Capítulo 18

Evaluación del impacto sobre la quebrada Las Palmas, vereda El Socorro, corregimiento El Encano

Dania Laritssa Timaná Caicedo[1]
Kevin Santiago Ortiz Botina[2]
Rocío del Carmen Ojeda Ocaña[3]

Cítese como: Timaná-Caicedo, D. L., Ortiz-Botina, K. S. y Ojeda-Ocaña, R. C. (2023). Evaluación del impacto sobre la quebrada Las Palmas, vereda El Socorro, corregimiento El Encano. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 217-230). Editorial UNIMAR. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c348

Resumen

El presente estudio evaluó los impactos sobre la quebrada Las Palmas, logrando identificar acciones susceptibles de producir impacto, así como los factores ambientales representativos del mismo, realizando un muestreo de la fuente en época seca y época de lluvias, antes y después de la intervención de la piscifactoría Santa Teresita, donde se evidenció que aguas abajo la concentración de fósforo aumenta, así como la demanda química de oxígeno, valores que se asocian a residuos de concentrado, heces y orina de los alevinos, lo cual genera un déficit en la calidad del recurso hídrico; además, el análisis se realizó con la Resolución 0631 de 2015, en el capítulo VII, artículo 15, el cual específica los valores máximos permisibles de vertimientos a fuentes superficiales de agua. Cabe aclarar que el monitoreo fue realizado en la fuente.

Palabras clave: agua residual; piscifactoría; cambio; aguas abajo; concentración; impactos.

Impact assessment on the Las Palmas stream, El Socorro, a village of El Encano

Abstract

The study evaluated the impacts on the Las Palmas stream, identifying actions likely to produce impact and the environmental factors representative of the

[1] Universidad Mariana. Correo: dantimana@umariana.edu.co
[2] Universidad Mariana. Correo: keviortiz@umariana.edu.co
[3] Universidad Mariana. Correo: rojeda@umariana.edu.co

same, by sampling the source in the dry season and rainy season, before and after the intervention of the Santa Teresita fish farm. It was evidenced that downstream the concentration of phosphorus increases, as well as the chemical oxygen demand, values associated with concentrate residues, feces, and urine of the fry, which generates a deficit in the quality of the water resource. The analysis was performed with resolution 0631 of 2015, in chapter VII, article 15, which specifies the maximum permissible values for discharges to surface water sources. It should be clarified that the monitoring was performed at the source.

Keywords: wastewater; fish farm; change; downstream; concentration; impacts.

Avaliação de impacto no córrego Las Palmas, El Socorro, corregimento El Encano

Resumo

O estudo avaliou os impactos no córrego Las Palmas, identificando as ações passíveis de produzir impacto e os fatores ambientais representativos do mesmo, por meio de amostragem do manancial na estação seca e na estação chuvosa, antes e depois da intervenção da piscicultura Santa Teresita. Foi evidenciado que a jusante a concentração de fósforo aumenta, assim como a demanda química de oxigênio, valores que estão associados a resíduos de concentrado, fezes e urina dos alevinos, o que gera um déficit na qualidade do recurso hídrico. A análise foi realizada com a resolução 0631 de 2015, no capítulo VII, artigo 15, que especifica os valores máximos permitidos para descargas em fontes de água superficial. Deve-se esclarecer que o monitoramento foi realizado na fonte.

Palavras-chave: águas residuais; piscicultura; mudança; jusante; concentração; impactos.

Introducción

El agua es esencial para el desarrollo de la vida de los ecosistemas y de quienes lo habitan; esta ha permitido la evolución de las especies, el crecimiento poblacional y la industrialización, cambios que, a largo de la historia han generado impactos a causa de actividades antrópicas, ocasionando alteraciones que pueden ser beneficiosas o perjudiciales en las condiciones naturales del ambiente. Cabe resaltar que algunos de estos impactos pueden ser sobre el recurso hídrico, por lo que es de vital importancia diagnosticar la calidad del agua que es destinada para diversos usos: domésticos, industriales, riego de cultivos, piscícola, entre otros.

Dentro de los usos mencionados se encuentra la piscicultura, la cual utiliza el agua como materia prima en la producción de especies en condiciones controladas y, en su proceso productivo genera agua residual con alto contenido de materia orgánica (MO), sólidos y nutrientes.

> Los contaminantes que con mayor frecuencia se ha pretendido remover del agua son: los sólidos, por su rápido efecto sobre la apariencia del líquido, la materia orgánica (MO) por el alto consumo de oxígeno necesario para su estabilización y los microorganismos por la posible transmisión de enfermedades por agentes patógenos. (Cárdenas y Sánchez, 2013, p. 73)

Por estos motivos, la presente investigación evaluó los parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Las Palmas, en la vereda El Socorro, corregimiento de El Encano, antes y después de la existencia de la piscifactoría Santa Teresita, en época seca y época de lluvias, determinando el cambio que genera el efluente de este proceso productivo, para lograr mitigar o corregir estos impactos sobre el recurso hídrico.

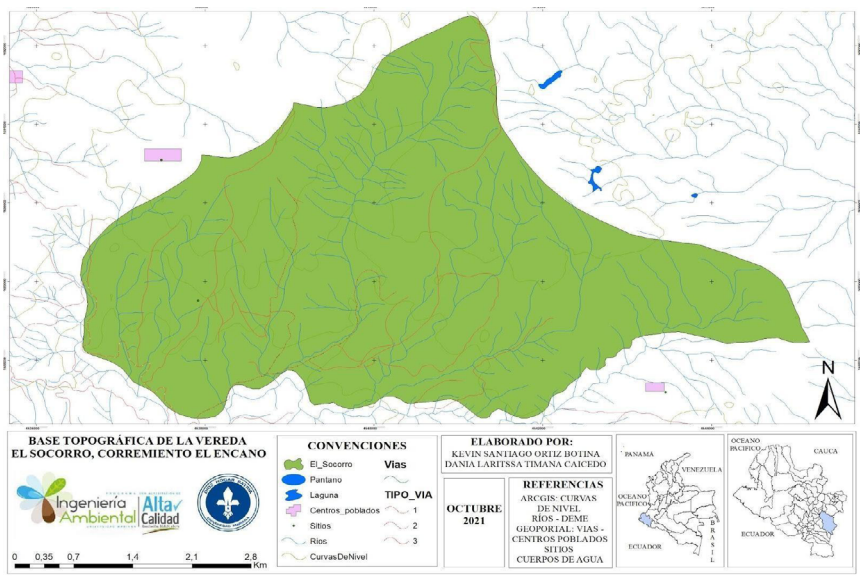
Desarrollo

Caracterización del proyecto

La quebrada Las Palmas abastece la vereda El Socorro y desemboca en la laguna de La Cocha, uno de los cuerpos de agua dulce más grande del país y ecosistema léntico, considerado como humedal Ramsar, ya que tiene especies endémicas y ecosistemas estratégicos, por lo que es crucial investigar sobre los diferentes afluentes que tiene la laguna, con la finalidad de preservar este ecosistema, donde está ubicada la piscifactoría Santa Teresita. El corregimiento El Encano, atravesado por la quebrada Las Palmas, localizado geográficamente a 1° 10” 14´ N 77° 8” 35´ O, con una altura de 2870 m s.n.m., con una humedad relativa del 80 % y una temperatura que oscila entre 8 y 12 °C por promedio anual. En la Figura 1 se presenta el mapa base de la vereda El Socorro, la cual se ubica en un ecosistema bosque alto andino, teniendo en cuenta sus características geográficas y vegetativas, como se puede observar:

Figura 1

Mapa base de la vereda El Socorro



La piscifactoría cuenta con siete hectáreas, de las cuales seis son destinadas para conservación y una, que hace parte de la planta de producción; se enfoca en el cultivo de alevinos de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss),* donde se identificó el proceso productivo; este inicia en la recepción de los huevos mejorados

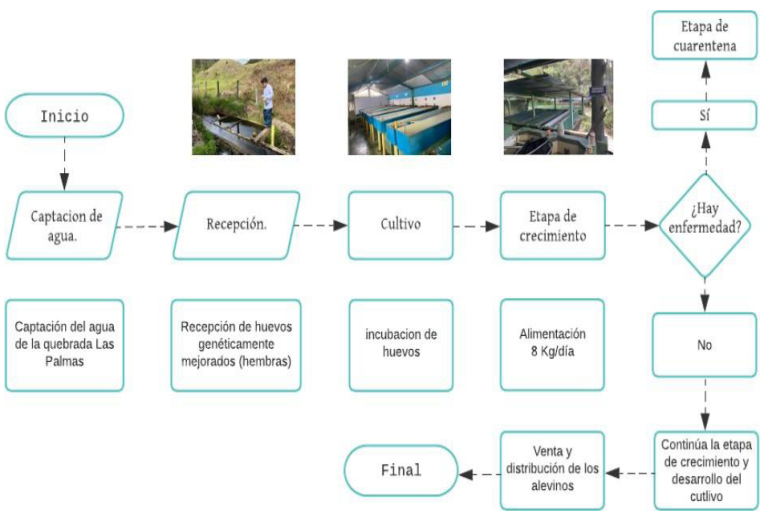
genéticamente, que llegan con una temperatura de 2 °C, por lo que es necesario aclimatarlos en un rango de 9 a 10 °C, proceso necesario para que se adapten a las condiciones del medio; luego se desinfecta con yodo y se realiza el conteo para hacer el ingreso en las doce piletas de incubación, con un volumen de 0,25 m^3 cada una. Este proceso dura alrededor de un mes, hasta que los huevos eclosionan y la especie se estabiliza; se requiere alimentarlos y trasladarlos a las 17 piletas de crecimiento, que cuentan con un volumen de tres m^3 cada una, lugar donde habitan dos meses y son alimentados con 8 Kg de concentrado al día.

El concentrado que suministra la piscifactoría es Agrinal para 150.000 ejemplares. La planta es monitoreada por dos personas de formación técnica para verificar el correcto crecimiento y desarrollo del cultivo, en caso de una enfermedad. Luego se procede a llevarlos a doce piletas de 40 con un volumen de 1 m^3 cada una. Según la patología que presenten, son tratados con sal, formol y/o clomarine; al finalizar los dos meses de crecimiento ya están listos para su venta. El precio oscila entre 400 a 500 pesos colombianos, teniendo en cuenta sus rasgos físicos, masa y tamaño. Cabe aclarar que en este proceso existen clasificaciones donde se descarta alevinos que presenten anomalías en sus características físicas; aquellos que mueren en este proceso son utilizados como abono en el suelo adyacente a las piletas de desarrollo y crecimiento. Esta información fue suministrada por los trabajadores de la piscifactoría. El proceso productivo se presenta en la Figura 2.

Cuando ya están listos para su venta, los alevinos son empacados. La zona de descarga cuenta con una vía de acceso tipo terciario según la Ley 1228 de 2003, que establece que las vías tercerías unen cascos municipales con veredas.

Figura 2

Proceso productivo de la piscifactoría Santa Teresita



Posterior al proceso productivo, se identificó las acciones susceptibles de producir impacto (ASPI) y generar modificaciones al ambiente en su fase de operación, considerando que la piscifactoría ya está en funcionamiento, con el fin de identificar las acciones y actividades que hacen parte del proceso productivo, que pueden generar modificaciones, como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1

Matriz de identificación de acciones susceptibles de producir impacto

Etapa	Componente	ASPI	Descripción	Aspecto ambiental
Operación	Funcionamiento de la planta de producción	Uso del agua para el abastecimiento de la piscifactoría	El agua de la quebrada Las Palmas se usa como materia prima, la cual es extraída mediante mangueras y tanques de almacenamiento para abastecer las piletas en las que se encuentran los cultivos de trucha arcoíris desde la fase de incubación hasta la fase media de crecimiento, donde son denominados 'Alevinos'. Posterior a esto se realiza el vertimiento del agua residual a la quebrada.	Generación de aguas residuales
		Uso de personal para la operación de la planta	La piscifactoría contrata personal técnico para la operación y producción de la planta: dos habitantes de la vereda El Socorro	Generación de empleo
		Disposición de sedimentos de las aguas residuales en el suelo aledaño a la piscifactoría	Al final del proceso productivo, la piscifactoría deja decantar los sedimentos de sus aguas residuales; luego agrega los sedimentos en el suelo aledaño a sus piletas de producción, aumentando el porcentaje de nutrientes en el suelo	Generación de lodos
		Funcionamiento y operación de la piscifactoría en la vereda El Socorro	La población se encuentra en desacuerdo con la existencia de la piscifactoría, puesto que argumentan que este proceso productivo es el responsable de la contaminación de la quebrada Las Palmas	Descontento de los habitantes de la vereda El Socorro por el funcionamiento de la piscifactoría

En la Tabla 1 se evidencia que existen acciones y actividades que intervienen en cinco componentes ambientales importantes: agua, suelo, factor demográfico, económico y cultural; por lo tanto, se planteó los atributos que resultan mayormente afectados por las acciones de la piscifactoría, denominados factores ambientales representativos del impacto (FARI), presentados en la Tabla 2.

Tabla 2

Matriz de identificación de factores ambientales representativos del impacto

Medio	Componente	Fase	ASPI	FARI	Indicadores
Físico	Agua	Operación	Uso del agua para el abastecimiento de la piscifactoría	Calidad	pH
					Caudal
					Temperatura
					Oxígeno disuelto
					DBO
					DBO
					Acidez
					Alcalinidad
					Dureza cálcica
					Dureza total
					Sólidos suspendidos totales
					Sólidos sedimentables
					Conductividad eléctrica
					Fósforo total
					Nitrógeno total

	Suelo	Disposición de sedimentos de las aguas residuales en el suelo aledaño a la piscifactoría	Calidad	Nutrientes en el suelo
Social	Demográfico	Uso del personal para la operación de la planta	Económico	Nivel de empleo
				Nivel de ingresos
	Económico	Funcionamiento y operación de la piscifactoría en la vereda El Socorro	Infraestructura de producción	Número de piletas para la producción
				Cantidad de concentrado
				Cantidad de producción

Muestreo y análisis de agua antes y después de la piscifactoría

Se determinó el muestreo de agua en época seca y época de lluvias. Según Narváez (2014), el régimen de distribución de las lluvias en esta zona es unimodal biestacional con una época de lluvias intensas que va del mes de abril hasta el mes de octubre y, una época seca o pocas lluvias en los meses de noviembre a marzo. Siendo así, se diseñó un cronograma para la toma de muestra, medición de caudal, análisis de parámetros *in situ* y análisis de laboratorio (Tabla 3). La selección de los parámetros analizados se realizó tomando como referencia la Resolución 0631 de 2015, capítulo VII, artículo 15, donde se establece los parámetros y los valores máximos permisibles en vertimientos a cuerpos de agua. Para esto, se atendió los parámetros más representativos según información secundaria sobre la piscicultura. El muestreo y monitoreo se realizó en la fuente receptora, según el Instructivo para la toma de muestra de aguas residuales adoptado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007).

Tabla 3

Cronograma de análisis y muestreo de agua

Toma de muestra	Análisis en laboratorios
Jueves 10/03/2022	Viernes 11/03/2022
Jueves 30/03/2022	Viernes 01/04/2022
Jueves 28/04/2022	Viernes 29/04/2022
Jueves 19/05/2022	Viernes 20/05/2022

A continuación, se describe los parámetros a evaluar y los métodos de análisis con su referencia.

Tabla 4

Métodos de análisis de los parámetros a evaluar

Parámetros a evaluar	Método de análisis	Referencia
pH	*In situ* - Método electrométrico	SM 4500 H+B
Conductividad eléctrica	*In situ* - Método electrométrico	SM 2530B
Oxígeno disuelto	*In situ* - Método electrométrico	SM 4500 O,G
Temperatura	*In situ* - Método electrométrico	SM 5220 B
BQO	Laboratorio- titulométrico	SM 5220 C
DBO5	Laboratorio- titulométrico	SM 5210 B, 4500 O-G
SST	Laboratorio- titulométrico	SM 2549 D
Sólidos sedimentables	Laboratorio- titulométrico	SM 2540 F
Fósforo total	Laboratorio - Método de espectrofotometría	SM 4500 P, B, E
Nitrógeno total	Laboratorio- Análisis Kejeldahl	SM 4500 C NH3 B, C(2)
Acidez total	Laboratorio- titulométrico	SM 2310 B
Alcalinidad total	Laboratorio- titulométrico	SM 2320 B
Dureza cálcica	Laboratorio- titulométrico	SM 3500- Ca B
Dureza total	Laboratorio- titulométrico	SM 234C

Una vez se conoció el método de análisis, se procedió a muestrear para obtener cada valor para cada parámetro, como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5

Valores de los parámetros evaluados

Parámetros	Unidades	Época seca				Época de lluvias			
		Aguas arriba		Aguas abajo		Aguas arriba		Aguas abajo	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
pH	U. de pH	7,238	7,497	7,032	6,986	8,287	8,160	7,743	8,301
O2	$\frac{mgO2}{L}$	7,77	7,96	7,76	7,96	8,24	8,17	8,277	8,36
CE	$\frac{US}{cm}$	35,8	37,5	28,5	27,9	36,6	18,7	27,1	14,8
Temperatura	°C	11,9	11,7	12,03	11,09	11,3	11,5	10,8	11,5
DQO	$mg\ O2$	116,48	99,84	137,28	120,64	116,48	145,6	137,28	120,64
DBO5	$\frac{}{L}$	26,1	13,74	27	16,08	13,242	5,67	6,318	1,02
SST	$\frac{mg}{L}$	1434	102,4	1420,8	98,4	0,8	4	0,8	4,4
Sólidos sed	$\frac{mL}{L*H}$	0,5	0,15	0,2	0,25	0,1	0,1	0,1	0,1
Fósforo total		0,0362	0,0478	0,0420	0,0536	0,0343	0,1429	0,0886	0,1972
Nitrógeno total	$\frac{mg}{L}$	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	6,1	<5,00	<5,00	<5,00
Acidez total	$\frac{mg}{CaCo3}$	15,2	22,8	7,6	17,1	9,5	17,1	7,6	9,5
Alcalinidad total		33,15	39,78	18,785	26,52	39,78	26,52	13,26	13,26
Dureza cálcica	$\frac{}{L}$	20,7	17,94	6,9	4,14	2,76	8,28	5,52	11,04
Dureza total		24,84	23,46	11,04	8,28	33,12	17,94	19,32	22,08

Con los valores obtenidos en la Tabla 4 se procedió a realizar el análisis estadístico de los resultados expuestos en la Tabla 5, con el Software SigmaPlot versión 12.0, empleando el método Anova para todas las variables expuestas, teniendo en cuenta los tratamientos de la tabla de diseño experimental, donde se atendió el P valor del análisis, el cual expresa la significancia de cada valor obtenido.

pH

Los resultados de pH tienen valores entre neutro y ligeramente básico, los cuales se encuentran en el rango establecido en la Resolución 0631 de 2015.

Oxígeno disuelto

Los resultados muestran características de un agua superficial con buena aireación. Se pudo identificar que las variaciones están relacionadas con las precipitaciones, temperatura y aumento progresivo del caudal e intervención continua del choque con piedras. Según Sierra (2011), los gases como el oxígeno tienen una solubilidad mayor en el agua a menores temperaturas. La quebrada Las Palmas presentó una temperatura promedio de 11,8 °C, lo cual favorece las condiciones de reaireación. Según González (2017), las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. Su consumo ocurre por respiración de las plantas y animales.

Demanda bioquímica de oxígeno DQO

Son valores bajos que no representan significancia para el cuerpo lótico; determinan el contenido de MO de una muestra de agua (Sierra, 2011). Aguas abajo de la piscifactoría se evidencia un aumento en la DQO, lo cual demuestra que existe una afectación en la calidad del agua, que está directamente relacionada con la concentración de fósforo y aporte de MO. “En los sistemas acuícolas el fósforo proviene de las heces, orina y restos de alimentos que son descargados en forma particulada, fase sólida o en forma disuelta” (Teixeira et al., 2013, p. 174).

Demanda biológica de oxígeno DBO

Se pudo evidenciar que la DBO_5 disminuye en época de lluvias, lo cual puede deberse a sustancias contaminantes que generan una resistencia biológica a la degradación de las mismas. Los valores de DQO_5 determinan el contenido de MO de una muestra de agua (Sierra, 2011). Aguas abajo de la piscifactoría se evidencia un aumento en la DQO y la DBO_5, lo cual demuestra que existe una afectación en la calidad del agua, que está directamente relacionada con la concentración de fósforo y aporte de MO.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales muestran una alta variación entre las diferentes épocas del año. En época seca presentan un valor notablemente mayor que en época de lluvia. Estadísticamente, los datos son repetibles según la época de monitoreo y no tienen variaciones que afecten su significancia.

Fósforo

La concentración de fósforo es mayor aguas abajo. Según González (2017), es importante conocer el valor de la concentración de fósforo en un agua natural, para evaluar el riesgo de eutrofización. Así, el fósforo está directamente relacionado con la eutrofización de ríos, pero especialmente de lagos y embalses.

Aforo de la quebrada Las Palmas

El cálculo del caudal promedio para las dos épocas climáticas de la quebrada Las Palmas se realizó con el aforo de la fuente por el método de flotadores. Este

método se utiliza cuando no se puede emplear un molinete debido a velocidades o profundidades inadecuadas, a la presencia de material en suspensión, o cuando la medición del caudal deba realizarse en un período de tiempo muy corto (IDEAM, 2007). (Tabla 6).

Tabla 6

Caudal de la quebrada Las Palmas

Caudal promedio de la quebrada Las Palmas			
Época	Agua arriba	Agua abajo	Unidades
Seca	163,093	173,077	$\frac{L}{s}$
Lluvias	286,374	669,421	

En la Tabla 6 se evidencia que, para época de lluvias aguas abajo incrementa significativamente el caudal; por tal motivo, aumentaron las concentraciones en la mayoría de parámetros.

Conclusiones

La piscifactoría Santa Teresita ocupa una hectárea para su proceso productivo, el cual genera cambios fisicoquímicos en el agua, que pueden causar alteraciones en las condiciones normales de la quebrada Las Palmas.

Aguas abajo se evidencia un aumento en las concentraciones de fósforo y la DQO, lo cual refleja una disminución en la calidad del agua en el cuerpo receptor que, con el tiempo, traerá problemas de oxigenación en la misma y posibles escenarios donde se encuentre presente la eutrofización.

El aumento en el caudal de la quebrada Las Palmas está directamente relacionado con las precipitaciones de la zona, justificando lo que expresa Narváez (2014), quien especifica los rangos de meses de las estaciones bimodales en el corregimiento El Encano.

Al efectuar la evaluación de impactos ambientales sobre la quebrada Las Palmas por parte de la piscifactoría Santa Teresita, fue necesario identificar las características de producción de la misma y las características fisicoquímicas de la quebrada.

Se requiere implementar un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la piscifactoría Santa Teresita, que evite generar impactos ambientales sobre la misma y su ecosistema.

Referencias

Cárdenas, G. L. y Sánchez, I. A. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y Salud, 15*(1), 72-88.

González, E. A. (2017). *Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes agua y sedimentos en el lago Guamuez, Nariño* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59203

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). Instructivo para la toma de muestra de aguas residuales. http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428

Ley 1228 de 2008. (2008, 16 de julio). Congreso de la República de Colombia. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436

Narváez, A. L. (2014). *La precipitación en el humedal. Laguna de la Cocha, Colombia, y su relación en la sustentabilidad de la región* [Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5823_NarvaezApraez.pdf

Resolución 0631 de 2015. (2015, 17 de marzo). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resolucion-631-2015.pdf

Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. Universidad de Medellín.

Teixeira, G., Sánchez, I. A., Gebara, D., Dall'Aglio, S. M. y Matsumoto, T. (2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas residuales en reactores aerobios de lecho fluidizado trifásico con circulación interna. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (67), 172-182.

Universidad
Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Editorial
UNIMAR

Universidad Mariana
Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto
https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar