

LA CALIDAD DEL AGUA DEL HUMEDAL DE LA SEGUA Y LAS ACTIVIDADES ACUÍCOLAS EN EL SECTOR

Autores:

Joffre Andrade Candell*, Agustín Leiva Pérez*, Ana María Aveiga Ortiz*, Fabián Macías Andrade*

* Docentes e Investigadores de la escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"

RESUMEN

Se planteó un estudio sobre la evaluación de la calidad del agua en el humedal La Segua que podría verse afectada por la actividad acuícola de producción de camarón que se ha instalado en los alrededores del cuerpo de agua. Para constatar lo planteado se tomaron muestras de los afluentes de la laguna del humedal, eso es, río Chone y río Carrizal, también se tomó muestras específicamente en la laguna, luego se monitoreó el lugar donde se unen los dos afluentes, para al final analizar la calidad del agua en el estuario del río Chone. Se pudo definir que el río Chone presentó un índice de calidad del agua (ICA) de 59,43; el río Carrizal 54,40; la laguna del humedal 63,40; la unión de los afluentes 59,43; y el estuario del río Chone 52,22, colocando a todos en un rango de calidad Media. Con éstos resultados se puede concluir que la calidad del agua en el humedal La Segua no se ve afectada por las actividades acuícolas de producción del camarón, sin embargo si agregan una considerable cantidad de nutrientes como nitratos y fosfatos que pueden llegar a acarrear problemas de eutrofización debido al incremento de organismos fotosintéticos. Se debe aclarar que en éstos resultados se expone únicamente la afectación al componente agua, y no muestra impactos a otros componentes ambientales.

PALABRAS CLAVES: Índice de Calidad de Agua, Camaronera, organismos fotosintéticos.

ABSTRACT

A study was carried out on the evaluation of water quality in the La Segua wetland that could be affected by the aquaculture activity of shrimp production that has been installed around the body of water. In order to verify what was proposed, samples were taken from the tributaries of the wetland lagoon, that is, Chone river and Carrizal river, samples were also taken specifically in the lagoon, then the place where the two tributaries are joined, to be analyzed the quality of water in the Chone River estuary. It was possible to define that the Chone River had a water quality index (ICA) of

59,43; the Carrizal River 54,40; the wetland lagoon 63,40; the junction of tributaries 59, 43; and the estuary of the Chone River 52,22, placing them all in a medium quality range. With these results, it can be concluded that the water quality in the La Segua wetland is not affected by the aquaculture activities of shrimp production, however, if they add a considerable amount of nutrients such as nitrates and phosphates that can lead to problems of eutrophication due to the increase of photosynthetic organisms. It should be clarified that in these results only the effect on the water component is exposed, and does not show impacts to other environmental components.

KEYWORDS: Water Quality Index, Shrimp, photosynthetic organisms.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para el desarrollo sostenible, el aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar y valorar la calidad de los cuerpos de agua ya sea por el incremento de actividades antrópicas relacionadas a la industria o la tecnificación del sector agropecuario (Guzmán y Narváez. 2010). Por otra parte, debido a la diferencia en la interpretación de expertos en el tema, los entes gubernamentales responsables de tomar decisiones y el público en general, es que se ha desarrollado un sistema indicador que agrupe parámetros contaminantes representativos dentro de un marco de referencia tal que permita a los ingenieros ambientales el resolver importantes problemas en este campo.

La preocupación en el mundo está latente con respecto a los impactos que pueda generar estas actividades acuícolas a cuerpos de agua donde realizan sus descargas. El aumento de factores limitantes del crecimiento de organismos fotosintéticos y la sedimentación de los efluentes pueden acarrear problemas graves al entorno. Un estudio reciente indicó que las autoridades y los productores camaroneros de Estados Unidos, Brasil, Honduras, Nicaragua, y Tailandia han planteado monitorear el impacto ambiental que puedan generar las camaroneras sobre siete estuarios. Tailandia es el líder mundial en la producción de camarón de cultivo. Luego de un estudio en el año 2001, en 60 granjas camaroneras en éste país, la Global Aquaculture Alliance (GAA) encontró que el 60% utilizaba menos del 2% en recambio de agua por día. Un estudio reveló que el consumo de agua para la producción de camarón en 8 una granja de cultivo intensivo en Texas, bajó de 37,6 m³ /Kg en 1994, a 1,5 m³ /Kg en 1999.

El Ecuador pertenece al convenio RAMSAR desde el año 1190, sin embargo entro en vigencia en 1991 cumpliendo con los estrictos compromisos de conservación y uso apropiado a los humedales designados por la Convención. Hasta la presente fecha nuestro país ha nombrado a 18 lugares que engloba aproximadamente 2866,59 km² donde indica que el 86% está

dentro de áreas protegidas mientras que el 14% restante no dispone de ningún estado de protección (MAE, 2017)

El humedal La Segua está ubicado en la región costa del Ecuador, al noreste de la provincia de Manabí, entre los cantones Tosagua y Chone, posee una superficie total de 18,36 Km² (1836 ha) y una altitud de 5 m.s.n.m. (MAE, 2017). Según UICN (2000) citado por MAE (2015) indica que La Segua está constituida por un pantano central y que en los meses de invierno tiene una gran planicie de inundación que cubre el agua en esta temporada. Este lugar está considerado como Bosque muy seco tropical según Cañadas (1983), también indican que dispone de una vegetación abundante de tipo xerofítica, este humedal es de agua dulce, sus suelos son diferentes, algunos son arenosos, limosos y arcillo-limosos.

En el año de 1993 se realizó un estudio de valoración ambiental, social y financiera de La Segua ejecutado por "El Programa de Manejo de Recursos Costeros donde se indica que las Ciénegas y pantanos de este humedal son recursos significativos. Es por ello que una parte de la evaluación que se realizó, se efectuó un estudio biológico a la fauna y flora (incluyendo las aves).

Actualmente el área del humedal se encuentra amenazada por una nueva actividad productiva, la actividad acuícola de producción del camarón en tierras altas se encuentra en pleno apogeo, y muchas de estas instalaciones productivas ven en La Segua el lugar idóneo para sus actividades. Ya en el año 2006 según el diario La Hora, El director del Ambiente en Manabí, Hernán Gallardo, detuvo la construcción de una camaronera en la zona de influencia del humedal La Segua, debido a que este tipo de instalaciones podrían afectar el delicado equilibrio de ese ecosistema. También se mencionó que se analizaba la Ley para seguir a los responsables algún tipo de juicio ambiental. Sin embargo hoy vemos como la producción acuícola ha avanzado en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de la calidad del agua en la laguna del humedal de La Segua, se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos.

Establecidos los puntos de referencia, se efectuó el muestreo y para la recolección de las muestras se aplicaron las normativas INEN 2226:2000 en la cual se establecen criterios en el proceso de recolección de muestras de agua para análisis microbiológico, también se indica que se debe obtener una muestra representativa, tomada a una profundidad conveniente. Se

utilizaron frascos esterilizados y protegidos convenientemente, tomando las muestras en medio del cuerpo de agua.

Luego de tener recolectadas las muestras se procedió a la preservación y almacenamiento, se aplicaron las normativas NTE INEN 2169:1998. Las muestras fueron transportadas en un porta muestras con hielo ya que la temperatura de agua contaminada debe ser inferior a 10°C durante un tiempo máximo de 6 horas. Luego todos los análisis se realizaron con base en APHA, AWWA, WPCF (Métodos Estándar...), 2005.

Cuadro 1. Variables analizadas para la determinación de índice de calidad.

Parámetro	Unidades	Método empleado
Oxígeno disuelto (OD)	% de sat	Oximetría
Temperatura (T°C)	°C	Potenciometría
pH		
Turbidez	NTU	
Fosfatos (PO ₄)	mg/L	Espectrofotometría
Nitratos (NO ₃)	mg/L	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	Respirométrico
Coliformes fecales (CF)	UCF/100 ml	
Coliformes totales (CT)	NMP	
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L	Conductimetría

De acuerdo a González et al., (2013) el “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Cuadro 2. Clasificación del ICA según Brown

Calidad del agua	Color	Valor
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Lobos, José. Evaluación de los Contaminantes del Embalse del Cerrón Grande. PAES 2002.

La evaluación numérica del “ICA”, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a Brown.

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad [1]$$

Dónde: ICA = índice de calidad del agua global
 li = índice de calidad para el parámetro i
 Wi = Coeficiente de ponderación del parámetro i
 n = Número total de parámetros

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se ha procedido a determinar la calidad del agua mediante métodos de índices de calidad, se tomaron muestras en el río Chone, Carrizal, en la laguna del humedal, a la salida de la misma y en el estuario del río Chone, con el fin de determinar si existen cambios significativos en la calidad del agua. A continuación se muestran los resultados de cada uno de los puntos muestreados.

RÍO CHONE

PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES
OXÍGENO DISUELTO	91,3	% Saturación
COLIFORMES FECALES	270	NMP/100 mL
PH	7,82	unidades de pH
DBO ₅	5	mg/L
TEMPERATURA	27,5	°C
FOSFATO	2,9	mg/L
NITRATOS	0,319	mg/L
TURBIDEZ	10	NTU
SOLIDOS TOTALES	350	mg/L

Tabla 1. Resultados de los análisis físicos -químicos y microbiológicos del agua río Chone.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos y microbiológicos realizados el agua del río Chone. Una vez obtenidos los datos de coliformes fecales, se puede observar que la concentración está dentro del límite permisible según el TULSMA para aguas destinadas a consumo humano que solo necesiten desinfección convencional, pero no se encuentra admisible para uso recreativo.

El oxígeno disuelto se encuentra en los límites permisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, los niveles de pH y SDT se encuentran en los límites para uso agrícola y riego. La concentración de nitrito en el agua se encuentra admisible para uso pecuario.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	Q-VALOR	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL	ICA
OXÍGENO DISUELTO	% de sat	91,3	98	0,17	16,66	MEDIA
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	270	38	0,16	6,08	
PH		7,82	87	0,11	9,57	
DBO	mg/L	5	55	0,11	6,05	
CAMBIO DE TEMPERATURA	°C	27,5	9	0,1	0,9	
FOSFÁTOS	mg/L	2,9	21	0,1	2,1	
NITRATOS	mg/L	0,319	82	0,1	8,2	
TURBIDEZ	NTU	10	77	0,08	6,16	
SÓLIDOS	mg/L	350	53	0,07	3,71	
					59,43	

Tabla 2. Resultados de los análisis físicos -químicas y microbiológicos del agua en el sitio "Agua Potable".

El ICA final realizado a la muestra de agua del río Chone, mostró un ICA de 59,43 encontrándose dentro del rango (51-70), lo cual indica que la calidad del agua es Media por lo que estas aguas son poco contaminadas, pero de igual manera necesitan un tratamiento previo para su consumo.

RÍO CARRIZAL

PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTRA
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	mg/L	0.90
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	9,87
COLIFORMES FECALES	NMP/MI	140
FOSFATOS TOTALES (PO4-3)	mg/L	2,6
NITRÓGENO EN NITRATOS (NO3-1)	mg/L	0,26
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	--	7,97
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	600
TURBIEDAD	UTJ	10
TEMPERATURA	°C	26,1

Tabla 3. Resultados obtenidos en muestra tomada en el río Carrizal

PARÁMETRO	PESO (W _i)	VALOR	UNIDADES	ÍNDICE	SUBTOTAL
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO)	10,0	0,9	mg/lt	97,00	10,67
OXÍGENO DISUELTO	17,0	9,87	mg/lt	86,25	14,66
COLIFORMES FECALES	15,0	140	NMP/ml	42,00	6,72
FOSFATOS TOTALES (PO ₄ ⁻³)	10,0	2,6	mg/lt	24,00	2,40
NITRÓGENO EN NITRATOS (NO ₃ ⁻¹)	10,0	0,26	mg/lt	97,40	9,74
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	12,0	7,97	Unidades de pH	9,30	1,02
SÓLIDOS DISUELTOS	8,0	600	mg/lt	20,00	1,40
TURBIEDAD	8,0	10	UTJ	75,00	6,00
SUMATORIA INDICE:					54,40

Tabla 4. Cálculo del ICA en muestra tomada en el río Carrizal

En cuanto a la normativa vigente, los valores obtenidos en la zona de muestreo fueron comparados con los Criterios de calidad de fuentes de agua

para consumo humano y doméstico que requieran tratamiento o desinfección y Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios del Texto Unificado de Legislación Secundaria.

Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura (Acuerdo Ministerial 097-A, miércoles 4 de noviembre de 2015)

Todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles del anexo 1 del libro VI del Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES	TABLA 1	TABLA 2	CUMPLIMIENTO
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO)	0,9	mg/lt	<2	20	Si cumple
OXÍGENO DISUELTO	9,87 (127,5%)	mg/lt	SD	>80%	Si cumple
COLIFORMES FECALES	140	NMP/ml	1000	SD	Si cumple
FOSFATOS TOTALES (PO ₄ ⁻³)	2,6	mg/lt	SD	SD	Si cumple
NITRÓGENO EN NITRATOS (NO ₃ ⁻¹)	0,26	mg/lt	50	50	Si cumple
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	7,97	Unidades de pH	6-9	6,5-9,5	Si cumple
SÓLIDOS DISUELTOS	600	mg/lt	SD	SD	Si cumple
TURBIEDAD	10	UTJ	100,0	SD	Si cumple

Tabla 5. Comparación con la normativa

LAGUNA DEL HUMEDAL LA SEGUA

Para determinar la calidad del agua dentro de la laguna del humedal La Segua, se determinaron los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor	Método empleado
Oxígeno disuelto (OD)	7,70	Oximetría
Temperatura (T°C)	25,9 °C	Potenciometría
pH	7,83	
Turbidez	32 NTU	Espectrofotometría
Fosfatos (PO ₄)	3,6 mg/L	
Nitratos (NO ₃)	0,25 mg/L	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	0,9 mg/L	Respirométrico

Coliformes fecales (CF)	40 CF/100 ml	
Coliformes totales (CT)	500 NMP	
Sólidos disueltos totales (SDT)	350 mg/L	Conductimetría

Tabla 6. Parámetros evaluados para determinación del ICA del humedal La Segua.

Se evaluaron diez parámetros para el ICA, los cuales se reflejan en la tabla 6, posteriormente se realizó el producto de cada uno de los valores obtenidos por su peso de importancia determinado fijado por la metodología y cuyo total dio el valor del ICA para el humedal La Segua el cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 7. Ponderaciones de los parámetros del ICA

RESULTADOS	IMPORTANCIA	I	I*W
PH	1	84,3	84,3
SOLIDOS DISUELTOS	0,5	100,0	50,0
OD	5	96,3	481,4
DBO	5	100,0	500,0
DUREZ TOTAL	0	94,2	0,0
NITROGENO DE NITRATOS	0	100,0	0,0
FOSFATOS TOTALES	2	19,0	38,0
TURBIEDAD	0,5	58,3	29,1
COLIFORMES FECALES	4	23,3	93,3
COLIFORMES TOTALES	3	18,2	54,6
PESO TOTAL	21		1377,8

ICA=	63,4
------	------

De los resultados expuestos en la tabla 6, se evidenció que el ICA para el humedal La Segua es de 63,4 lo cual lo ubica en el rango de 50 – 69 en la categoría Poco contaminado, dando a entender que la actividad regenerativa del humedal permite depurarse por sí mismo, este mismo valor indica que las actividades acuícolas asentadas en el área de estudio están relacionadas con su calidad, ya que la carga orgánica que estas actividades generan merman el contenido de ciertos elementos como el oxígeno disuelto y aumenta el de otros como la turbiedad y los coliformes.

Por último se presenta la comparación de los resultados obtenidos en el muestreo con los valores fijados en la siguiente tabla 7 sobre Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario, establecidos en el Anexo 1, del libro VI del TULSMA.

Tabla 8. Comparación de valores medidos versus valores establecidos en el TUSLMA.

Parámetro	Valor medido	Valor establecido en el TULSMA (Tabla 3, Anexo 1, Libro VI)
Oxígeno disuelto (OD)	7,70	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Temperatura (T°C)	25,9 °C	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
pH	7,83	6,5 - 9,5

Turbidez	32 NTU	Entre 0 y 50 NTU
Fosfatos (PO ₄)	3,6 mg/L	NC*
Nitratos (NO ₃)	0,25 mg/L	NC*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	0,9 mg/L	NC*
Coliformes fecales (CF)	40 CF/100 ml	200
Coliformes totales (CT)	50 NMP	NC*
Sólidos disueltos totales (SDT)	350 mg/L	NC*

NC*: No contemplado

Se evidencia, que los parámetros del oxígeno disuelto, el pH, la turbidez se encuentran en valores por debajo de lo establecido en la legislación al igual que con los coliformes fecales, el resto de parámetros no se encuentran contemplados; lo que es indicativo que el humedal presenta una contaminación leve de índole “Poco Contaminada” pero en la que igualmente tiene una significancia importante todas las actividades que se desarrollan en el humedal, lo que hay que tener en cuenta es la capacidad de este ecosistema para regenerarse naturalmente pese a la intervención del hombre.

Para la determinación de las camaroneras se realizó una entrevista a personal técnico del Ministerio del Ambiente con el que se obtuvo información de las personas dedicadas al cultivo de camarones en la laguna del humedal La Segua:

Tabla 9. Listado de asentamientos en el humedal La Segua

NOMBRE LISTADO SUBSECRETARÍA	NOMBRE VERIFICADO IN SITU	ÁREA (Ha)	ESTADO
Carol Quiroz	Carol Quiroz Soledispa	125,95	En producción
No consta	Ángel Arias	0,37	En producción/nuevo
Diego Molina	Marcos Alfredo Molina	11,31	En producción
Rubén Darío Rodríguez	Rubén Darío Rodríguez	0,27	En producción
Evelin Morillo	Evelin Morillo Mendoza	2,31	En producción
Félix Martillo	Marcos Alfredo Molina	1,65	En producción
Leonardo Zurita	Leonardo Zurita	0,63	En producción
Priscina Villavicencio	Jeovanna Mendoza	0,64	En producción
Oswaldo Mendoza	Rubí Mendoza	0,27	En producción
Rusbell Mendoza	Rusbell Mendoza	0,68	En producción
Líder Mendoza	Líder Mendoza	0,29	En producción
Freddy García	No consta	0,35	Sin producir
Edmundo Mendoza	No consta	1,63	En producción
Alicio Mendoza	Cicerón Mendoza	0,63	Sin producir
No consta	Roger Mendoza	0,78	En producción
Alfredo Molina	Marcos Alfredo Molina	2,17	En producción
Luis Sierra	José Luis Sierra	1,53	En producción
No consta	Johnny Araúz	1,66	En producción
Manuel Ramírez	Manuel Ramírez	3,04	En producción
Freddy Arteaga	Freddy Arteaga	6,29	En producción/nuevo
No consta	Carlos Zambrano	5,00	En producción

Fuente: Ministerio del Ambiente. 2017

De los datos obtenidos de la entrevista se obtuvo que el humedal La Segua fue declarado sitio RAMSAR, porque aloja a gran cantidad de aves migratorias. Una problemática del humedal es la construcción de piscinas para camaroneras, al principio se sacaban permisos para la construcción de criaderos de chame pero al ver el auge de la producción de las camaroneras, los moradores empezaron a construirlas; esto empezó entre finales del 2015 y a principios del 2016 y se ha ido acrecentando con el tiempo. Sin embargo, solo una propietaria cuenta con el registro y permisos del MAE.

Las camaroneras implican construcción de muros y el ampliamiento de la frontera acuícola, ganando terreno del humedal; utilización de bombas para tomar el agua del humedal, luego verterla en las camaroneras y viceversa, para el funcionamiento de estas bombas se necesita utilizar combustibles de origen fósil y aceites que muchas veces se han regado en el agua por falta de medidas de seguridad. Se encontraron 21 negocios relacionados a la actividad acuícola identificados en el humedal que se reconocen en el mapa de laguna, 58 piscinas relacionadas con la actividad, de los cuales dos están sin producción actualmente, el resto en producción y en procesos de notificación para obtención de licencia.

UNIÓN DEL RÍO CHONE Y CARRIZAL

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	Q - VALOR	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
OXÍGENO DISUELTO	93,2	% sat.	95	0,17	16,15
COLIFORMES FECALES	500	CF/100ml	28	0,16	4,48
PH	7,88	-	90	0,11	9,9
DBO	4	mg/l	60	0,11	6,6
DIFERENCIA DE T°	6,2	°C	65	0,10	6,5
FOSFATOS	2,4	mg/l PO4-P	24	0,10	2,4
NITRATOS	350,43	mg/l NO3	10	0,10	1
TURBIDEZ	7	FAU	85	0,08	6,8
SÓLIDOS DISUELTOS	0,0000004	mg/l	80	0,07	5,6
SUMATORIA					59,43

Tabla 10. Resultados obtenidos en muestra tomada en la unión del río Carrizal y Chone

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	Q - VALOR	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
OXÍGENO DISUELTO	93,2	% sat.	95	0,17	16,15
COLIFORMES FECALES	500	CF/100ml	28	0,16	4,48
PH	7,88	-	90	0,11	9,9
DBO	4	mg/l	60	0,11	6,6
DIFERENCIA DE T°	6,2	°C	65	0,10	6,5
FOSFATOS	2,4	mg/l PO4-P	24	0,10	2,4
NITRATOS	350,43	mg/l NO3	10	0,10	1

TURBIDEZ	7	FAU	85	0,08	6,8
SÓLIDOS DISUELTOS	0,0000004	mg/l	80	0,07	5,6
SUMATORIA					59,43

Tabla 11. Cálculo del ICA en muestra tomada en la unión del río Carrizal y Chone

Según el resultado obtenido en el índice de calidad de agua, menciona que la calidad de esta muestra de agua es Media.

Los parámetros que disminuyen la calidad de agua según los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio son:

- Coliformes fecales
- Nitratos
- Fosfatos

Según Díaz (2003), la contaminación por coliformes fecales está relacionada con los vertidos de aguas residuales tanto domésticas como industriales a los cuerpos de agua; Cabrera et al., (1997), indica que la supervivencia de estos indicadores es más corta en el medio acuoso que la de otros grupos coliformes, por lo tanto, su presencia indica una contaminación reciente. Con esta información se puede acotar que en el caso de la muestra de agua tomada existe la posibilidad de que haya una descarga ilegal de aguas residuales la cual debe estar cerca del punto de muestreo.

Álvarez et al., (2000), manifiestan que los nitratos actualmente constituyen la principal “fuente de contaminación difusa” de las aguas superficiales y subterráneas. Boixadera y Cortés (2000), expresan que un exceso de nitrógeno, que es fertilizante, tiene innegables repercusiones en el medio ambiente, y que la situación se agrava cuando mediante escorrentía o infiltración llegan a los sistemas acuáticos (ríos, lagos y costas es donde van a parar los excedentes de nutrientes y demás residuos). Carpenter et al., (1998) determina que la presencia de estos compuestos en el agua conduce a una disminución en el nivel de oxígeno del agua, con la consecuente muerte de peces u otras especies acuáticas y pérdida de la biodiversidad.

Es por esto que se puede establecer que la causa principal de la elevada concentración de este parámetro es por las actividades agrícolas y el excesivo uso de fitosanitarios nitrogenados que por escorrentía terminan en este punto.

El fósforo en el agua puede provenir de la disolución de rocas y minerales que contengan este elemento; vertidos de aguas residuales domésticas y lavado de suelos en actividades agrícolas y ganaderas. A este también se le puede agregar el uso de detergentes utilizados en limpieza doméstica ya que son causantes del 50% del fósforo presente en aguas que son afectadas por vertidos urbanos (UJA, s.f.). Por lo tanto existe una probabilidad grande

de que la causa principal de la cantidad de fosfatos sea también por vertidos residuales domésticos así como el de coliformes fecales.

ESTUARIO DEL RÍO CHONE

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
OXÍGENO DISUELTO	% de sat	90
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	220
PH		7,43
DBO	mg/L	4
CAMBIO DE TEMPERATURA	°C	26,2
FOSFÁTOS	mg/L	2,6
NITRATOS	mg/L	3,23
TURBIDEZ	NTU	23
SÓLIDOS	mg/L	10000

Tabla 12: Resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos en el Estuario del "Rio Chone"

Mejía (2005) manifiesta que "el oxígeno disuelto es un requisito nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica", en el estuario del río Chone se puede evidenciar que existe una oxigenación muy buena debido a que se encuentran con un porcentaje de 90% de oxígeno disuelto.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	Q-VALOR	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL	ICA
OXÍGENO DISUELTO	% de sat	90	93	0,17	15,81	MEDIA
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	220	18	0,16	2,88	
PH		7,43	91	0,11	10,01	
DBO	mg/L	4	58	0,11	6,38	
CAMBIO DE TEMPERATURA	°C	26,2	18	0,1	1,8	
FOSFÁTOS	mg/L	2,6	24	0,1	2,4	
NITRATOS	mg/L	3,23	69	0,1	6,9	
TURBIDEZ	NTU	23	58	0,08	4,64	
SÓLIDOS	mg/L	10000	20	0,07	1,4	
					52,22	

Tabla 13: Hoja de cálculo para ICA-NSF, determinado en Excel 2013 para el agua del Estuario del "Rio Chone"

En el cuadro se muestra el cálculo realizado con los resultados del laboratorio de cada parámetro fisicoquímico y microbiológico para obtener el valor del índice.

Finalmente en el Estuario del río Chone se obtuvo un valor de 52,22 el cual se encuentre en un rango de entre 51 y 70 lo que nos dice que la calidad del agua es media en el estuario.

Según Coello *et al* (2014) quien realizo una tesis para evaluar la calidad del agua del estuario de Cojimíes, entre las provincias de Esmeraldas y Manabí,

aplicando ICA – NSF en el estuario, obteniendo una calidad Regular, concluyendo que la calidad del estuario Cojimíes es de menor calidad que la estudiada en la presente investigación, ya que se caracteriza por presentar una salinidad más alta al interior de la boca, es decir que la distribución horizontal de salinidad no presenta el comportamiento esperado entre la boca de un estuario respectivamente, mientras que en los resultados de la presente investigación muestran que las variables de sólidos totales y coliformes fecales están más altas que en otros estuarios similares.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados de índices de calidad de agua en efluentes, laguna, afluentes del humedal La Segua, así como del estuario del río Chone indican que las actividades de producción acuícola no alteran la calidad del agua, pudiendo notar que todos los lugares muestreados se encuentran en una calidad media según el ICA-NSF.

Las descargas de agua de las camaroneras que se encuentra ubicadas alrededor de la laguna del humedal, aportan una alta cantidad de nitratos y fosfatos al éste cuerpo de agua, pudiéndose convertir en un potencial riesgo de cambios en su estado trófico.

El estudio presenta únicamente resultados sobre el componente agua, mostrando que no existe alteración sobre el mismo, sin embargo esto no quiere decir que estas actividades no causen impactos sobre otros aspectos del entorno.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA, AWWA, WPCF. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition; Editors: E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton; American Water Works Association/American Public Works Association/Water Environment Federation
- Guzmán y Narváz. 2010. Línea Base para el monitoreo de la calidad de agua de riego en la demarcación hidrográfica del Guayas. Informe Técnico. Secretaría Nacional del Agua. Formato PDF.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2017. Publicación en línea sobre sitios Ramsar en el Ecuador. <http://www.ambiente.gob.ec/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2000. La Segua, un santuario de aves. En línea: <https://www.iucn.org/es>
- CAÑADAS, L. 1983. El mapa bioclimático del Ecuador. Banco Central del Ecuador. Quito.

- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización); 1984. Norma 1105. Muestreo para examen microbiológico. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1105.1984.pdf>.
- González, V.; Caicedo, O.; Aguirre, N. 2013. Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Gestión y Ambiente. Vol. 16. Núm. 1. pp. 97-107
- Ramsar. 2014. La importancia de los humedales. (En línea). EC. Consultado, 19 de feb. 2017. Formato HTML. Disponible en <http://www.ramsar.org>
- Díaz, C. 2003. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. 1 ed. Buenos Aires. CYTED. p 224 – 229
- Cabrera, A; Pacheco, J; Coronado, V. 1997. Presencia de organismos coliformes fecales en el agua subterránea de una granja porcícola en el Estado de Yucatán. México D.F. MX. Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales.
- Álvarez, C.R.; Álvarez, R. y Steinbach, H: "Predictions of Available Nitrogen Content in Soil Profile Depth Using Available Nitrogen Concentration in Surface Layer", Commun. Soil Sci. Plant Anal., 32, 2000, pp. 759-769.
- Cortés, M. 2003. Importancia De Los Coliformes Fecales Como Indicadores De Contaminación En La Franja Litoral De Bahía De Banderas, Jalisco-Nayarit. (En Línea). Consultado En Agosto, 9 de 2017. Formato HTML. Disponible En: <http://www.medigraphic.com>
- Carpenter, S.R.; Caraco, N.E.; Correll, D.L.; Howarth, R.W.; Sharpley, A.N. y Smith, V.H.: "Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen", Ecol. Applic., 8, 1998, pp. 558-568.
- UJA (Universidad de Jaén). s.f. Análisis de Aguas. (En línea). ES. Consultado, 13 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www4.ujaen.es>