

**RELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CON EL DESECAMIENTO DE LA TOTORA
EN LA LAGUNA DE LA COCHA, NARIÑO
(Resumen Analítico)**

**RELATION OF QUALITY WATER WITH THE DRYING OF THE TOTORA IN THE
COCHA LAGOON, PASTO NARIÑO
(Analytical Summary)**

Autores (Authors): ARMERO BASTIDAS Daniel Felipe, BURBANO GUERRERO Angela Sofía, LOPEZ MAYA Laura Sofia.

Facultad (Faculty): de INGENIERÍA

Programa (Program): INGENIERÍA AMBIENTAL

Asesor (Support): MG. GLORIA LUCÍA CARDENAS CALVACHI

Fecha de terminación del estudio (End of the research): SEPTIEMBRE 2024

Modalidad de Investigación (Kind of research): Trabajo de grado

PALABRAS CLAVE

TOTORA
DESECAMIENTO
FISICOQUIMICOS
METALES PESADOS
MICROBIOLÓGICOS

KEY WORDS

TOTORA
DRYING
PHYSICOCHEMICAL
HEAVY METALS
MICROBIOLOGICAL

RESUMEN: La laguna de la Cocha emerge como un tesoro natural amenazado por diversas formas de contaminación. A lo largo de los años, ha sido testigo de la descarga indiscriminada de aguas residuales sin tratar, la expansión de la agricultura intensiva y el uso desmedido de fertilizantes químicos en sus inmediaciones. Estos elementos constituyen una seria amenaza para la calidad del agua, comprometiendo la disponibilidad de nutrientes esenciales y la adecuada oxigenación del medio acuático. Esto se ha hecho evidente últimamente en una problemática que preocupa a la comunidad, puesto que se ha visto un deterioro progresivo de la vegetación de la Totora localizada en las orillas de la laguna y que cumple muchas funciones ecosistémicas.

Por lo cual, para conocer la calidad del agua de la laguna y su relación con el desecamiento de la Totora, que es una planta acuática que desempeña un papel vital en este ecosistema, ya que proporciona refugio y alimento para diversas especies de aves, peces y otros animales. Se llevaron a cabo 2 muestreos en diferentes épocas del año en 10 zonas 5 con desecamiento de la Totora y 5 sin desecamiento evaluando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, así como niveles de contaminación por metales pesados; con estos resultados se realizaron análisis estadísticos que permitieron determinar la relación de los parámetros con la espacialidad, temporalidad y condición de la Totora encontrando de esta forma que a pesar de cumplir con la normativa vigente relacionada a vertimientos y agua potable, tienen algunas diferencias entre las zonas afectadas y no afectadas con el desecamiento de la Totora.

ABSTRACT: The Cocha Lagoon stands as a natural treasure currently threatened by various forms of pollution. Over the years, it has suffered from the unchecked discharge of untreated wastewater, the spread of intensive agriculture, and the excessive use of chemical fertilizers in its surrounding areas. These factors pose a serious risk to water quality, undermining the availability of essential nutrients and the proper oxygenation of the aquatic environment. This has become particularly concerning for the local community, as a progressive deterioration of the Totora vegetation along the lagoon's shores, which plays a crucial ecological role, has been observed.

To assess the water quality of the lagoon and its connection to the drying of Totora, a key aquatic plant that provides shelter and food for various bird, fish, and other animal species, two sampling campaigns were conducted at different times of the year. These samples were taken from 10 different areas, 5 where Totora has dried up and 5 where it has not evaluating physicochemical and microbiological parameters, as well as levels of heavy metal contamination. Statistical analyses were then performed on these results, revealing that despite compliance with current regulations regarding wastewater and drinking water, there are notable differences between the areas affected and unaffected by the drying of Totora.

CONCLUSIONES: Teniendo en cuenta los resultados encontrados de los parámetros fisicoquímicos analizados con respecto al agua de la laguna de la Cocha se revela una situación compleja pero no crítica en términos de calidad ambiental; aunque se logró identificar ciertos incrementos con relación a anteriores mediciones, la mayoría de los resultados se mantienen dentro de los límites establecidos por las normativas vigentes, por lo que se puede decir que en su mayoría las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y de metales pesados no representan una gran influencia en la calidad de agua en la laguna a excepción del parámetro de Hierro, Grasas y Aceites, DQO, Fósforo Total y Sólidos Suspendedos Totales en algunos puntos de muestreo. Y también teniendo en cuenta el análisis estadístico realizado previamente con respecto a los parámetros fisicoquímicos se tiene que los valores de Nitratos, Acidez Total y Cobre son los que presentan diferencias significativas entre los puntos con desecamiento versus los puntos con afectación, por lo que se puede concluir que estos parámetros influyen en el desecamiento de la totora pero no tienen una influencia de gran medida en la calidad de agua, ya que no son parámetros que tengan concentraciones elevadas o que sobre pasen los máximos permisibles.

Cabe resaltar que la DQO y Fósforo Total en puntos de muestreo 1 (El Puerto) y 2 (Hotel Sindamanoy) que hacen parte de las zonas con presencia de desecamiento de la Totorá, evidenciaron concentraciones altas posiblemente debido a vertimientos de aguas residuales sin tratar, actividades como la acuicultura la cual es la que genera más aumento de concentración en estos parámetros, también hay que tener en cuenta las actividades agropecuarias intensivas y al aumento de la población, en este mismo sentido la presencia de detergentes aniónicos en algunas zonas indica la necesidad de un control más estricto sobre los vertidos de aguas residuales y el uso de detergentes en la región, en algunos casos como lo es el hierro se presentaron concentraciones altas que afectan la calidad del agua como el sabor, pero aún se mantiene por debajo de los niveles críticos que generan el crecimiento bacteriano, en otro sentido si se utiliza esta agua para consumo humano se sugiere realizar un tratamiento, ya que algunos parámetros comparados con estudios previos han demostrado que al pasar el tiempo las concentraciones han disminuido.

En lo relacionado con los parámetros microbiológicos, se encontraron niveles elevados de concentración de E. Coli en el Punto 1 de muestreo (El Puerto), siendo el segundo muestreo en temporada de lluvias bajas donde se encontraron mayor presencia de esta bacteria. De acuerdo a los resultados estadísticos la presencia de coliformes totales y fecales no son un factor que incida en el desecamiento de la Totorá, ya que no presentan diferencias significativas entre los dos grupos analizados, sin embargo si es un factor a considerar en la calidad de agua ya que las concentraciones superaron los máximos mediante el conteo del número más probable (NMP), por lo tanto, se deben considerar estos parámetros y resaltar la gestión adecuada de los procesos contaminantes en la laguna de La Cocha para mantener la salud del ecosistema acuático y proteger la calidad del agua, con el fin de prevenir la proliferación descontrolada de microorganismos, la acumulación de materia orgánica, de nutrientes, de metales pesados y de sólidos que podrían traer consecuencias negativas para el medio ambiente y para la salud humana. Con los resultados del análisis estadístico se concluyó que de los parámetros estudiados las concentraciones de acidez, nitratos y cobre presentaron una diferencia significativa lo que sugiere que estos parámetros presentes en el agua de la laguna de La Cocha podrían estar asociados con el desecamiento de la Totorá.

Finalmente, con los resultados encontrados en la presente investigación se rechaza la hipótesis planteada puesto que nutrientes, metales pesados y coliformes totales y fecales no tienen valores relevantes y las diferencias estadísticas no son significativas entre los puntos con desecamiento de la totora y los puntos sin afectación. Sin embargo, en parámetros como la acidez, nitratos y cobre a pesar de que existen diferencias no cuentan con concentraciones que puedan permitir concluir certeramente que tienen una influencia en el desecamiento.

CONCLUSIONS: Based on the findings from the physicochemical analysis of the Cocha Lagoon's water, the results indicate a complex but not critical environmental situation. While there have been some increases compared to previous measurements, most of the results remain within the limits set by current regulations. Therefore, it can be concluded that the concentrations of most physicochemical parameters and heavy metals generally do not significantly impact the water quality of the lagoon, with the exception of parameters such as Iron, Oils and Greases, COD, Total Phosphorus, and Total Suspended Solids in certain

sampling points. Furthermore, statistical analysis shows that Nitrate, Total Acidity, and Copper levels differ significantly between areas affected by Totora drying and those that are not, suggesting that while these parameters may contribute to the drying of Totora, they do not substantially affect overall water quality since their concentrations are not elevated or exceed permissible limits.

It's important to highlight that COD and Total Phosphorus levels were notably high at sampling points 1 (El Puerto) and 2 (Hotel Sindamanoy), areas where Totora drying is observed. This may be due to untreated wastewater discharges and activities such as aquaculture, which significantly increase these concentrations. Intensive agricultural practices and population growth should also be considered. The presence of anionic detergents in some areas points to the need for stricter control over wastewater discharges and detergent use in the region. In the case of Iron, although high concentrations that could affect water quality, such as taste, were found, they still remain below critical levels that would promote bacterial growth. However, if this water is to be used for human consumption, treatment is recommended, as some parameters have shown a decrease in concentrations over time compared to previous studies.

Regarding microbiological parameters, elevated levels of E. Coli were found at sampling point 1 (El Puerto), particularly during the second sampling conducted during low rainfall season, where the presence of this bacterium was more pronounced. According to the statistical results, total and fecal coliforms do not appear to influence the drying of Totora, as no significant differences were observed between the analyzed groups. However, these parameters should still be considered in terms of water quality since their concentrations exceeded the maximum levels as determined by the Most Probable Number (MPN) count. Therefore, it is essential to manage pollution processes in the Cocha Lagoon properly to maintain the health of the aquatic ecosystem and protect water quality, preventing the uncontrolled proliferation of microorganisms, the accumulation of organic matter, nutrients, heavy metals, and solids, which could have negative consequences for both the environment and human health. The statistical analysis results suggest that among the studied parameters, acidity, nitrates, and copper showed significant differences, indicating that these elements in the Cocha Lagoon water might be associated with the drying of Totora.

Finally, the findings of this study reject the initial hypothesis, as nutrients, heavy metals, and total and fecal coliforms did not present significant values or statistical differences between areas with Totora drying and those without. However, while parameters such as acidity, nitrates, and copper do show differences, their concentrations are not sufficient to conclusively determine their influence on the drying process.

RECOMENDACIONES: En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se destaca la importancia del monitoreo regular de los compuestos nitrogenados, especialmente los nitratos, cuya presencia en el embalse debe ser controlada y reducida mediante medidas como la implementación de prácticas agrícolas que minimicen la escorrentía de fertilizantes, principal fuente de estos compuestos en el agua. Para la DQO, Fósforo Total y grasas y aceites, se busca regular los vertimientos asegurando el cumplimiento de los valores

máximos permitidos, implementando un plan de ordenamiento donde se tenga en cuenta la agricultura sostenible, al igual actividades de procesamiento pesquera que generen menos impacto, del mismo modo un sistema de disposición de aguas residuales en los asentamientos urbanos y estableciendo un programa de monitoreo constante de la calidad del agua.

En relación a los metales pesados estudiados, los cuales proporcionaron nutrientes en gran medida al agua de la laguna indicando que es una señal positiva, se subraya la necesidad de tomar medidas preventivas para mantener sus concentraciones dentro de los límites permitidos. Esto implica identificar las fuentes contaminantes, realizar monitoreos regulares y cumplir con las regulaciones ambientales, adicionalmente se recomienda realizar estudios de los sedimentos presentes en la laguna de la cocha ya que estos son receptores de compuestos orgánicos e inorgánicos como lo es los metales pesados que al pasar el tiempo tienden acumularse, generando una problemática de contaminación ambiental tanto para la vida acuática como a la salud humana.

Con respecto a los microbiológicos, es crucial identificar las fuentes de contaminación de E. Coli, como las descargas de aguas residuales y los desechos animales, con la colaboración de las autoridades locales pertinentes, con el fin de reducir la carga de contaminantes en el agua. Además, se enfatiza en la importancia de mantener un monitoreo continuo para detectar la presencia de E. Coli u otros indicadores de contaminación fecal, proporcionando información sobre la calidad del agua.

Finalmente, se sugiere el recurso de la educación ambiental para la comunidad local, como medio para fomentar prácticas sostenibles y aumentar la conciencia sobre la importancia de conservar la laguna de La Cocha y su ecosistema. Se propone la creación de programas para promover la conservación del recurso natural, involucrando a toda la comunidad en este esfuerzo. Y también se recomienda seguir monitoreando los parámetros estudiados, dado que sus concentraciones pueden cambiar debido a diversos factores como el clima, la época y las condiciones ambientales en la laguna y afectando tanto a la planta como a la calidad de agua. Esto cobra relevancia considerando el papel crucial que desempeña la Totorá en la laguna de La Cocha, ya que esta planta tiene capacidad para purificar el agua de varios contaminantes.

RECOMMENDATIONS: Regarding physicochemical parameters, it is crucial to emphasize the importance of regular monitoring of nitrogen compounds, particularly nitrates. Their presence in the reservoir should be controlled and reduced through measures such as the implementation of agricultural practices that minimize fertilizer runoff, which is the main source of these compounds in the water. For COD, Total Phosphorus, and oils and greases, it is recommended to regulate discharges by ensuring compliance with the maximum allowable limits, implementing a management plan that considers sustainable agriculture, as well as fishing activities that generate less impact. Additionally, establishing a wastewater disposal system in urban settlements and a continuous water quality monitoring program is essential.

In relation to the heavy metals studied, which contributed significantly to the nutrient levels in the lagoon's water and indicate a positive sign, it is important to take preventive measures to keep their concentrations within permissible limits. This involves identifying pollution

sources, conducting regular monitoring, and adhering to environmental regulations. Additionally, it is recommended to study the sediments in the Cocha Lagoon since they can accumulate organic and inorganic compounds, such as heavy metals, over time, leading to environmental contamination issues that could affect both aquatic life and human health.

For microbiological parameters, it is crucial to identify the sources of E. Coli contamination, such as wastewater discharges and animal waste, in collaboration with relevant local authorities, to reduce pollutant loads in the water. Continuous monitoring to detect E. Coli or other indicators of fecal contamination is also emphasized, providing valuable information on water quality.

Finally, the promotion of environmental education within the local community is recommended as a means to encourage sustainable practices and raise awareness about the importance of preserving the Cocha Lagoon and its ecosystem. Programs aimed at conserving this natural resource should be created, involving the entire community in this effort. Ongoing monitoring of the studied parameters is also advised, given that their concentrations may vary due to factors such as climate, season, and environmental conditions in the lagoon, which can impact both the plant life and water quality. This is particularly relevant considering the crucial role of Totorá in the Cocha Lagoon, as this plant has the ability to purify water from various contaminants.