



**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO**  
**FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**  
**“ALBERT EYDE”**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO DE  
PISCINAS CAMARONERAS DURANTE UN CICLO PRODUCTIVO DEL  
CULTIVO SEMINTENSIVO EN LA PARROQUIA COJIMIES, CANTON  
PEDERNALES, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO  
PREVIO A OPTAR EL GRADO DE INGENIERÍA EN GESTIÓN  
AMBIENTAL**

**AUTOR: GALO JAVIER MUÑOZ BAZURTO**

**TUTOR: BLGA. MARITZA CÁRDENAS CALLE, PHD.**

**SAMBORONDÓN, MAYO, 2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Floriana por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi padre Galindo por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

**Evaluación de la calidad del agua y sedimento de piscinas camaroneras durante un ciclo productivo del cultivo semintensivo en la parroquia Cojimies, cantón Pedernales, Provincia de Manabí, Ecuador.**

**Galo Javier Muñoz Bazurto**

gmunoz@uees.edu.ec (Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación-  
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Espíritu Santo, Km. 2.5 Vía  
Puntilla Samborondón.

**Resumen**

El presente trabajo propone una evaluación de la calidad del agua y del sedimento de las piscinas de dos Haciendas Camaroneras La Ranita y Pueblo Nuevo, ubicadas en el cantón Cojimies, Provincia de Manabí, durante un ciclo de producción de cultivo de camarón, para lo cual se ha realizado dos muestreos en dos tiempos distintos, al inicio del ciclo productivo, y al final de ciclo productivo, existiendo un lapso de tiempo de 40 días aproximadamente, considerando parámetros químicos y físicos del agua tales como Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes fecales y Sólidos disueltos totales, y metales pesados como Arsénico, Cobalto, Cobre, Cromo y Mercurio, comparando los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente en el Ecuador, específicamente con lo determinado en los Tablas 5 y 10 del Anexo 1, y Tabla 2 del Anexo 2 del Acuerdo Ministerial 097A, estableciendo cumplimientos e incumplimientos de normativa, resultados demostraron que las sustancias y químicos usados, así como en el proceso productivo de crianza y producción de camarón Citroplus, Adimix, E-flox, Vi-Bac, Melaza, Procrecim plus con diferentes concentraciones, no han alteran la calidad físico, química o microbiológica del agua y de los sedimentos.

**Palabras claves:** Límite Máximo Permisible, Metales pesados, Normativa.

**Abstract**

The present work proposes an evaluation of the quality of the water and the sediment of the pools of two La Ranita and Pueblo Nuevo Shrimp Farms, located in the Cojimies canton, Province of Manabí, during a production cycle of shrimp culture, for which Two samples were taken at two different times, at the beginning of the productive cycle, and at the end of the productive cycle, with a time span of approximately 40 days, considering chemical and physical parameters of water such as Aluminum, Arsenic, Zinc, Cobalt, Copper, Chromium, Mercury, Fecal Coliforms and Total Dissolved Solids, and Heavy Metals such as Arsenic, Cobalt, Copper, Chromium and Mercury, comparing the results obtained with the environmental regulations in force in Ecuador, specifically with those determined in Tables 5 and 10 Of Annex 1, and Table 2 of Annex 2 of Ministerial Agreement 097A, establishing compliance and non-compliance with regulations, results showed that the And chemicals used, as well as in the production and production process of shrimp Citroplus, Adimix, E-flox,

Vi-Bac, Molasses, Procrecim plus with different concentrations do not alter the physical, chemical or microbiological quality of the water and Of the sediments.

**Keywords:** Maximum Allowable Limit, Heavy Metals, Regulations.

## 1. Introducción

La acuicultura es considerada como una actividad económica importante en la creación de empleo, productos alimenticios de alto valor nutricional y generador de divisas. Así unos de los cultivos más importantes es del camarón especialmente el relacionado a la especie *Litopennaeus vannamei*. (Suárez, Medina, Montiel, Ibarra, & Salcedo, 2015). Su interés comercial se ha extendido a tal punto de convertirse en motivo de debate por los problemas ambientales que producen durante sus fases de producción especialmente al ecosistema estuarino, asociados a la elevada carga orgánica y concentración de nutrientes en el agua, eutrofización y alteración de los sedimentos producidos por el nitrógeno, fósforo, velocidad de descomposición de la materia orgánica, y sólidos suspendidos (Barraza, et al, 2014).

Con el pasar de los años se han desarrollado herramientas que coadyuvan al manejo de la calidad de los recursos, con el fin de proporcionar una mejor administración de los recursos costeros y equilibrio de las funciones ecosistémicas (Romero, 2014). Los procesos que más se analizaron en el agua son los de eutrofización, basado en las variables tales como: turbiedad, saturación de oxígeno, presencia de bacterias coliformes y/o algas, y metales pesados. Por el contrario, en los sedimento también se evalúa la presencia de contaminantes, ya que éste es el destino final de la mayor parte de las sustancias químicas utilizadas para el crecimiento y/o desinfección antibiótica de los camarones, con capacidad de persistir durante largo tiempo. En éste los elementos a muestrear son la materia

orgánica, metabolitos nitrogenados y fosforados, y metales pesados (De la Caridad, León, & Calderón, 2016). Incluso a través de cambios estructurales en procesos biológicos y biogeoquímicos ocurridos en los componentes del suelo y la columna de agua, se puede detectar la afectación sobre el fitoplancton y zooplancton (Cano, 2012).

Algunos de los efectos visibles por el impacto de camaroneras sobre los recursos agua y suelo, conducen a condiciones anóxicas, aumento en la DBO (demanda bioquímica de oxígeno), producción exuberante de ácido sulfhídrico y desaparición paulatina de la fauna macrobentónica (De la Caridad, León, & Calderón, 2016).

En Ecuador, la acuicultura, con especial énfasis en la camaronicultura, es una actividad de mayor aportación económica para el país, con un alza de 3.24% anualmente. Sin embargo, en el año 2002 sufrió un declive del 9% a causa del ataque del virus de la mancha blanca. Actualmente, los volúmenes producidos están aumentando y equilibrando las cantidades anteriores, aunque los precios internacionales limiten a retomar los ingresos de años anteriores (Orozco & Ramírez, 2015).

Barraza et al (2014) estiman que cerca del 95% de la acuicultura ecuatoriana corresponde al cultivo de camarón marino de la especie *P. vannamei*, entre tanto, la acuicultura en agua dulce tiene mayor predominancia en la sierra, pero con incidencia de la trucha arco iris.

El cultivo de camarón ecuatoriano tuvo sus inicios en la región costa, en el año 1968, en las cercanías de Santa Rosa, provincia de El Oro. La idea surgió de un grupo de empresarios observaron que el camarón tenía la capacidad de crecer

en pequeños estuarios, y no fue hasta 1974 cuando dichos pioneros ya contaban con 600 hectáreas exitosas dedicadas a esta actividad económica (Romero, 2014).

La actividad camaronera tuvo su auge en los años 90, cuando ésta ya no era a nivel artesanal, sino que empresas invirtieron en cultivos y la convirtieron en grandes industrias y emparadoras, adecuadas con laboratorios de larvas y post-larvas, fábricas de balanceados, y distribución de insumos varios para la propia función (Scott, 2015). Hoy en día, dicha producción se desarrolla en fincas ubicadas en los 2 859 km de línea costera en Ecuador. Asimismo, el país se caracteriza por explorar en gran medida los sistemas semi-intensivos, ya que representan un menor impacto en el país y sus rendimientos son óptimos aunque variados entre una camaronera y otra (Uzcátegui, Solano, & Figueroa, 2016).

Romero (2014) afirma que sólo en Pedernales existen alrededor de 400 camaroneros acreditados y que juntos representan el 10% de la economía local; de igual forma, enfatiza que debido a la falta de tecnificación y especialidad de la provincia ésta no ha podido resurgir como debe, motivo por el que se considera que Manabí es una de las provincias más retrasadas en cuanto a la forma de producir camarón.

Con base a todo lo antes expuesto, se conoce que las descargas camaroneras repercuten sobre los parámetros de calidad del agua y sedimento, e indirectamente a la biota residente. Es de renombre destacar que lo idóneo no es disminuir su producción, sino hacerla más sostenible, manteniendo ese régimen económico para el PIB del país. Por ello, el objetivo del presente artículo fue analizar la calidad del agua y del sedimento en las entradas y salidas de la camaronera de la hacienda La Ranita, del cantón Pedernales, provincia de Manabí

previo al llenado de la piscina de cultivo y posterior al desarrollo del ciclo productivo del camarón (90 días).

## **2. Marco Teórico**

En América, la especie de camarón más cotizada es el *P. vannamei*, debido a sus altas propiedades productivas y de rendimiento. El continente americano posee una franja de experiencia en esta rama acuícola, donde sobresalen países como Ecuador, México y Honduras, con alrededor de 180 000, 20 000 y 14 000 hectáreas de estanques, respectivamente. Generalmente, los resultados obtenidos de estos cultivos se exportan a Estados Unidos, Unión Europea o Japón (los más fieles compradores) (Espinosa & Bermúdez, 2011).

Ecuador tiene la mayor proporción de espacio para crecimiento de camarón, pues, ésta surgió en 1969 con el apareamiento de su primera piscina comercial, consolidándose como líder en cultivos extensivos. A partir de ahí, la actividad siguió en expansión y no fue sino hasta 1982 cuando ya constituía la mayor área de producción camaronera del mundo, representando un sector importantísimo para el PIB del país, justo después del petróleo (Cano, 2012). El hectareaje de producción comparado con la superficie total del país determina que un aproximadamente el 0,7% de la superficie total del país (283 561 Km<sup>2</sup>) se dedica a esta actividad acuícola.

Se considera que Ecuador es el cuarto mayor productor de camarón, luego de China, Tailandia e Indonesia, a nivel mundial; y el primero dentro del hemisferio occidental (Talledo, 2014). Alcívar (2015) estipula que en territorio ecuatoriano se asienta la mayor cantidad de laboratorios post-larvas, además de ser nombrado el proveedor de alimentos más cotizado de la región; siendo cliente

potencial de Estados Unidos, España y Francia. Tiene una producción anual promedio de 12 000 toneladas, la cual asciende a un radio del 2%, variando según las áreas cultivadas.

La industria camaronera ha experimentado un crecimiento en los últimos años, en 55 países del mundo, obteniendo una producción que supera los seis millones de toneladas, de las cuales el 60% se comercializa a distintos mercados (Romero, 2014). Por todo ello, el camarón se convierte en uno de los productos acuícolas con mayor salida y entrada de divisas, internacionalmente (Romero, 2014).

La rápida expansión de la cría de camarón, pese a que ha generado cuantiosas ganancias, despierta la preocupación y controversia por los efectos ambientales y sociales de su producción. Las consecuencias ecológicas se asocian a la conversión de ecosistemas especialmente manglares para la construcción de los estanques camaroneros, alteración en los índices de salinidad de las aguas subterráneas y suelos acuícolas, uso de la harina de pescado como dieta en los camarones, evidente contaminación de aguas costeras por descargas de estanques, y conflictos sociales internos por tenencia de territorios (Isla, 2006).

Quizá uno de los principales impactos asociados a esta actividad acuícola en el Ecuador, es que se descargan grandes cantidades de agua con niveles y rangos de algunos de los parámetros físico, químicos y microbiológicos fuera de norma, esto debido a que esta industria demanda muchos insumos con composición química y biológica que altera la calidad del agua de una forma determinante para los ecosistemas a los que es descargada. (Romero, 2014)

Es importante precisar que ninguna piscina camaronera en Ecuador está obligada a tratar las aguas de su producción en plantas de tratamiento, otra debilidad en materia de regulación ambiental relacionada con esta actividad productiva es que no existe una normativa específica de calidad de agua residual que considere límites mínimos y máximos permisibles a la hora de realizar las descargas de aguas de producción a cuerpos de agua, tales como esteros, ríos, mares u océanos. (Talledo, 2014).

Antes de pasar a detallar cada uno de ellos, es importante precisar que dependiendo del tipo de cultivo del que se trate, va a existir una relación directa que alterará la calidad del sedimento sobre el cual se ha establecido una piscina camaronera, no existen estudios publicados en el país, que relacionen la calidad del sedimento con el tipo de cultivo, sin embargo y en base a las definiciones que a continuación se detallan, es lógico pensar que la relación es directa y que el impacto ambiental ocasionado sobre la calidad del sedimento está afectada por la cantidad y la calidad de insumos que se demande para este tipo de actividad productiva. (Cano, 2012).

A causa del uso de químicos, se tiende a aumentar el nivel de salinidad del agua subterránea y de las tierras de cultivo (Saldias, 2015). La contaminación de zonas costeras (especialmente intermareales) por las constantes descargas residuales, es un efecto común de esta actividad acuícola. El uso excesivo de las harinas de pescado (Córdova, 2016), como insumo alimenticio, aporta no solo nutrientes para las larvas de camarón y camarones en sus diferentes estadios, sino también, aporta al suelo grandes cantidades de fertilizantes que pueden resultar tóxicos para el ambiente.

Adicionalmente a lo anterior, la actividad acuícola propicia la alteración o disminución de la biodiversidad por introducción de especies exóticas o patógenas asociadas a las enfermedades comunes en las zonas de producción (Saldias, 2015).

Los manglares, aunque son ecosistemas muy productivos, también son muy frágiles, aparte de su interdependencia en el ciclo de vida del individuo, son además veedores de la calidad del agua, barrera natural contra desastres, y fuente rica en nutrientes para las plantas. Científicamente se demostró que los manglares no son áreas óptimas para el establecimiento de camaroneras con sistema intensivo ni semi-intensivo, debido a las características de salinidad, acidez y sulfato de los suelos, que repercutiría sobre la producción final del negocio (Márquez, 2014).

Durante años muchos autores concatenan que los bosques de manglar son uno de los ecosistemas más amenazados por la expansión urbana, el auge petrolero, asentamiento de la industria del carbón, construcción de carreteras y potenciación del turismo.

Los últimos 20 años de las camaroneras han sido cruciales para la salud de su espacio geográfico, ya que éstas pueden ser responsables del 10 al 25% de la tala incidental de bosques tropicales desde 1960 (De la Caridad, C.; Calderón, F.; Feijoo, A., 2016). Chango (2016) estima que hasta la fecha se han devastado 765 000 hectáreas en el mundo, de las cuales 639 000 se dieron en el continente asiático. En regiones donde la camaronicultura ha llegado a ser importante, se ha estimado que del 20 al 50% de la reciente destrucción del manglar es debida a esta actividad. Por ejemplo, en Ecuador, país puntero en esta rama en América Latina,

el manglar disminuyó de 203 625 a 149 570 ha, lo que representa un decremento del 27% del área existente en 1969. (FAO et al., 2006).

La actividad acuícola en general es una de las ramas que mayor demanda de agua requiere para el desarrollo de sus productos; y las camaroneras representan el 20% de lo que se estima en consumo (Rugama, 2015). El requerimiento de agua se da según el tipo de sistema de cría de camarón que se maneje: para las piscinas semi-intensivas el recambio de agua se realiza con piscina hidráulicas, alcanzando un volumen equivalente a la mitad de la descarga pico de las aguas del río Guayas, durante la estación lluviosa (Párraga & Aguirre, 2015).

Entre tanto, los sistemas intensivos, requieren flujos de agua que van entre los 50 y 60 millones de litros por cada tonelada métrica de camarón. Para este método, el bombeo se realiza directamente desde el océano (más costoso), ríos o acuíferos (Niola, 2017).

La vulnerabilidad de las aguas dulces se evidencia por la posible intrusión de agua salada, lo que, a su vez, saliniza y hunde el suelo (por el peso y exploración). Asimismo, el uso de químicos altera la calidad del agua u ocasiona lixiviados (producto de pesticidas) que llegan a los cuerpos de agua más cercanos (Niola, 2017).

Los efectos de las camaroneras sobre al agua dependerán de los siguientes factores: a) magnitud de descarga, b) composición química de efluentes, c) característica inicial y final del cuerpo receptor. Asimismo, el tipo de agua donde se efectúen las actividades acuícolas se divide en dos secciones: continental y marina. En las aguas continentales se identifican participantes directos como el

suelo, flujo de masas y las especies, que se hallan inmiscuidos en un marco legal y ecológico (Espinosa & Bermúdez, 2011). También, se involucran los complementos como fertilizantes y desechos, los cuales afectan o contribuyen a la productividad de los sustratos, que serán medio de transporte hacia el cuerpo receptor (De la Caridad, C.; Calderón, F.; Feijoo, A., 2016).

Las descargas de las camaroneras pueden constituirse de tres principales contaminantes: nutrientes, drogas y químicos. Y, pues, mientras más intensiva la actividad, mayor concentración y alcance de los factores hacia la toma de agua más cercana (aunque exceda el límite de la propia). Como resultado se obtiene una rápida degradación de la calidad del agua y suelo y expansión no controlada de enfermedades animales y humanas (Barros, 2016).

Incluso, la propia contaminación incidental de las camaroneras infecta la toma de agua *in situ*, derivando en enfermedades para los individuos; algunos se vuelven resistentes al ataque y otros no resilientes se extinguen (Barros, 2016). Pese a que el empleo de sustancias químicas en camaroneras es mucho menor a otras actividades como la agricultura, las concentraciones y preparación de sustancias aplicadas al suelo o agua o al alimento del camarón, resultan más nocivas para el medio (Cano, 2012). Los productos utilizados en las camaroneras se clasifican en seis grupos: a) terapéuticos y desinfectantes, b) acondicionadores de agua y sedimento, c) descomponedores de materia orgánica, d) alguicidas y pesticidas, e) promotores del crecimiento de plancton, f) aditivos alimenticios (Ochoa, 2016).

Dentro de los terapéuticos y desinfectantes se pueden encontrar al yodo, formol, oxitetraciclina, cloranfenicol; en el segundo grupo de acondicionadores,

los más típicos son la cal y la zeolita; en la serie de descomponedores pueden emplearse bacterias adicionadas a enzimas; de igual forma, ejemplos de los promotores del crecimiento son los fertilizantes orgánicos o inorgánicos; y, finalmente, los aditivos alimenticios incluyen vitaminas, minerales y hormonas (Ochoa, 2016).

Pues bien, todas las sustancias antes mencionadas, aunadas a desechos biológicos y material fecal, constituyen parte de los efluentes de descarga que pueden ocasionar hipernitrificación local y eutrofización regional (razón por la que el contenido amoniacal es básico para un análisis de calidad de agua); y, por tanto, una vez llegan al cauce, se depositan en el sedimento por largo periodo (Fajardo, 2015).

Dichos nutrientes pueden ocasionar, no solo en el agua, sino también en el sedimento, condiciones anóxicas e incrementar el nivel de ácido sulfhídrico y poblaciones bacterianas. Como consecuencia ecológica, se registrará un cambio radical en el ciclo natural de los nutrientes, en la solubilización de minerales en la columna de agua y/o baja fertilidad de los suelos por inobservancia de micro y macro nutrientes (Niola, 2017).

Sumado a los parámetros anteriores, se le adiciona la propagación de enfermedades virales y bacterianas que atacan directamente a las especies de cultivo, puesto que dichos organismos interfieren en el metabolismo, crecimiento, muda y sobrevivencia de los camarones, además de inhibir su sistema inmune. Las enfermedades típicas que afecta al sector son el síndrome del virus de la mancha blanca, el virus de la cabeza amarilla, y el virus del síndrome de taura (Chango, 2016).

Asimismo, las enfermedades por bacterias más comunes se relacionan, en su mayoría, al género *Vibrio*, los cuales han sido registrados como patógenos oportunistas. Las cepas invasivas son *Vibrio harveyi*, *V. anguillarum*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*, cuyos índices de mortalidad superan el 40%. Una vez que la bacteria ataca al camarón, tiene la capacidad de matarlo en un periodo menor a 24 horas; por tanto, el sector acuícola se ha visto en la necesidad de implementar medidas de seguridad que eviten las pérdidas económicas en las granjas de camarón (Orosco, 2017).

Una de las estrategias utilizadas es el uso de antibióticos que vuelvan resistente al organismo frente a un ataque. Sin embargo, el abuso de estos productos químicos ha hecho que las bacterias se hagan resistentes al remedio y cambien su mecanismo de acción. Esto ocurre porque al expulsar la bacteria del organismo, ésta persiste en el sedimento por mucho tiempo, adaptándose a las condiciones del medio de cultivo y a todas las drogas para su exterminación, afectando consigo a las bacterias residentes del suelo, velocidad de degradación de la materia orgánica y a la circulación biogeoquímicas de elementos esenciales como el carbono, fósforo, azufre y nitrógeno (Guedes & Toledo, 2016).

Guedes & Toledo (2016) enumeran tres aspectos que se relacionan con el uso excesivo de antibióticos: 1) permanencia en el sedimento genera patógenos resistentes que complican el tratamiento de enfermedades; 2) transferencia involuntaria a los peces de cuerpos cercanos, que tienden a la bioacumulación en los tejidos; 3) alteración de la estructura ecológica.

A nivel mundial se considera que entre el 15 y 40% de la dieta con antibióticos administrada a los camarones, no se ingiera y por ende se deposita en

el sedimento. Otra fracción de dicho medicamento sí se absorbe por el organismo y regresa al medio a través de las heces fecales (Ruiz, 2017). Ugarte (Ugarte, 2015) reporta que entre el 70 y 80% del antibiótico que se emplea en terapias contra enfermedades, se queda en el sedimento adecuándose a las condiciones del sustrato.

Dentro de la lista de productos químicas se hallan todos aquellos que intentan prevenir o controlar pestes, desinfección, o actúan como estimulantes del crecimiento. Ellos incluyen desinfectantes, acondicionadores (suelo y agua), pesticidas y aditivos alimenticios (Romero, 2014). En estudios recientes de Ochoa (2016) y Niola (2017) se ha mostrado cierta preocupación por el hallazgo de mercurio, cadmio, pesticidas organoclorados y organofosforados, dioxinas y antibióticos en el agua y suelo, a causa de la actividad camaronera.

En esta investigación se abarcará puntualmente el análisis relacionado con el probable cambio de calidad físico químico del agua y del sedimento durante un episodio de producción, entendido desde el punto de vista de cómo puede verse afectado la misma al usar diferentes tipos de productos químicos e insumos para la cría de camarones en piscinas.

## **2.1. Marco conceptual**

Entre los tipos de cultivos se encuentran los extensivo, semi-intensivo, e intensivo (De la Caridad, León, & Calderón, 2016).

**Cultivo extensivo:** Sistema de producción que no maximiza la productividad a corto plazo, con la utilización de productos químicos sino más bien, haciendo uso de los recursos naturales presentes en el lugar. Por lo general está localizada sobre grandes terrenos, en regiones con baja densidad de población

y se caracteriza por unos rendimientos por hectárea relativamente bajos (De la Caridad, León, & Calderón, 2016).

**Cultivo semi-intensivo:** Sistema de producción que maximiza la productividad a corto plazo, el cual requiere de un control de los factores productivos, con el fin de aumentar la producción y productividad por hectárea. Para el efecto, se usan antibióticos, fertilizantes inorgánicos y alimentos concentrados. Se utilizan espacios entre 1 – 20 hectáreas, sus densidades de producción son intermedias (De la Caridad, León, & Calderón, 2016).

**Cultivo intensivo:** Sistemas de producción controlado y de mayor rendimiento, en los que el grado de tecnología e intervención es mucho mayor a los cultivos extensivos y semi intensivos, son mucho más caros que los procesos menos tecnificados, pero en cuanto al aumento de la productividad y rentabilidad son más adecuados. Al contrario de los anteriores, éste utiliza estanques pequeños en tierras que oscilan entre 0.1 – 2 hectáreas (De la Caridad, León, & Calderón, 2016).

## **2.2. Marco legal**

Las leyes, normas y decretos que amparan el bienestar de todos los elementos que conforman la naturaleza, se encuentran en constante renovación, a fin de ajustarse a normativas internacionales estrictas que permitan tanto la ejecución de actividades industriales como el funcionamiento correcto de la biota, garantizando armonía con sus habitantes. Por ello, se mencionan 2 de los cuerpos legales más importantes que conciernen al estudio de análisis de agua y sedimento de la actividad camaronera.

Aunque se contemplan legislaciones de los límites permitidos para la calidad del agua, según el país se encuentran en un rango común. Para el nitrógeno amoniacal, por ejemplo, que es el compuesto más relevante a medir en análisis de agua, siempre su valor es superior a 0.05 mg/L, por el tipo de actividad que se desarrolla. Sin embargo, lo normal y dentro de norma es 0.03 – 0.68 mg/L, en términos generales para cultivo semi-intensivo y de alto rendimiento, 0.065 – 0.47 para cultivo extensivo, y 0.04 – 0.78 mg/L para cultivo intensivo (Alcívar, 2015).

Sin embargo, de lo que menciona la bibliografía, dentro de los parámetros considerados para esta investigación son los siguientes, considerando principalmente dos criterios, el primero, la composición química de los insumos, antibióticos y demás productos usados en la producción de camarones, y el segundo que exista una norma de comparación en Ecuador para poder establecer cumplimientos e incumplimientos.

En cumplimiento a lo que determina el Acuerdo Ministerial No. 097A del Ministerio del Ambiente: ANEXO 1, TABLA 5: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO, analizando los siguientes parámetros: Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes fecales y Sólidos disueltos totales, DBO5, DQO. Nitrógeno Amoniacal, no ha sido considerado debido a que no tiene un límite máximo permisible en la normativa vigente. Así mismo, para suelo (sedimento), en cumplimiento a lo que determina el Acuerdo Ministerial No. 097A del Ministerio del Ambiente: ANEXO 2: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS,

analizando los siguientes parámetros: Arsénico, Cobalto, Cobre, Cromo y Mercurio.

Con lo anteriormente expuesto, esta investigación evalúa la calidad del agua y del sedimento de piscinas de haciendas camaroneras, entre dos episodios de tiempo, considerando como punto de inicio la siembra de larvas y como término la cosecha de camarones en la parroquia Cojimies, cantón Pedernales, provincia de Manabí, Ecuador, para lo cual en primer lugar identificó las sustancias y productos químicos usados durante un ciclo de producción de cultivo de camarón. En segundo lugar, se procedió a caracterizar el agua y el sedimento de las piscinas en dos momentos plenamente definidos y, finalmente se determinó diferencias en la calidad del recurso durante la producción de una cosecha de camarón de 5 semanas, para lo cual se usará lo determinado en la normativa ambiental vigente, referente a límites permisibles para aguas de descarga a cuerpos receptores marinos y a límites para suelos contaminados.

### **3. Área de estudio**

El sitio de estudio se encuentra ubicado en la parroquia de Cojimies, cantón Pedernales provincia de Manabí denominado como camaronera La Ranita con las coordenadas latitud: 0°19'46.15" N y longitud: 80°00'36.33" O y Pueblo nuevo con las coordenadas latitud: 0°20'32.24" N y longitud: 80°00'59.23" O, los puntos de muestreo fueron georeferenciadas con el GPS marca Garmin GPSMap 60CZX. El área de estudio pertenece a una región húmeda tropical, es una de las regiones más húmedas de la tierra, con precipitaciones y temperaturas muy fuertes que varían poco durante el año. La temperatura media anual varía entre 23 y 25,5

°C, la precipitación promedio es de 2000 a 3000 mm con más de nueve meses de lluvia al año (Reyes & Solis, 2015).

La ubicación de los puntos muestreados, ubicados en el mapa, usando la herramienta Google Earth son como se muestra a continuación:



Figura 1. Ubicación de los sitios de muestro: Camaronera Pueblo Nuevo y La Ranita (Fuente: Google Earth, 2017).

#### 4. Metodología

La presente investigación es de tipo exploratorio, enfoque cuantitativo, paradigma positivista. El estudio se basó en dos muestreos puntuales no probabilístico de agua y los sedimentos de dos Camaroneras denominadas Pueblo Nuevo y La Ranita, del cantón Cojimies, en la provincia de Manabí, Ecuador.

Se realizó la recolección de las muestras de agua y sedimento superficial en cuatro estaciones de muestreo, dos para agua y dos para sedimento, en cada

una de las camaroneras, el 13 de marzo y el 16 de abril del 2017, (época lluviosa de la región costa).

#### ***4.1.Fase de campo y de laboratorio***

La metodología de recolección de muestras en campo consistió en lo siguiente, para cada una de las muestras:

##### *Muestras de Agua*

Las muestras de agua fueron envasadas en frascos de color ámbar en una cantidad de 4 litros. Se tomaron dos muestras compuestas (8 Horas de muestreo) del agua que ingresa a las piscinas de cada Hacienda (Pueblo Nuevo y Ranita), se procedió al análisis de laboratorio aplicando lo determinado en el AM 097A del Ministerio del Ambiente: ANEXO 1, TABLA 5: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO, publicado en el Registro Oficial No. 387, Edición Especial, de 30 de julio de 2015, analizando los siguientes parámetros: Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes fecales y Sólidos disueltos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO). Cada muestra fue etiquetada y almacenada en una hielera, para su conservación, transporte y posterior análisis en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA, el cual cumple con las normas de acreditación para el laboratorio establecidos en el Sistema de Calidad ISO/IEC 17025 y posee el Certificado de Acreditación No. OAE LE 2C 06-008. Se analizaron las concentraciones de los parámetros anteriormente indicados, a través de la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (CESTTA, 2017).

Los parámetros fueron considerados, realizando un análisis de las entradas de insumos, materias primas, sustancias y productos químicos usados en la producción de camarón. Estos parámetros fueron determinados en un solo episodio de tiempo, es decir cuando se alimenta las lagunas con agua previo a la siembra de larvas de camarón. Se tomó dos muestras compuestas una para la Hacienda Pueblo Nuevo y Ranita.

Posteriormente, luego de cinco semanas de producción, se tomó dos muestras compuestas (8 Horas de muestreo) del agua que sale, como descarga líquida de las piscinas de cada Hacienda Camaronera, procediendo como lo determinado en el AM 097A del Ministerio del Ambiente: ANEXO 1, TABLA 10: LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA, publicado en el Registro Oficial No. 387, Edición Especial, de 30 de julio de 2015, analizando los siguientes parámetros: Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes fecales y Sólidos disueltos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Los parámetros anteriormente mencionados se determinaron en un solo episodio de tiempo cuando se realiza la cosecha y previó a la descarga del agua residual al brazo de estero.

La muestra compuesta de agua resultó de la unión de varias muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. Para esto se tomó porciones individuales del cuerpo de agua en estudio en botellas de boca ancha cada hora (durante 8 horas) y se las mezcló al final del período de muestreo, en una sola botella (4 litros en total de un litro cada una).

Cuando se formó la mezcla final, se tomó 4 litros por cada Hacienda. Las muestras finales fueron completamente refrigeradas con la suficiente cantidad de hielo hasta su llegada al laboratorio.

Tabla #1: Parámetros considerados para el análisis en agua de entrada y salida de las piscinas (Ministerio del ambiente, 2015).

Parámetros	Límite Máximo Permisible	Límite Máximo Permisible
	Tabla 5.- Criterios de calidad de aguas para uso pecuario	Tabla 10.- Límites De Descarga a un Cuerpo de Agua Marina
Aluminio	5 mg/l	5 mg/l
Arsénico	0,2 mg/l	0,5 mg/l
Zinc	25 mg/l	10 mg/l
Cobalto	1,0 mg/l	0,5 mg/l
Cobre	2,0 mg/l	1,0 mg/l
Cromo	1,0 mg/l	0,5 mg/l
Mercurio	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Coliformes fecales	1000 NMP	NA
Sólidos disueltos totales	3000 mg/l	NA

*Muestra de Sedimento*

Se tomaron dos muestras compuestas de sedimento, una por cada hacienda las cuales fueron colectadas mediante el uso de una draga Van Veen y almacenadas en bolsas herméticas de polietileno de 27 x 28 cm, reuniendo un peso total de 2 lb por muestra (Pueblo Nuevo y Ranita), previas al llenado con agua, y dos muestras compuestas de sedimento, una por cada camaronera (Pueblo Nuevo y Ranita), inmediatamente luego del desalojo del agua posterior a la cosecha del camarón. Los parámetros a considerar en el sedimento fueron: Arsénico, Cobalto, Cobre, Cromo y Mercurio, de acuerdo a lo determinado en el AM 097A del Ministerio del Ambiente: ANEXO 2, TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE SUELO, publicado en el Registro Oficial No. 387, Edición Especial, de 30 de julio de 2015.

Tabla #2: Parámetros considerados para el análisis en sedimentos cuando se inicia y se cosecha la producción (Ministerio del ambiente, 2015).

<b>Parámetros</b>	<b>Límite Máximo Permisible Tabla 1.- Criterios de calidad del suelo</b>
Arsénico	12 mg/Kg
Cobalto	10 mg/Kg
Cobre	25 mg/Kg
Cromo	0,4 mg/Kg
Mercurio	0,1 mg/Kg

De la misma forma y en los mismos sitios se tomó muestras de sedimento, las submuestras fueron mezcladas homogéneamente para formar la muestra compuesta, se preparó una muestra de 2 lb de peso final, manteniendo las mismas condiciones de refrigeración.

## 5. Resultados

De la investigación realizada se determinó que seis productos químicos son usados en el cultivo de camarón, cuyas principales funciones sobre el cultivo son: desparasitar, desinfectar, suplemento alimenticio, promotor de crecimiento, y regular el exceso de materia orgánica. A continuación, en la tabla cinco se describen los seis químicos usados:

Tabla #5: Principales productos químicos y sustancias químicas usadas en la producción del camarón. Fuente: (Compilación del Autor, 2017).

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Principios Activos</b>	<b>Función</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Observaciones</b>
Citroplus	Ácidos orgánicos, anticompatantes, excipientes acuícolas	Desinfectante de agua	200 g / 1 saco de 40kg de balanceado	Se utiliza cuando el camarón se ve afectado por la calidad del agua.
Adimix	Vitamina A,D3,E,B1,B2, B6,B12 Niacina Ácido fólico Biotina Inositol Vitamina C 35% Antioxidantes	Promotor de crecimiento	200 g / 1 saco de 40kg de balanceado	Se mezcla con el balanceado para obtener un mayor crecimiento en etapa larvaria.
E-flox	Fluorquinolona	Desparasitante	100g / 1 saco 40kg de balanceado	Se utiliza cuando el camarón se enferma.
Vi-Bac	Cultivo de bacterias	Regulador de materia orgánica	1 litro / hectárea	Se utiliza cuando el suelo presenta exceso de materia orgánica (lodo) cada 15 días.
Melaza	Azucres Compuestos nitrogenados	Suplemento energético Aditivo	5 litros / hectárea	Se usa para la activación de bacterias.

Procrecim plus	Vitaminas	Promotor de crecimiento y Desinfectante	200 g / 1 saco de 40kg de balanceado	Se mezcla con el balanceado para obtener un mayor crecimiento.
----------------	-----------	---	--------------------------------------	--

En las siguientes tablas se muestra la comparación de los resultados obtenidos con el cumplimiento legal vigente tanto de la primera muestra ejecutada, el 13 de marzo de 2017, y los resultados obtenidos de la segunda muestra tomada el 16 de abril de 2017, para cada una de las piscinas de cada una de las Camaroneras.

Para el caso de las aguas muestreadas en las piscinas de la camaronera La Ranita, los resultados son similares a los de Pueblo Nuevo, puesto que ninguno de los parámetros monitoreados sobrepasa la normativa establecida, ni al inicio de la producción ni al final de la misma.

ChemicalPharm (2017) acepta las seis sustancias químicas utilizadas como las más adecuadas para la desinfección, prevención y control de enfermedades, además de estimular los procesos de muda y optimización en la conversión alimenticia, sin desequilibrar el medio interactivo agua-suelo. Asimismo, Alcívar (2015) acota que aquellas sustancias que se hallen en el listado del Proceso de Aseguramiento de la Calidad de Productos Acuícolas acreditadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador, representan el menor impacto sobre los recursos agua y suelo, si se agregan en dosis adecuadas; sin embargo, uno de los seis productos mencionados no se encuentra registrado.

Tabla #6: Tabla de Análisis de Resultados de Agua en la Camaronera Pueblo Nuevo

Parámetro	Primera Muestra	Tabla 5	Estatus	Segunda Muestra	Tabla 10	Estatus
-----------	-----------------	---------	---------	-----------------	----------	---------

Aluminio	0.5 mg/l	5 mg/l	Cumple	0.5 mg/l	5 mg/l	Cumple
Arsénico	0,01 mg/l	0,2 mg/l	Cumple	0,01 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Zinc	0,25 mg/l	25 mg/l	Cumple	0,25 mg/l	10 mg/l	Cumple
Cobalto	0.05 mg/l	1,0 mg/l	Cumple	0.05 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Cobre	0.05 mg/l	2,0 mg/l	Cumple	0.05 mg/l	1,0 mg/l	Cumple
Cromo	0,01 mg/l	1,0 mg/l	Cumple	0,01 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Mercurio	0,001 mg/l	0,01 mg/l	Cumple	0,001 mg/l	0,01 mg/l	Cumple
Coliformes Fecales Solidos	1,8 NMP	1000 NMP	Cumple	1,8 NMP	NA	NA
Totales Disueltos	5499 mg/l	3000 mg/l	No cumple	5499 mg/l	NA	NA

Tabla 5.- Criterios de calidad de aguas para uso pecuario

Tabla 10.- Limites De Descarga a un Cuerpo de Agua Marina

Los parámetros Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes Fecales, en la primera muestra presentan valores inferiores a la normativa ambiental vigente, ninguno superando lo determinado como límite máximo permisible.

En el segundo monitoreo los resultados obtenidos indican que el Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes Fecales, tampoco superan lo determinado por la normativa ambiental vigente.

Tabla #7: Tabla de Análisis de Resultados de Agua en la Camaronera La Ranita

<b>Parámetro</b>	<b>Primera Muestra</b>	<b>Tabla 5</b>	<b>Estatus</b>	<b>Segunda Muestra</b>	<b>Tabla 10</b>	<b>Estatus</b>
Aluminio	0.5 mg/l	5 mg/l	Cumple	0.5 mg/l	5 mg/l	Cumple
Arsénico	0,01 mg/l	0,2 mg/l	Cumple	0,01 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Zinc	0,25 mg/l	25 mg/l	Cumple	0,25 mg/l	10 mg/l	Cumple
Cobalto	0.5 mg/l	1,0 mg/l	Cumple	0.05 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Cobre	0.05 mg/l	2,0 mg/l	Cumple	0.05 mg/l	1,0 mg/l	Cumple
Cromo	0,01 mg/l	1,0 mg/l	Cumple	0,01 mg/l	0,5 mg/l	Cumple
Mercurio	0,001 mg/l	0,01 mg/l	Cumple	0,001 mg/l	0,01 mg/l	Cumple
Coliformes Fecales	1,8 NMP	1000 NMP	Cumple	1,8 NMP	NA	NA

Sólidos						
Totales	5499 mg/l	3000 mg/l	No cumple	5499 mg/l	NA	NA
Disueltos						

Tabla 5.- Criterios de calidad de aguas para uso pecuario

Tabla 10.- Límites De Descarga a un Cuerpo de Agua Marina

Se podría interpretar que la calidad del agua con la que se alimentan las piscinas al inicio del proceso de producción de camarón, tiene las mismas características físicas y químicas al momento de la cosecha, por lo que las sustancias y productos químicos usados en la misma no alteran la calidad del agua usada para esta actividad productiva. Estudios de Córdova (2016) y Oddone & Beltrán (2014) señalan que durante el crecimiento del camarón los componentes químicos de los fertilizantes usados en las piscinas, ya sea como antibiótico o como emulador de vitaminas y minerales, son absorbidos en un 50% por los camarones cuando éstos se encuentran en condiciones saludables de crecimiento, sin repercutir sobre el estado de los recursos. Proaño (2016) resuelve que la baja calidad del agua es sinónimo de baja producción o alcance deficiente del tamaño de comercialización de la especie. Por tanto, los resultados indican que las camaroneras se encuentran funcionando eficientemente.

Adicional a lo anterior, se puede observar que el parámetro Sólidos Totales Disueltos se encuentra fuera de norma, tanto en las muestras tomadas en la piscina de la camaronera La Ranita como Pueblo Nuevo. Se atribuye este aumento al agua inyectada a las piscinas durante el proceso de siembra de larvas, ya que ésta se mantiene con esa característica de incumplimiento hasta el final de la producción. Esto concuerda con lo que explica Ruiz (2017), el cual menciona que una vez que los camarones alcanzan los estadios de postlarvas, éstos se trasladan a estanques

más grandes, recuperando cerca del 40% del agua, como técnica de adaptación de los individuos durante los primeros días en los nuevos criaderos de engorde.

Asimismo, Barraza et al (2014) concuerda que la presencia de sólidos disueltos totales en piscinas camaroneras, se atribuye a la tasa de recambio del agua, ya que, si ésta se encuentra por debajo del 5% diario, se concentran nutrientes y desechos biológicos, aumentando la turbiedad, pero sin afectar el crecimiento normal de la especie. Sin embargo, no se conoce la tasa de recambio del agua de las piscinas camaroneras de las haciendas La Ranita y Pueblo Nuevo, solamente se afirma que la transferencia de agua de un estanque a otro se realiza por medio de bombeo/inyección a presión.

Otro factor importante a acotar es que la limpieza de las mallas de las compuertas de intercambio de agua debe efectuarse dos veces día (ChemicalPharm, 2017), y en el caso de las camaroneras de este estudio, al momento del muestreo, aún no se había cumplido esta acción; razón que pudo inducir a la presencia de sólidos suspendidos en el agua.

Por ende, tanto el agua que se capta para la producción como el agua residual, tienen este parámetro fuera de norma sin aumentar ni disminuir durante todo el ciclo, y, en consecuencia, no se puede escatimar como un parámetro determinante del crecimiento o engorde del camarón ni con repercusiones sobre el cuerpo de agua marino.

Adicional a lo anterior, se puede observar que el parámetro Sólidos Totales Disueltos, se encuentra fuera de norma, tanto en las muestras tomadas en la piscina de la Camaronera La Ranita como Pueblo Nuevo, se puede preliminarmente determinar que los Sólidos Totales Disueltos, superan la norma

desde que el agua es inyectada a las piscinas durante el proceso de siembra de larvas y se mantiene con esa característica de incumplimiento hasta el final de la producción. Es importante precisar que tanto el agua que se capta para la producción como el agua residual tienen este parámetro fuera de norma, y que durante el ciclo de producción no aumenta ni disminuye la concentración del mismo, como puede observarse en las tablas 6 y 7.

Tabla #8: Tabla de Análisis de Resultados de Sedimento en la Camaronera Pueblo Nuevo.

Parámetro	Primera Muestra	Tabla 1	Estatus	Segunda Muestra	Tabla 1	Estatus
Arenisco	9.9 mg/l	12 mg/Kg	Cumple	9.9 mg/l	12 mg/Kg	Cumple
Cobalto	9.9 mg/l	10 mg/Kg	Cumple	9.9 mg/l	10 mg/Kg	Cumple
Cobre	19,19 mg/l	25 mg/Kg	Cumple	9,9 mg/l	25 mg/Kg	Cumple
Cromo	49 mg/l	0,4 mg/Kg	No Cumple	49 mg/l	0,4 mg/Kg	No Cumple
Mercurio	0,15 mg/l	0,1 mg/Kg	No Cumple	0,049 mg/l	0,1 mg/Kg	Cumple

Tabla 1.- Criterios de calidad del suelo

Tabla #9: Tabla de Análisis de Resultados de Sedimento en la Camaronera La Ranita

Parámetro	Primera Muestra	Tabla 1	Estatus	Segunda Muestra	Tabla 1	Estatus
Arenisco	9.9 mg/l	12 mg/Kg	Cumple	9.9 mg/Kg	12 mg/Kg	Cumple
Cobalto	9.9 mg/l	10 mg/Kg	Cumple	9.9 mg/Kg	10 mg/Kg	Cumple
Cobre	9,9 mg/l	25 mg/Kg	Cumple	22.9 mg/Kg	25 mg/Kg	Cumple
Cromo	49 mg/l	0,4 mg/Kg	No Cumple	49 mg/Kg	0,4 mg/Kg	No Cumple
Mercurio	0,17 mg/l	0,1 mg/Kg	No Cumple	0,08 mg/Kg	0,1 mg/Kg	Cumple

Tabla 1.- Criterios de calidad del suelo

En los resultados obtenidos en el análisis de sedimentos, se puede observar que el parámetro Cromo se encuentra fuera de norma en proporciones de hasta 100 veces más de lo que determina la normativa vigente. Sin embargo, es relevante destacar que el sedimento antes de la inyección de agua para el proceso productivo, ya presentaba este parámetro fuera de norma y que el mismo no se incrementa durante el proceso de producción.

Lacma, Iannacone & Vera (2007) estipulan que el cromo en concentraciones que superan los límites permisibles según la legislación de cada país, puede generar estrés en la especie o daño en la expresión genética del ADN; no obstante, no se delimitan consecuencias sobre los recursos agua y suelo. Este argumento coincide con lo que expresa Ochoa (2016), que indica que las fuentes antrópicas más comunes del cromo no se asocian a ninguna de los subprocesos de las camaroneras, sin embargo, es factible atribuir su presencia a la incorporación de productos químicos de desinfección o plaguicidas, como mecanismo de control en la actividad. De forma similar, Cano (2012) señala que el cromo en su forma más soluble (hexavalente) se asocia a la composición de fungicidas, plaguicidas o tintas de preservación que suelen ser muy usadas para el mantenimiento y limpieza del reservorio camaronero.

Por otro lado, la condición de concentración de cromo, a criterio personal, puede también adjudicarse a las condiciones naturales del suelo, ya que la producción de camarón en estas haciendas no supera los 15 años y durante este periodo no se ha realizado análisis alguno del sedimento que pueda compararse con los resultados actuales y determinar su verdadera causa. En consecuencia, sería impreciso conferir las concentraciones fuera de norma a alguna de las sustancias o productos químicos usados en la producción de camarón, pues ninguno tiene como componente activo principal o en porcentaje dominante al cromo.

Vale la pena mencionar que ninguna piscina camaronera en Ecuador está obligada a tratar las aguas de su producción en plantas de tratamiento. Además, se detalla inexistencia de una normativa específica de calidad de agua entrante y

residual para esta actividad en particular. Pese a ello, es importante precisar que dependiendo del tipo de cultivo del que se trate, va a existir una relación directa que alterará la calidad del sedimento sobre el cual se ha establecido una piscina camaronera. Del mismo modo, el impacto ambiental ocasionado sobre la calidad del sedimento estará fuertemente influenciado por la cantidad y la calidad de insumos que se demande para este tipo de actividad productiva.

Orozco & Ramírez (2015) mencionan que la interacción suelo-proceso productivo influye directamente sobre la calidad del agua y la salud de los camarones, es decir, si no existe incumplimiento de parámetros inorgánicos en el suelo (metales pesados), la cosecha será productiva en peso y calidad.

## **6. Conclusiones**

Se ha determinado que para el proceso productivo de crianza y producción de camarón se usan sustancias y productos químicos como: Citroplus, Adimix, E-flox, Vi-Bac, Melaza, Procrecim plus con diferentes composiciones, mismas que no han determinado el cambio de la calidad físico, química o microbiológica del agua.

Los parámetros Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes Fecales, muestreados en el agua de las piscinas de las Camaroneras se encuentran en cumplimiento de lo que determina la normativa ambiental vigente en Ecuador.

Los parámetros Aluminio, Arsénico, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Coliformes Fecales, presentan concentraciones similares durante las cinco semanas de producción de camarón, pues no se evidencia cambios significativos en los resultados obtenidos entre los dos episodios monitoreados.

El sedimento del fondo de las piscinas de producción de camarón de las camaroneras La Ranita y Pueblo Nuevo, presentan concentraciones fuera de norma de cromo, metal pesado que no es adjudicado a ninguno de los productos y sustancias químicas usadas en el ciclo productivo semiintensivo, pues no es componente activo de los mismos.

## **7. Referencias Bibliográficas**

Alcívar, B. (2015). Importancia del sector camaronero en la provincia de El Oro en el Ecuador y su aporte a la recaudación total de impuestos, durante el periodo 2010-2011. Universidad de Guayaquil.

Barros, J. (2016). Efecto de dos sistemas de producción en las variables de cultivo y de calidad de agua en *Litopenaeus vannamei*.

Cano, A. M. (2012). Una aproximación al cultivo sostenible del camarón marino.

Cárdenas, M. (2013). Sistema de Biomonitorio Acuático de los ríos de la Provincia del Guayas. Gobierno Provincial del Guayas.

Chango, G. (2016). Impacto ambiental en el cuerpo receptor de los efluentes de la camaronera Cayancas.

Córdova, J. (2016). Primer reporte de una función de producción empírica para el cultivo de camarón en 64 granjas camaroneras de Ecuador.

De la Caridad, C., Calderón, F., & Feijoo, A. (2016). Las camaroneras ecuatorianas: una polémica medioambiental. Universidad y Sociedad.

De la Caridad, C., León, G., & Calderón, F. (2016). La gestión ambiental empresarial, su función frente a los cambios climáticos globales. Camaroneras, caso: manglares de Ecuador. Universidad y Sociedad.

- Espinosa, A., & Bermúdez, M. d. (2011). La acuicultura y su impacto al medio ambiente.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF.2006. Principios Internacionales para la crianza responsable de camarón. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand, 20. Disponible en Internet <http://www.enaca.org/uploads/international-srimp-pinciples-06.pdf>
- Fajardo, D. (2015). Inadecuado manejo de los fertilizantes para la producción de algas puede ocasionar el mal de choclo en la producción camaronera.
- Granda, A. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de una camaronera intensiva de agua dulce.
- Guedes, B., & Toledo, E. (2016). Análisis de la actual crisis camaronera y alternativas de supervivencia para el sector.
- Isla, M. (2006). Manejo sostenible del cultivo de camarón en Cuba. Estudio de caso: camaronera CALISUR, provincia Granma. Centro de Investigaciones Marinas.
- Limongi, M. (2016). Análisis de la presencia de compuestos nitrogenados en los sedimentos del Estero San Camilo. Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación "Albert Eyde". Samborondón: Universidad de Especialidades Espiritu Santo.
- Márquez, C. (2014). Plan de manejo de los manglares del estero Guajabal en el archipiélago de Jambelí.
- Ministerio del ambiente. (2015). Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Guayaquil.

- Niola, Á. (2017). Revisión de sistemas combinados de micro y macro organismos como alternativa tecnológica para el tratamiento de efluentes en granjas camaroneras.
- Ochoa, C. (2016). Acuicultura orgánica-ecológica: aplicación de productos naturales en sustitución de químicos en los procesos de cría de camarones en cautiverio. *Revista AquaTIC*.
- Oddone, N., & Beltrán, C. (2014). Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador.
- Orosco, C. (2017). Criterios para la correcta selección del medio de cultivo e identificación de *Vibrios sp.* en agua de piscinas camaroneras.
- Párraga, R., & Aguirre, S. (2015). Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del río Portoviejo.
- Proaño, M. d. (2016). Análisis espacial de concentraciones de metales pesados en agua y sedimentos en la Reserva Ecológica Manglares Churute.
- Romero, N. (2014). Neoliberalismo e industria camaronera en Ecuador. *Letras Verdes*, 55-78.
- Rugama, M. d. (2015). Comparación del crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: uno en siembra directa y el otro por fases.
- Ruiz, G. (2017). Efecto probiótico EM sobre poblaciones de camaroneras *Litopenaeus vannamei* en lagunas camaroneras de la granja Torrecillas Aquaculture ubicada en Estero Real, Nicaragua.

Saldias, C. (2015). Efluentes y balance de nutrientes en piscinas camaroneras con diferentes prácticas de manejo.

Talledo, N. (2014). Diagnóstico del sector camaronero en el cantón El Guabo 2013. Universidad Técnica de Machala.

Ugarte, C. (2015). Modelo de Planificación estándar de toma de decisiones para las camaroneras de la ciudad de Machala.