



EVALUACION FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA DEL CAÑO CORDOBA DEL MUNICIPIO DE ARAUCA

Keila Yuraima Espinosa Balta

Tecnólogo en Gestión de la Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo

Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – REGIONAL ARAUCA

SENNOVA – Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica

SIAC – Semillero de Investigación Ambiente y Calidad de Vida

Yeimi Maryuri Díaz Cárdenas

Tecnólogo en Gestión de la Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo

Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – REGIONAL ARAUCA

SENNOVA – Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica

SIAC – Semillero de Investigación Ambiente y Calidad de Vida

Sandra Patricia Olano Delgado

Microbióloga

Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – REGIONAL ARAUCA

SENNOVA – Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica

*GIISATA - Grupo de Investigación para la Innovación Social, Agroindustrial,
Tecnológica y Ambiental Araucana*

JEIMMY SHIRLEY FERNÁNDEZ SARMIENTO

Especialista en Salud Ocupacional y Riesgos Laborales

Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – REGIONAL ARAUCA

SENNOVA – Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica

*GIISATA - Grupo de Investigación para la Innovación Social, Agroindustrial,
Tecnológica y Ambiental Araucana*

Javier Carreño Ortiz

Especialista en Gerencia de Proyectos de Ingeniería en Telecomunicaciones

Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – REGIONAL ARAUCA
SENNOVA – Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica
GIISATA - Grupo de Investigación para la Innovación Social, Agroindustrial,
Tecnológica y Ambiental Araucana

Resumen

La presencia de contaminantes en los cuerpos de agua es uno de los mayores problemas que se presentan en nuestro medio natural. En esta investigación se analizó la calidad del agua residual del caño Córdoba del municipio de Arauca, con el objetivo de evaluar sus características microbiológicas y fisicoquímicas, para lo cual se realizaron pruebas de laboratorio, determinando los parámetros de pH, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, DBO, DQO5, coliformes totales y E.coli. Los resultados exponen que fisicoquímicamente los valores se encuentran dentro de los niveles permitidos por la legislación que regulan dichos aspectos para aguas residuales. También se demuestra que las aguas están altamente contaminadas con material biológico y no son aptas para consumo humano.

Palabras Clave:

Agua residual, Caño Córdoba, Contaminación, Físico-químico, Microbiológico

ABSTRACT

The presence of contaminants in water bodies is one of the biggest problems that occur in our natural environment. In this research the quality of the residual water of the Córdoba canal of the municipality of Arauca was analyzed, with the objective of evaluating its microbiological and physicochemical characteristics; laboratory tests were carried out, determining the pH parameters, total suspended solids, sedimentable solids, DBO, DQO5, total coliforms and E. coli. Results show that physicochemically the values are within the levels allowed by the legislation that regulate these aspects for wastewater. It also shows that the water is highly contaminated with biological material and is not suitable for human consumption.

Keywords:

Residual water, Caño Córdoba, Pollution, Physicochemical, Microbiological.

1 Introducción.

La contaminación ambiental ha sido definida por Preethy y Rajasulochana (2016) como el resultado de la descarga de varias sustancias orgánicas e inorgánicas en el medio ambiente y que afecta negativamente sus características y usos (Segura, 2007).

La mayoría de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas a nivel superficial están alterados desde sus características físicas, químicas, y microbiológicas, por efecto de la disposición de residuos líquidos y sólidos, domésticos, agrícolas e industriales, incrementado las enfermedades de origen hídrico, la desnutrición, el crecimiento económico reducido, la inestabilidad social, los conflictos por su uso y los desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad. Se estima que sólo cerca de un 5% de las aguas residuales reciben algún tratamiento y que el 50% de los desechos sólidos producidos son dispuestos directamente en fuentes de agua (Mejía, 2005).

En Colombia la contaminación de fuentes hídricas y cuerpos de agua afecta a gran parte de estas encontrándose diversos estudios en departamentos como Choco, Cundinamarca, Bolívar entre otras, es importante destacar que crecimiento de la población ha incrementado dichos niveles de contaminación tal como lo menciona Arcos, Ávila, Estupiñan y Gómez (2005).

A nivel regional, el componente hidrográfico del municipio de Arauca – capital del departamento de

Arauca- cuenta principalmente el río Arauca, además de caños, lagunas y esteros. Uno de los caños más importantes es el conocido como caño Córdoba el cual atraviesa gran parte del casco urbano: este fue canalizado en el año 1988 de acuerdo a la revista “Arauca nuevo polo de desarrollo del país”. Sin embargo, el territorio no cuenta con un inventario actualizado de su riqueza ambiental –esto incluye recursos hídricos-, ya que existen pocos estudios al respecto, los cuales presentan déficit de información, lo anterior es ratificado por el Plan de desarrollo departamental para el período 2016-2019. En la actualidad el canal del caño Córdoba sirve como medio para drenajes de aguas lluvias o de alcantarillado. Esta investigación buscó realizar una evaluación de la calidad del agua del efluente, determinando el grado de contaminación a nivel microbiológico y fisicoquímico.

2. Materiales y Métodos:

Muestreo

Se monitoreó la calidad del agua residual en la parte alta y media del caño Córdoba, donde a través de una visita de inspección; se identificó los diferentes puntos de vertidos. La localización de puntos de toma muestra se ubican en el mapa (ver gráfico No 1). Los muestreos se realizaron en el mes de agosto para la época lluviosa en el año 2017. La recolección de las muestras, se hizo de manera simple y puntual, para cada estación se recogió en un recipiente plástico 1 litro de muestra para análisis fisicoquímico y 100 ml para el análisis microbiológico. Cada muestreo fue rotulado y transportado al laboratorio refrigerado a 4°C como lo sugiere la cadena de custodia para muestras de aguas.

Fase de laboratorio

Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia, sede Orinoquia; donde fueron evaluados los parámetros que se presentan en el siguiente cuadro

Cuadro No 1. Parámetros y técnicas de análisis empleadas

ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO
Físico-químico	pH	Potencio-métrico
	DBO5	Respiro-métrico
	DQO	Kit
	Grasas y aceites	extracción soxhlet
	Sólidos sedimenta-bles	cono lhnoff
	Sólidos suspendidos Totales	Gravimétrico
Microbio-lógico	Coliformes Totales	sustrato definido
	<i>E.coli</i>	NMP/100ml ISO 9308-22012

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de laboratorio fueron comparados con las legislaciones ambientales sobre calidad del agua para diferentes usos. En Colombia se ha legislado bajo este aspecto a través del decreto 1594/84 normas sobre el manejo del agua (Ministerio de Salud, 1984) y el decreto 475/98 (Ministerio de Salud, 1998), resolución 0631 de 2015 (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente significativa a un nivel de 95% ($p > 0.05$), con el fin de discernir mejor los resultados del ANOVA se utilizó la prueba post hoc de Diferencias mínimas

significativas (DMS), paquetes de software estadístico SPSS versión 22.0.

3. Resultados y Discusión:

ZONA DE ESTUDIO

El área de ejecución del proyecto a desarrollar se localiza sobre el sector céntrico del área urbana del municipio de Arauca. El caño Córdoba inicia en el sector del barrio Siete de Agosto y desemboca en el Canal de las Américas, Sector de Lagunitas, sobre la Glorieta de la carrera 5 con calle 23, colindando con el Malecón Ecoturístico. En su recorrido, atraviesa en sentido occidente - oriente los barrios Siete de Agosto, La Esperanza, Miramar, Córdoba, San Luis, Santafé, Santafesito y La Unión.

Grafico 1. Localización del aérea de los puntos de muestreo para análisis microbiológico y fisicoquímico.



Fuente: Equipo ETV-UAESA DE ARAUCA.

REPORTE DE LABORATORIO DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL DEL CAÑO CORDOBA

Los vertidos de tipo domiciliario generan un alto impacto en la calidad de las aguas,

ya que la descarga de materia contaminante resultante de las diversas actividades domiciliarias, en la cual se emplean detergentes, jabones, limpiadores, conservantes, perfumes, drogas, hormonas y otro tipo de sustancias son arrojadas de manera directa a sanitarios, duchas y lavamanos y llegan a través de alcantarillados improvisados o inapropiados a este recurso hídrico, su impacto se ve reflejado en cuanto a la calidad química y microbiológica del agua, tal como se puede apreciar en los cuadros No 2 y No 3.

Cuadro 2. Resultados de los análisis microbiológicos de agua residual de diferentes sitios del caño.

Microorganismos indicados	Muestra 1 (Inicio Caño)	Muestra 2 (inter-medio Caño)	Muestra 3 (inter-medio Caño)	Decreto 475
Coliformes totales (NMP/100 ml)	> 2419,6	> 2419,6	> 2419,6	<2
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	> 2419,6	> 2419,6	> 2419,6	0

Los resultados exponen que no se presentan diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las muestras, al presentar los mismos conteos de Coliformes totales y *E. coli* en los tres sitios analizados. Así mismo se aprecia que tanto al inicio del caño como en la parte intermedia las aguas residuales están altamente contaminadas con material biológico.

Cuadro 3. Resultados de análisis fisicoquímicos de agua residual de diferentes sitios del caño.

PARAMETRO	RESULTADOS			
	Muestra 1 (Inicio Caño)	Muestra 2 (inter-medio Caño)	Muestra 3 (inter-medio Caño)	Resolución 631 Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible
pH	7.07±0.07 ^a	6.89±0.12 ^a	6.91±0.09 ^a	6.00 – 9.00
Sólidos sedimentables (ml/l)	<0.30±0.01 ^a	<0.1±0.01 ^b	<0.1±0.01 ^b	5.00
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	29.0±0.2 ^a	16.0±0.4 ^b	25.0±0.3 ^c	90.0
DQO (mg/l)	71.0±1.1 ^a	20.0±7.5 ^b	30.0±6.2 ^b	180.0
DBO5 (mg/l)	16.04±0.3 ^a	5.72±0.6 ^b	5.10±0.7 ^b	90.0
Grasas y aceites (mg/l)	6.75±0.26 ^a	4.0±1.8 ^b	5.75±0.23 ^b	20.0

± Desviación estándar

*Letras diferentes entre filas muestran diferencias significativas.

En el cuadro 2 se observa que los parámetros de pH, grasas y aceites no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las muestras, por el contrario, la muestra 1 expone diferencias con las muestras 2 y 3, teniendo valores más altos; sin embargo, se encuentran dentro de los niveles permitidos por la legislación que regulan dichos aspectos.

4. Análisis y Discusión

Los resultados microbiológicos de las 3 muestras analizadas, muestran que, todos los puntos analizados, según normatividad colombiana y estándares internacionales (criterio máximo permisible de 200 microorganismos por cada 100 ml de agua analizada), no cumplen el rango permitido. Lo anterior nos indica que hay una notable fuente de contaminación, que en la mayoría de los casos es de origen fecal, siendo uno de los mayores problemas en el uso del agua en muchas de las áreas en las cuales es fundamental su utilización (Bern et al., 1999).

Los valores obtenidos para estos parámetros microbiológicos, muestran que esto se debe a alto contenido de materia orgánica proveniente de las aguas residuales domésticas y de origen antrópico; la presencia viviendas y comercio que vierten de manera directa o indirecta al caño las aguas de desecho (aguas negras), así como las heces fecales que son depositadas de manera directa por animales presentes en la zona como aves, felinos y caninos. Estos resultados también demuestran la ausencia de tratamiento de las aguas servidas municipales.

Se evidencia un alto contenido de coliformes fecales que ponen en riesgo la salud de las personas y animales que se encuentran a sus alrededores; ya que esto incrementa la migración e insectos, roedores y otros vectores que acrecientan el problema.

pH: los resultados encontrados en cuanto a este parámetro muestran que las aguas del caño Córdoba en cada una de las zonas estudiadas (partes alta y media), no tienen un cambio significativo que altere las características o propiedades químicas del agua, ya que los rangos o valores obtenidos según normatividad vigente, están ubicados dentro del rango establecido para este tipo de análisis. En términos generales, las aguas del caño Córdoba tienen un pH óptimo para cualquier forma de vida y para realización de diferentes procesos físicos y químicos, entre ellas una correcta actividad fotosintética en su interior.

Se observa que el pH de agua del caño Córdoba está en un rango entre 6,5 y 7,5, diferencia no considerable que puede ser por las aguas vertidas contaminadas ya sea por presencia de óxidos metálicos en

suspensión o en la incorporación de sustancias ácidas o básicas de aguas superficiales. Además, estas estaciones son las que poseen mayor contaminación de aguas residuales domésticas, normalmente el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de los materiales añadidos en los usos domésticos (Met calf & eddy, 1996).

Sólidos sedimentables: Los datos obtenidos para este parámetro físico, no muestran cambios significativos en ninguno de los puntos de vertido analizados en la parte media del caño Córdoba; en la parte alta (inicio de caño) se observa un incremento que está dentro de los límites permisibles según la normatividad colombiana. Es importante tener en cuenta que las aguas provenientes de fuentes hídricas que vayan a ser empleadas para consumo humano, deben estar libres de cualquier tipo de sustancias disueltas (sales minerales) que alteren sus propiedades fisicoquímicas y biológicas.

Sólidos suspendidos totales: De acuerdo a los resultados obtenidos para este parámetro, se puede apreciar que en la parte inicial del caño presenta un mayor valor en comparación con las muestras 2 y 3. Su principal causa la constituyen los procesos erosivos y extractivos, y su efecto sobre los ecosistemas acuáticos se manifiesta en la reducción de la penetración de luz y con ello impedimento de fotosíntesis.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)
La DQO es la cantidad de oxígeno que sustancias reductoras como la materia orgánica presentes en aguas residuales, necesitan para descomponer la materia

orgánica sin intervención de microorganismos (Rojas, 1977). Su determinación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. El aumento de la DQO contribuye a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del oxígeno disuelto, salinización de los suelos, y pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso (Beltrán y Trujillo, 1999).

Los datos consignados en la tabla No 2, reflejan el grado de contaminación por presencia de microorganismos. De acuerdo a los resultados de los valores obtenidos en la parte alta del caño, demuestran que las aguas del caño Córdoba presentan desechos orgánicos como, por ejemplo: plantas muertas, hojas, recortes de pasto, aguas negras y bacterias que descomponen desechos. Cuando esto sucede, mucho del oxígeno disuelto disponible lo consumen las bacterias aeróbicas, robándoles el oxígeno a otros organismos acuáticos que lo necesitan para vivir.

Demanda biológica de oxígeno (DBO5)

El caño Córdoba se ve influenciado en su calidad, por los vertimientos de materia orgánica producto de las actividades antrópicas y descargas de aguas residuales domésticas. En la parte en donde inicia el caño, denominada muestra 1; presento el valor más alto para este parámetro en comparación con la parte media. El aumento del DBO, se puede explicar por el aumento de los sólidos totales, que aumentan la turbiedad del agua y por ende la acumulación de sólidos, los cuales se presentan en las Aguas Residuales de tipo

orgánico y /o inorgánico, éstas provenientes de las diferentes actividades domésticas de la zona urbana del Municipio de Arauca.

Grasas y aceites: De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que para este parámetro se encuentra dentro de los rangos permisibles por la normatividad colombiana; sin embargo, la presencia de estos compuestos en las aguas del caño, además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación a través de la interfase aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando a la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto.

5. Conclusiones:

- Los análisis microbiológicos demuestran que las aguas del Caño Córdoba del municipio de Arauca, son de pésima calidad sanitaria.
- Los tipos de vertido domiciliario son los responsables directos de la contaminación de las aguas del caño Córdoba, tanto en la parte inicial como la intermedia del caño, según resultado de las muestras analizadas.
- La cercanía del caño a la comunidad facilita el vertimiento de las aguas negras y desechos domésticos a ésta sin previo tratamiento; esto da como resultado de la descarga de materia orgánica e inorgánica, comportamiento que se refleja en el incremento del aumento de la actividad bacteriana en los puntos de muestreos.

- Este estudio se debe realizar nuevamente en época de verano, ya que en la fecha que se ejecutó el proyecto predominaban las lluvias, lo cual puede interferir en los datos, por la escorrentía de las aguas.
- Las autoridades ambientales y municipales del municipio de Arauca deben tomar medidas efectivas que permitan controlar el tipo de vertimientos que son arrojados al río y proponer programas y proyectos encaminados a su recuperación y conservación.

6. Referencias

Institute for Economic Research on Innovation, Tshwane University of Technology, 159 Skinner Street, Pretoria, South Africa. Wastewater Effluent Discharge: Effects and Treatment Processes. Akpor O. B. 2011 3rd International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering, IPCBEE vol.20 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore.

Department of Genetic Engineering, Bharath Institute of Higher Education and Research, Bharath University, Selaiyur, Chennai, India Received 1 September 2016; received in revised form 16 September 2016; accepted 20 September 2016 Available online 13 October 2016. Resource-Efficient Technologies 2 (2016) 175–184. Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. P. Rajasulochana *, V.

Preethy. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/24056537?sd=1>.

Institute for Economic Research on Innovation, Tshwane University of Technology, 159 Skinner Street, Pretoria, South Africa. Wastewater Effluent Discharge: Effects and Treatment Processes. 2011 3rd International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering, IPCBEE vol.20 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore.

Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Luis Eduardo Segura Triana, escuela superior de administración pública ESAP facultad de pregrado; programa de ciencias políticas y administrativas Bogotá D.C 2007.

<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminacion%20h%C3%ADrica.pdf>

Arcos Pulido MP, Ávila de Navia SL, Estupiñán Torres SM, Gómez Prieto AC. Indicadores Microbiológicos de las fuentes de agua. Revista NOVA. 2005. 3:69-78.