

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL, PROYECTO PUERTO BOLÍVAR – FASE 1

**– IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN
DE IMPACTOS ACUMULATIVOS –**

Preparado para:



YILPORT TERMINAL OPERATIONS, YILPORTECU S.A

Elaborado por:



ECOSAMBITO C.LTDA.

Diciembre del 2020

Tabla de Contenido

1. Introducción	2
2. Metodología	4
2.1. Impactos acumulativos sobre el Estero Santa Rosa y el Canal de Jambelí.....	4
3. Resultados.....	8
3.1 Principales actividades que generarían impactos acumulativos hacia el área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar.....	8
3.2 Monitoreos de calidad de agua y de sedimentos en el área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar.....	34
3.3 Valoración subjetiva de impactos acumulativos	49
4. Bibliografía.....	54
5. Anexos.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Principales industrias de la provincia de El Oro. Tomado de www.bce.fin.ec	8
Tabla 2. Matriz de valoración de impactos acumulativos.....	49

Índice de figuras

Figura 1. Impacto indirecto (Walker and Johnston, 1999)	2
Figura 2. Impactos acumulativos.....	3
Figura 3. Sitios de muestreo de aguas y sedimentos periodo 2018-2020.....	6
Figura 4. Ubicación de sitios de muestreo de conchas y sedimentos, noviembre 2020.....	7
Figura 5. Producción industrial bruta acumulada en la provincia de El Oro	9
Figura 6. Evolución de la producción industrial bruta de la provincia de El Oro.....	11
Figura 7. Consumo intermedio acumulado por industria en el periodo 2007-2018	12
Figura 8. Evolución del consumo intermedio por industria de la provincia de El Oro.....	13
Figura 9. Valor agregado bruto acumulado por industria.....	14
Figura 10. Evolución del valor agregado bruto por industria en la Provincia de El Oro.....	15
Figura 11. Evolución de la superficie plantada y la producción generada en cultivos permanentes de la provincia de El Oro	17
Figura 12. Evolución de la superficie plantada y producción de cultivos permanentes en la provincia de El Oro sin considerar Banano	18
Figura 13. Evolución de cultivos transitorios en la provincia de El Oro.....	21
Figura 14. Plaguicidas y agroquímicos utilizados en el cultivo de arroz. Tomado de León Pérez, 2015.	22
Figura 15. Tabla obtenida del documento PDOT actualización 2018 (GDMM,2018) nótese que el banano y el Cultivo de Camarón comprometen el uso de la mitad del territorio.....	23
Figura 16. Estudios publicados enfocados hacia impactos ambientales de camarónicas en América latina en el periodo 1984-2020.....	26
Figura 17. Producción de camarón blanco <i>Penaeus vannamei</i> en el continente americano periodo 1970-2018 tomado de FIGIS FAO.....	27
Figura 18. Impactos ambientales descritos en publicaciones del periodo 1984-2020.....	28
Figura 19. Resultados de la estimación de pérdida de manglares en las inmediaciones de Puerto Bolívar periodo 1966-1982.....	29

Figura 20. Cambio temporal del uso de suelos asociados a estuarios en Canal y Archipiélago de Jambelí, periodo 1977 a 2014.....	30
Figura 21. Evolución de cobertura de manglares, camaroneiras y otros usos del suelo periodo 1997 a 2014.	31
Figura 22 Análisis químico de relaves mineros de Ponce Henríquez	32
Figura 23. Concentración de Arsénico, Cadmio, Cobre y Mercurio en cuerpos de agua asociados a 4 centros mineros del sur del Ecuador	33
Figura 24. Ph y Conductividad eléctrica del agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.	35
Figura 25. Temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno y contenido de amonio en muestras de agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.....	36
Figura 26. Contenido de metales en muestras de agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.	37
Figura 27. Estado químico de sedimentos integrando muestreos del periodo 2017-2020 ...	38
Figura 28. Contenido de metales en sedimentos	39
Figura 29. Metales y metaloides de mayor contenido en sedimentos del Estero Santa Rosa	40
Figura 30. Metales y metaloides de mayor contenido en sedimentos del Estero Santa Rosa	40
Figura 31. Contenido de Bario y Zinc en muestras de sedimentos.....	41
Figura 32. Contenido de Cobre, Vanadio, Cromo y Boro	41
Figura 33. Niveles de arsénico, Níquel, Plomo y Cobalto.....	42
Figura 34. Molibdeno y Selenio en sedimentos.....	43
Figura 35. Metales trazas en sedimentos.....	44
Figura 36. Tamaño de conchas enviadas a laboratorio,.....	45
Figura 37. Contenido de metaloides en conchas analizadas en laboratorio.	46
Figura 38. Contenido de zinc y manganeso en conchas del estero Jambelí.....	46
Figura 39. Contenido de arsénico, cobre y cadmio en conchas analizadas en laboratorio ..	47
Figura 40. Acumulación de Bario y de Molibdeno en conchas del Estero Santa Rosa	48
Figura 41. Valoración de tipos de impactos generados por principales actividades industriales y asentamientos humanos.....	50
Figura 42. Valoración de la magnitud y duración de impactos acumulativos generados por principales actividades industriales y asentamientos humanos	51
Figura 43. Valoración de la reversibilidad, opciones de mejoras y marcos legales relativos.	52
Figura 44. Evaluación de impactos acumulativos de las principales industrias de la provincia de El Oro.....	53

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto Puerto Bolívar como la mayoría de los proyectos portuarios, ocurre en un sector donde convergen múltiples actividades económicas, muchas de las cuales se verán potenciadas por las facilidades logísticas y oportunidades de negocios internacionales que brindan estas estructuras de impacto regional.

El Proyecto Puerto Bolívar ha generado y generara impactos localizados asociados al cambio inicial de un hábitat que fue transformado y a efectos secundarios asociados a los productos que movilice y las maniobras que efectúen navíos, sin embargo, se debe tener presente que sus efectos no son ni serán los únicos impactos que reciba el entorno natural del área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar.

Por ende, el presente reporte resume los efectos acumulativos que recibe el entorno natural que acoge al proyecto Puerto Bolívar partiendo de la revisión de fuentes de información oficiales que permiten dimensionar otras industrias y actividades productivas desarrolladas en la provincia de El Oro y en el cantón Machala, revisando antecedentes publicados respecto de los principales impactos ambientales asociados a dichas actividades.

Posteriormente se compila información de calidad ambiental levantada durante más de dos años de monitoreo y de muestreos recientes enfocados hacia la calidad del entorno marino costero próximo a las instalaciones de Puerto Bolívar, así como de sitios más distantes para demostrar que los afectaciones e impactos registrados son de naturaleza regional y no pueden atribuirse al proyecto Puerto Bolívar.

Dichos impactos acumulativos se discuten durante todo el reporte y para ser finalmente evaluados por el equipo consultor buscando identificar que actividades o industrias serían los que tendrían una mayor relación con los impactos acumulativos que suceden en el Estero Santa Rosa y el área de influencia directa del proyecto de Puerto Bolívar.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

1. Introducción

De acuerdo con el texto “Guía para evaluar y gestionar los impactos y riesgos para la biodiversidad en los proyectos respaldados por el Banco Interamericano de Desarrollo (Watkins et al ,2015). Los impactos acumulativos son producidos por los efectos combinados en las características fundamentales de la biodiversidad (o componentes valiosos del ecosistema relacionados con ella) de todos los proyectos pasados, presentes y razonablemente previsibles.

Los mismos autores sostienen que la evaluación de los impactos acumulativos suele pasarse por alto en los proyectos. Situación atribuida en parte, a la dificultad de mitigarlos, dado que el programa o el cliente podrían considerar que la gestión de estos impactos es responsabilidad del gobierno regional o nacional. Si bien podría ser más eficaz abordar estos impactos en el ámbito local, regional o nacional mediante evaluaciones ambientales estratégicas o programas regionales de planificación, los clientes igualmente deben incorporar una evaluación de impactos acumulativos en el proceso global de EA.

El documento de la Comisión Europea *Guidelines for the Assessment of indirect and cumulative impacts aswell as impact Interactions* NE80328/D1/3 Environment, Nuclear Safety & Civil protection (Walker and Johnston, 1999), menciona que un problema clave en cualquier proyecto es como definir impactos indirectos así como sus interacciones, en aquella guía se define a estos de la siguiente manera:

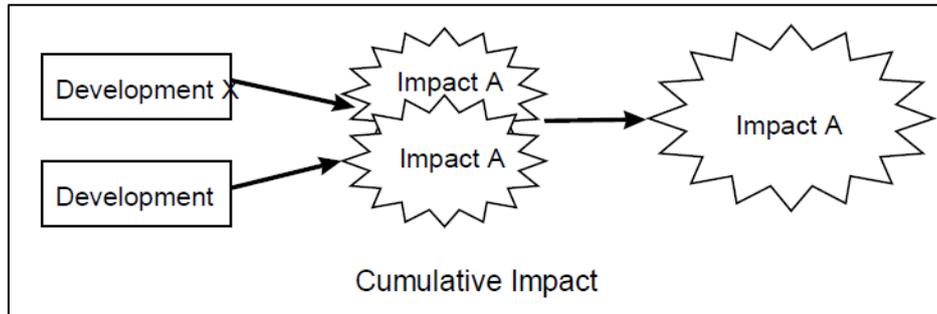
Impactos indirectos: Impactos sobre el ambiente, que no son un resultado directo del proyecto, a menudo generados distantemente o como resultado de una vía compleja. Algunas veces se refieren a estos como efectos de segundo o tercer nivel de impacto, o impactos secundarios

Figura 1. Impacto indirecto (Walker and Johnston, 1999)



Impacto acumulativo: impactos que resultan desde cambios incrementales causados por otras acciones pasadas, presentes o razonablemente previsibles junto con el proyecto.

Figura 2. Impactos acumulativos



Un ejemplo de este tipo de impactos sería la contaminación de nutrientes como compuestos nitrogenados y fosforados, una parte de ellos se originará de descargas urbanas sin sistemas de tratamiento y otra parte de estos provendría de camarónicas.

Interacciones impactos: Las reacciones entre impactos, ya sea entre los impactos de un solo proyecto o entre los impactos de otros proyectos en la misma área.

De acuerdo con el primer texto, los impactos acumulativos son de carácter general y tienen importantes consecuencias para la biodiversidad. Las evaluaciones del impacto deben centrarse en los efectos combinados e incrementales del proyecto y de otros programas en las características fundamentales de la biodiversidad, especificados en los estudios de línea base correspondientes.

El Proyecto Puerto Bolívar se relaciona principalmente con el entorno marino costero del Estero Santa Rosa y su salida hacia altamar en el canal de Jambelí donde el cubeto de depósito de dragados también genera un área de influencia específica, no obstante en términos ecológicos las delimitaciones de áreas de influencia constituyen ejercicios circunscritos a la dinámica física de corrientes locales y su alcance en un determinado tiempo para precaver respuestas ante eventos químicos por ejemplo.

En este punto luego de haber contextualizado el concepto de impactos acumulativos es importante mencionar que el estero Santa Rosa y el canal de Jambelí resumen la influencia de un entorno transformado donde se desarrollan importantes actividades productivas y donde un tercio de millón de habitantes en el área de influencia carecen de sistemas de tratamiento de aguas residuales, las que por escorrentía natural terminarían en dichos cuerpos de agua.

2. Metodología

2.1. Impactos acumulativos sobre el Estero Santa Rosa y el Canal de Jambelí

Encontrar información de impactos ambientales de actividades productivas desarrolladas en el área de influencia no es sencillo debido a que constituye un tema divergente, involucra información confidencial de empresas, proyectos y de sectores estratégicos a nivel nacional y en términos generales ningún sector económico desea ser vinculado en el inconsciente colectivo como una actividad contaminante o nociva para el entorno.

Por ende, el primer paso para entender impactos acumulativos correspondió a la identificación y cuantificación de actividades económicas productivas que se desarrollan en el área de influencia directa e indirecta del proyecto que pudiesen generar impactos ambientales, para esto se analizó información existente en bases de datos oficiales del estado ecuatoriano para luego de organizar y priorizar en términos de importancia económica dichas actividades, indagar en antecedentes bibliográficos de carácter científico sobre los efectos ambientales y por ende ecológicos que generarían mediante la revisión de antecedentes bibliográficos.

Las Bases de información consultadas fueron las siguientes:

- Cuentas Nacionales regionales del Banco Central del Ecuador¹ en el periodo 2007-2018. Base que compila tres agrupaciones de información de valorización económica: Producción bruta provincial por Industria, Consumo intermedio provincial por Industria y Valor agregado bruto provincial por industria
- Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua - ESPAC²
- Información 2018 del hectareaje y ubicación de Piscinas camaroneras proporcionada por el anterior Viceministerio de Acuicultura y Pesca.

Una vez identificados aquellos sectores que comprometen un mayor uso del territorio y movimiento económico se recopilieron publicaciones que abordan los impactos ambientales de la actividad, así como aspectos conflictivos en la gestión ambiental de otras actividades “identitarias” o mayormente desarrolladas en la provincia de El Oro, esta situación resulta de la contingencia de carecer de información seccionada por cantones y parroquias para la mayoría de las actividades.

Para tener una perspectiva respecto del potencial impacto de estas actividades se estableció una matriz subjetiva de impactos acumulativos en función de criterios de gestión ambiental del equipo consultor.

¹ <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/293-cuentas-provinciales>

² <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>

Finalmente se describen algunos indicadores de calidad ambiental registrados en el área de influencia directa más próxima, es decir el estero Santa Rosa a partir de dos análisis; la compilación de resultados de análisis de calidad de aguas y de sedimentos colectados y enviados a laboratorios acreditados en el periodo 2008-2020 en 6 estaciones fijas diseminadas en inmediaciones del complejo portuario Puerto Bolívar donde se analizaron 6 sitios cuya ubicación se observa en la Figura 3.

1. Frente a APPB
2. Frente a Liceo Naval
3. Isla del Amor
4. Entrada a El Coco
5. Punta el Faro
6. Entrada a Jambelí

Los resultados comunicados por el laboratorio fueron contrastados en el tiempo y entre sectores principales y como análisis complementarios el día viernes 6 de noviembre se adquirieron muestras de conchas negras *Anadara tuberculosa*, así como de sedimentos de manglares y submareales en 4 sectores del estero Santa Rosa que se observan en la Figura 4.

- a) Entrada a Jambelí
- b) Isla del Amor interna
- c) Estero Huayla y
- d) Estero Guajabal

Estas muestras involucraron a conchas negras de dos rangos de tallas empleándose a 4 recolectores que extrajeron conchas en cada sitio durante una hora, obteniéndose, además, muestras de sedimentos de los primeros 3 cm superficiales en sectores de concheo, así como obtenidos de sedimentos submareales colectados en el sitio donde desembarcaron los muestreadores. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado que determinó el contenido de 20 metales y metaloides en ellas, de esta forma se analizaron 8 muestras de conchas (dos rangos de tallas por cada sitio) y 8 muestras de sedimentos para observar si hubiere diferencias significativas entre sitios de muestreo, 2 sitios de muestreo se ubicaron a menos de 2 km del complejo portuario Puerto Bolívar y 2 estaciones pueden considerarse distantes del complejo y de la influencia urbana.

Figura 3. Sitios de muestreo de aguas y sedimentos periodo 2018-2020

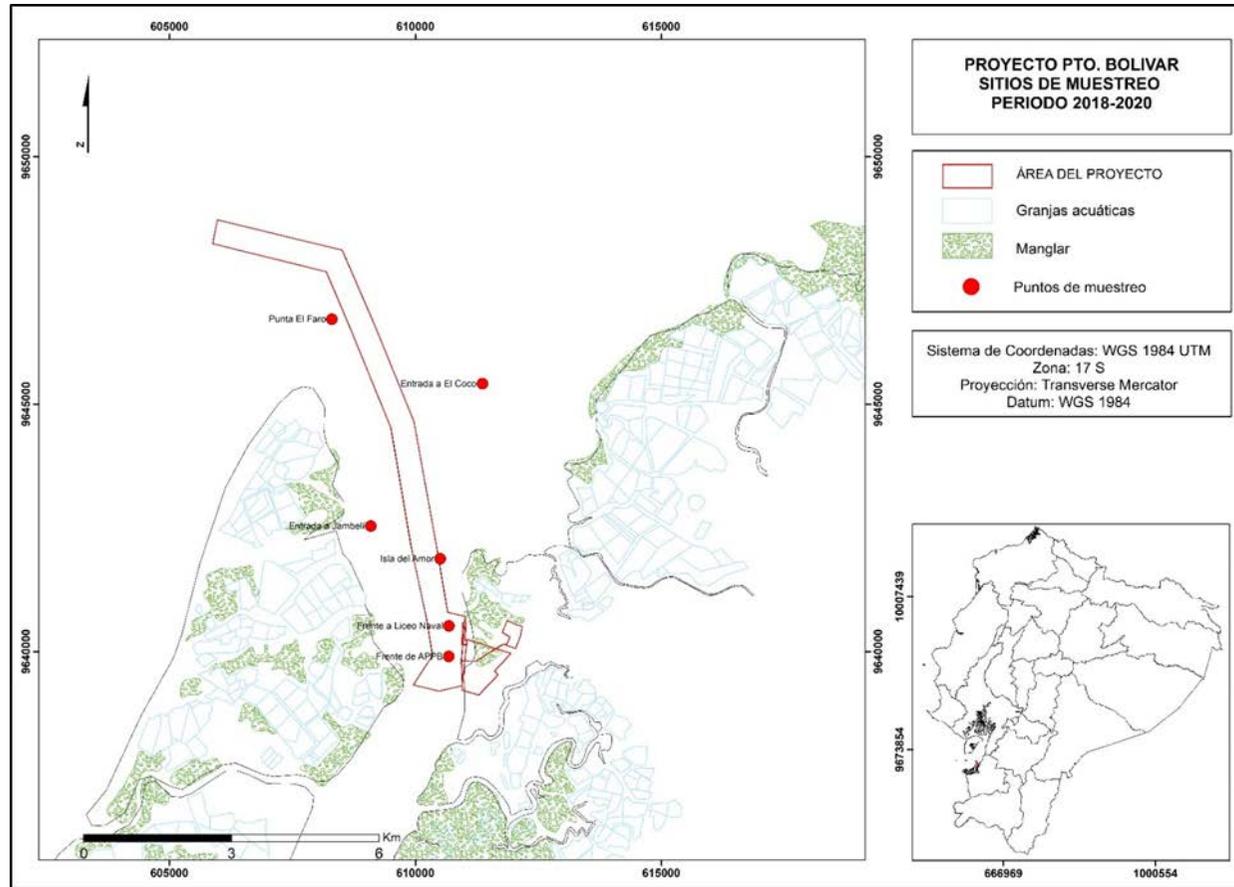
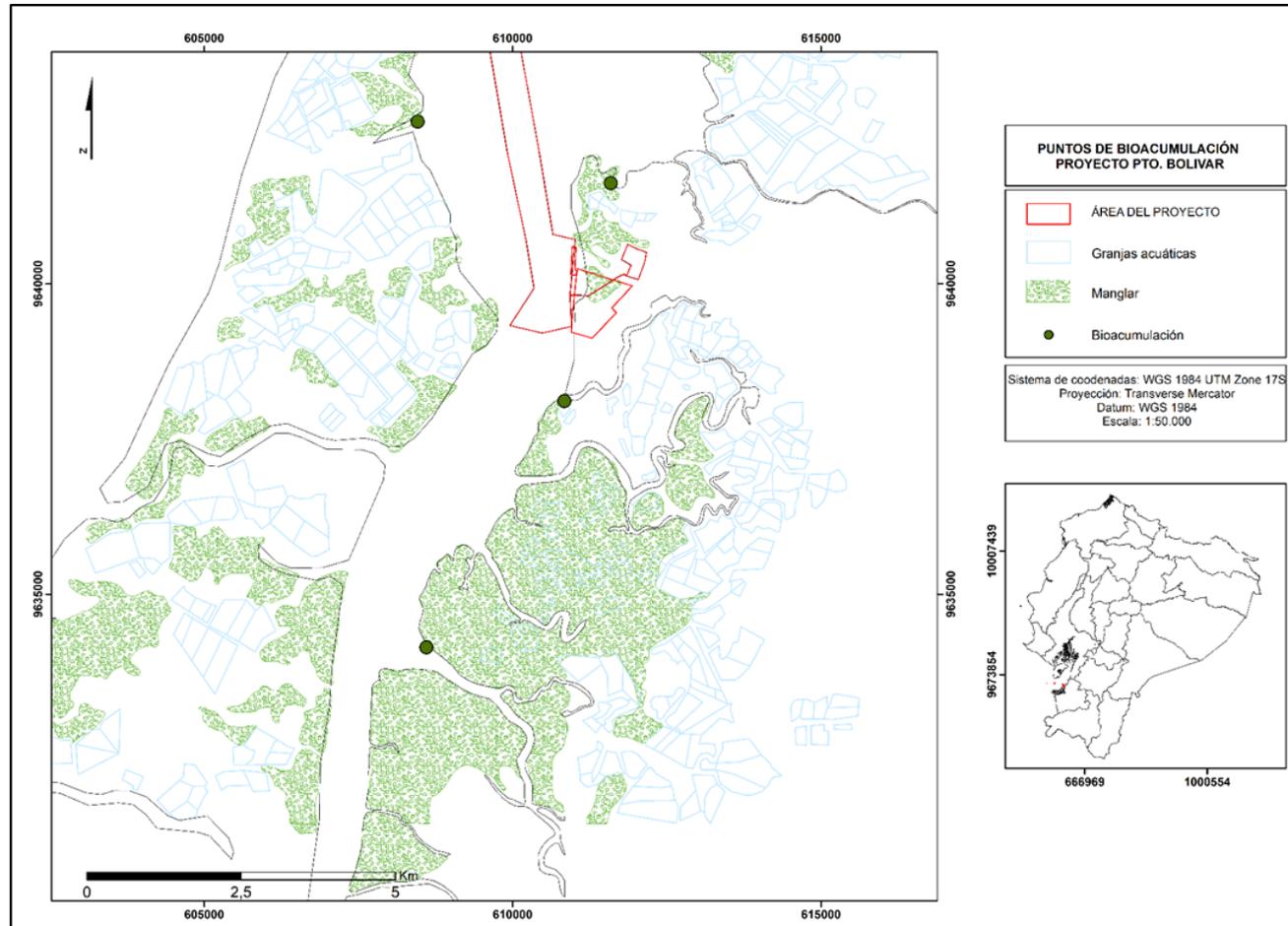


Figura 4. Ubicación de sitios de muestreo de conchas y sedimentos, noviembre 2020



Elaborado por: Ecosambito, 2020

3. Resultados

3.1 Principales actividades que generarían impactos acumulativos hacia el área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar

La información oficial de actividades económicas del Ecuador es compilada por el Banco Central del Ecuador, entidad que agrupa todas las actividades económicas industriales del país en 47 categorías donde se incluyen actividades que generarían indirectamente afectaciones al entorno y que corresponden a múltiples servicios que generan movimiento económico.

Por ende, al filtrar el listado de industrias hacia aquellas que involucran el consumo directo y procesamiento de algún recurso natural o que proporcionalmente generarían una mayor emisión de residuos y que por ende generarían mayores impactos hacia el entorno natural; el listado de industrias disminuye a 35 actividades que influenciarían el entorno inmediato y área de influencia del Proyecto Puerto Bolívar. Estas actividades al ser priorizadas en función del mayor movimiento económico durante el periodo 2007-2018 se enlistan en la tabla 1 y representan el 95% del valor estimado total de producción bruta por industrias y del consumo por industria, así como el 96% del valor agregado por industria al sumar las cuentas provinciales registradas por el Banco Central del Ecuador.

Tabla 1. Principales industrias de la provincia de El Oro. Tomado de www.bce.fin.ec

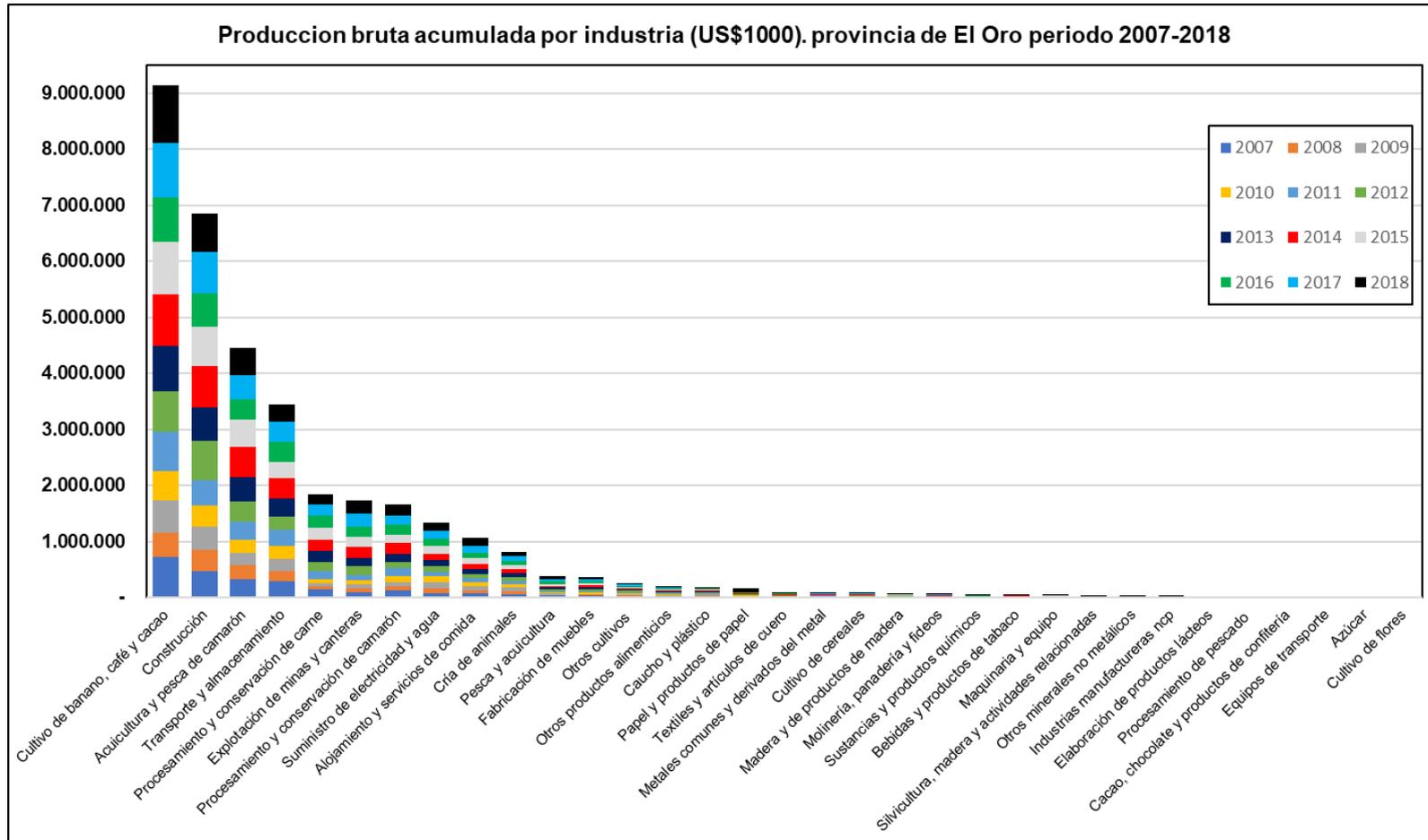
Ranking	Producción Bruta	Consumo intermedio	Valor agregado bruto
1	Cultivo de Banano, Café y Cacao	Cultivo de Banano, Café y Cacao	Cultivo de Banano, Café y Cacao
2	Construcción	Construcción	Acuicultura y Pesca de Camarón
3	Acuicultura y pesca de camarón	Acuicultura y pesca de camarón	Transporte y almacenamiento
4	Transporte y almacenamiento	Transporte y almacenamiento	Minas y canteras
5	Procesamiento y conservación de carne	Procesamiento y conservación de carne	Alojamiento y servicios de comida
6	Minas y canteras	Procesamiento y conservación de Camarón	Procesamiento de carne
7	Procesamiento y conservación de camarón	Suministro de electricidad y agua	Suministro de electricidad y agua
8	Suministro de electricidad y agua	Cría de animales	Procesamiento de camarón
9	Alojamiento y servicios de comida	Explotación de Minas y canteras	Pesca y acuicultura exceptuando camarón
10	Cría de animales	Alojamiento y servicios de comida	Cría de animales
11	Pesca y acuicultura (exceptuando camarones)	Fabricación de muebles	Otros cultivos

Fuente: www.bce.fin.ec

Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 5 a 10, se detalla el comportamiento de las 35 actividades industriales registradas por el Banco Central del Ecuador.

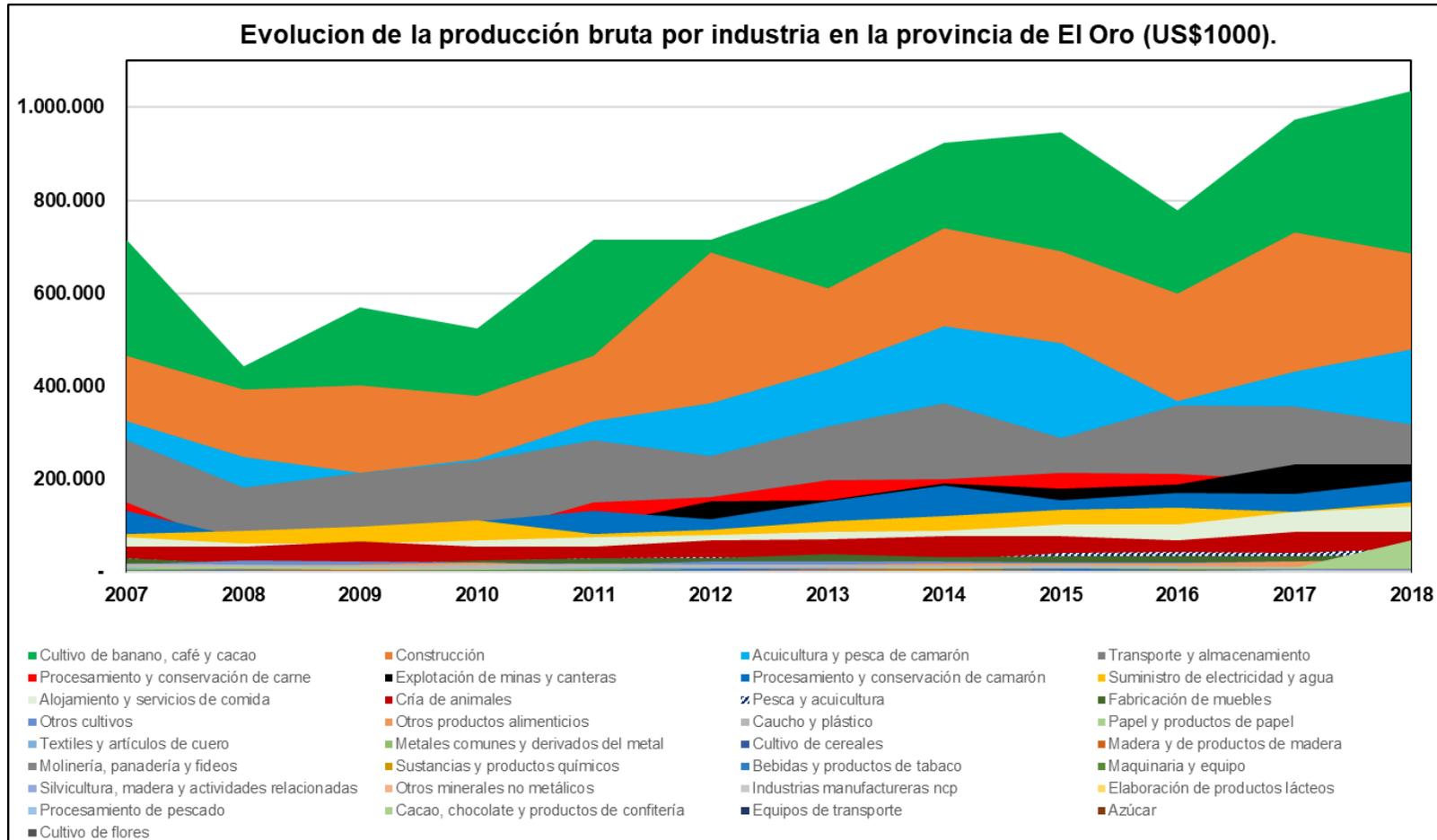
Figura 5. Producción industrial bruta acumulada en la provincia de El Oro



Fuente: www.bce.fin.ec

Elaborado por: Ecosambito, 2020

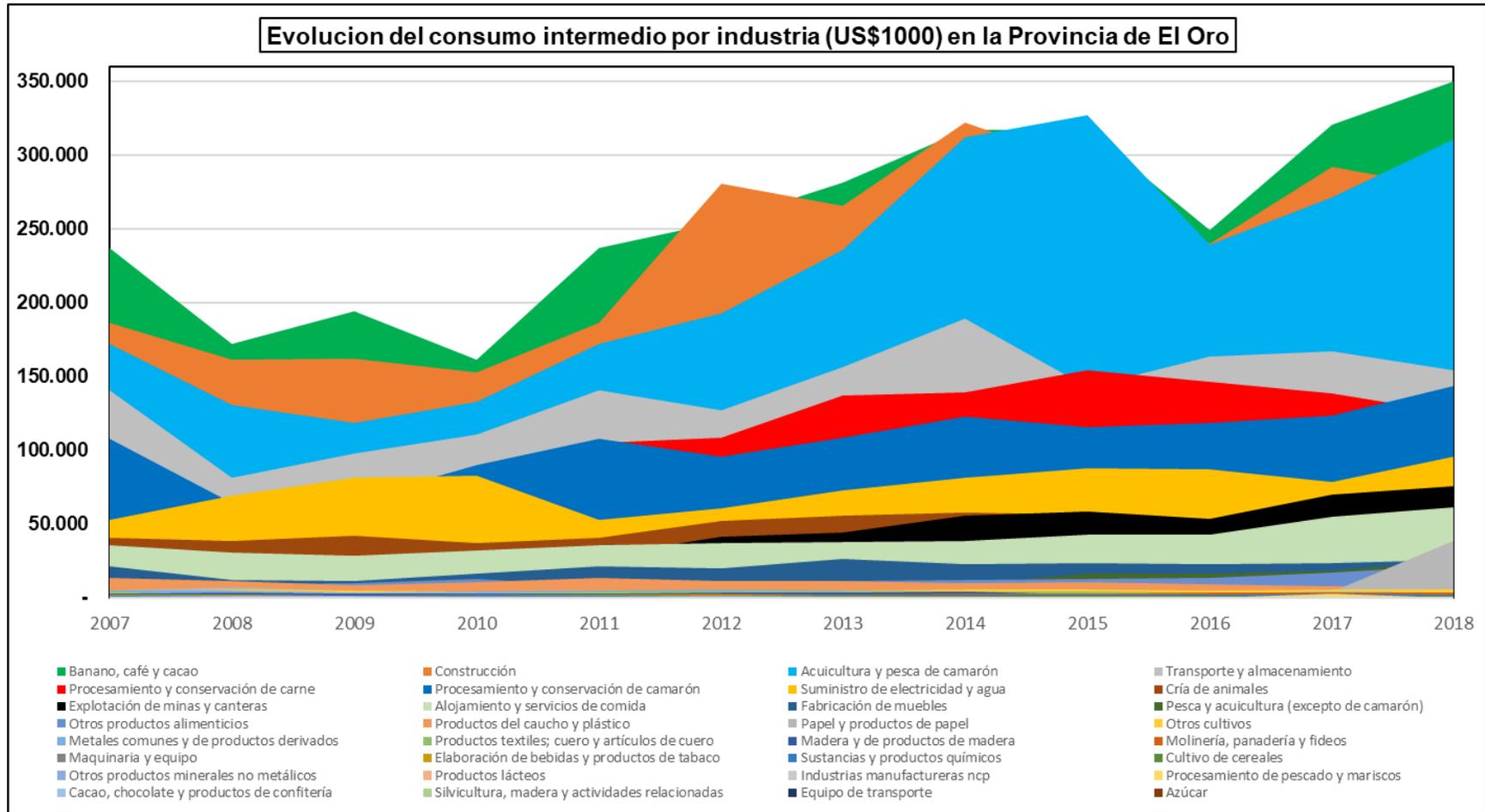
Figura 6. Evolución de la producción industrial bruta de la provincia de El Oro



Fuente: www.bce.fin.ec

Elaborado por: Ecosambito, 2020

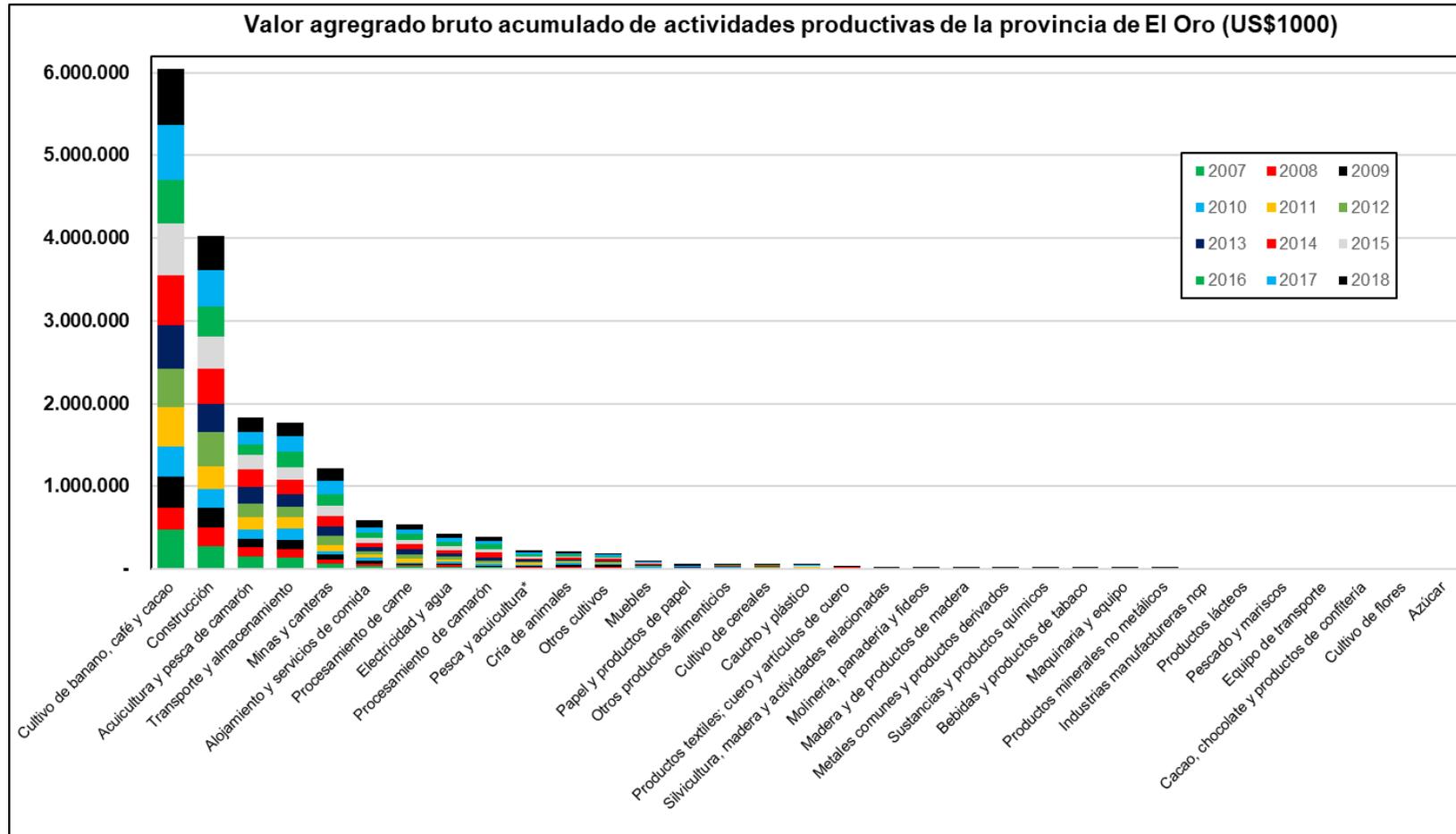
Figura 8. Evolución del consumo intermedio por industria de la provincia de El Oro



Fuente: www.bce.fin.ec

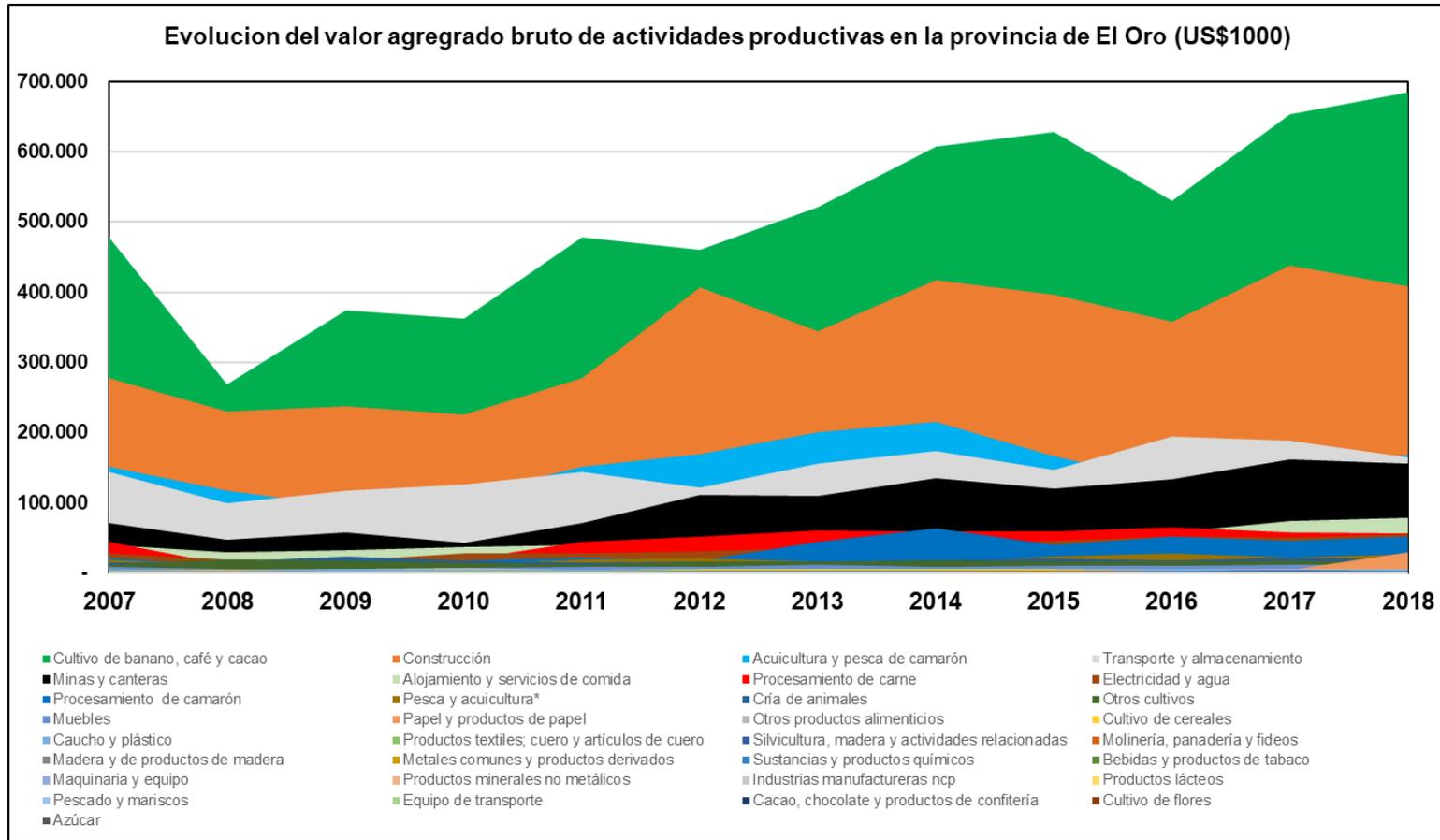
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Figura 9. Valor agregado bruto acumulado por industria.



Fuente: www.bce.fin.ec
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Figura 10. Evolución del valor agregado bruto por industria en la Provincia de El Oro



Fuente: www.bce.fin.ec

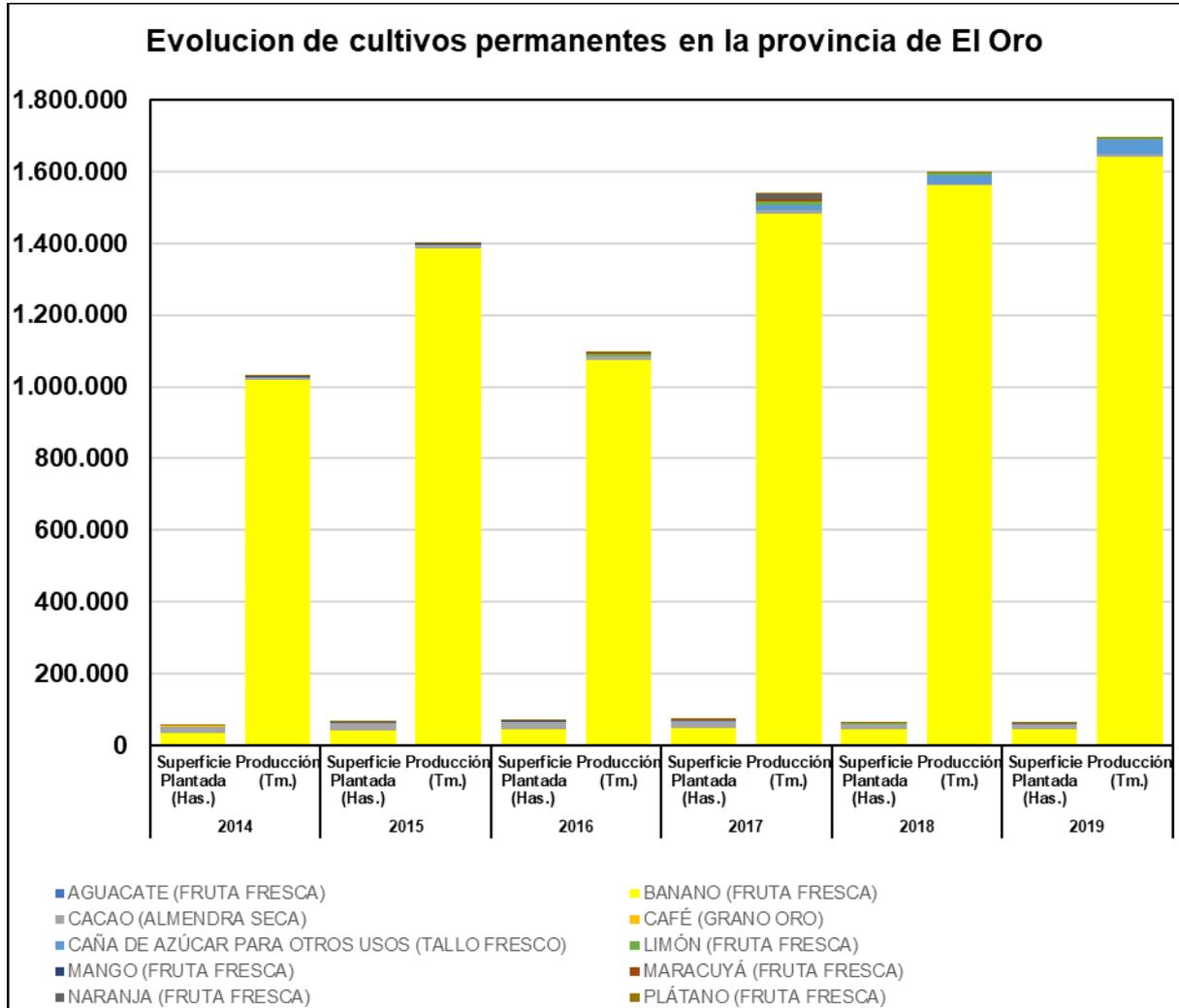
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Al analizar las industrias o sectores que concentran el mayor movimiento económico de la provincia de El Oro vemos que en todas las categorías descritas por las cuentas provinciales del Banco Central del Ecuador, la categoría Cultivo de Banano, Café y Cacao es la mayor actividad económica de la provincia, no obstante es importante establecer diferencias entre estos cultivos pues dos de ellos ocurren en sectores planos próximos al borde costero (Banano y Cacao) mientras que el Café principalmente su variedad montana se cultiva sobre los 1500 msnm.

Otros productos son cultivados en la provincia de El Oro, y al indagar sobre la superficie productiva, así como la evolución de superficie empleada descritos en la base de datos Encuesta de superficie productiva agropecuaria continua o ESPAC se tienen la Figura 11 y Figura 12 donde se observa que el Banano concentra el mayor uso del suelo cultivable de la provincia, opacando al resto de cultivos, con una producción superior 1'600.000 toneladas para el ejercicio 2019.

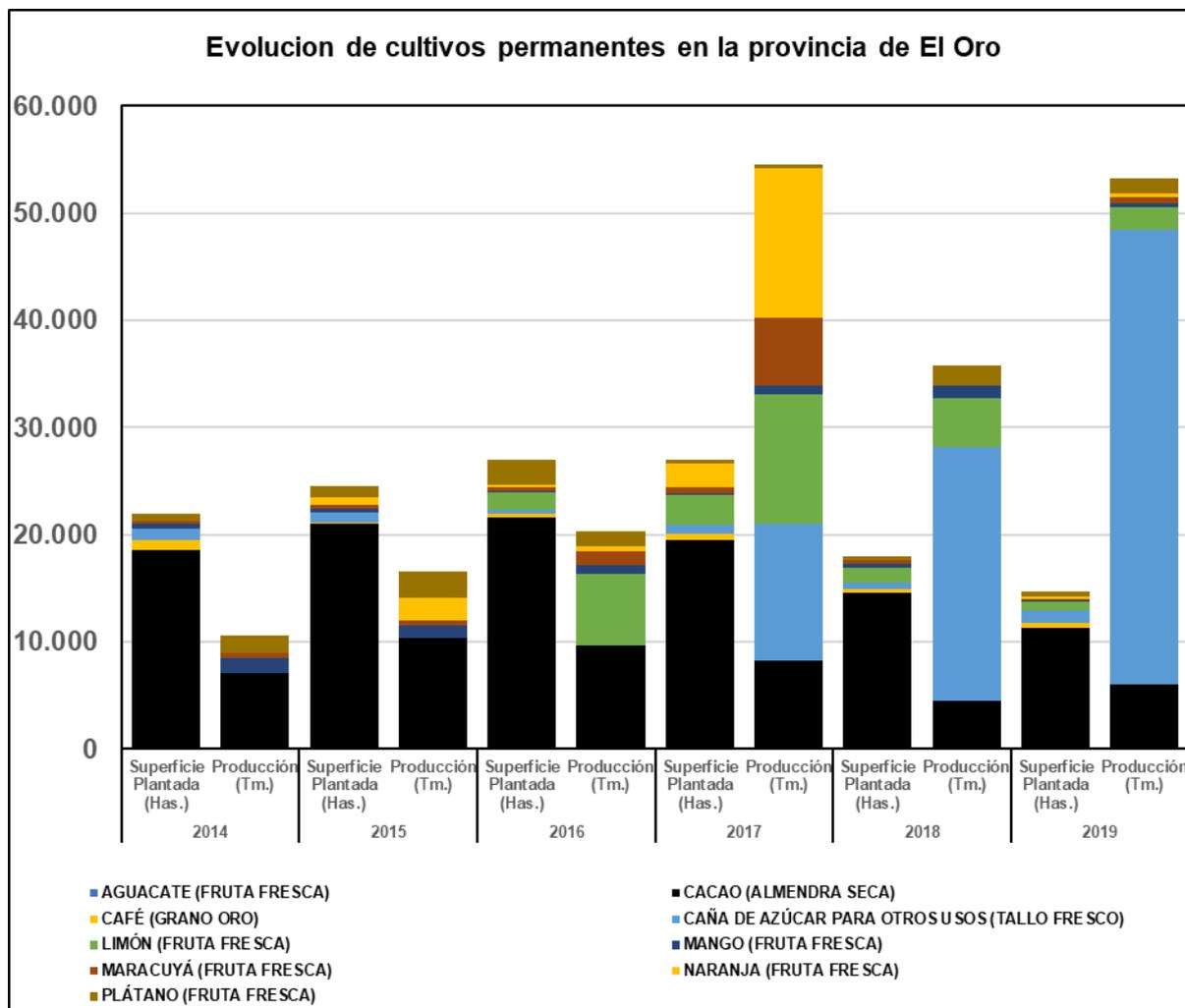
La provincia de El Oro empleaba en Cultivos permanentes una superficie de 60.288 ha de las cuales 45.549 ha, es decir el 75,55% de la superficie empleada corresponde a este monocultivo y en el último lustro registrado por ESPAC la superficie empleada en cultivos permanentes habría crecido un 7,63%, mientras que la superficie plantada de Banano se incrementó en un 25,99% en el mismo periodo.

Figura 11. Evolución de la superficie plantada y la producción generada en cultivos permanentes de la provincia de El Oro



Fuente: www.bce.fin.ec
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Figura 12. Evolución de la superficie plantada y producción de cultivos permanentes en la provincia de El Oro sin considerar Banano



Fuente: www.bce.fin.ec

Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 12 se observa que después del Banano algunos cultivos han tenido periodos de crecimiento siendo para el año 2019 el Cacao el segundo cultivo permanente en términos de superficie cultivada, sin embargo, en los dos últimos años reportados, su superficie ha disminuido luego de un máximo de 21613 ha en el 2016, para totalizar solo 11316 hectáreas en el 2019. El tercer cultivo permanente con mayor uso de superficie es la caña de azúcar que en año 2019 registro 1145 hectáreas plantadas y una producción de 42.475 Tm.

Al analizar los impactos ambientales que tienen los cultivos permanentes, se encuentran varias publicaciones científicas al respecto, destacándose en el último periodo publicaciones sociales que hablan de la inequidad social que caracteriza a este cultivo, dentro de publicaciones recientes Brisbois et al. (2019) publican "Health, environment and colonial legacies: Situating the science of pesticides, bananas and bodies in Ecuador" guiando al lector desde el título hacia uno de sus impactos más preocupantes, el abuso de agroquímicos

y específicamente de pesticidas así como la exposición de trabajadores de estos cultivos hacia estos productos.

Estos autores mencionan que la producción del banano refleja el espíritu colonialista europeo y mencionan que una de las causas de que el país se transformara en el líder mundial de exportación de bananas hacia las décadas finales del siglo pasado, habría sido el creciente riesgo de la producción bananera de América central. Enfermedades como la Sigatoka negra, causada por el hongo de la hoja *Mycosphaerella fijiensis* que representa la mayor limitante para la producción mundial de banano y que ha sido incrementalmente agresiva en el Ecuador (Jiménez et al, 2007); autores que identifican a esta enfermedad como la peor amenaza para la producción orgánica de Banano en el Ecuador.

Esta enfermedad refleja uno de los mayores problemas de mega monocultivos con escasa diversidad genética: todas las plantas son sumamente similares por ende todas son susceptibles de contraer una enfermedad común o una plaga similar, los cultivos orgánicos con suelos relativamente pobres en nutrientes (factor que gatilla esta enfermedad) serían más propensos que cultivos fertilizados convencionalmente y plantaciones con tratamientos antifúngicos y los rendimientos de cultivos orgánicos puestos a prueba contra cultivos convencionales por Jiménez et al (2007) tuvieron un rendimiento 40% inferior a cultivos “inorgánicos”, pero en su relación beneficio-costos, estos fueron más rentables. Los cultivos orgánicos tienen 12 hojas al momento de floración y solo 8 hojas en el momento de la cosecha y los síntomas de la enfermedad fueron mucho más evidentes, aunque no existieron diferencias en el estado nutricional de suelos entre los cultivos en comparación, situación que muestra la enorme dependencia de pesticidas en el cultivo de banano.

Registro fotográfico 1. Sigatoka negra/amarilla en hojas de Banano. (Micosphaerella sp) tomado de Plantix.net



La huella ambiental del Banano ecuatoriano fue estimada considerándose la huella de carbón (CF), la huella del uso de agua (WF) y la distribución de ganancias de los Bananos ecuatorianos a lo largo de su cadena de valor (Roibas et al, 2015). Estableciéndose que en granjas convencionales su CF sería de 302g CO₂ /Kg Banano y en granjas orgánicas sería de 249 g CO₂ /Kg Banano, atribuyéndose dicha diferencia a la gran cantidad de fertilizantes nitrogenados aplicados en las primeras. Este incremento de nitrógeno se concatena con un aumento en su huella hídrica con 158 l/Kg en cultivos tradicionales contra 58 l/Kg, considerando no solamente la practica agrícola, sino también el lavado del banano, el empaqueo post cosecha sin que se encontrara una correlación significativa entre la huella hídrica y el tamaño de las granjas.

Se estableció que el sistema agrícola representaba la mayor contribución para su huella hídrica WF y el segundo generador de huella de carbón CF después de la generación de carbono asociado a la distribución de la fruta y que en contraste con los altos impactos ambientales de la agricultura de banano (revelados en su alto consumo de agua y energía) el valor económico de esta etapa es menos importante que el resto de etapas, representando solo el 15% del precio final y demuestra que la distribución de riqueza a lo largo de la cadena de valor sigue siendo injusta para los agricultores.

Esta situación se aprecia en los bajos precios pagados al productor, a mediados de agosto se pagaba a US\$ 2 la caja de banano cuando su precio internacional era de US\$ 6,40 (Primicias, 2020) y ante la oportunidad de la exportación de plátanos verdes, estos llegaron a ser cancelados a US\$ 1 una caja de 65 unidades, ante la sobre oferta de productores en el año 2019, aunque en el año 2016 existía prácticamente 4 veces más superficie plantada.

En 1995 una publicación resume a los principales riesgos ambientales de la producción de bananos: El uso inapropiado de agroquímicos, el mal manejo de residuos plásticos y desechos degradables, la deforestación y la erosión (Russo y Hernández, 1995). Grandes extensiones de ecosistemas tropicales fueron transformados a cultivos y entre ellos el Banano es uno de los principales responsables de cambios durante el siglo pasado, la dependencia de agroquímicos y su consumo creciente ha generado preocupación del efecto de esos químicos sobre los trabajadores, la vida silvestre y los ecosistemas tropicales en general (Henríquez et al, 1997).

Los pesticidas son Polutantes orgánicos persistentes, se bioacumulan y se transfieren entre niveles tróficos afectando múltiples especies terrestres y acuáticas, las plantas de bananos son atacadas por más de 200 plagas de insectos que dañan directamente las plantas o actúan como vectores de patógenos (Purseglove, 1972). El uso indiscriminado de pesticidas para controlar estas plagas también ha disminuido el número de insectos depredadores y parásitos, y ha conducido a brotes de plagas de insectos que anteriormente eran de poca importancia en las plantaciones de banano (Stephens, 1984).

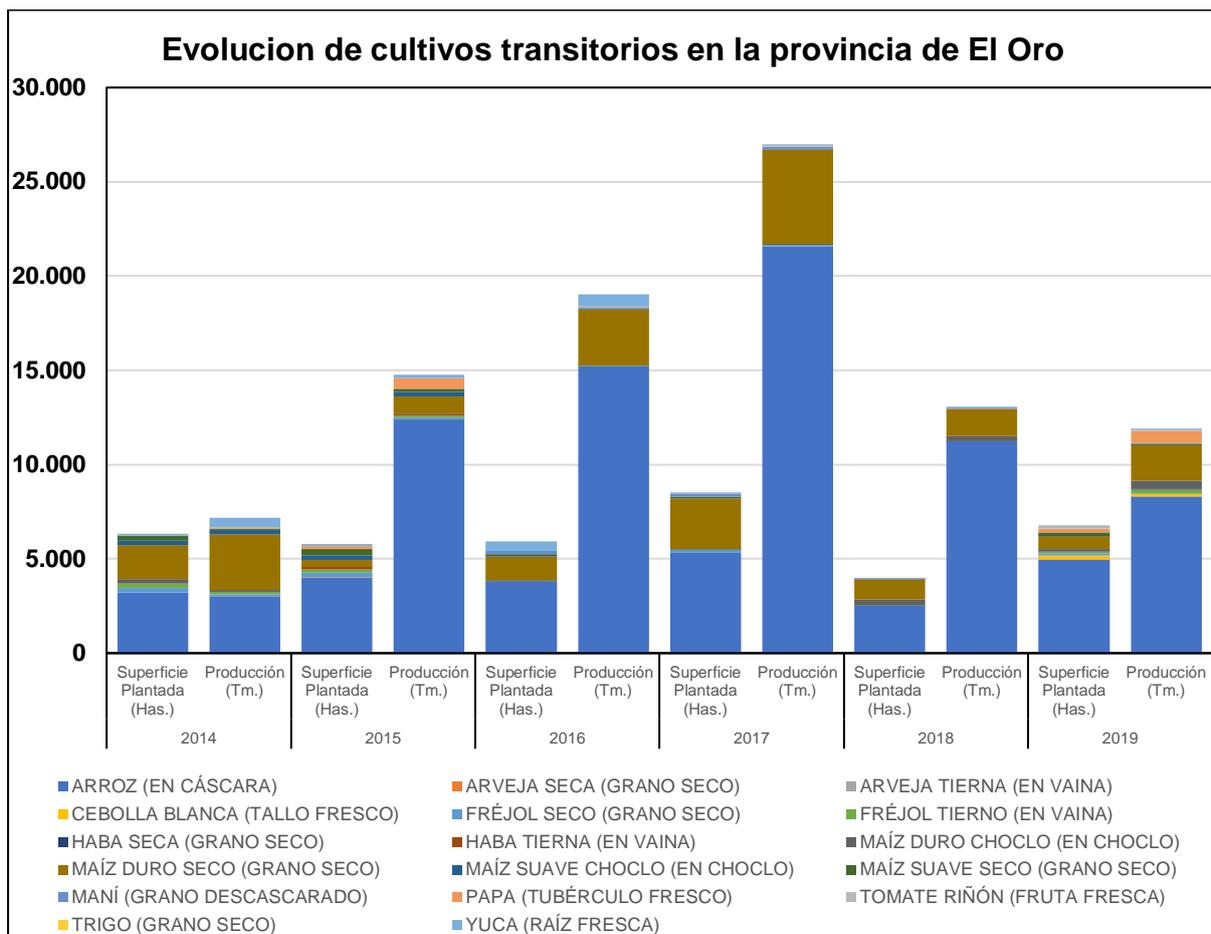
De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Departamento de Agricultura de los EE.UU., entre 97% y 99% de las cantidades de los plaguicidas aplicados no alcanzaron los organismos que se desean combatir (ERF, 1991).

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por plaguicidas empleados en cultivos puede suceder: i. Al utilizar los ríos para evacuar desechos contaminados con

residuos de plaguicidas. ii. Al lavar el equipo utilizado en las aplicaciones de estos productos directamente en las fuentes de agua o muy cerca de ellas. iii. Por escorrentía. iv. Por infiltración. v. Como consecuencia del efecto de la deriva (“drift”), especialmente cuando se realizan aplicaciones aéreas (García, 1997). Esta práctica es comúnmente observada en plantaciones locales de banano y la proximidad de cultivos de banano respecto del Terminal Portuario es próxima.

Dentro de los herbicidas, Paraquat fue ampliamente usado y continua distribuyéndose bajo distintas denominaciones en el Ecuador, este herbicida produce efectos devastadores en el sistema respiratorio independiente de su ruta de exposición, en el periodo enero 2013 a Diciembre 2014 se estableció que este plaguicida era el responsable de la mayor cantidad de muertes en el Ecuador, el seguimiento de 216 pacientes intoxicados arrojó una tasa de supervivencia fue del 34,7% de casos de acuerdo con el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico del Ministerio de Salud Pública del Ecuador (Villalba y Zalazar, 2015).

Figura 13. Evolución de cultivos transitorios en la provincia de El Oro



Fuente: ESPAC

Elaborado por: Ecosambito, 2020

Los plaguicidas no son exclusivos del cultivo del banano y han permitido el control efectivo de plagas en los últimos años, incrementando la productividad, agrícola, forestal y ganadera de países de la región. A pesar de sus ventajas, la exposición ocupacional y ambiental tiene la capacidad de generar efectos nocivos sobre la salud humana, debido a que pueden inducir daño en el material genético y provocar enfermedades como el cáncer (Valbuena et al, 2020)

La carga de plaguicidas usadas en el cultivo del banano es proporcionalmente mayor que en otros cultivos como el Café y el Cacao dada el hecho de un mayor número de exigencias internacionales respecto de la calidad de origen, y de estar libre de plaguicidas durante su ciclo productivo. Los cultivos de ciclo corto también compartirán este problema y la evolución de estos se observa en la Figura 13.

El arroz es el cultivo de ciclo corto más practicado en la provincia de El Oro y aunque no se encontraron antecedentes sobre prácticas específicas de producción en El Oro; la tesis de María José León del año 2015, establece considerables diferencias económicas en cultivos de arroz de la provincia de Guayas, donde mediante el uso de plaguicidas, se lograrían 65 sacas de 205 lb con una utilidad de US\$1098/ha/ciclo, con el uso “racional” de plaguicidas serían 50 sacas y una utilidad de US\$ 631/ha/ciclo y bajo la modalidad “yerba manual” se obtendrían 25 sacas con una utilidad de US\$ 159/ha/ciclo. Los plaguicidas y agroquímicos utilizados en la modalidad uso de plaguicidas se describen en la Figura 14.

Figura 14. Plaguicidas y agroquímicos utilizados en el cultivo de arroz. Tomado de León Pérez, 2015.

Siembra			\$ 140,00
Semilla certificada 45 kg	2	\$ 65,00	\$ 130,00
Siembra y drenaje	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Fertilización			\$ 263,00
DAP 50 kg	1	\$ 35,00	\$ 35,00
KCl 50 kg	3	\$ 24,00	\$ 72,00
Urea 50 kg	6	\$ 25,00	\$ 150,00
Sulfato de Zinc 5 kg	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Herbicidas			\$ 104,00
Glifosato lt	2	\$ 5,50	\$ 11,00
Picloram + 2-4D 500 cc	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Butaclor galón	1	\$ 32,00	\$ 32,00
Pyrazosulfurón 350 g	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Cyhalofop 500 cc	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Insecticidas			\$ 49,50
Fipronil 240 cc	1	\$ 17,00	\$ 17,00
Acefato 1 kg	1	\$ 18,00	\$ 18,00
Dimetoato 500 cc	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Metaldehido 1 kg	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Fungicidas			\$ 28,00
Tebuconazole 500 cc	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Mancozeb 1 kg	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Carbendazim 500 cc	1	\$ 9,00	\$ 9,00
Foliales y coadyuvantes			\$ 30,00
Aminoácidos 1 Lt	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Ca/B 1 Lt	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Regulador pH 1 Lt	1	\$ 8,00	\$ 8,00

Específicamente en el cantón Machala que corresponde mayoritariamente al borde costero del área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar se estimó la cobertura de distintos sistemas productivos en el PDOT actualización 2018 (GDMM, 2018) cuya estimación de superficies en el año 2014 se observa en la Figura 15.

Figura 15. Tabla obtenida del documento PDOT actualización 2018 (GDMM,2018) nótese que el banano y el Cultivo de Camarón comprometen el uso de la mitad del territorio

Uso Del Suelo	Área (Ha)	% Territorio
MANGLAR	4011,44	10,76
ARROZ	64,33	0,17
BANANO	13224,18	35,48
CACAO	245,73	0,66
CAMARONERAS	8236,66	22,10
CULTIVO ANUAL	0,15	0,00
CULTIVO PERMANENTE	96,63	0,26
CULTIVO SEMIPERMANENTE	905,24	2,43
FRUTALES	2774,74	7,44
MOSAICO AGROPECUARIO	417,10	1,12
PASTIZAL	219,31	0,59
PASTOS	1505,41	4,04
CUERPOS DE AGUA	1778,74	4,77
AREAS URBANAS	3795,58	10,18
TOTAL	37275,23	100,00

Fuente: Interpretación de Imagen Satelital del Cantón Machala 2014
Elaborado por: Actualización de Plan de Ordenamiento Territorial 2015

Fuente: POT GAD Machala, 2018

Elaborado por: Ecosambito, 2020

La segunda industria en la provincia de El Oro en función de la cuentas provinciales emitidas por el Banco Central del Ecuador es la construcción, existiendo muy pocos antecedentes de esta actividad y que por ende tiene una difícil trazabilidad salvo el desarrollo de grandes obras u obras “formales” realizadas por grandes empresas constructoras, esto se debe a un número no determinado de construcciones empíricas realizadas sin permisos de construcción y que imperarían en el estrato medio bajo de la conurbación Machala-Puerto Bolívar así como en las parroquias rurales.

En el PDOT del Gobierno Descentralizado Municipal de Machala en su actualización 2018 se estable una población de 252.739 habitantes concentrados en 37.275 ha estimados para el año 2014 para el cantón Machala; con una proyección de 289141 habitantes para el 2020. En el mismo documento se establece el número de establecimientos económicos censados

en el año 2010 por el Censo Económico, extrayéndose del mismo la estimación de establecimientos económicos en el Cantón Machala:

- Comercio al por mayor y al menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas, 6099 establecimientos
- Actividades de alojamiento y de servicio de comidas, 1166 establecimientos
- Industrias manufactureras, 879 establecimientos
- Información y comunicación, 501 establecimientos
- Transporte y almacenamiento, 112 establecimientos
- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, 64 establecimientos
- Construcción, 27 establecimientos
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, 10 establecimientos
- Explotación de minas y canteras, 4 establecimientos

De anterior listado se desprende que muchas actividades económicas carecen de información real y que sus registros se restringirían exclusivamente a grandes empresas.

La trazabilidad de actividades económicas principales y por ende su potencial impacto acumulativo se traslada a la segunda mayor actividad productiva en términos de uso del suelo y particularmente vinculada al entorno marino costero; la producción de camarones.

La camaronicultura involucra para el año 2017 de acuerdo con el Ministerio de Acuicultura y Pesca, Subsecretaría de Acuicultura³ a 996 centros productivos que totalizaban 41.637,12 ha en la Provincia de El Oro, es decir, el 19,32% de la superficie Nacional de camaronerías de aquel periodo que sumaba 215.421 ha. De estas 41637,12 ha de predios camaroneros, 652 de ellos se ubicaban en sectores de Playas y bahías, es decir se sitúan próximos al borde costero totalizando 20855,89 ha y 344 predios se ubican en tierras altas totalizando 20751,23 ha.

El documento PDOT actualización 2018 menciona la existencia de 7.126,45 ha las que *“en mayor cantidad poseen sus predios legalizados con título de propiedad o permisos de concesión por uso de playas y bahías, este último debe ser entregado por la Dirección de Marina mercante, la cantidad de hectáreas legalizadas aún se encuentra en construcción debido a nuevos plazos de regularización de las mismas. En la provincia de El Oro se encuentran alrededor de 44000 ha aproximadamente en manos de 921 productores que generan 350 millones de dólares”*

Los impactos de la actividad camaronera están ampliamente documentados, siendo el Ecuador un referente internacional de estudios de pérdida de manglares y su conversión de

³ Oficio N° MAP-SUBACUA-2018-0392-O dirigido hacia la Cámara Nacional de Acuicultura

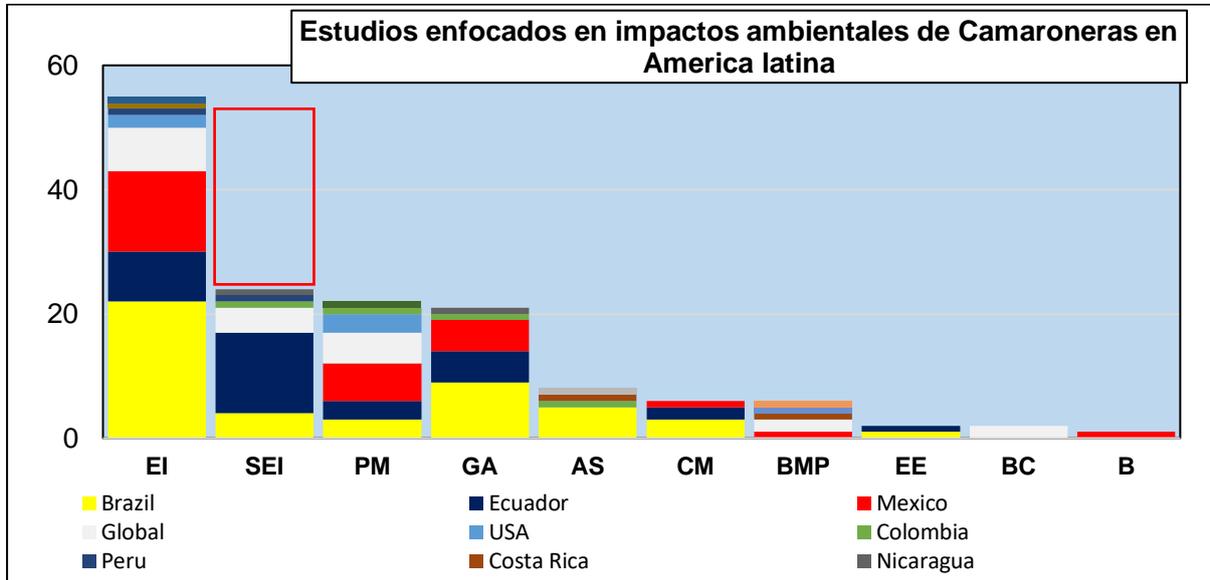
a camaroneras, de hecho, un análisis bibliográfico somero de publicaciones ⁴ sobre impactos de la actividad camaronera restringido hacia estudios realizados en América Latina en el periodo 1986 al 2020 arrojó 147 publicaciones científicas de descarga gratuita, la distribución de estas aparece en la Figura 16. De las 147 publicaciones, 32 de ellas se enfocaron en Ecuador con la siguiente distribución de tipos de publicaciones:

- Línea base, 2
- Libros, 1
- Capítulos de libros, 2
- Resúmenes de conferencias, 2
- Tesis de grado de tercer nivel, 5
- Reportes finales de proyectos, 7
- Tesis de maestría, 1
- Artículos científicos, 7
- Publicaciones de revisión bibliográfica, 5

Resulta evidente el bajo interés sobre investigaciones ambientales asociadas a la acuicultura de camarón en el contexto nacional, en efecto, de las 32 publicaciones de estudios nacionales solo 10 fueron financiadas con fondos nacionales y 6 de ellas corresponden a estudios de carácter personal para obtener títulos académicos. Es decir, se produjo menos de artículo científico financiado nacionalmente enfocado en la gestión de impactos camaroneros por cada década de producción.

⁴ Artículos científicos, artículos de revisión bibliográfica, Reportes de proyectos, tesis de pregrado, maestrías y Doctorales, estudios de líneas base, Libros, capítulos de libros y literatura gris de acuicultura

Figura 16. Estudios publicados enfocados hacia impactos ambientales de camaronerías en América latina en el periodo 1984-2020.



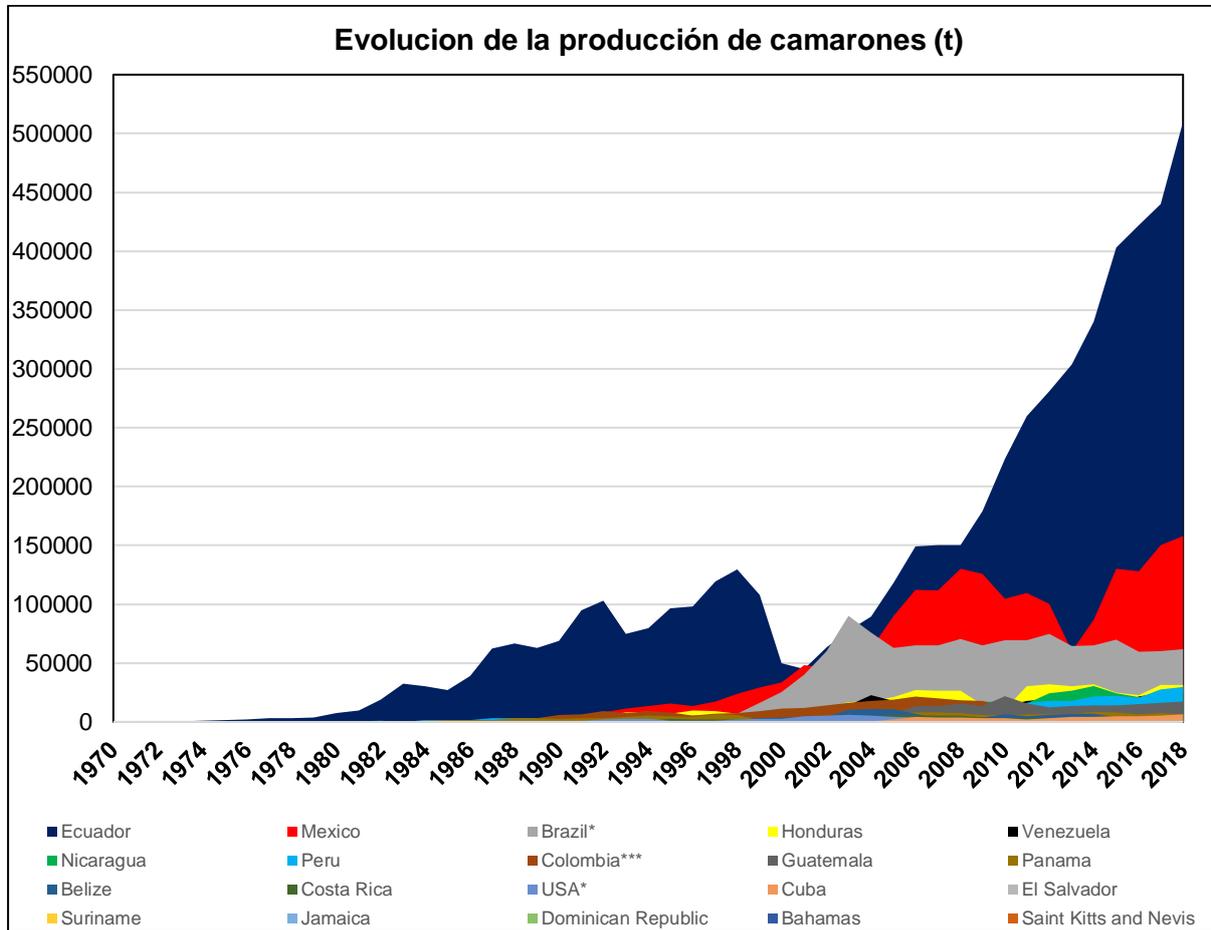
EI= Impactos ambientales, SEI= Impactos socio ambientales, PM= Manejo de piscinas, GA= Aplicaciones GIS, AS= Sistemas alternativos, CM= Manejo costero, BMP= Buenas practicas de Manejo, EE= Análisis económicos, BC= Blue Carbon y B= Bioseguridad

Elaborado por: Ecosambito, 2020

De la Figura 16 se desprende un mayor número de publicaciones enfocadas a impactos ambientales, siendo Brasil y México los países que más han estudiado los impactos ambientales de esta actividad con 22 y 13 publicaciones respectivamente y que contando con una mayor superficie disponible para cultivar camarones, han optado por restringir el desarrollo de esta actividad luego de analizar los problemas socio ambientales registrados en el Asia y en el continente Americano principalmente en Ecuador, de las 24 publicaciones relativas a problemas socioambientales, 13 se enfocan en el Ecuador.

En la Figura 17 se observa la evolución de la producción del camarón blanco *Penaeus vannamei* en América latina donde el Ecuador prácticamente quintuplica su producción en la última década sobrepasando a sus principales competidores regionales que muestran crecimientos ralentizados.

Figura 17. Producción de camarón blanco *Penaeus vannamei* en el continente americano periodo 1970-2018 tomado de FIGIS FAO

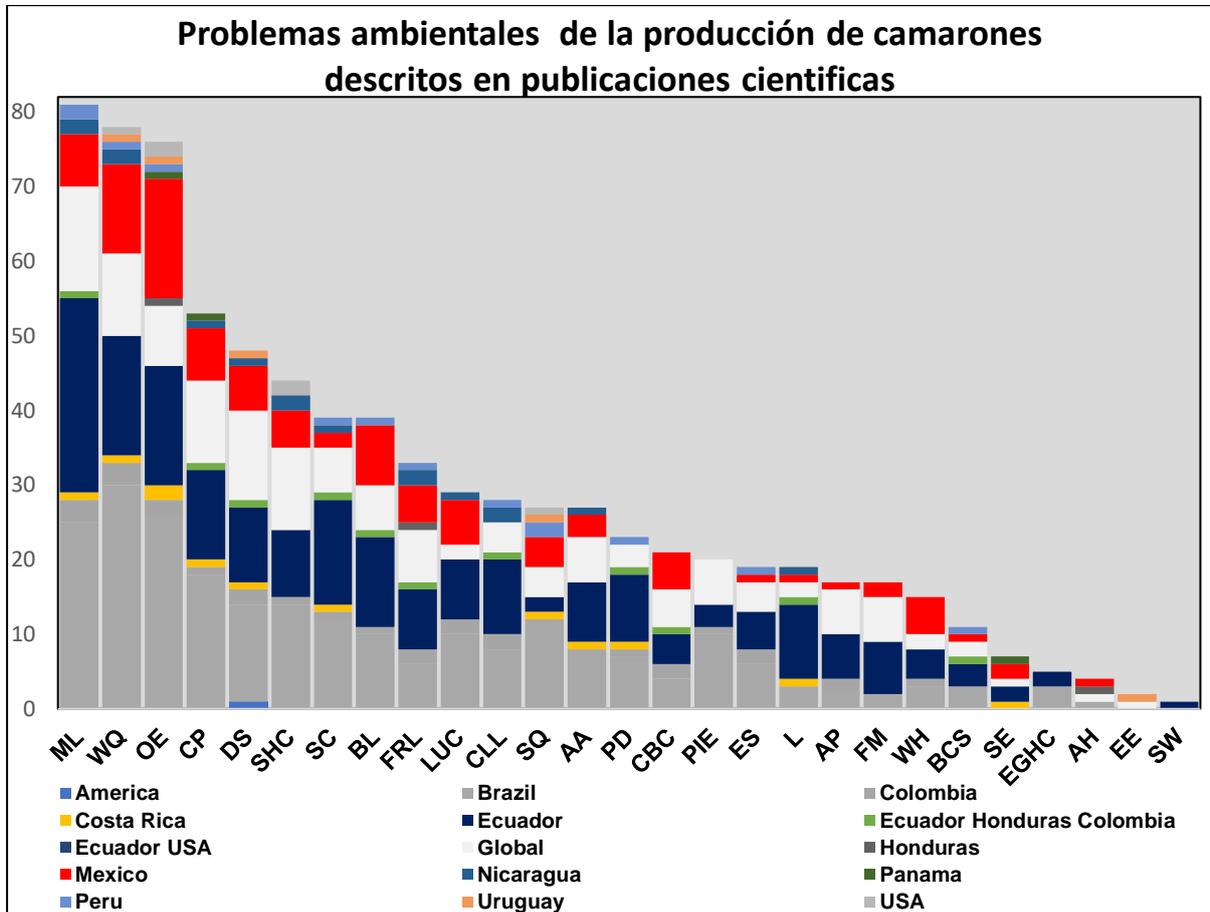


Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 17 se ve el acelerado crecimiento de la producción de camarones ecuatorianos siendo innegable su contribución para sostener la economía nacional; desde el año 2017, los camarones son principal producto de exportación del país. Para el año 2019, la Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador (CNA, 2020) comunica que la producción de camarones fue de 635222 ton, con un valor de US\$ 3.652.684.081 y un crecimiento del 25,31% respecto del periodo 2018.

Sin embargo, este crecimiento productivo viene acompañado de impactos que son poco analizados, al analizar los problemas e impactos ambientales mencionados en las 147 publicaciones de descarga gratuita se tiene la Figura 18

Figura 18. Impactos ambientales descritos en publicaciones del periodo 1984-2020.



ML= Pérdida de Manglares, WQ= calidad del agua, OE= Enriquecimiento orgánico, CP=Contaminación química, DS= Diseminación de enfermedades, SHC=Salinización y cambios hidrológicos, SC= Conflictos sociales, BL= Pérdida de Biodiversidad, FRL= Disminución de reclutamiento recursos pesqueros, LUC= Cambios de uso del suelo, CLL= Pérdida de medios de vida costeros, SQ= Calidad de sedimentos, AA=Antibióticos, PD=Desplazamiento de personas, CBC= Cambios del borde costero, PIE=Introducción de especies potencialmente invasivas, ES= Erosión y sedimentación, L=Leyes, AP=Piscinas abandonadas, FM= Contenido de harina de pescado en alimentos, WH=Hipoxia del agua, BCS= Almacenamiento de carbono azul, SE= Escapes de camarones, EGHC= Emisión de gases efecto invernadero, AH= Anoxia/generación de H2S, EE= Afectación a especies amenazadas, W= Desechos solidos

Elaborado por: Ecosambito, 2020

De la Figura 18 se desprende la innegable afectación social ocurrida en el Ecuador, asociada a la pérdida de manglares; la pérdida de manglares ha disminuido la biodiversidad, truncó modos de vida costeros, desplazo gente, habría alterado la calidad del agua y habría generado un considerable enriquecimiento orgánico, careciéndose de un marco legal ambiental específico para actividades de acuicultura que ordenara esta situación.

La pérdida de manglares ha sido documentada para la provincia de El Oro y para el cantón Machala, según el PDOT actualización 2018, para el año 2014 existían 4011,44 ha de Manglares y 8236,66 ha de predios camaroneros. La innegable conversión de manglares a camaronerías y otros usos del suelo fue inicialmente documentada por Terchunian et al (1986)

de cuyo documento se extraen cambios registrados en aquel estudio que se observan en la Figura 19.

Figura 19. Resultados de la estimación de pérdida de manglares en las inmediaciones de Puerto Bolívar periodo 1966-1982.

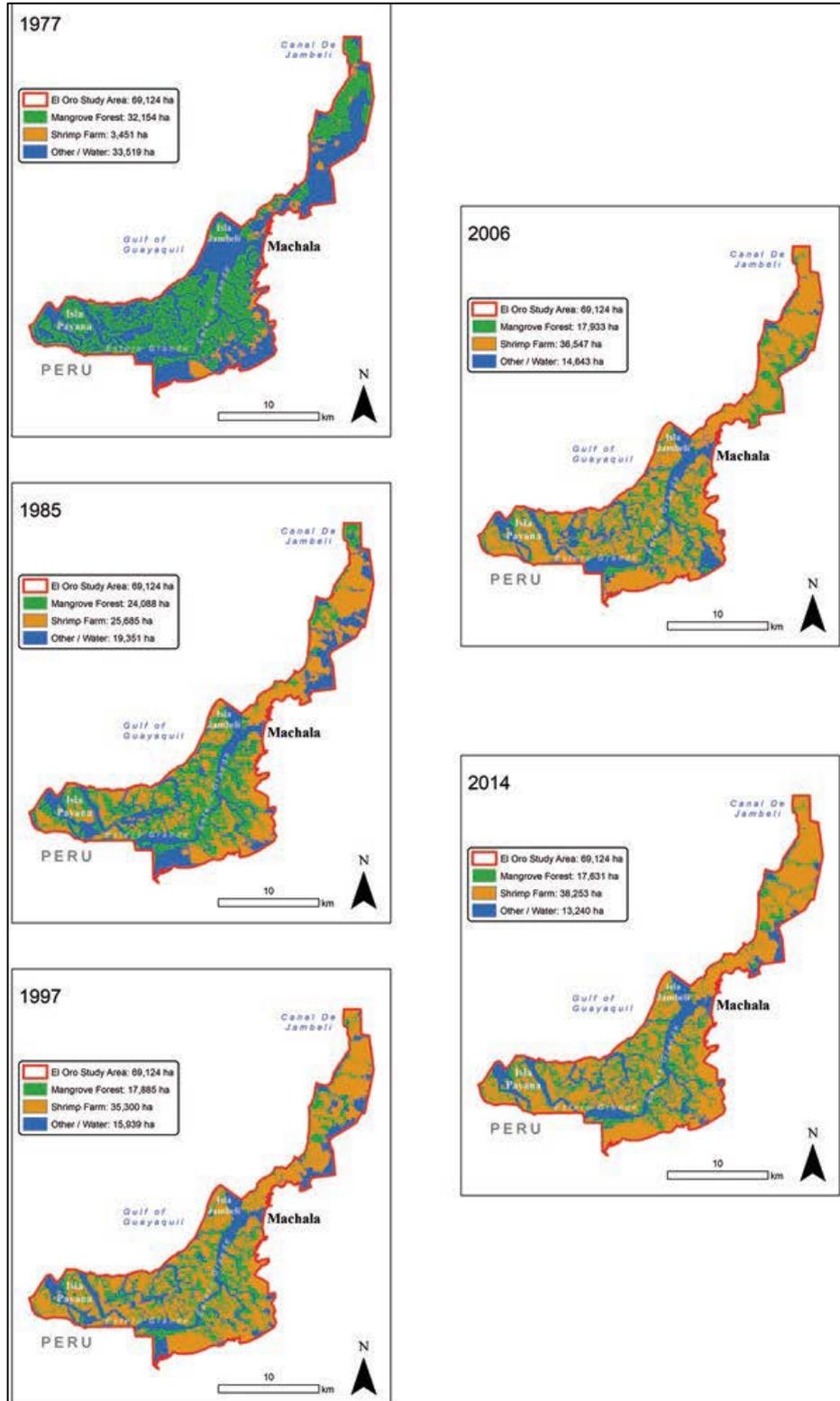
Table 1. Changes in land cover/use in the pilot area Machala–Pto. Bolivar, 1966–1982. [Cambios en el uso de la tierra en el area piloto Machala–Pto. Bolivar desde 1966 a 1982.]								
Year	Urban [Urbana]		Mangrove [Manglares]		Shrimp ponds [Camaroneras]		Rivers [Rios]	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1966	256.69	3	4692.88	54.84	0	0	1437.45	16.80
1977	434.66	5.08	4231.70	49.50	834.23	9.75	1514.46	17.70
1982	588.50	6.87	3294.08	38.50	2330.67	27.24	1465.65	17.13

Table 1. Continued.								
Areas of salt deposits [Salinas]		Upland vegetation [Vegetacion tierra alta]		Agriculture [Zona agricola]		Totals [Totales]		Margin of error
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1087.72	12.71	466.32	5.45	615.19	7.19	8556.25	100	± 1.80
478.52	5.59	332.15	3.88	730.23	8.54	8555.95	99.98	± 0.53
162.56	1.19	139.37	1.63	634.73	7.42	8555.05	99.95	± 0.22

Fuente: Terchunian et al (1986).

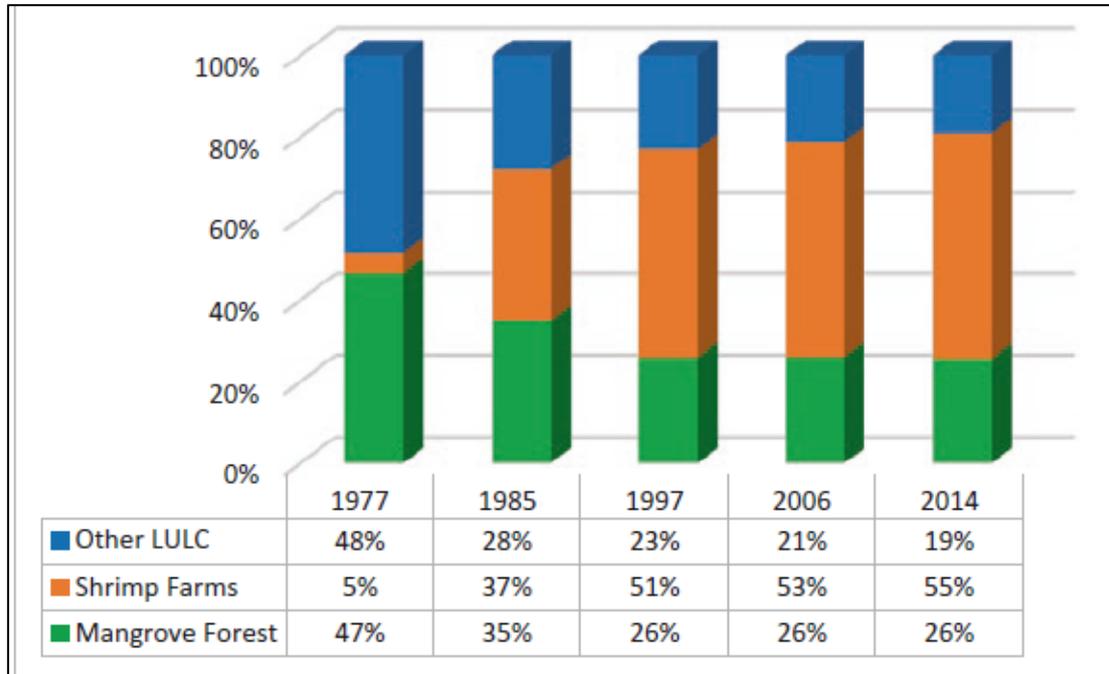
Estos estudios fueron profundizados por Stuart Hamilton quien publica en el año 2019 el libro “Mangroves and aquaculture. A five decade remote Sensing Analysis of Ecuador’s Estuarine Environments” y del cual se extrae la Figura 21 y Figura 22 que ilustran la magnitud de perdida de manglares y su enlazamiento con la actividad camaronera, en la Figura 20 se observa el cambio del color verde de manglares hacia el anaranjado de camaroneras en el periodo 1977 al 2014.

Figura 20. Cambio temporal del uso de suelos asociados a estuarios en Canal y Archipiélago de Jambelí, periodo 1977 a 2014



Fuente: Hamilton, 2019

Figura 21. Evolución de cobertura de manglares, camaronerías y otros usos del suelo periodo 1997 a 2014.



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 21 se observa que la superficie de predios camaronerías se multiplicó 11 veces en 37 años, los impactos sobre la productividad biológica del área no pueden ser estimados ante la ausencia de estudios con metodologías cuantitativas que permitan comparaciones temporales coherentes, del mismo modo importante mencionar que existen diferentes estrategias de producción y actitudes ambientales entre productores, asumiendo las grandes empresas considerables esfuerzos para minimizar sus impactos, recurriendo principalmente a procesos de certificación orgánica.

En términos generales la producción de camarones en el Ecuador ha disminuido sus impactos y a pesar de que nunca se recuperara la biodiversidad del pasado, se han visto positivos efectos de medidas asumidas voluntariamente por el sector como fue la disminución de densidades de siembra, la eliminación de la alimentación al boleó, la masificación de paletas aireadoras, la producción de larvas inmunes provenientes desde reproductores desafiados contra las enfermedades de mayor impacto mundial, y el desuso de larvas “silvestres”, el reemplazo de harina de pescado por proteínas de origen vegetal, en los alimentos, la eliminación progresiva de antibióticos y su reemplazo por “probióticos”, y en el último periodo el uso de alimentos pre digeridos.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente. al no existir un seguimiento sistemático del estado del entorno donde coexisten manglares y camaronerías es difícil estimar los efectos de dichas medidas y es importante mencionar que los pequeños productores son bastante reacios a la introducción de cambios, imperando en ellos las decisiones empíricas.

Con respecto a la minería son escasos los antecedentes encontrados sobre los impactos de esta actividad destacando los siguientes:

Peña Carpio y Menendez Aguayo, 2016. "Estudio de las colas de tratamiento de oro de la explotación minera en Ponce Henríquez /Ecuador) desde una perspectiva ambiental. Publicación donde se menciona "En todas las regiones mineras del Ecuador, se han depositado a lo largo del tiempo, grandes volúmenes de residuos provenientes de las operaciones mineras, con importantes contenidos en sulfuros (pirita, pirrotina). Dado que en raras ocasiones dicho residuo es gestionado conforme a los estándares deseables desde el punto de vista ambiental en su disposición, la acción de las aguas superficiales o de lluvia y el oxígeno de la atmósfera, van generando Drenaje Ácido de Roca (DAR) que produce la contaminación de cuerpos acuáticos superficiales y/o subterráneos"

A pesar de que por jurisdicción política este distrito minero le pertenece a la provincia del Azuay, la escorrentía de sus cuerpos hídricos conducirá sus residuos hacia el canal de Jambelí y en función del desplazamiento de corrientes locales mareales ingresarían al área de influencia directa transformándose en otro impacto acumulativo para el área de influencia directa del proyecto Puerto Bolívar. El análisis químico de relaves mineros de Ponce Henríquez determinados por Peña Carpio y Menendez Aguayo aparecen en la Figura 22.

Figura 22 Análisis químico de relaves mineros de Ponce Henríquez

Parámetro	Valor (%)
Antimonio (Sb)	< 0,03
Arsénico (As)	0,12
Calcio (Ca)	1,22
Cadmio (Cd)	<0,01
Cobre (Cu)	0,13
Hierro (Fe)	11,51
Magnesio (Mg)	3,07
Plomo (Pb)	<0,03
Zinc (Zn)	0,06
Sulfatos (SO4=)	0,03
Azufre (S)	5,84

Fuente: los autores

Fuente: Peña Carpio y Menedez -Aguayo 2016.

En 1998, Tarras Wahlberg et al. publican "Environmental impacts of small scale and artisanal gold mining in southern Ecuador" comunicando la presencia de minas de oro modestas en el sector Santa Rosa distante a 30 km de Machala, los autores compararon la calidad de muestras de agua y sedimentos en 4 sectores mineros del Sur del Ecuador, luego de describir los procesos mineros de los sectores Zaruma Portovelo, Nambija, Ponce Henríquez y Santa Rosa observándose un resumen de sus resultados en la Figura 23 donde se observa que los niveles polutantes de Arsénico, Cobre y cadmio, se ubican en segundo lugar de concentración de Arsénico y Cobre superando a Ponce Henríquez y Portovelo en arsénico y a Camilo Ponce en Cobre y Cadmio.

Figura 23. Concentración de Arsénico, Cadmio, Cobre y Mercurio en cuerpos de agua asociados a 4 centros mineros del sur del Ecuador

Table 4. Concentrations of arsenic and selected metals in water (total dissolved and total recoverable concentrations) and sediments at representative locations in the 4 mining areas of Portovelo-Zaruma, Nambija, Santa Rosa and Ponce Enriquez. All sampling sites are situated 1–3 km downstream of mining and processing activities, and samples were collected in the dry season (D) and wet season (W) of 1998. Water-quality standards from the US-Environmental Protection Agency (US-EPA) and sediment-quality guidelines from Environment Canada (EC) are provided as points of reference. Data in bold exceed one of the relevant environmental standards whereas data in bold italics exceed both of the environmental standards provided.

		As			Cd			Cu			Hg	
		water dis. µg L ⁻¹	water rec. µg L ⁻¹	sediment mg kg ⁻¹	water dis. µg L ⁻¹	water rec. µg L ⁻¹	sediment mg kg ⁻¹	water dis. µg L ⁻¹	water rec. µg L ⁻¹	sediment mg kg ⁻¹	water dis. µg L ⁻¹	water rec. µg L ⁻¹
Río Amarillo Portovelo- Zaruma	W	1.7	< 1.0	35	<i>1.5</i>	<i>1.4</i>	<i>3.6</i>	<i>7.6</i>	1.4	<i>97.6</i>	–	0.004
	D	6.8	6.8	403	<i>0.7</i>	<i>2.7</i>	<i>19.6</i>	<i>23.2</i>	<i>142</i>	<i>1680</i>	–	< 0.002
Río Nambija	W	0.8	2.1	27	0.04	0.4	<i>8.9</i>	2.3	<i>71.3</i>	336	–	0.008
	D	2.9	3.0	1860	< 0.005	<i>3.7</i>	<i>47.8</i>	1.3	<i>395</i>	<i>5360</i>	–	<i>0.015</i>
Río Siete Ponce Enriquez	W	35.3	349	2070	0.05	0.5	1.8	<i>13.6</i>	<i>19.8</i>	2420	–	0.002
	D	264	3600	7700	0.05	2.3	<i>6.05</i>	<i>11.1</i>	<i>33.3</i>	2500	–	1.11
Río Pijili Ponce Enriquez	W	1.9	0.5	7.2	0.02	0.04	0.052	0.7	5.3	24.6	–	< 0.002
	D	2.1	2.5	454	0.01	< 0.005	0.58	0.3	0.7	578	–	< 0.002
Río Byron Santa Rosa	W	6.0	14.9	359	0.5	0.04	0.6	2.2	3.5	217	–	< 0.002
	D	10.8	48.9	620	0.2	0.07	1.06	1.4	5.7	303	–	0.0022
US-EPA (Acute) 25 mg L ⁻¹ CaCO ₃		360	360	–	0.8	0.8	–	4.6	4.8	–	–	2.1
US-EPA (Chronic) 25 mg L ⁻¹ CaCO ₃		190	190	–	0.4	0.4	–	3.6	3.5	–	–	0.01
EC - Threshold		–	–	5.9	–	–	0.6	–	–	36	–	–
EC - Probable effect		–	–	17	–	–	3.5	–	–	197	–	–

Fuente: Tomado de Tarras-Walbergh et al, 1998.

Además, existen otras áreas concesionadas para Minería dentro del cantón Machala, asociadas principalmente a la extracción de áridos y pétreos en los ríos Jubones y Santa Rosa de acuerdo al PDOT actualizado para el cantón Machala en el año 2018.

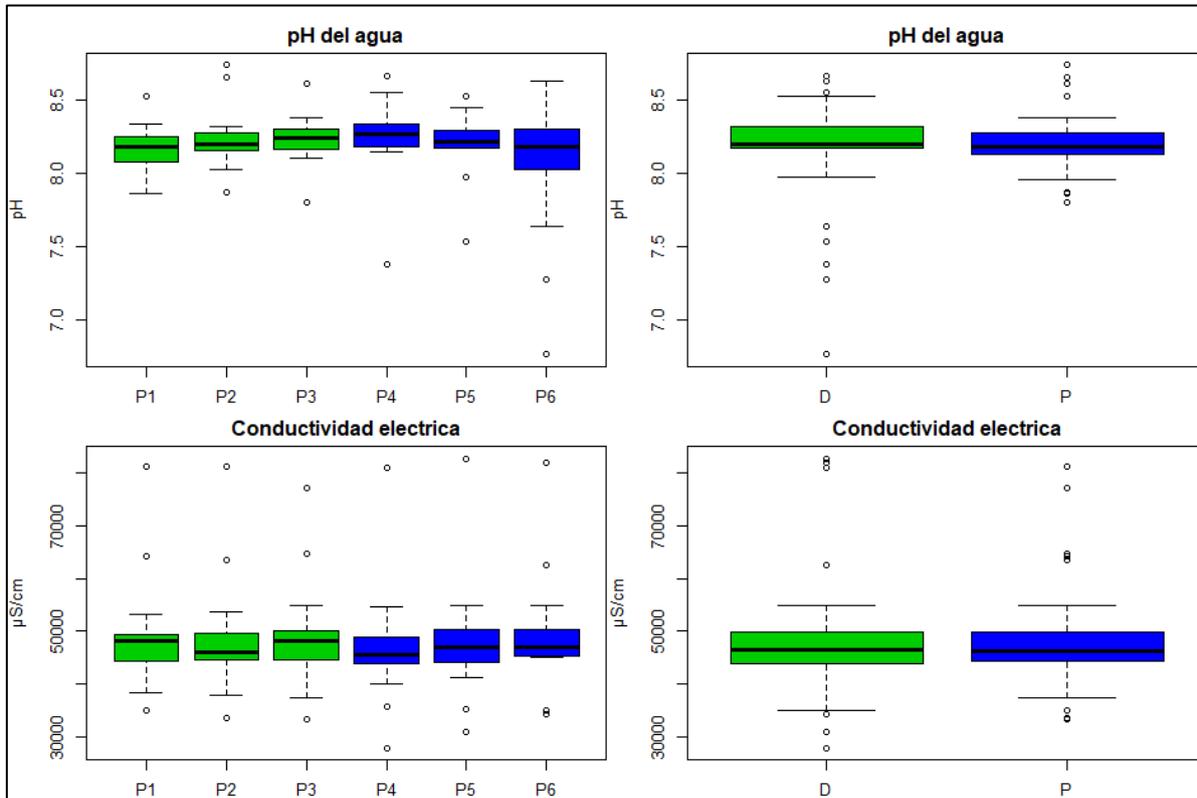
De acuerdo con el PDOT de Machala 2018, las 3 actividades que degradan a los recursos naturales del cantón serían:

1. La Producción de camarón, siendo la deforestación de manglares su principal aspecto negativo
2. La producción de Banano, siendo el aumento de monocultivos su principal aspecto y
3. Las descargas de aguas servidas (residuales). Siendo las Descargas de aguas servidas directamente a los cauces debido a la falta de equipamiento para su tratamiento su principal aspecto.

3.2 Monitoreos de calidad de agua y de sedimentos en el área de influencia directa del Proyecto Puerto Bolívar

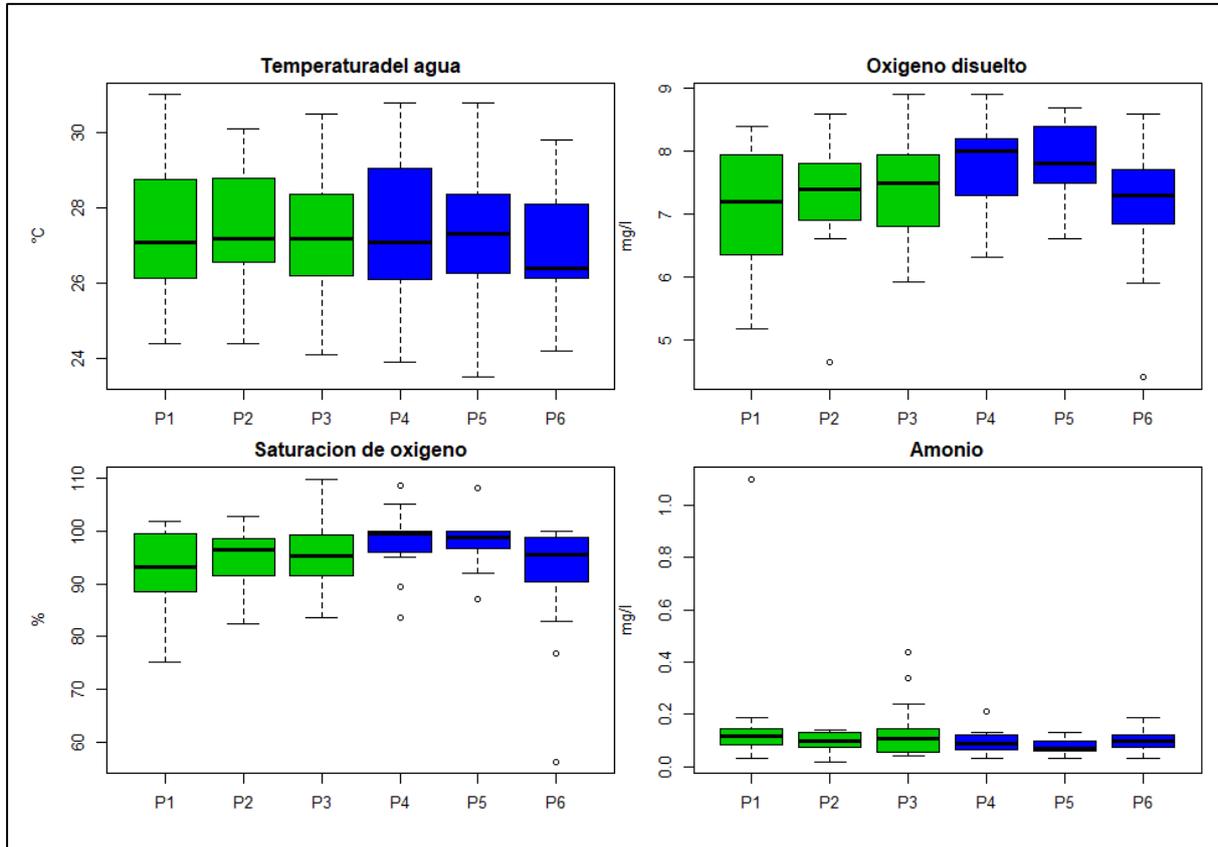
Para interpretar en cierta manera el comportamiento de impactos acumulativos en el área de influencia directa del proyecto, en el periodo 2017 a 2020 se adquirieron 15 muestras de agua y de sedimentos bimensualmente en 6 sitios a diferentes para agua y 7 para sedimentos a diferentes distancias desde Puerto Bolívar, los resultados de calidad del agua, diferenciados en color verde para estaciones próximas y en azul a las estaciones distantes que mostrarían se observan en la Figura 24 a 26, de las cuales se observa que no hay diferencias significativas entre las muestras adquiridas en la proximidad del complejo portuario respecto de muestras más distantes para muestras de agua salvo sutiles diferencias en el contenido de oxígeno y su saturación.

Figura 24. Ph y Conductividad eléctrica del agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.



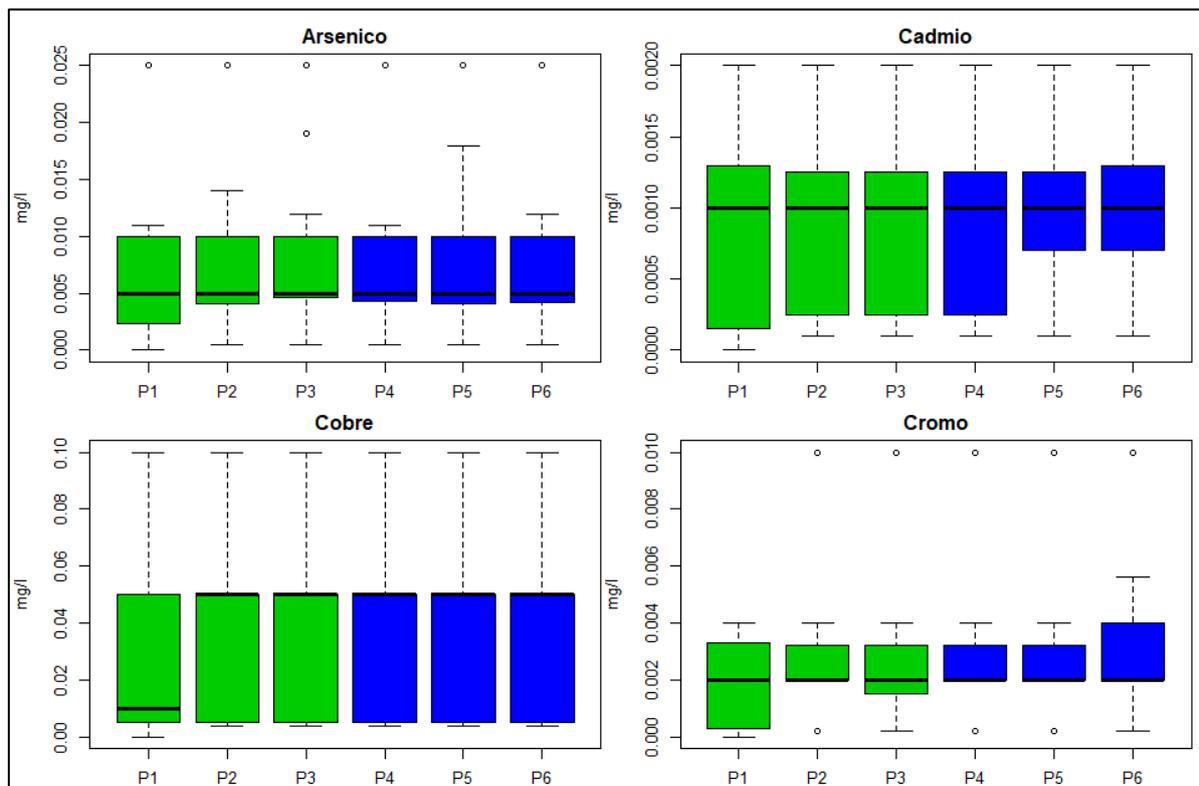
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Figura 25. Temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno y contenido de amonio en muestras de agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.



Elaborado por: Ecosambito, 2020

Figura 26. Contenido de metales en muestras de agua integrando 15 muestreos desde 2017 hasta el 2020.

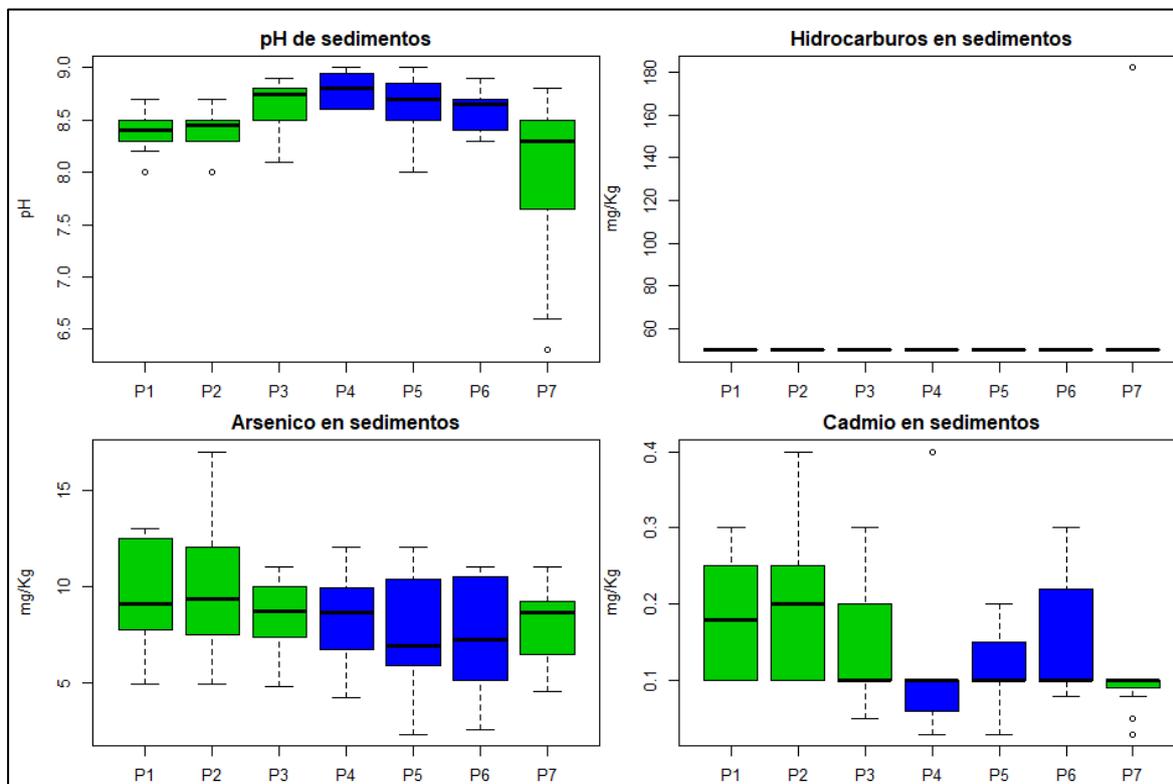


Elaborado por: Ecosambito, 2020

Al observar la Figura 24 a 26, se observa en términos generales que a pesar de todos los impactos acumulativos que recibe el Estero Santa Rosa el mismo presenta una buena calidad que se atribuye a juicio del autor del presente reporte al constante recambio de agua asociados a la dinámica de corrientes mareales del sector.

Al observar el estado químico de sedimentos integrando los muestreos practicados en el periodo 2017-2020 estos muestran peores indicadores en la proximidad de Puerto Bolívar, situación que no puede interpretarse como un impacto del complejo portuario, sino que responde a la proximidad del núcleo poblado de la conurbación Machala-Puerto Bolívar y como se describirá más adelante a la erosión continental. Siendo importante destacar que la calidad de sedimentos carece de un marco legal específico en la jurisdicción ecuatoriana, a pesar de que muestran de mejor modo la acumulación de impactos.

Figura 27. Estado químico de sedimentos integrando muestreos del periodo 2017-2020

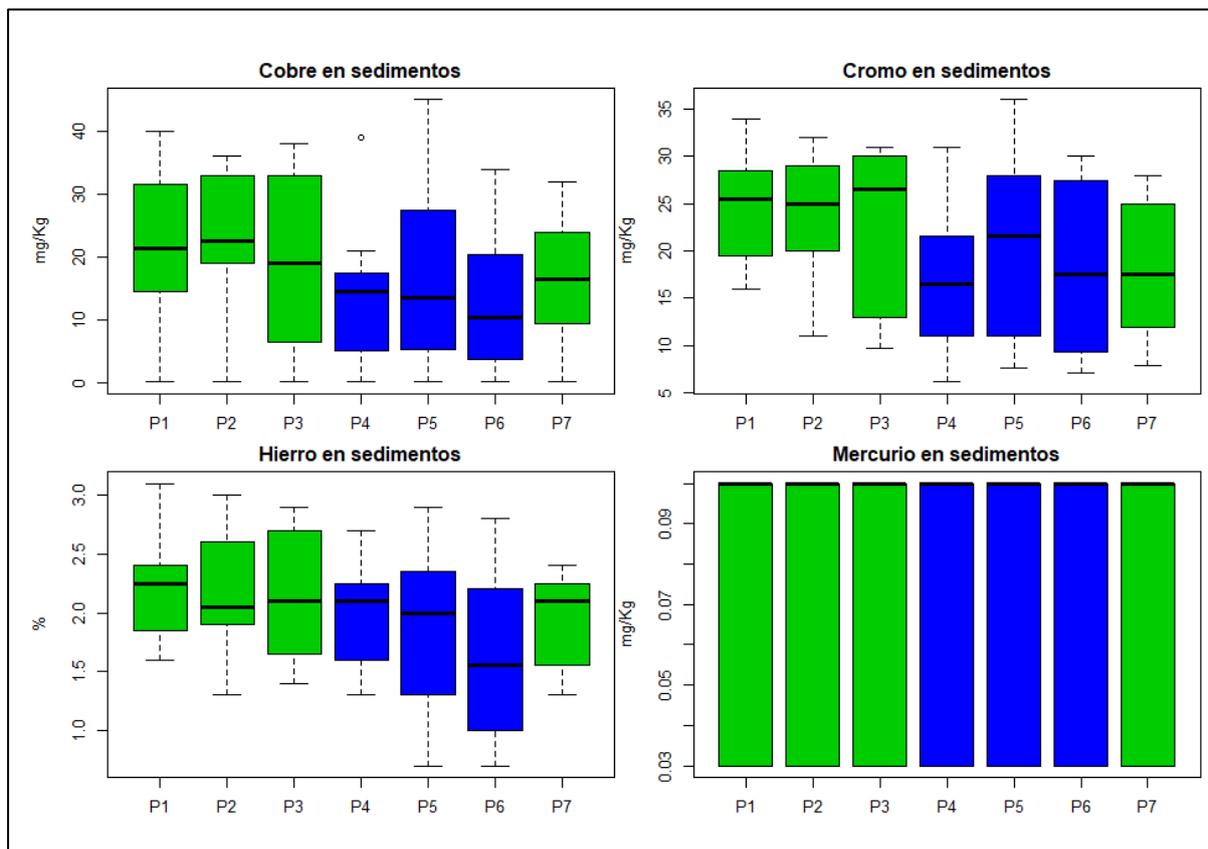


Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 27 se observan sedimentos más ácidos en aguas interiores, particularmente en el sector de piscinas de depósito de dragados de Puerto Bolívar situación que se atribuye a la antigua presencia de manglares en dicho sector, pues una de las características de los suelos de manglares es precisamente su acidez. Aunque no se detectaron trazas de hidrocarburos totales se observa una mayor presencia de arsénico y cadmio en las proximidades de Puerto Bolívar.

En la Figura 28 se observa el contenido de metales pesados en sedimentos, teniéndose una mayor concentración en las muestras de aguas interiores, situación que se atribuye principalmente a la erosión continental proveniente desde cuerpos de agua interiores que arrastrarían dichos compuestos en la escorrentía natural. No obstante, estos compuestos se perfilan como elementos a ser considerados en monitoreos posteriores con una mayor cobertura sectorial.

Figura 28. Contenido de metales en sedimentos

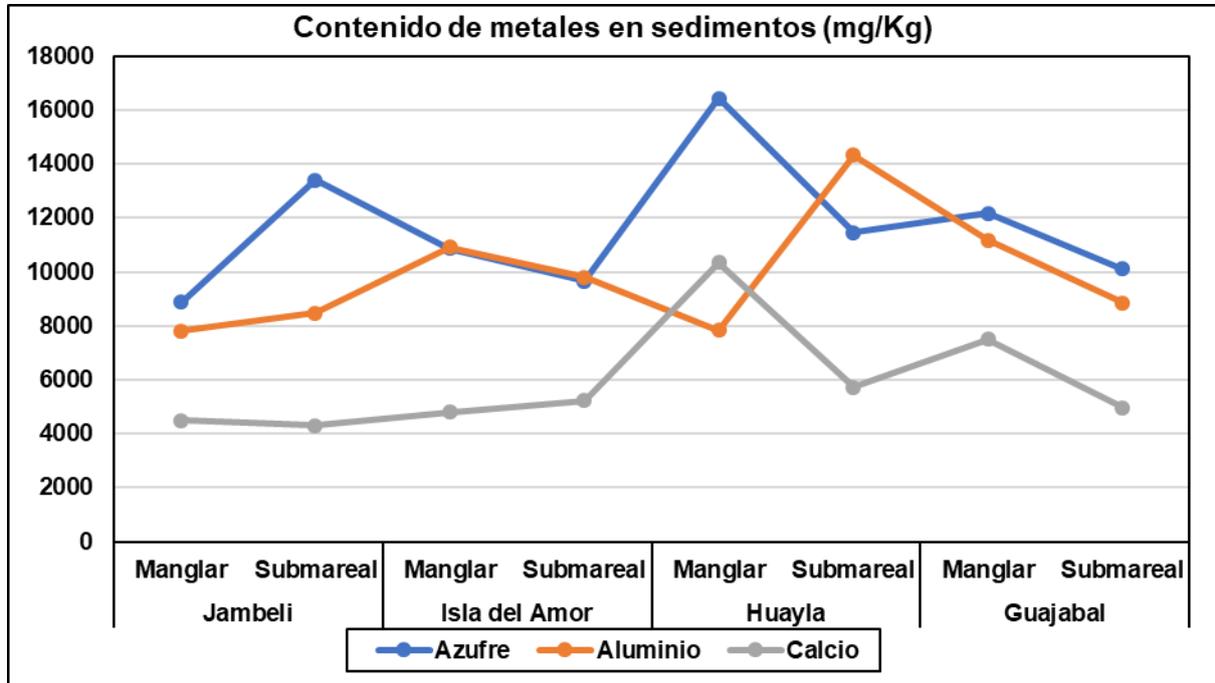


Elaborado por: Ecosambito, 2020

Para observar de mejor modo si existirían diferencias sectoriales considerando otros sectores de Puerto Bolívar así como aguas más interiores del Estero Santa Rosa, el día 4 de noviembre se adquirieron muestras de sedimentos en 4 sectores de manglares que emergerían con mareas bajas donde extractores intermareales recolectan conchas y sedimentos submareales que permanecen todo el tiempo sumergidos, y ante la premisa de la escasa probabilidad de encontrar diferencias en muestras de agua, se optó por analizar bioacumulación de metales en conchas *Anadara tuberculosa* que integran la calidad del agua durante largos periodos, escogiéndose ejemplares de 2 rangos de tallas en cada sitio. Los resultados de los análisis se presentan en la sección Anexos.

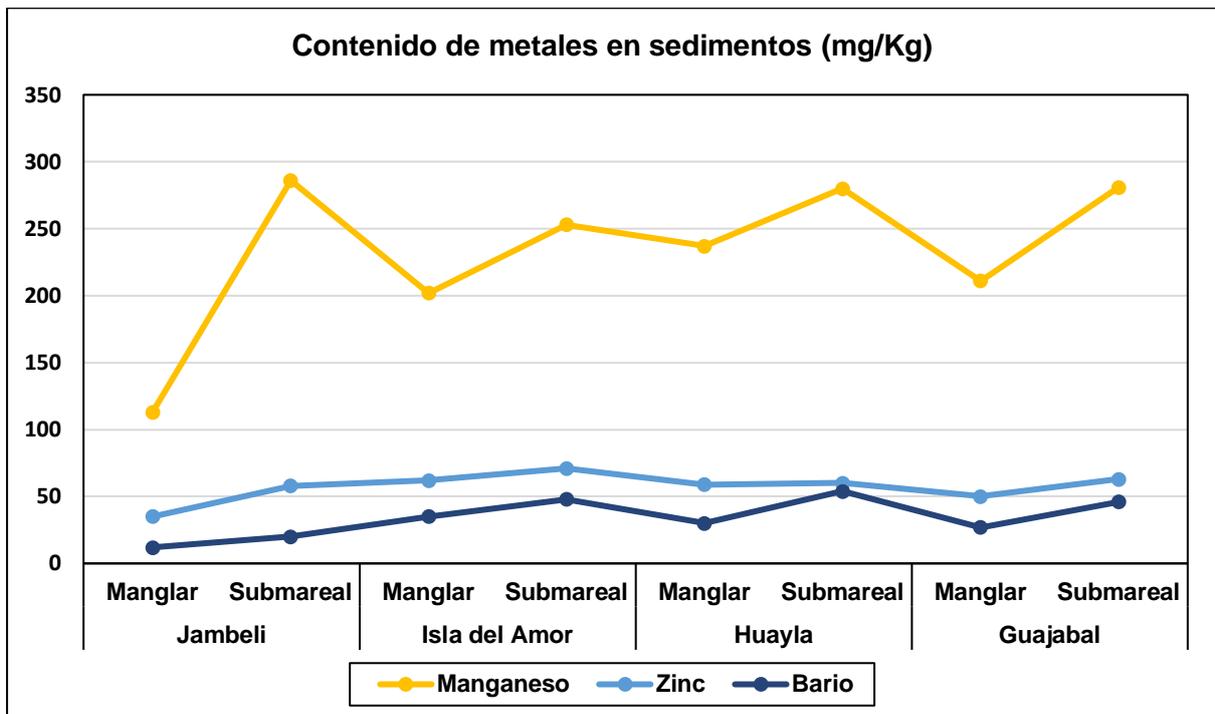
Los sitios de muestreo fueron: La entrada hacia el brazo de manglar que conecta el Estero Santa Rosa con el balneario de Jambelí, el sector interno de manglares de Isla del Amor que recibe la influencia de la desembocadura del Estero 2 Bocas, una muestra en la entrada del estero Huaylá y una muestra más al sur en la desembocadura del Estero Guajabal hacia el estero Santa Rosa. Los resultados del contenido de metales y metaloides en sedimentos se observan en la Figura 29 a Figura 35.

Figura 29. Metales y metaloides de mayor contenido en sedimentos del Estero Santa Rosa



Elaborado por: Ecosambito, 2020

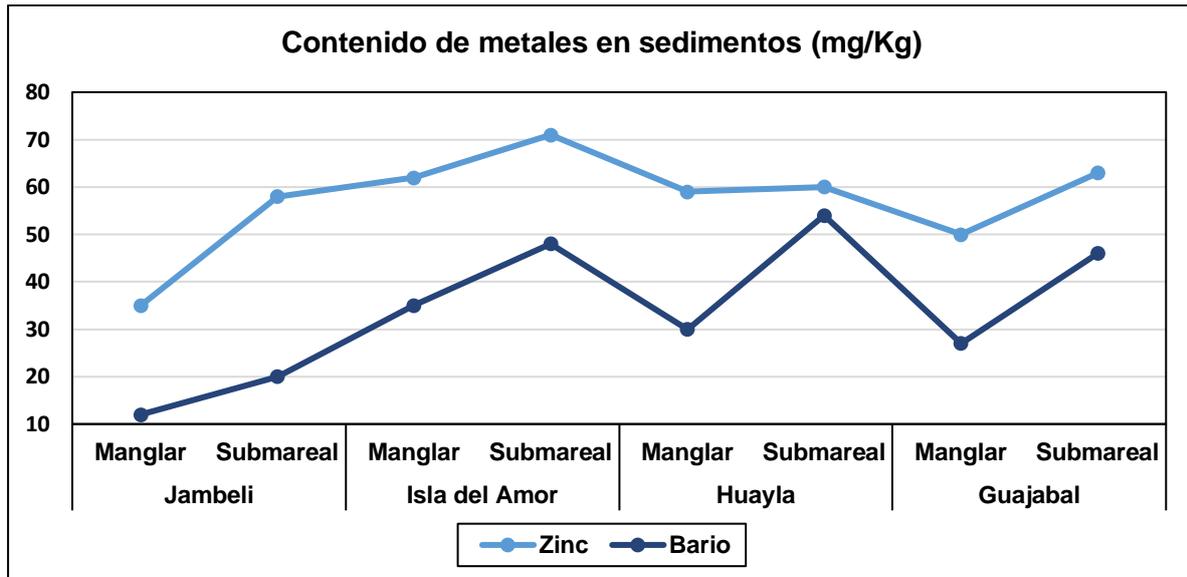
Figura 30. Metales y metaloides de mayor contenido en sedimentos del Estero Santa Rosa



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 29 y Figura 30 se observa un mayor contenido de aluminio en sedimentos del margen continental y el mayor contenido de azufre en los remanentes de manglares de la entrada de Huaylá, así como un mayor contenido de calcio en sedimentos de manglares de Huaylá y Guajabal.

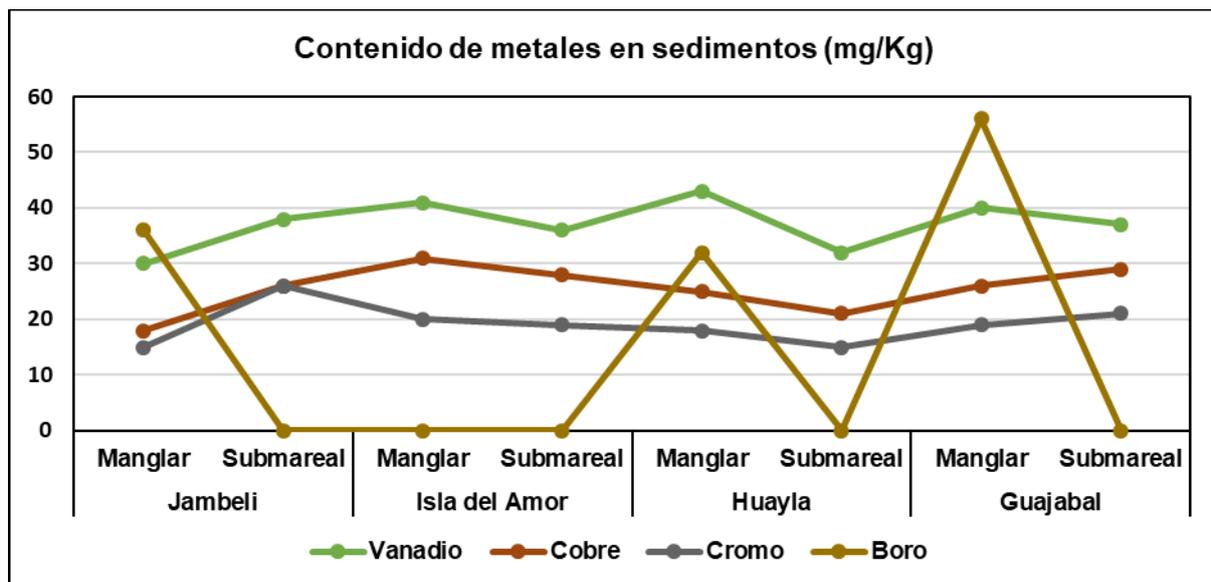
Figura 31. Contenido de Bario y Zinc en muestras de sedimentos



Elaborado por: Ecosambito, 2020

Al eliminar el manganeso de la Figura 30 se observa un mayor contenido de bario y Zinc asociado a la salida de agua de Dos bocas y estero Huayla mientras que los manglares de Jambeli muestran la menor concentración de ambos metales

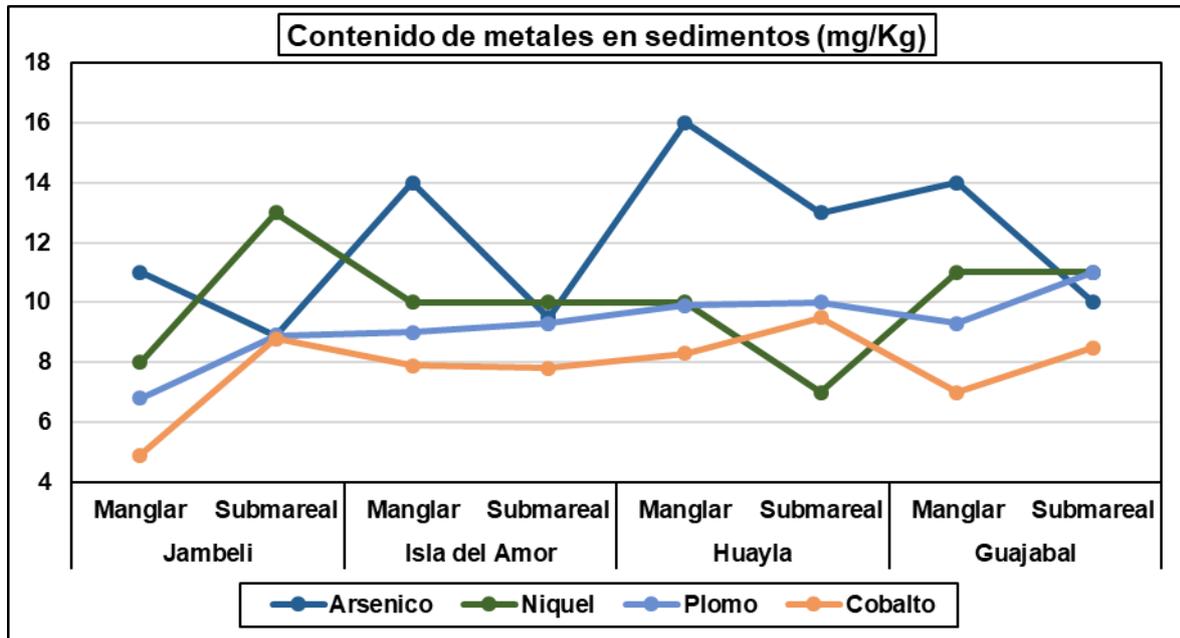
Figura 32. Contenido de Cobre, Vanadio, Cromo y Boro



Elaborado por: Ecosambito, 2020

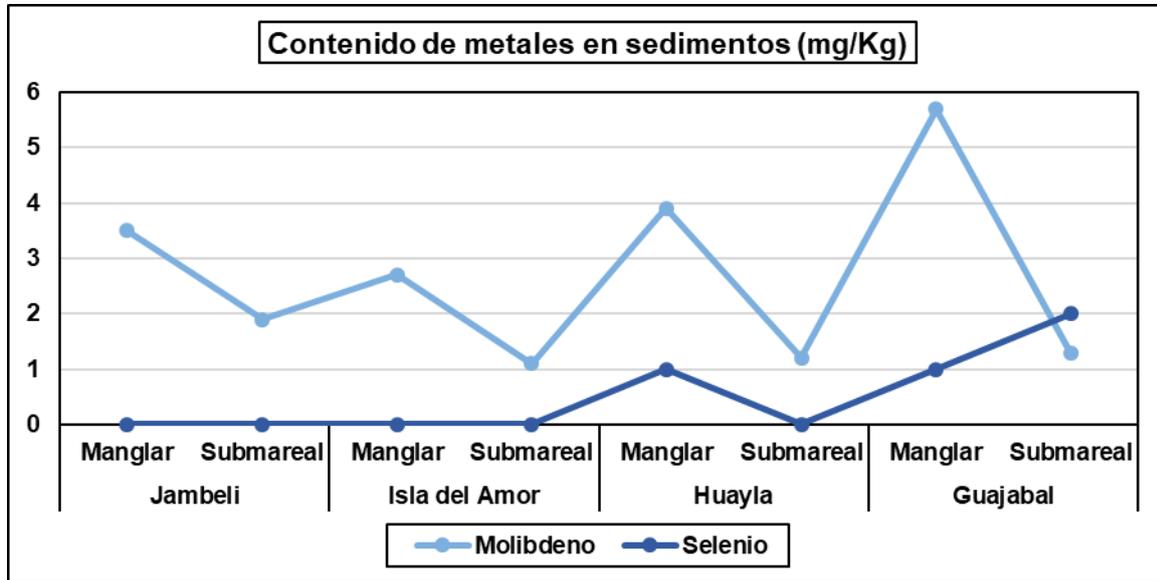
En la Figura 32, se observa la presencia exclusiva de Boro en sedimentos de manglares, compuesto que no fue detectado en sedimentos submareales, Jambelí comienza menores contenidos de metales dando a entender un mayor movimiento de sedimentos que en aguas interiores, el mayor contenido de cobre se acumula en manglares de Isla del Amor en la salida del Estero Dos Bocas que supera ligeramente al contenido de este metal en sedimentos submareales de Guajabal. El cromo muestra su mayor nivel en el Estero Guajabal.

Figura 33. Niveles de arsénico, Níquel, Plomo y Cobalto



Elaborado por: Ecosambito, 2020

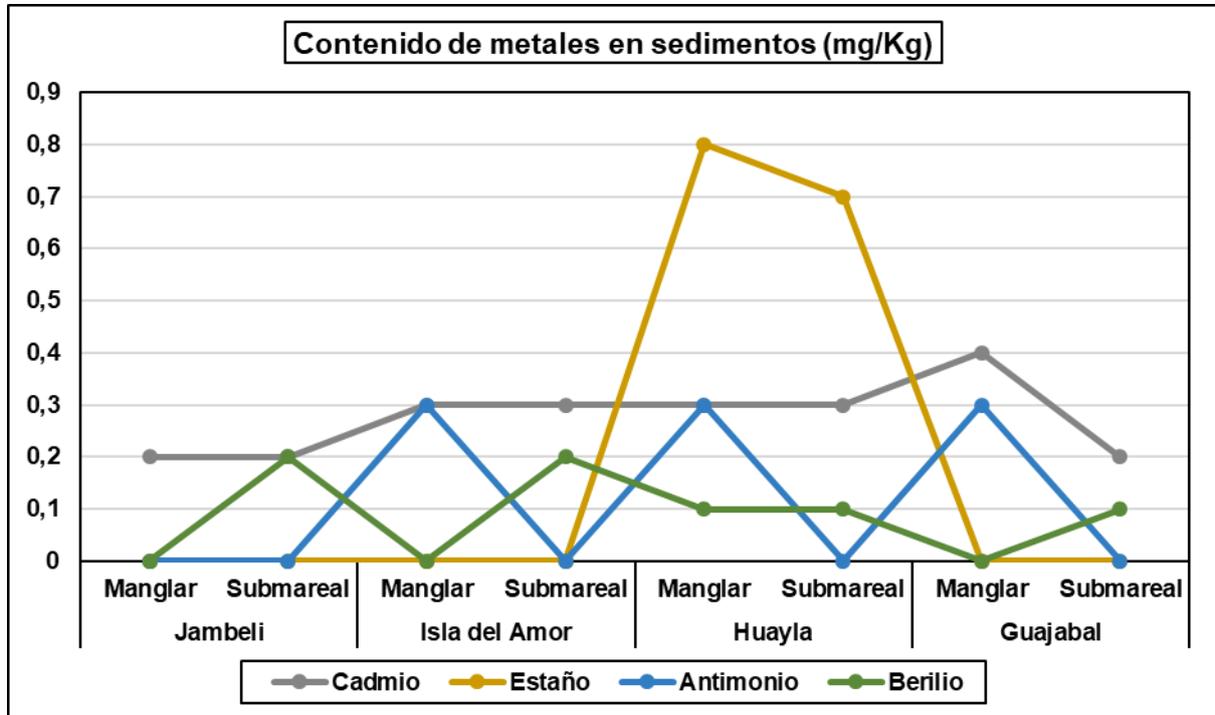
Figura 34. Molibdeno y Selenio en sedimentos



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 33 y Figura 34, se observa que metales más escasos comienzan a vincularse con los sitios más internos del Estero Santa Rosa, el arsénico muestra máximos niveles en el Estero Huaylá principalmente en sedimentos de remanentes de manglares mientras que el plomo y cobalto muestran los valores más elevados en sedimentos submareales del Estero Huaylá, el plomo, el molibdeno y el selenio muestran un incremento en el sentido norte sur donde aumenta proporcionalmente la superficie de camaroneras.

Figura 35. Metales trazas en sedimentos.



Elaborado por: Ecosambito, 2020

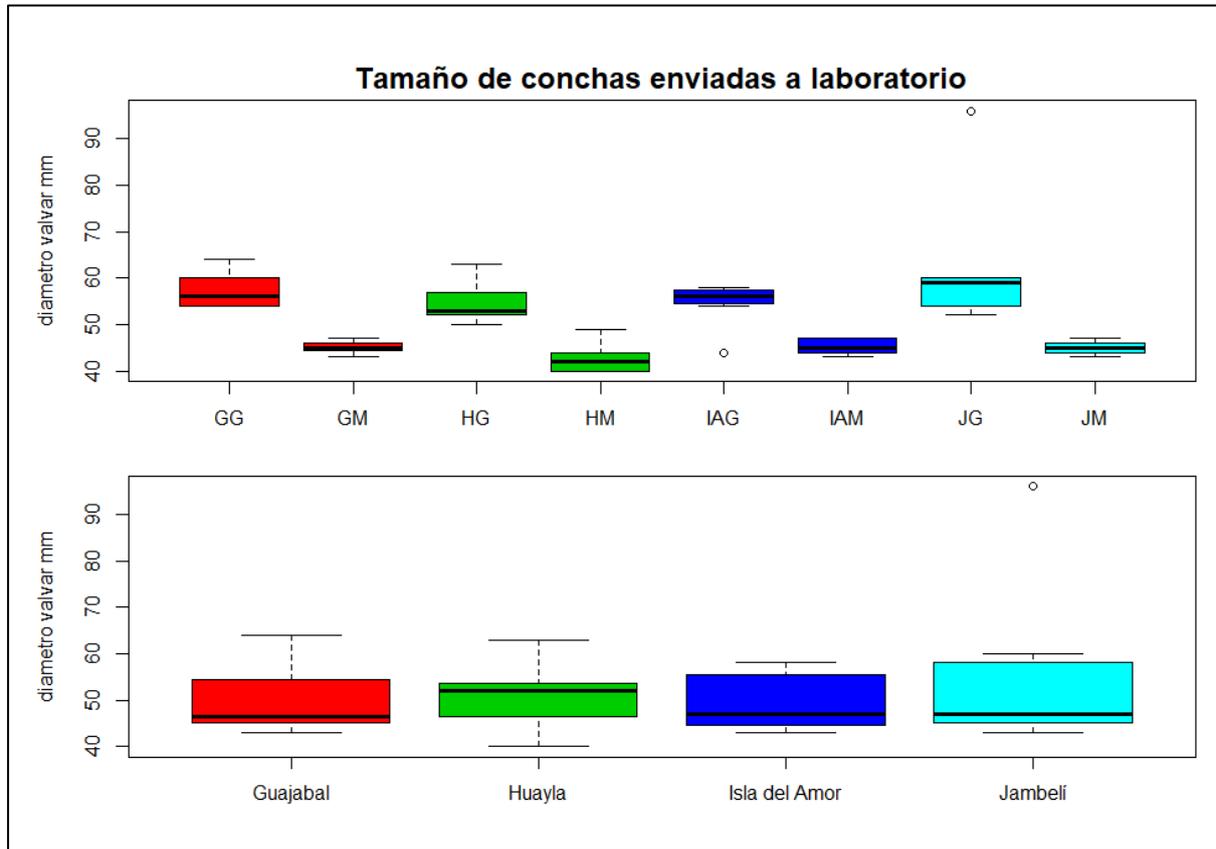
Al analizar los metales más escasos que aparecen en la Figura 35, se observa que solo en sedimentos del Estero Huaylá se encontraron vestigios de estaño y que el cadmio aumenta en las proximidades de Puerto Bolívar.

Los sedimentos muestran que existirían diversos orígenes asociados, sin embargo, llama la atención que determinados compuestos se asocien con los sitios Isla del Amor, Huaylá y Guajabal, este último bastante más distante de Puerto Bolívar hacia el sur, siendo apresurado con un muestreo tan exiguo, intentar establecer que actividad sería principalmente responsable del origen de estos compuestos.

Los resultados comunicados por el laboratorio seleccionado tanto de sedimentos como de conchas se anexan al presente informe, el análisis de bioacumulación de metales en conchas, bivalvos filtradores escogidos como “centinelas” de contaminación en varios países de América con presencia de manglares se escogió ante la baja probabilidad de encontrar diferencias en muestras de agua y se escogieron dos rangos de tallas de conchas en cada sitio de muestreo: conchas grandes, mayores a 50mm y conchas medianas entre 40 y 50 mm.

En la Figura 36 se observa que las conchas que integraron las muestras tuvieron tallas similares por lo que se puede asumir que habrían tenido edades similares y por ende tiempos de acumulación de metales mediante filtración equivalentes.

Figura 36. Tamaño de conchas enviadas a laboratorio,

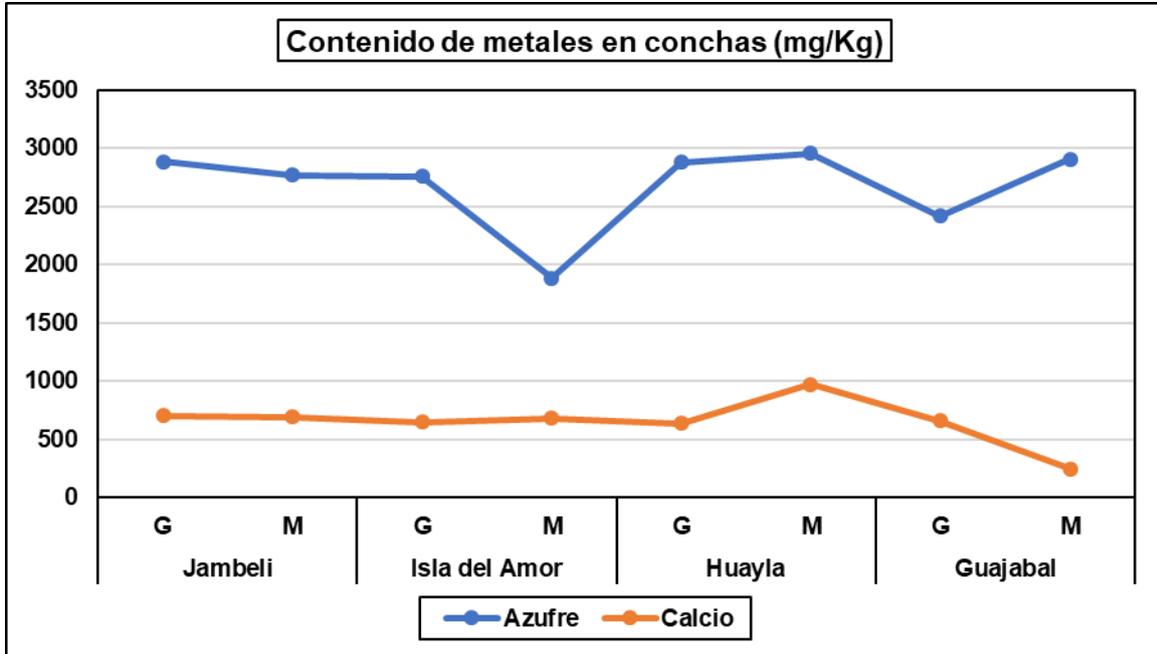


G=Guajabal, H= Huayla, IA= Isla del Amor, J = Jambelí. G= Grande; M= medianas

Elaborado por: Ecosambito, 2020

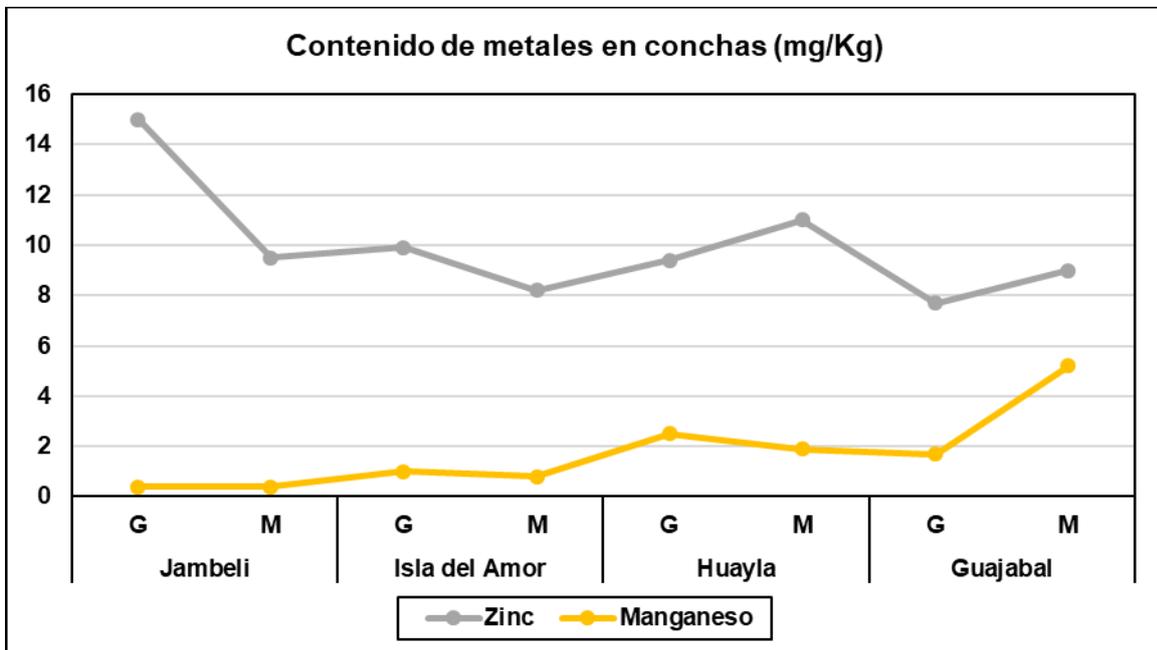
Los resultados de bioacumulación de metales en conchas aparecen en la Figura 37 a Figura 40.

Figura 37. Contenido de metales en conchas analizadas en laboratorio.



Elaborado por: Ecosambito, 2020

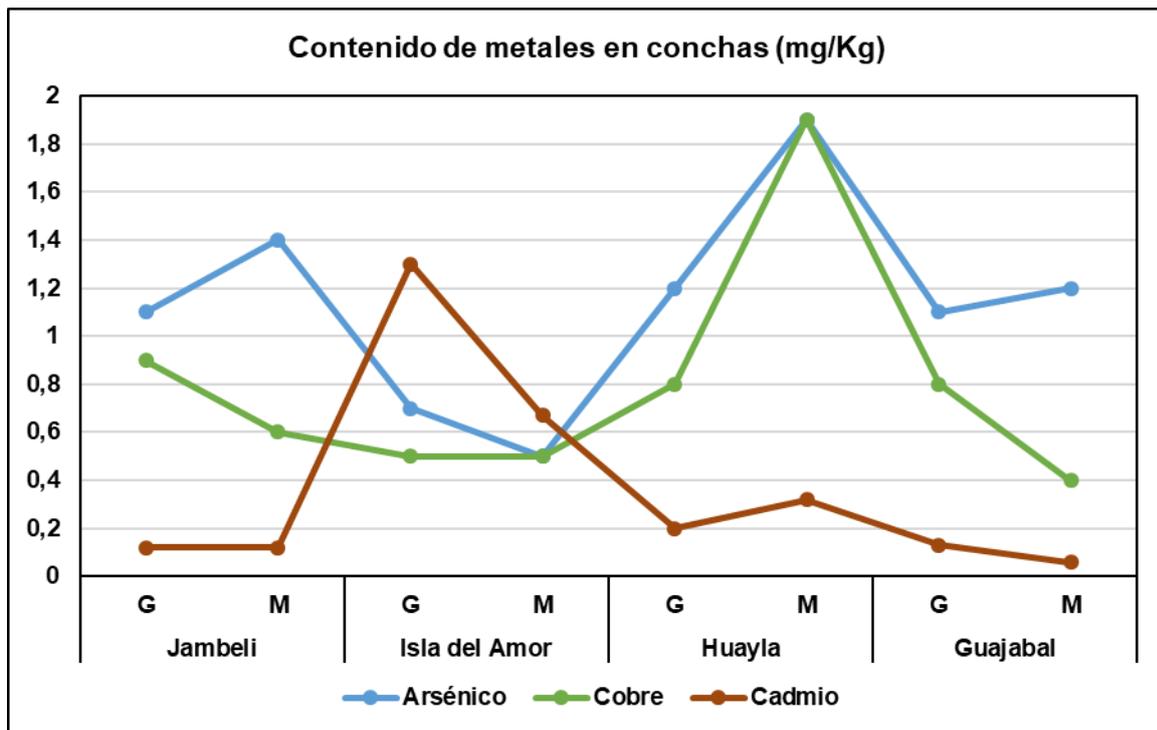
Figura 38. Contenido de zinc y manganeso en conchas del estero Jambelí



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 38 se observa una mayor acumulación en conchas más próximas al canal de Jambelí con un incremento ligero de este metal en conchas medianas del Estero Huaylá, el manganeso por el contrario muestra una tendencia de aumento en aguas más interiores.

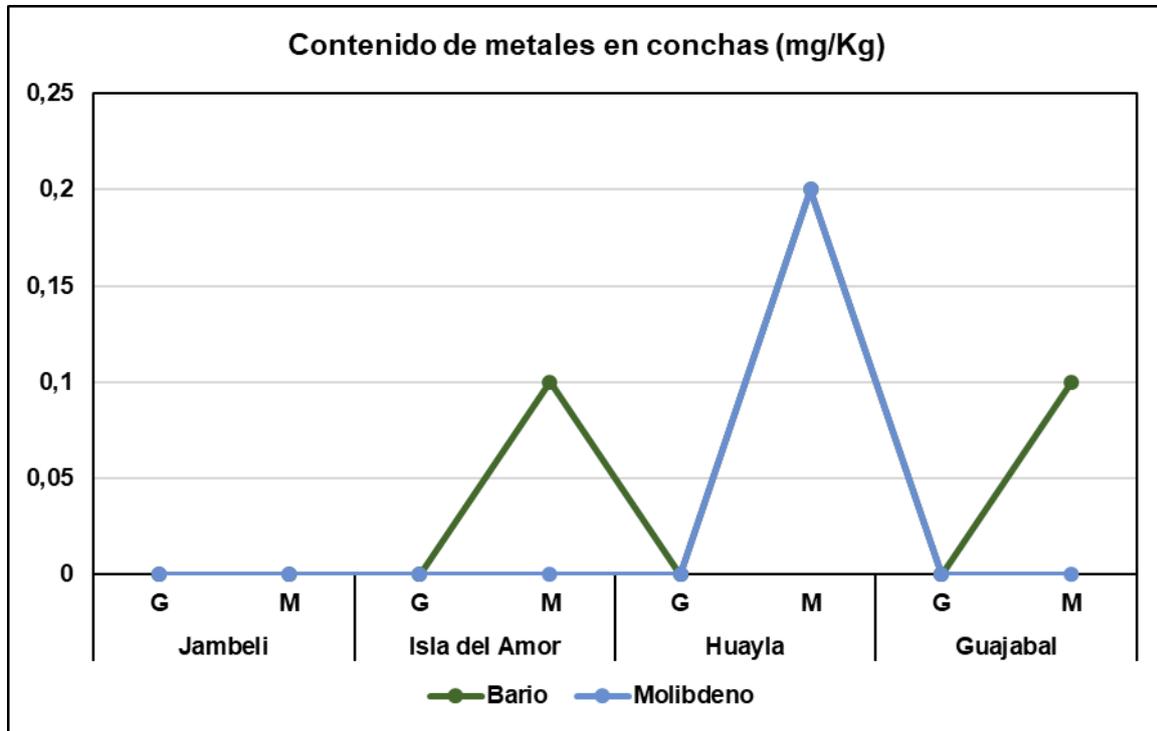
Figura 39. Contenido de arsénico, cobre y cadmio en conchas analizadas en laboratorio



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 39 se observa como las conchas de tamaños medianos (con edades estimadas entre 3 a 4 años de vida) muestran una mayor acumulación de arsénico y cobre en el Estero Huaylá y canal de Jambelí, mientras que el cadmio acusa mayores valores asociados a Isla del Amor correspondiente a la Salida del Estero Dos Bocas, el mismo que curiosamente exhibe los menores niveles de acumulación de arsénico.

Figura 40. Acumulación de Bario y de Molibdeno en conchas del Estero Santa Rosa



Elaborado por: Ecosambito, 2020

En la Figura 40 se detecta la presencia exclusiva de trazas de molibdeno en conchas medianas del Estero Huaylá así como bario en conchas medianas de Isla del Amor y Guajabal.

Tanto la acumulación de metales en sedimentos como los niveles de acumulación de metales en conchas sirven para corroborar que el proyecto Puerto Bolívar no representa la principal carga contaminante hacia el Estero Santa Rosa, la acumulación de metales y sus mayores valores de acumulación, así como la presencia exclusiva de determinados compuestos en el estero Huaylá, Isla del Amor (Dos Bocas, proveniente de Machala) y Estero Guajabal demuestran que existen varias fuentes generadoras de impactos que podrían deteriorar la calidad ambiental del estero y se considera factible que la presencia de determinados metales pudiese tener vinculación con la actividad minera próxima de Santa Rosa.

En este punto es importante mencionar que estudios similares muestran datos alarmantes en las inmediaciones de Puerto Bolívar, específicamente en el estero Huaylá año 2017 (Tobar et al, 2017) allí se determinó el contenido de Plomo, Arsénico, Mercurio y Cadmio en conchas *Anadara tuberculosa* y *A.similis* obteniéndose valores de $8,51 \pm 0,34$ mg/Kg de Plomo; $1,42 \pm 0,06$ mg/Kg de Arsénico, $617 \pm 355,3$ mg/Kg de Mercurio y $1,21 \pm 0,23$ mg/Kg de cadmio para especímenes de *Anadara similis* y de $7,52 \pm 0,46$ mg/Kg de Plomo, $1,55 \pm 0,14$ mg/Kg de Arsénico, $364,38 \pm 91,39$ mg/Kg de Mercurio y $1,68 \pm 0,28$ mg/Kg de cadmio para *Anadara tuberculosa*. Estos datos no se comprueban totalmente con el presente estudio y los autores de este coinciden en el hecho de que individuos de *Anadara* con menores tallas tienen una

mayor capacidad de bioacumular metales, situación observada en el presente estudio y aunque no se determinó la presencia de Plomo y Mercurio en la carne de conchas, los valores de arsénico y cadmio fueron bastante similares.

3.3 Valoración subjetiva de impactos acumulativos

Con el objetivo de establecer una valoración general de impactos acumulativos se estableció una matriz de calificación de impactos considerando criterios generales de gestión ambiental, esta matriz califica a las 11 actividades principales o industrias productivas registradas en los anuarios de Cuentas provinciales del Banco Central del Ecuador para la provincia de El Oro además del efecto de la población local, valorándose 8 variables asociadas a impactos en una escala de 0 a 10, siendo 0 la situación ideal/inexistencia de impactos y 10 como el peor escenario o la situación más negativo. Las calificaciones dadas por 6 miembros del staff consultor con buen conocimiento de la zona fueron analizadas con el programa R Studio.

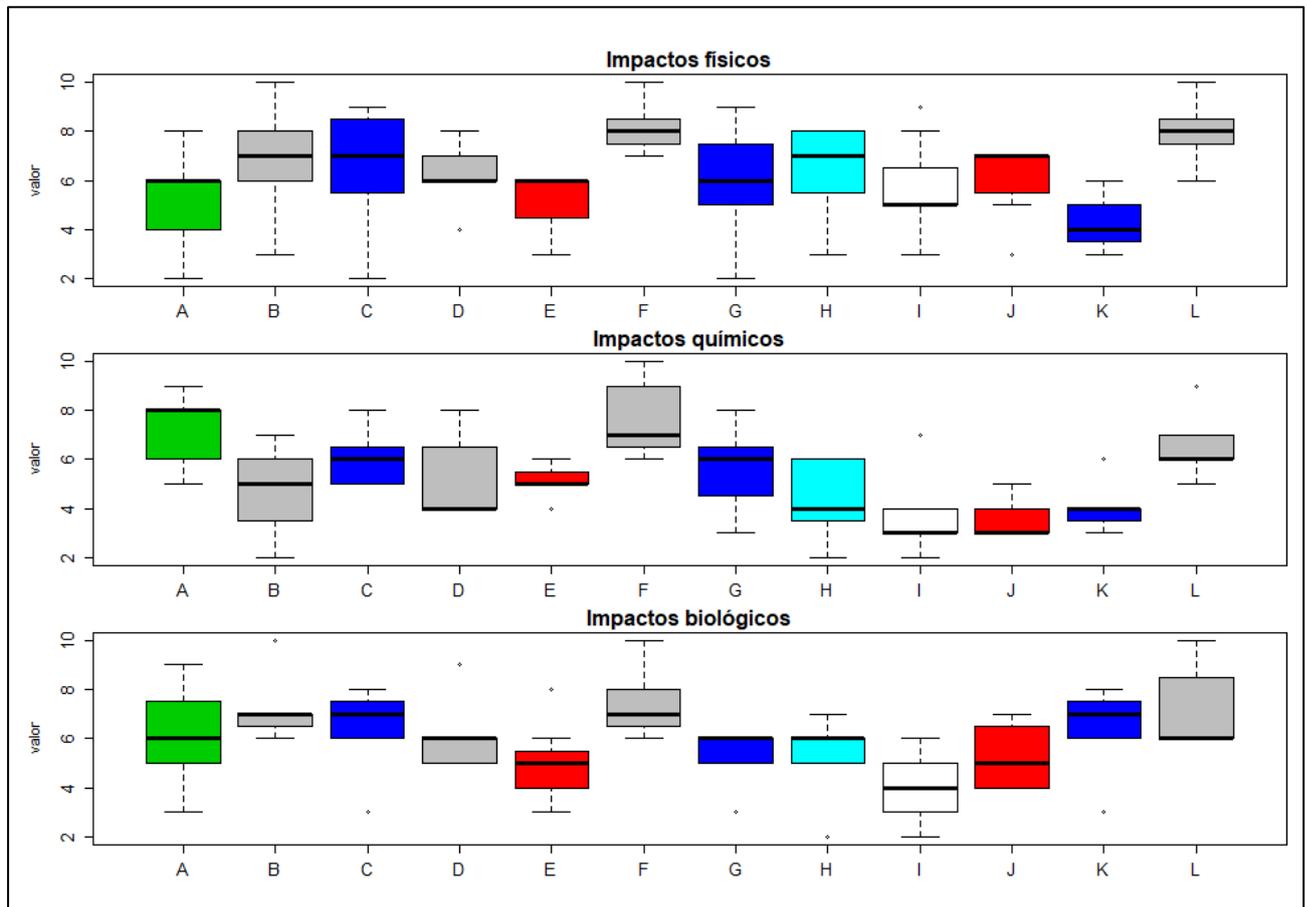
Tabla 2. Matriz de valoración de impactos acumulativos

Industria	Intensidad de impactos			Magnitud Número de fuentes emisoras de impactos	Duración Tiempo de ocurrencia	Reversibilidad		Gestión Existencia de normativas específicas	Sumatoria
	Impactos físicos	Impacto químicos	Impacto biológicos			Resiliencia natural	Esfuerzos o tratamientos de mitigación		
Cultivo de Banano, Café y Cacao									
Construcción									
Acuicultura de pesca y camarón									
Transporte y almacenamiento									
Procesamiento y conservación de carne									
Minas y canteras									
Procesamiento y conservación de camarón									
Suministro de electricidad y agua									
Alojamiento y servicios de comida									
Cría de animales									
Pesca y acuicultura *									
Asentamientos humanos									

*Exceptuando camarón

Los resultados del análisis de evaluaciones se observan en las Figura 41 a Figura 44.

Figura 41. Valoración de tipos de impactos generados por principales actividades industriales y asentamientos humanos



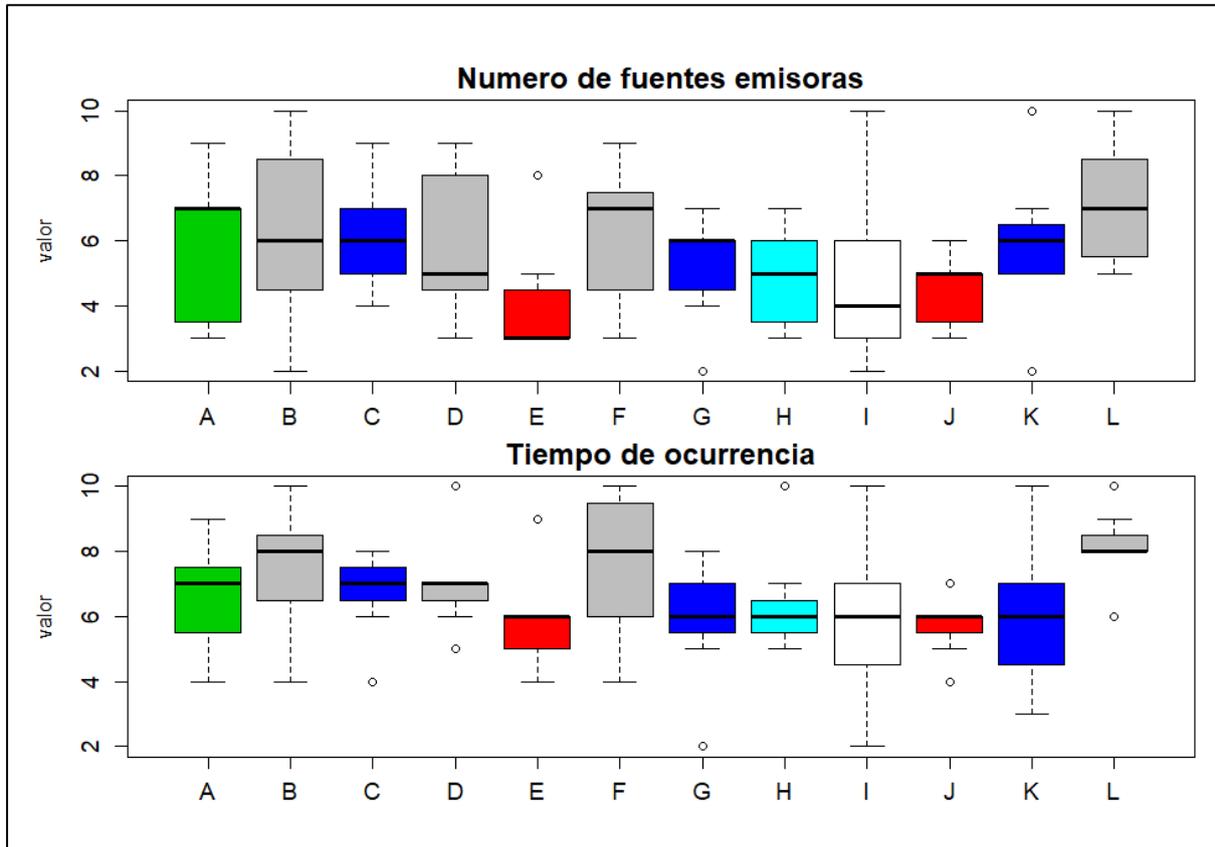
. A= Cultivo de banano, Café y Cacao, B= Construcción, C=Acuicultura y pesca de camarón, D= Transporte y almacenamiento, E= Procesamiento y conservación de carne, F= Minas y Canteras, G= Procesamiento y conservación de camarón, H=Suministro de electricidad y agua, I=Alojamiento y servicios de comida, J= Cría de animales, K=Pesca y acuicultura exceptuando camarones, L= Asentamientos humanos

Elaborado por: Ecosambito, 2020

Al promediar los impactos las 5 industrias más perjudiciales para el entorno natural serian: Minería y canteras 7,762, Asentamientos humanos 7,285; Acuicultura y pesca de camarón 6,333; Construcción 6,238, Cultivo de banano, Café y Cacao 6,142; en el extremo opuesto las actividades menos nocivas serian el Alojamiento y actividades de comida con 4,476 y la pesca y acuicultura sin considerar camarones con 4,904/10.

Al indagar sobre la magnitud de fuentes de perturbación o número de fuentes de emisión de impactos, así como el periodo de afectación que tienen las industrias y asentamientos cuestionados se tiene la Figura 42.

Figura 42. Valoración de la magnitud y duración de impactos acumulativos generados por principales actividades industriales y asentamientos humanos



. A= Cultivo de banano, Café y Cacao, B= Construcción, C=Acuicultura y pesca de camarón, D= Transporte y almacenamiento, E= Procesamiento y conservación de carne, F= Minas y Canteras, G= Procesamiento y conservación de camarón, H=Suministro de electricidad y agua, I=Alojamiento y servicios de comida, J= Cría de animales, K=Pesca y acuicultura exceptuando camarones, L= Asentamientos humanos

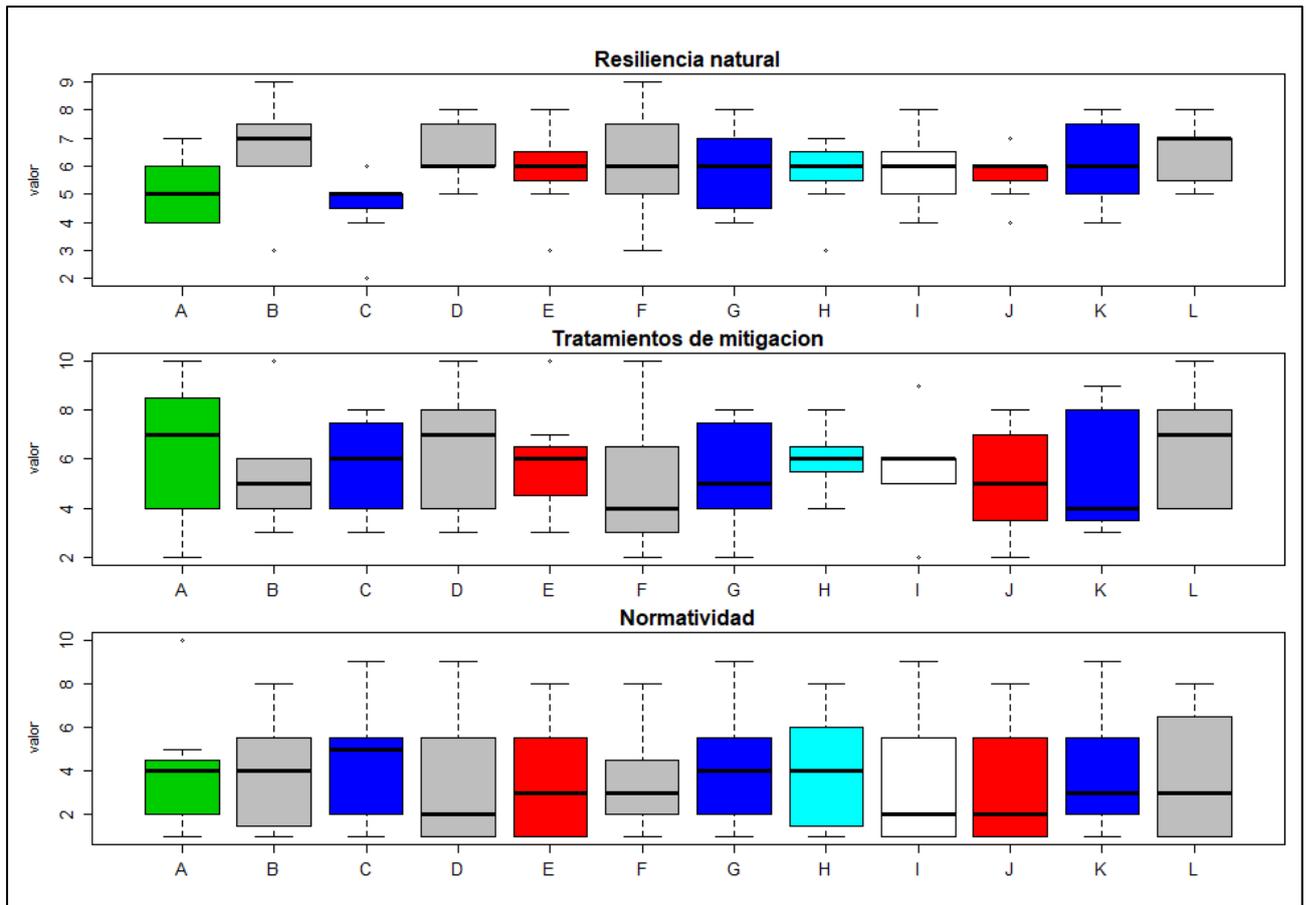
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Al considerar la magnitud de impactos acumulativos entendida como el número de fuentes emisoras de impactos y el periodo de contribución a los impactos acumulativos, las industrias más perjudiciales serían los asentamientos humanos con una media de 7,642, seguida de la Minería y canteras y la Construcción, ambas con 6,857; el Transporte y almacenamiento 6,50 y la acuicultura y pesca de camarones con 6,428. En la situación opuesta la actividad con menor magnitud de impacto sería el Procesamiento y conservación de carne con 5 y la Cría de Animales con 5,07.

Al consultar sobre las posibilidades de mejora de estos impactos considerándose primero la resiliencia natural del entorno si el impacto se detuviese y no se intervendría al respecto; la intervención con asistencia o esfuerzos de tratamientos para la mitigación, así como la

existencia de normativas específicas que faciliten ya sea el control de actividades y promuevan acciones de recuperación de la calidad natural se tiene la Figura 43

Figura 43. Valoración de la reversibilidad, opciones de mejoras y marcos legales relativos.



A= Cultivo de banano, Café y Cacao, B= Construcción, C=Acuicultura y pesca de camarón, D= Transporte y almacenamiento, E= Procesamiento y conservación de carne, F= Minas y Canteras, G= Procesamiento y conservación de camarón, H=Suministro de electricidad y agua, I=Alojamiento y servicios de comida, J= Cría de animales, K=Pesca y acuicultura exceptuando camarones, L= Asentamientos humanos

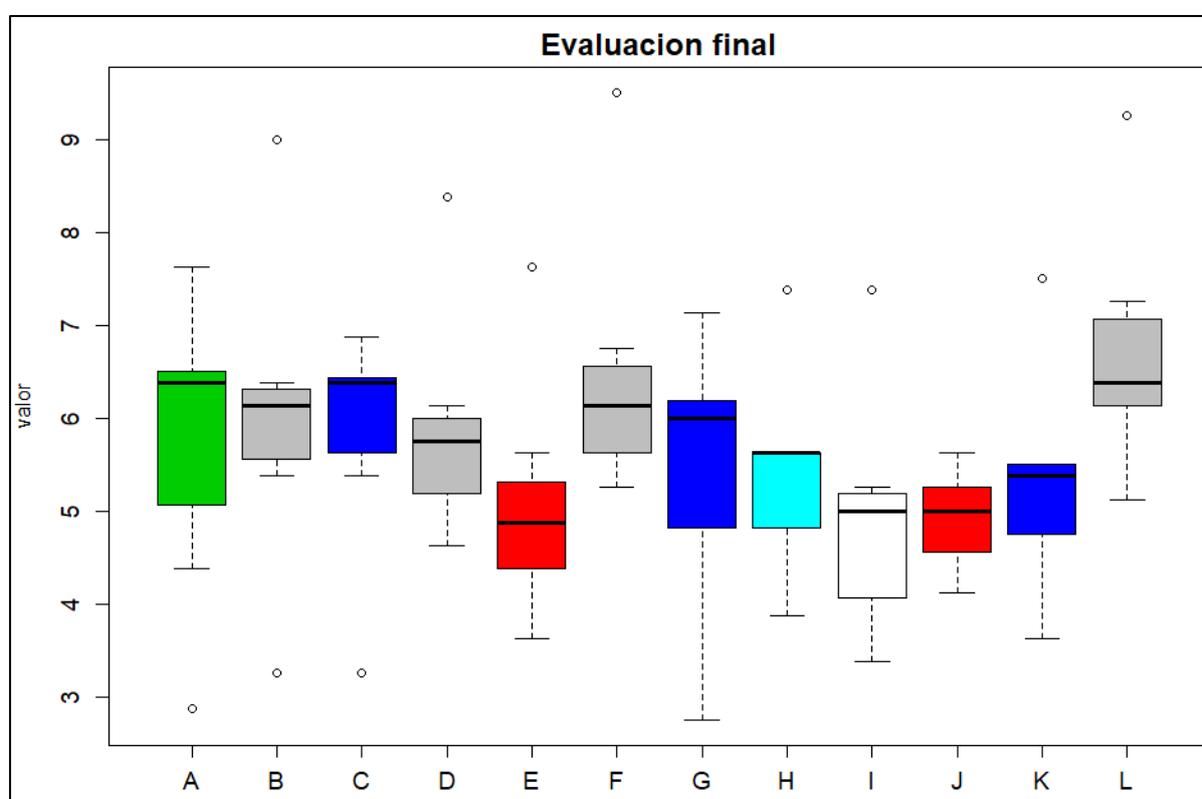
Elaborado por: Ecosambito, 2020

Las variables asociadas a las opciones de reversibilidad de impactos naturales es significativamente mayor a la evaluación de la factibilidad de tratamientos o asistencia de intervenciones para la recuperación de la calidad natural, llama la atención que la variable calidad de normatividad fuese evaluada con buenos indicadores para prácticamente todas las industrias cuestionadas, además de asentamientos humanos, a pesar de que es común escuchar que los impactos ambientales se producen libremente al no existir normas específicas y más que la falta de normatividad gran parte de los impactos reside en las

evidentes restricciones de medios y logística necesaria para que existiese una fiscalización eficiente. El testimonio de funcionarios del Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador manifiesta que existen múltiples procesos que deberían terminar en acciones de sanción a responsables identificados de daños ambientales, pero estos terminan acumulándose en tribunales civiles y muchos de ellos simplemente se truncan.

El valor medio de variables consultadas o evaluación final de los impactos acumulativos de las industrias cuestionadas se observa en la Figura 44

Figura 44. Evaluación de impactos acumulativos de las principales industrias de la provincia de El Oro.



A= Cultivo de banano, Café y Cacao, B= Construcción, C=Acuicultura y pesca de camarón, D= Transporte y almacenamiento, E= Procesamiento y conservación de carne, F= Minas y Canteras, G= Procesamiento y conservación de camarón, H=Suministro de electricidad y agua, I=Alojamiento y servicios de comida, J= Cría de animales, K=Pesca y acuicultura exceptuando camarones, L= Asentamientos humanos

Elaborado por: Ecosambito, 2020

Los valores medios de industrias cuestionadas arroja que los mayores impactos acumulativos provendrían de los asentamientos humanos con una evaluación de 6,73/10, le sigue minas y canteras con 6,46; Construcción con 6,01; el Transporte y almacenamiento con 5,87; la Acuicultura y pesca de Camarón con 5,80 y el cultivo de Bananos, Café y Cacao con 5,71, el Procesamiento y conservación de camarones con 5,41; Suministro de Electricidad y agua

5,39, la Pesca y acuicultura exceptuando camarones 5,28, el procesamiento y Conservación de carne 5,07; la Cría de animales con 4,91 y finalmente el Alojamiento y servicios de comida con 4,89 sobre 10.

4. Bibliografía

Brisbois B.W., Spiegel J.M. and L. Harris (2019). Health, environment and colonial legacies: Situating the Science of pesticides, bananas and bodies in Ecuador. *Social Science & Medicine*. 239 (2019) 11529

ERF (Environmental Research Foundation) 1991. The false promise of pesticides. *Rachel's Hazardous Waste News* 247 (August 21).

García J.E (1997). Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente. *Agronomía mesoamericana* 8(1): 119-135.

León Pérez M.J (2015). Uso de plaguicidas en producción de arroz de la provincia del Guayas: reducción de costos, rentabilidad económica, disminución del daño al medio ambiente, periodo 2010-2013. Tesis presentada para optar al título de Economista. Facultad de Ciencias Economicas, Universidad de Guayaquil.

Stuart E. Hamilton (2019). *Mangroves and Aquaculture A Five decade remote Sensing Analysis of Ecuador's Estuarine environments*. Coastal Research Library 33. 211 pp. Springer.

Henriquez W., Jeffers R.D., Lacher T. E. and R.J. Kendall (1997). Agrochemical use on banana Plantations in Latin América: Perspectives on Ecological Risk. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Volume 16. N° 1 pp 91-99.

Jimenez M., Van Der Veken L., Neiryck H., Rodriguez H, Ruiz O. and R. Swennen (2007). Organic banana production in Ecuador: its implications on black Sigatoka development and plant-soil nutritional status. *Renewable Agriculture and food systems*: 22(4): 297-306.

Peña-Carpio E. y J.M. Menendez-Aguayo (2016). Environmental study of gold mining tailings in the Ponce henriquez mining área (Ecuador). *DYNA* Vol(83) N° 185, febrero 2016. Pp 237-245. Universidad Nacional de Colombia, Medellin , Colombia.

Primicias (2020). Productores y exportadores de banano en una nueva disputa de precios. *Economía* 14 de agosto 2020. Descargado de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/productores-exportadores-banano-nueva-disputa-precios/>

Purseglove, J.W. 1972. *Tropical Crops: Monocotyledons 2*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.

Roibas L., Elbehri, A. and A. Hospido (2015). Evaluating the sustainability of Ecuadorian Bananas: Carbon Footprint, Water usage and wealth distribution along the supply chain. *Sustainable production and consumption* 2. (2015) 3-16.

Russo R.O and C. Hernández (1995). The environmental impact of banana production can be diminished by proper Treatment of wastes. *Journal of sustainable agriculture*. Vol 5(3) 5-13.

Stephens C.S. 1984. Ecological upset and recuperation of natural control of insect pests in some Costa Rican banana plantations. *Turrialba* 34:101–105.

Tarras-Walbergg N, H., Flachier A., Fredriksson G., Lane S., Lunberg B y O. Sangfors (2000). Environmental Impact of small-scale and Artisanal Gold Mining in Southern Ecuador. Implications for the Setting of Environmental Standards and for the management of the small-scale Mining Operations. *AMBIO* Vol 29. N°8 Dec 2000.

Terchunian, A., Klemas K., Segovia A., Alvarez A., Vasconez B. and L. Guerrero (1986). Mangrove Mapping in Ecuador: the impact of shrimp pond construction. *Environmental management* Vol 10, N°3 pp 345-350.

Tobar J., Ramirez-Muñoz M, Fermin I y W. Senior (2017). Concentración de metales Pesados en Bivalvos *Anadara tuberculosa* y *A. similis* del estero Huaylá, provincia de El Oro, Ecuador. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Vol 51. N°1, Enero -Abril 201. Pp19-30

Valbuena D.S., Melendez-Florez M.P., Villegas V.E., Sanchez M.C. y M. Rondon-Lagos (2020). Daño celular y genético como determinantes de la toxicidad de los plaguicidas. *Ciencia en desarrollo*, Vol 11: N°2

Villalba, H. y V. Salazar (2016). Factores que determinan la supervivencia de los pacientes intoxicados por Paraquat, estudio realizado en el Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico del ministerio de salud Pública de Ecuador, periodo enero 2013 a diciembre 2014. Tesis de grado Facultad de Ciencias Médicas. Especialización en Medicina de Emergencias y Desastres. Pontificia Universidad Católica del Ecuador .

Walker, L.J. and J. Johnston (1999) EC DG XI Environment, Nuclear Safety & Civil Protection

Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. NE80328/D1/3 . European Union

Watkins, G., Atkinson, R., Canfield, E., Corrales, D., Dixon, J., Factor, S., Hardner, J., Hausman, H., Hawken, I., Huppman, R., Josse, C., Langstroth, R., Pilla. Ernani., Quintero, J., Radford, G., Rees, C., Rice, D., and A. Villalba (2015). Guía para evaluar y gestionar los impactos y riesgos para la biodiversidad en los proyectos respaldados por el Banco Interamericano de Desarrollo. Descargado de <http://www.iadb.org>.

5. Anexos

ANEXO 1. Análisis de metales pesados en muestras de agua, sedimentos y peces.