,17\pm 1,37$ NTU, temperatura de $27,70\pm 1,23$ °C, y pH de $7,88\pm 0,14$.

Figura 1. Comparación de los valores en los puntos de monitoreo



Mediante la comparación de los resultados de los parámetros físicos con los criterios de calidad de agua establecidos por el TULSMA, se determinó que las aguas del río Jama cumplen parcialmente con las regulaciones ecuatorianas. Los niveles de pH cumplen con los estándares de calidad para consumo humano y doméstico; sin embargo, el color real de las aguas excede los límites máximos permitidos según la normativa para consumo humano y doméstico. Por otro lado, los niveles de oxígeno disuelto, pH, temperatura y turbidez se encuentran dentro de los estándares de calidad establecidos para consumo humano y doméstico en los tres puntos de monitoreo, como se detalla en la Tabla 2.

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

Tabla 2. Parámetros físicos con criterios de calidad de agua (TULSMA)

Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	Límite de cumplimiento para consumo de agua	Nivel de cumplimiento
Color real	PCo	17,00	53,00	116,00	75,00	No cumple
Oxígeno disuelto	mg/L	9,59	8,78	9,20	N/A	N/A
pH	-	7,94	7,82	7,76	6-9	Cumple
Temperatura	°C	28,43	28,91	29,05	N/A	N/A
Turbidez	NTU	2,95	6,04	12,20	100	Cumple

Discusión

La comparación de los datos de los parámetros físicos en los distintos puntos de monitoreo revela que la calidad del agua del río Jama disminuye a medida que se acerca a la zona urbana. En el P1 (sitio Potreros), las aguas del río Jama no cumplen por completo con los estándares de calidad para consumo humano y doméstico establecidos por el TULSMA, a pesar de que esta área de estudio se encuentra más alejada de la zona urbana. Por lo tanto, no es recomendable que los habitantes locales y los que viven cerca de las orillas del río utilicen el agua para fines alimenticios, como la ingesta o la preparación de alimentos, sin antes someterla a un proceso de potabilización.

El color real tiende al aumento por la disolución del agua con estructuras sedimentarias sobre todo arcillas y material orgánico a lo largo del tramo del río (Toledo, 2011), esto lo afirma Díaz (2022) en su estudio en el Alto Valle del Río negro de Neuquén el cual monitoreo su cauce y corroboró cambios en el color de sus aguas agua abajo. Aunque el color real del Río Jama no cumplió la normativa TULSMA para consumo humano, este parámetro se puede disminuir y llevar a estándares con el proceso de potabilización de agua potable (Martínez et al., 2020).

El oxígeno disuelto en la cuenca de un río se mantienen constantes a excepción de la estación lluviosa donde alcanzan su máxima saturación, esta variación es debido a las precipitaciones que producen cambios en el cauce del río, por otra parte la cantidad de vegetación en la zona es directamente

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

proporcional a este parámetro, lo que afirma que en el P1 de menor asentamiento humano existiese una mayor cantidad de oxígeno disuelto en contraste a los otros punto de mayor densidad poblacional (Mora et al., 2011); además, Montes et al. (2013) afirma que la cantidad en el oxígeno de un cuerpo de agua está influenciado por cambios en la temperatura, el caudal y la carga contaminante que recibe el río.

Posada et al. (2013) en su investigación del Río Medellín confirma que el oxígeno disuelto tiende a disminuir a lo largo del tramo del cuerpo de agua y es de esperar que sus concentraciones vayan disminuyendo con el nivel de contaminación, ya que son causados por la presencia de materia orgánica o de material inorgánico parcialmente oxidado.

La variable pH es fuertemente influenciado con las lluvias, en épocas lluviosas es más alto su valor y disminuye en verano, adicionalmente es sensible a la contaminación debido a la reducción del pH en las etapas de la descomposición de los desechos orgánicos (Castro et al., 1996). En estudios preliminares alrededor del mundo, las bajas de pH en ríos principalmente se dan por el aporte de ácido sulfúrico y ácido nítrico a través de la lluvia ácida; la actividad de extracción minera en suelos ricos en piritita o aportes de origen volcánico (Pedrozo et al., 2010).

La temperatura no experimentó una variación en los diferentes tramos; Posada et al. (2013) argumenta que en cuerpos de agua factores como los niveles altitudinales, temperatura aire-ambiente, aguas contaminantes con aguas calientes; además, la temperatura influye sobre otros parámetros como en el oxígeno disuelto que es un indicador en la calidad del agua.

Por otra parte la turbidez es un indicativo de calidad en aguas porque es producida por materiales en suspensión que comprenden arcillas, materia orgánica e inorgánica, plancton y microorganismos (Prato et al., 2021), este parámetro es fuertemente dependiente a las precipitaciones en las temporadas invernales con valores mínimos en las estaciones secas (Conejeros et al., 2021).

La turbidez puede ser disminuida para el cumplimiento de las normativas con el proceso de potabilización y coagulantes tradicionales como sulfato de aluminio, cloruro férrico (Romero et al., 2007) o coagulantes naturales obtenidos de medios orgánicos como mucílago, partes lipídicas (Valdiviezo et al., 2020)

Conclusiones

Las aguas del río Jama cumplen parcialmente con los estándares establecidos para el consumo humano y doméstico, así como para el riego agrícola y el uso pecuario en términos de los parámetros físicos, según lo estipulado por las regulaciones ambientales y de descarga de efluentes.

Se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los parámetros de color real y turbidez, por otra parte, el oxígeno disuelto, pH y temperatura no se vieron influenciados en los diferentes puntos de muestreo ($p > 0,05$).

Se recomienda que para garantizar el consumo humano del agua del Río Jama, se la potabilice con un debido tratamiento para garantizar su inocuidad.

Referencias

- Álvarez, M. V., Marín-Muñiz, J. L., & Hernández, D. (2022). Indicador de la calidad del agua, caso de estudio: Laguna Olmeca, Veracruz, México. *Journal of Basic Sciences*, 8(23), 122-132. <https://doi.org/10.19136/jobs.a8n23.5351>
- Behmel, S., Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2016). Water quality monitoring strategies—A review and future perspectives. *Science of the Total Environment*, 571, 1312-1329. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.235>
- Castro, L., Fraile, J., & Vargas, J. R. (1996). Conductividad, oxígeno disuelto, pH y temperatura en el río Bermúdez (Costa Rica) y su relación con el uso del suelo en la cuenca. *Uniciencia*, 13(1), 27-34. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5475>
- Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(3), 60-70. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282021000300060&script=sci_arttext&tlng=pt
- Díaz Presas, S. (2022). Caracterización geomorfológica y aplicación del índice hidrogeomorfológico (IHG) en el Alto Valle del río Negro [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Río Negro]. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8832>
- Fernández-Rodríguez, M., & Guardado-Lacaba, R. M. (2021). Evaluación del índice de calidad del agua (icasup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105-119. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1993-80122021000100105&script=sci_arttext

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

- Genovese, D., Pizzuolo, P., Mastrantonio, L., Valdés, A., Morábito, J., Salatino, S., ... & Dediol, C. (2007). Calidad del agua en el área regadía del río Mendoza: temperatura, pH, iones solubles y sólidos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 39(1), 9-20. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837653002>
- Gil-Mora, J. E., Flores Boza, Álvaro H., Ochoa Ramos, K. J., & Valencia Oviedo, N. A. (2022). Determinación de la pérdida de la calidad de un río urbano en Cusco: Caso Saphy. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 3722-3748. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1765
- Martínez-Orjuela, M. R., Mendoza-Coronado, J. Y., Medrano-Solís, B. E., Gómez-Torres, L. M., & Zafra-Mejía, C. A. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 15-24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020001>
- Montes, R. T., Navarro, I., Domínguez, R., & Jiménez, B. (2013). Modificación de la capacidad de autodepuración del río Magdalena ante el cambio climático. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(5), 71-83. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000500005&script=sci_arttext
- Mora Orozco, C. D. L., Flores López, H. E., Durán Chávez, Á., & Ruiz Corral, J. A. (2011). Cambio climático y el impacto en la concentración de oxígeno disuelto en el Lago de Chapala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(SPE2), 381-394. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342011000800016&script=sci_arttext
- Muñoz Marcillo, J. L. (2022). Monocultivos en la cuenca del río Vinces (Ecuador) y su relación de la demanda de agua para riego. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 115-123. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/525>
- Neme Castillo, O., Valderrama Santibáñez, A. L., & Chiatchoua, C. (2021). Factores determinantes del consumo productivo de agua y sus efectos en la actividad económica de México. *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 505-537. <https://doi.org/10.22136/est20211659>
- Pedrozo, F. L., Díaz, M. M., Temporetti, P. F., Baffico, G. D., & Beamud, S. G. (2010). Características limnológicas de un sistema ácido: río Agrío-Lago Caviahue, Provincia del Neuquén, Argentina. *Ecología austral*, 20(2), 173-184. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2010000200008&script=sci_arttext
-

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

- Pérez-Gómez, G., Alvarado-García, V., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Herrera, F., & Sánchez-Gutiérrez, R. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcos, Costa Rica: un enfoque ecológico. Cuadernos de Investigación UNED, 13(1). <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v13i1.3148>
- Posada, E., Mojica, D., Pino, N., Bustamante, C., & Monzón Pineda, A. (2013). Establecimiento de índices de calidad ambiental de ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. Aplicación al caso del río Medellín, en el Valle de Aburrá en Colombia. *Dyna*, 80(181), 192-200. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0012-73532013000500021&script=sci_arttext
- Prato, J. G., Millán, F., González, L. C., Ríos, I., Márquez, A., Sánchez Molina, J., ... & Díaz, J. I. (2021). Evaluación de materiales litológicos oxídicos como adsorbentes para el tratamiento de efluentes y aguas residuales. *Revista Digital Novasinergia*, 4(2), 93-110. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.06>
- Raharjo, S., Kurniawan, E., & Nurcahya, E. D. (2018). Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino. *KOMPUTEK*, 2(1), 39-49. <https://doi.org/10.24269/jkt.v2i1.66.g40>
- Romero, C., Solórzano, R., Abreu, O., Brizuela, L., & Pérez, Z. (2007). Síntesis de un polímero inorgánico de aluminio y su uso para clarificación de agua. *Revista Ingeniería UC*, 14(3), 16-23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70711260003>
- Toledo, M. J. (2011). El legado lujanense de Ameghino: revisión estratigráfica de los depósitos pleistocenos-holocenos del valle del río Luján en su sección tipo. Registro paleoclimático en la pampa de los estadios OIS 4 al OIS 1. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 68(1), 121-167. <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222011000100011&..>
- Trujillo, A. F. O., & Cajigas, M. E. M. (2018). Validación de un método para el análisis de color real en agua. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(1), 143-155. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.68086>
- Valdiviezo Gonzales, L. G., Mejía Carrillo, P. W., Urquia Collantes, K., & Cabello Torres, R. J. (2020). Evaluación de la Moringa oleifera en el tratamiento de aguas con alta turbidez y carga orgánica. *Ingeniería del agua*, 24(2), 119-127. <https://doi.org/10.4995/ia.2020.12274>

Caracterización física del agua del río Jama, Manabí, Ecuador

- Villa Achupallas, M. A. (2011). Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación [Tesis de maestría, Universidad de Cádiz].
- Weerasinghe, V. P. A., & Handapangoda, K. (2019). Surface water quality analysis of an urban lake; East Beira, Colombo, Sri Lanka. *Environmental nanotechnology, monitoring & management*, 12, 100249. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2019.100249>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|