ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DRAGADO DE MUELLES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6,
ZONA DE MANIOBRA Y CANAL DE ACCESO DE
PUERTO BOLÍVAR

YILPORT®
PUERTO BOLIVAR

ECOSFERA
CONSULTORA AMBIENTAL

ANEXO 10

Informe de determinación de la concentración letal media en larvas de camarón

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

Estudio Eco toxicológico:

"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50-96) EN LARVAS DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*, CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EXTRAÍDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO"

Ing. César Valarezo Macías, Mg. Sc.
Ph.D. © Ciencias Ambientales - Consultor Ambiental EIA-FCA-UTMACH

Machala - El Oro - Ecuador

Abril 2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

YILPORTECU S.A.

Estudio Eco toxicológico:

"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50-96) EN LARVAS DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EXTRAÍDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO"

Machala - El Oro - Ecuador

Abril de 2017

ÍNDICE

PARTICIPACION INTERINSTITUCIONAL

Técnicos Carrera Ingeniería Acuícola-UTMACH:

Ing. César Valarezo Macías, Mg. Sc.
Ing. Edison Echeverría Espinoza, Mg. Sc.
Dra. Lita Sorroza Ochoa, Ph.D.

Técnicos invitados

Ing. Milton Iñaguazo Lalangui, Técnico Invitado

Gobierno Provincial Autónomo de El Oro

Ing. Darwin González
Blga. Escilda Montenegro

Colaboradores

Blgo. Julio Molina, Laboratorio BIOFONS Y PANEMA

ECOSFERA CONSULTORA AMBIENTAL
Blgo. Rommel Molina
Blgo. Jorge Intriago

ÍNDICE DE TABLAS

1.- ANTECEDENTES

El proyecto de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar, considerado Terminal Marítimo Internacional, es uno de los principales puertos del Ecuador. Está administrado por Autoridad Portuaria (APPB) y de la empresa YILPORTECU S.A. que ahora lo representa legalmente y gestiona su actividad económica.

Los buques más grandes que se tiene previsto arribaran en un futuro al terminal marítimo tienen calados que exceden la profundidad natural existente entre el ingreso a la bahía y el terminal, para lo cual se requieren de trabajos de dragado en el Canal de Acceso y Dragado en las zonas de maniobra que permitan el atraque de las demás embarcaciones.

Estas áreas de dragado son diferentes a las áreas de navegación, siendo seleccionada de tal manera que se facilite el proceso de dragado; siendo las áreas redondeadas enderezadas. Una pendiente natural de dragado alrededor 1:6 se espera confirmar; sin embargo, en suelo arcilloso la pendiente puede escalonarse mientras en limo muy suave la pendiente puede ser considerablemente más plana.

El presente estudio ecotoxicológico se realizó paralelamente a estudios complementarios de Línea Base Ambiental "in situ" en las áreas destinadas en el EsIA para el dragado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar, así como de los bioensayos de toxicidad de sedimentos ejecutados hasta el momento, por haber sido normado por el MAE antes, durante y después de culminado el dragado.

2.- OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de toxicidad de los sedimentos suspendidos del dragado (SSD) simulado del canal de acceso a Puerto Bolívar, en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, a través del estudio de la Concentración Letal Media (CL50-96) en Laboratorio.

2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mortalidad de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, producida por exposición de sedimentos suspendidos en concentraciones del 10%, 50% y 100%, en condiciones de laboratorio, con simulación de dragado.

- Desarrollar el levantamiento de línea Base Complementaria considerando Criterios Técnicos, de acuerdo al avance del Bioensayo.

3.- MARCO LÓGICO

3.1.- BIOENSAYO

Los bioensayos de toxicidad permiten evaluar el grado de afectación que una sustancia química tiene en organismos vivos y éstos pueden ser agudos o crónicos. Las pruebas agudas cuantifican las concentraciones letales de un xenobiótico a una especie en particular. El valor calculado se denomina Concentración Letal Media (CL50-96) y corresponde a la concentración de un xenobiótico que causa la muerte al 50 % de la población experimental al cabo de un tiempo determinado, generalmente en 48 o 96 horas. En contraste, las pruebas crónicas estiman la concentración – efecto media (CE50) de la sustancia de prueba que causa un efecto al 50 % de la población experimental, al cabo de un tiempo determinado (Rodríguez y Esclapés, 1995).

Los bioensayos, o pruebas de toxicidad son experimentos que miden el efecto de uno o más contaminantes en una o más especies, permiten evaluar el grado de toxicidad de una sustancia química, un efluente, un cuerpo de agua, etc., empleando organismos vivos (Esclapés, 1999).
Para proteger el medio acuático es necesario fijar límites superiores a las descargas de contaminantes perjudiciales químicos y físicos, además de vigilar y regular las descargas que se realicen posteriormente. Los límites superiores de las descargas se derivan de la consideración de los criterios apropiados de calidad de agua formulados a partir de datos de respuestas para sistemas biológicos (bioensayos crónicos o agudos) (FAO, 1981).

Las pruebas pueden durar varios periodos de tiempo, pero las de 96 horas son las más comunes. Los individuos son expuestos a concentraciones crecientes del tóxico para determinar cambios en el organismo. En general la muerte es el criterio más utilizado en la prueba de 96 horas. Uno o más controles son utilizados en organismos expuestos a similares condiciones excepto cuando existe falta de disponibilidad del tóxico (Reish y Oshida, 1987).

Los bioensayos toxicológicos tienen por finalidad determinar las concentraciones de un tóxico dado que ocasionen efectos dañinos o nocivos en un organismo modelo. Estos efectos pueden incluirse en las siguientes categorías:

- Afectación del término de vida
- Alteración de la tasa de crecimiento
- Cambios de los parámetros reproductivos (Reish y Oshida, 1987).

3.2.- BIOENSAYOS DE TOXICIDAD AGUDOS

Cuantifican las concentraciones letales de un xenobiótico a una especie en particular. El valor calculado se denomina concentración letal media (CL50-96), y representa la concentración que causa la muerte al 50 % de la población experimental, en un tiempo determinado, generalmente 48 o 96 horas (Esclapés, 1999).

3.2.1.- DE TIPO ESTÁTICO

Se efectúa sin la renovación continua del flujo constante de las diluciones sometidas al ensayo (FAO, 1981).

3.2.2.- SIN RENOVACIÓN

Los organismos se exponen a la misma solución de prueba el tiempo de duración del ensayo (Esclapés, 1999).

3.2.3.- CON RENOVACIÓN

Los especímenes se someten a una preparación fresca de la misma concentración inicialmente empleada, periódicamente (generalmente cada 24 horas). Tal renovación puede ser necesaria cuando importantes sustancias tóxicas se deterioran, o son absorbidas, o se pierden por cualquier otra razón, con suficiente rapidez para influir considerablemente con los resultados del ensayo (FAO, 1981).

3.2.4.- DE FLUJO CONTINUO

Circula continuamente una corriente de sustancia de prueba nueva en contacto con los individuos experimentales (Esclapés, 1999). Se realizan con la renovación continua o casi continua de las diluciones sometidas al ensayo, con el fin de mantener casi constantes las concentraciones de las sustancias tóxicas activas (FAO, 1981).

3.3.- TOXICIDAD EN SEDIMENTOS MARINOS

Muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos que se originan desde las actividades humanas son depositados y concentrados en los sedimentos acuáticos. El propósito de los bioensayos en sedimentos marinos, es implementar actividades tendientes a regular el monitoreo ambiental de estos estudios en nuestro país y su manejo integral en las zonas costeras.

El principal objetivo es exaltar el entendimiento de la apropiada aplicación e interpretación de los bioensayos, lo que incluye el análisis relacionado con los sedimentos marinos, la determinación de la toxicidad de sedimentos incluyendo, el análisis químico, la determinación directa de cambios ecológicos, los bioensayos de toxicidad y las líneas multiplex de evidencia, los objetivos de la pruebas de toxicidad de sedimentos, las metodologías y consideraciones más importantes de bioensayos en sedimentos completos.

Una de las conclusiones más convincente que se presenta sería evaluar la calidad ambiental no solo evaluando la química del sedimento y la estructura de la comunidad bentónica, sino incorporando las pruebas de toxicidad como una línea de evidencia fundamental en la triada de calidad del sedimento (Carballo, 2010).

3.4.- CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTOS MARINOS

La contaminación de los sedimentos marinos ha pasado a ser uno de los problemas medioambientales que más preocupan a la hora de encarar las obras portuarias y es uno de los aspectos más significativos del problema general de la contaminación del medio marino que tiende a concentrarse mucho más en los sedimentos del fondo que en el caso de la contaminación de las aguas continentales.

El alto contenido de sales produce una rápida floculación de las arcillas que sedimentan en las desembocaduras de los ríos, dando origen a las formaciones deltáicas, mientras que las arenas permanecen en suspensión y son arrastradas a lo largo de las costas. Los minerales pesados naturales suelen ser químicamente inertes y se distribuyen a lo largo de la costa en los sedimentos arenosos.

El comportamiento de los metales pesados depende de dos factores: el pH que refleja el carácter ácido o básico; y el potencial de Oxidación Reducción, o potencial redox, que diferencia los ambientes oxidantes de los reductores.

3.5.- METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS MARINOS

Durante la operación de extracción y vertido se producen efectos contradictorios, el pH alto del agua de mar favorece la floculación de todos los sedimentos, el aumento de la oxidación puede facilitar la dispersión y disolución de algunos metales pesados, en las mismas condiciones pueden formarse pequeños nódulos de manganeso y hierro que tenderán a impedir la dispersión y la disolución de los metales pesados, aglutinándolos; por lo tanto el dragado puede suponer la liberación de metales pesados o por el contrario su captura. En conjunto la contaminación durante el dragado es reducida y solo se moviliza una parte muy reducida de los elementos contaminantes presentes en los sedimentos. El dragado puede verse dificultado por la existencia de gas en proporciones al 10% en volumen.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.- MATERIALES

4.1.1.- LUGAR DE REALIZACIÓN

Los estudios ecotoxicológicos de la simulación de los sedimentos suspendidos del dragado (SSD) provenientes del canal de acceso a Puerto Bolívar, se realizaron en el Laboratorio Fitoplancton de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, tomando en consideración la metodología para la determinación de la Concentración Letal Media (CL50-96-168), aplicadas a postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*

Los estudios complementarios de la Línea Base Ambiental, por parte de la Carrera de Ingeniería Acuícola-UTMACH, y de acuerdo al EsIA propuesto, comprendieron los siguientes sitios:

- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Liceo Naval.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a la Isla del Amor.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Entrada del Balneario El Coco.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Punta del Faro Jambelí.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Entrada a Jambelí.

4.1.2.- MATERIALES DE LABORATORIO

- Vaso de precipitación de 1000 ml
- Probeta de 100 ml
- Guantes
- Hojas de control

- Balanza de precisión
- Multiparámetro YSI Pro DSS
- Pipetas graduadas de 1ml
- Acuarios
- Aireadores
- Mangueras
- Piedras difusoras
- 40 acuarios de 2 lts/cap.

4.1.3.- MATERIALES BIOLÓGICOS

- 1000 postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*)

4.1.4.- REACTIVOS

- Agua destilada
- Solución buffer

4.2.- MÉTODOS

4.2.1.- METODOLOGÍA DE CAMPO

Se adquirieron 1.000 postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, en estadios entre Pl. 12, gracias a la colaboración del Laboratorio de larvas BIOFONS Y PANEMA en el Sitio El Coco, las mismas que fueron sometidas al embalaje respectivo con oxígeno y carbón activado; y posteriormente trasladadas al Laboratorio de Fitoplancton de la FCA-UTMACH para su aclimatación respectiva.

Para la ejecución de los bioensayos se consideró la metodología de estimación de la Concentración Letal Media (CL50-96), combinada con las normas y protocolos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, descritos en el manual "Evaluation of dregded material proposedforoceandisporal" editado por U.S. EnvironmentalProtection Agency/U.S. Army Corps of Engineering, 1991, EPA/8-91/001, a través de la Fase Particulada Suspendida "Suspended

particulate Phase" (SPP), con muestras de sedimentos sujetos a dragados, a concentraciones de 10%, 50% y 100% de SPP en cada una de las dos réplicas considerando cinco puntos de muestreo.

4.2.1.1.- ADAPTACIÓN Y ACLIMATACIÓN

Las postlarvas de camarón *Litopenaeus Vannamei*, una vez trasladadas al Laboratorio de Fitoplancton, fueron ubicadas en un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, y paralelamente se les instalo aireación para su adaptación y aclimatación para luego ser sometidas al bioensayo.

4.2.1.2.- SUMINISTRO DE ALIMENTO A POSTLARVAS DE CAMARÓN

Las postlarvas de camarón fueron aclimatadas y alimentadas con balanceado acorde a su biomasa y tamaño, Igualmente se les suministró alimento vivo, como Artemia Salina para potenciar su calidad. Además se consideraron los parámetros que permitían la sobrevivencia y la calidad de los organismos para realizar la presente investigación.

4.2.1.3.- MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50)

Por el método de estimación de CL50-96 se registró la cantidad de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* sobrevivientes a concentraciones algo superiores e inferiores del límite estimado para CL50. Se llevaron reportes diarios de la información, para posteriormente poder ser tabuladas por el método Probit, identificando el impacto de los sedimentos suspendidos en las postlarvas de camarones con simulación de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar.

4.2.2.- EVALUACIÓN EN LARVAS DE CAMARONES

4.2.2.1.- RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Inicialmente se buscaron las postlarvas de prueba en los diferentes laboratorios de larvas del sector, los mismos que por la gran demanda existente por el Sector Camaronero, casi todos estaban recién sembrados, por lo que se tuvo que recorrer en su totalidad para poder contar con los organismos respectivos y desarrollar las pruebas necesarias para la selección del tanque.

De los laboratorios de larvas visitados, se seleccionó uno con los mejores ejemplares de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* "in situ", procurando en lo posible uniformidad en su talla, buen estado de salud, desarrollo branquial, sin protozoarios, entre otras observaciones, procediendo a su aclimatación en sus parámetros físico-químicos y biológicos, de tal manera que no existan mortalidades inmediatas por estrés del animal y se vaya a alterar el bioensayo.

Una vez que las larvas de camarón que se usaron en el presente estudio estuvieron completamente aclimatadas a las condiciones de laboratorio impuestas, se procedió a traspasarlos a los 40 acuarios de 2 litros destinados a los bioensayos de sensibilidad. A cada uno de los acuarios se les colocó 1 litro de agua con sedimentos suspendidos y cuyas características físico-químicas y biológicas, serían similares a las del dragado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar, tomando en consideración cada uno de los tratamientos desarrollados en el presente estudio.

4.2.2.2.- PREPARACIÓN DE CONCENTRACIONES

A partir de la solución estándar preparada con sedimentos suspendidos provenientes de las áreas a ser dragadas, se utilizaron las diferentes concentraciones en postlarvas de camarones *Litopenaeus vann*amei en los diferentes acuarios, aplicados con los tratamientos evaluados en la presente investigación.

Para ello se prepararon sedimentos suspendidos en concentraciones al 0%, 10%, 50% y al 100% en condiciones de laboratorio, las mismas que fueron utilizadas en el presente estudio de sensibilidad con postlarvas de camarones por un lapso de 96 horas, con 2 repeticiones y en los cinco puntos de muestreo.

4.2.2.3.- PUNTOS DE MUESTREO

AREA DE DRAGADO 2: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE AL LICEO NAVAL

Tabla 1: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD2 R1	1	2	3	4
AD2 R2	5	6	7	8

AREA DE DRAGADO 3: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A LA ISLA DEL AMOR

Tabla 2: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar desde el Estero Santa Rosa frente a la Isla del Amor

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD3 R1	9	10	11	12
AD3 R2	13	14	15	16

AREA DE DRAGADO 4: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA DEL BALNEARIO EL COCO

Tabla 3: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar desde el Estero Santa Rosa hasta frente a la entrada del balneario El Coco

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD4 R1	17	18	19	20
AD4 R2	21	22	23	24

AREA DE DRAGADO 5: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A PUNTA DEL FARO JAMBELÍ

Tabla 4: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado de los sedimentos suspendidos del dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD5 R1	25	26	27	28
AD5 R2	29	30	31	32

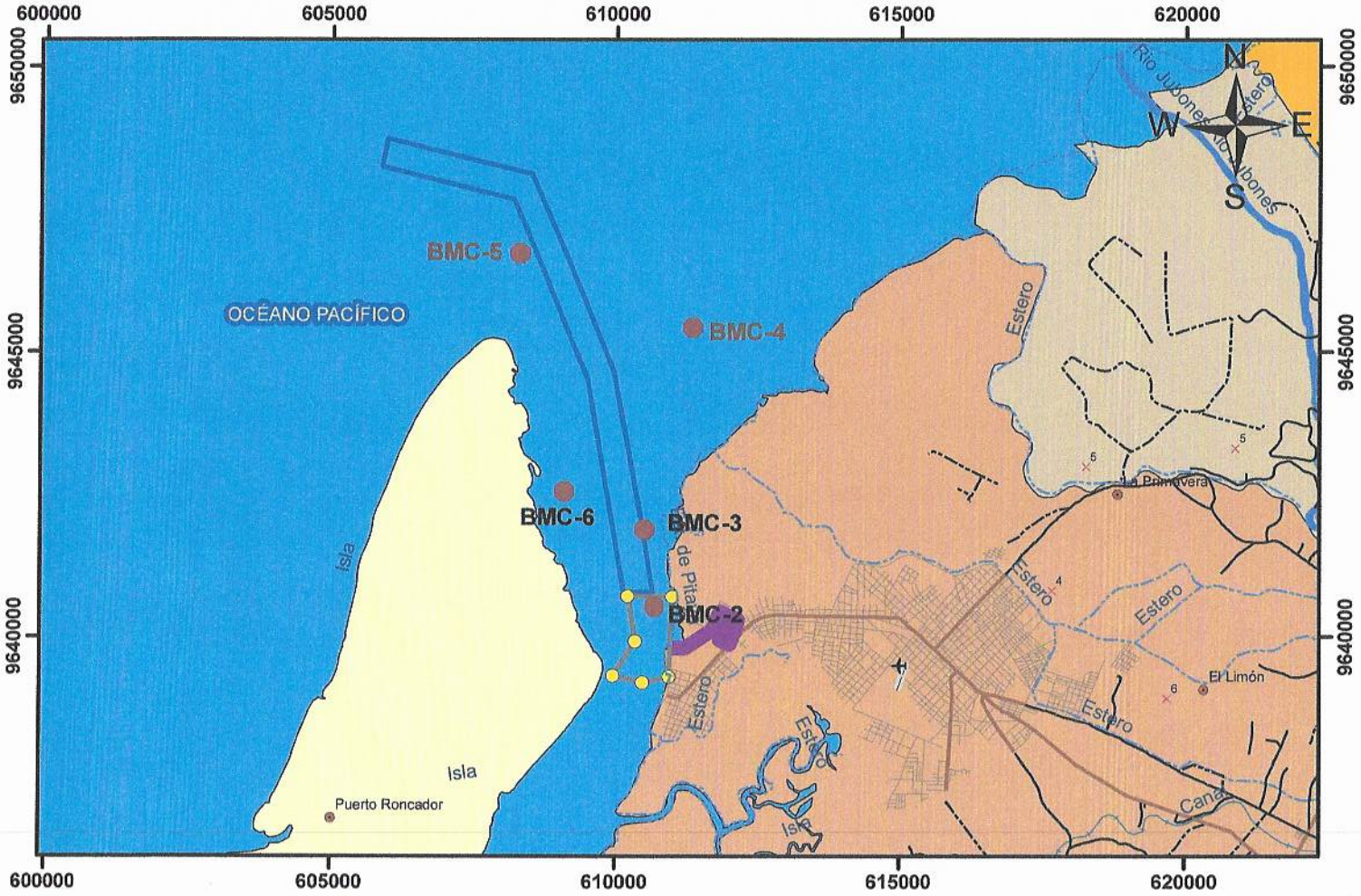
AREA DE DRAGADO 6: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA A JAMBELÍ

Tabla 5: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado de los sedimentos suspendidos del dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD6 R1	33	34	35	36
AD6 R2	37	38	39	40

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO DRAGADO DE MUELLES 1,2,3,4, 5, 6, ZONA DE MANIOBRA Y CANAL DE ACCESO DE PUERTO BOLÍVAR

ECUADOR Escala 1:120.000



SIMBOLOGÍA

- Cotas
- Poblados
- Puntos de dragado
- Aeropuerto

Red vial

- Vía de primer orden
- Vía de segundo orden
- Vía de tercer orden
- Vía en área urbana
- Sendero o vereda

Red hídrica

- Río
- Estero
- Canal
- Tubería desde muelles a puerto de sedimentos
- Piscina de sedimentos
- Zona de maniobras
- Canal de acceso

LEYENDA

Puntos para bioensayos de mortalidad de camarón

Km 0 1 2 4 6

Proyección: UTM
Zona 17 S
Datum Horizontal WGS 84
Datum Vertical: Nivel medio del mar

YILPORT PUERTO BOLIVAR — YILPORT TERMINAL OPERATIONS (YILPORTECU) S.A.

Contiene:	MAPA DE PUNTOS PARA BIOENSAYOS DE MORTALIDAD DE CAMARÓN
Elaborado por: Ing. María Fernanda González	Consultora Ambiental: ECOSFERA CONSULTORÍA AMBIENTAL
Fuente de información:	IGM, Cartografía Base 1:50000 INEC, Límites administrativos 1: 50000

Escala de impresión:	Escala de trabajo:	Fecha:
1:120.000	1:50000	Abril/2017

4.2.2.4.- SIEMBRA DE LARVAS

Después de haber procedido a preparar las diferentes concentraciones de sedimentos provenientes de los lugares donde se realizará el dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar, se completó con agua de la misma salinidad de la larva, esto es 22 ppt, se homogenizaron cada uno de los acuarios y se les adicionó oxígeno para que los sólidos estén en constante suspensión.
Posteriormente, se trasladaron de manera minuciosa 10 larvas de camarón de la especie *Litopenaeus vannamei,* elegidos entre aquellos que se encontraren en buen estado dentro del recipiente de aclimatación, para finalmente ser puestos en cada uno de los acuarios en los diferentes tratamientos y testigo.

4.2.3.- METODOLOGÍA DE LABORATORIO APLICADA

En el presente estudio ecotoxicológico se tomaron muestras de sedimentos de las cinco estaciones monitoreadas, empleando postlarvas vivas de camarón *Litopenaeus vannamei* en estadio Postlarva 12. Las técnicas que se aplicaron, fueron las recomendadas por la Environmental Protection Agency (EPA), por la Comisión Permanente del Pacifico Sur (CPPS, 1998), la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA, 1986), el Programa de las naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1986) y la FAO (1979, 1981, 1981a).

4.2.3.1.- ESTIMACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL DRAGADO SIMULADO DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Para el presente estudio se utilizaron 40 acuarios de vidrio, en los cuales cada tratamiento tendría dos réplicas incluido el testigo para obtener una buena evaluación. Luego del llenado de los recipientes se colocaron las postlarvas camarón; esto para cada uno de los bioensayos, donde previamente se aplicaron las soluciones en sus distintas concentraciones de sedimentos suspendidos. Paralelamente, se monitorearon los parámetros de oxígeno disuelto y pH afín de constatar el impacto de los sedimentos suspendidos en la calidad del agua.
Obtenidos los resultados de la investigación se realizaron los análisis estadísticos respectivos para la estimación de la Concentración Letal Media (CL50-96).

4.2.3.2.- ESTIMACIÓN DE RESULTADOS

La estimación de la Concentración Letal Media CL50 se logró monitoreando el Comportamiento Biológico de los animales sometidos al ensayo. Las observaciones con respecto al número de postlarvas de camarones sobrevivientes se realizaron al cumplirse los períodos de 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente, en cada uno de los tratamientos realizados.

A partir de la solución estándar de concentración de sedimentos suspendidos, se dosificaron aquellas cantidades especificadas anteriormente a diferentes concentraciones. De igual forma se procedió a suministrarle aireación complementaria, a fin de que los niveles de oxígeno no afecten el monitoreo del posible agente contaminante en las postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* y para mantener los sedimentos en suspensión durante las pruebas de sensibilidad.

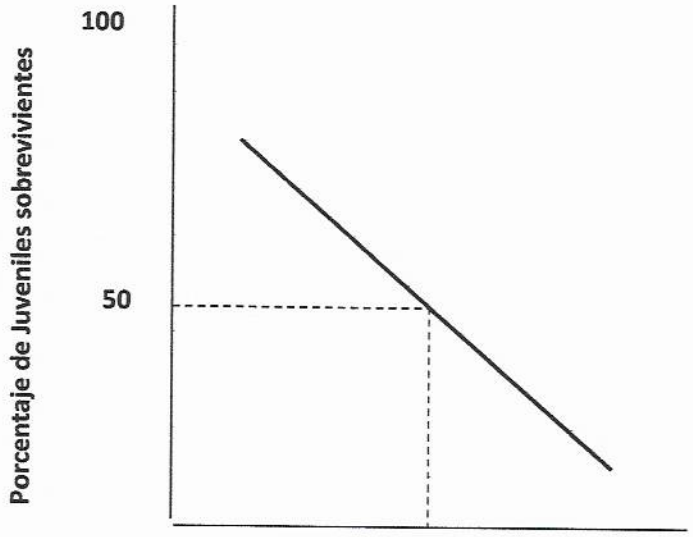
Las observaciones con respecto al número de larvas de camarones sobrevivientes se realizaron después de cumplirse los períodos de exposición respectivos, de tal manera que se pudiera determinar en qué periodo afectó el contaminante al 50% de los camarones monitoreados y para obtener una base de datos estadística que nos permita evaluar de mejor manera su sensibilidad.

4.2.3.3.- EVALUACIÓN

De la mortalidad obtenida en el presente estudio ecotoxicológico, se extrapolaron los respectivos valores del CL50-96 en los tiempos y condiciones especificadas por la prueba, comparando los resultados obtenidos e interpretando la toxicidad de los sedimentos suspendidos y el nivel de incidencia por acción de dragado en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* simulado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar.

4.2.3.4.- GRAFICO DE RESULTADOS

Para graficar los resultados a las 24, 48, 72 y 96 horas de prueba, se tomaron los números de postlarvas de camarones sobrevivientes en cada concentración (0%, 10%, 50% y 100%) y se les calculó su porcentaje de sobrevivencia. Estos resultados se interpolaron con el valor de concentración de tal manera, que a cada porcentaje de sobrevivencia le correspondió la concentración a la cual sobrevivieron las postlarvas de camarones.



CL50 Concentración Letal Media en porcentaje

4.2.3.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL

La Concentración Letal Media (CL50-96) se graficó en papel semilogarítmico, los datos experimentales con las concentraciones de prueba en la escala logarítmica y los porcentajes de sobrevivientes en la escala aritmética.

La Concentración Letal Media (CL50-96) fue la resultante del trazo del intercepto entre el 50 % de los sobrevivientes con la recta trazada, a lo cual le correspondió un valor en la escala logarítmica.

Los resultados del bioensayo se recopilaron en un cuaderno de apuntes y fueron introducidos al programa de Excel procediendo a los cálculos correspondientes. Los resultados se analizaron estadísticamente aplicando el

método de Análisis PROBIT para determinar la Concentración Letal Media (CL50).

4.2.3.6.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico aplicado en el presente estudio eco toxicológico fue Análisis de Probit.

4.2.3.6.1.- DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBIT

El Análisis Probit es un tipo de regresión que se utiliza para analizar las variables de respuesta binomial. Transforma la sigmoide curva dosis-respuesta a una línea recta que puede ser analizada por la regresión a través de los mínimos cuadrados o máxima verosimilitud. El Análisis Probit puede ser realizado por diferentes técnicas:

- Uso de tablas para estimar los Probit.
- Cálculo de los Probit, coeficiente de regresión y los intervalos de confianza.
- Disponer de un paquete estadístico como SPSS
-

Hay muchos programas de computación para calcular este valor (Probit, logit, binomial, trinnedSpearmanXarber).

4.2.3.6.2.- PASOS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE PROBIT1

a) Establecer una tabla de cálculo Probit.
b) Introducir las concentraciones para transformarlo en logaritmo10.
c) Colocar los números de organismos utilizados en cada concentración.
d) Introducir los números de organismos muertos en cada concentración.
e) Calcular el porcentaje de mortalidad.
f) Utilizar la tabla de Probit.

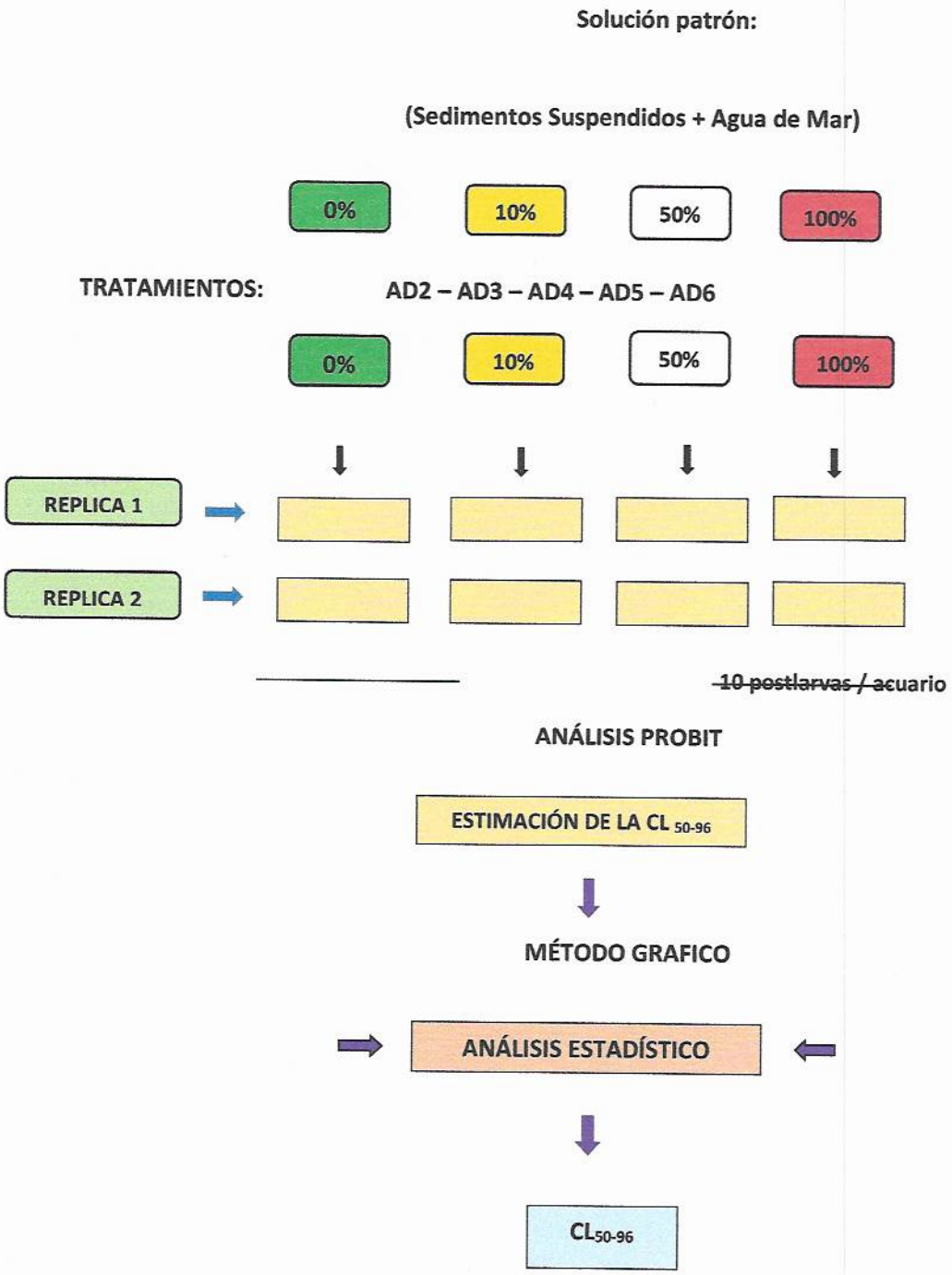
[1] http://www.docstoc.com/docs/31794528/Sample-probit-analysis-calculations-Step-1

g) Calcular la Concentración Letal Media (CL50), utilizando el método gráfico.

4.2.3.6.3.- ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50).

En cada volumen de la solución patrón aplicamos la transformación logarítmica, luego se asigna el valor Probit de tablas respecto al porcentaje de mortalidad obtenido para cada tratamiento. (Ver tabla en Apéndice).

4.2.4.- FLUJOGRAMA ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50).



4.2.5.- CRONOGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Tabla 6: Cronograma de Actividades realizadas en el estudio de toxicidad de sedimentos suspendidos del Canal de Acceso a Puerto Bolívar

SEM	FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
1	Abril 03/2017	Preparación de agenda	Identificación de actividades durante el Bioensayo
1	Abril 04/2017	Identificación de las áreas de monitoreo	Zonificación de las áreas
1	Abril 05/2017	Diagnóstico de los parámetros ambientales "in situ" de los puntos de monitoreo.	Muestreo de parámetro físico-químico y biológico.
1	Abril 06/2017	Determinación de las áreas de bajeales, intermareales y de aguas someras de los puntos de monitoreo.	Identificación de las áreas de incidencia del proyecto.
1	Abril 07/2017	Selección de larvas de camarón en las Unidades de Producción Acuícolas cercanas al sitio de dragado.	Utilización de larvas de camarón en laboratorios locales.
2	Abril 08/2017	Recolección de las muestras de sedimentos de los puntos de muestreo y revisión de parámetros ambientales del agua al momento de la manipulación de los sedimentos.	Monitoreo de parámetros "in situ" durante la toma de muestras de sedimentos en simulación de dragado.
2	Abril 11/2017	Preparación de concentraciones de sedimentos suspendidos del canal de acceso a Puerto Bolívar.	Preparación de concentraciones de sedimentos al 0%, 10%. 50% y 100%.
2	Abril 11/2017	Preparación de acuarios para la prueba de toxicidad en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*	Instalación de 48 acuarios para las pruebas de toxicidad en larvas de camarones.
2	Abril 12/2017	Evaluación y seguimiento de las pruebas de toxicidad de sedimentos suspendidos en larvas de camarones.	Identificación de los efectos toxicológicos por presencia de sedimentos.
3	Abril 16/2017	Determinación de resultados de las pruebas de toxicidad de sedimentos suspendidos en larvas de camarones.	Evaluación del proceso de causa efecto de sedimentos en larvas de camarones.
3	Abril 17/2017	Monitoreo y tabulación de datos estadísticos.	Manejo de datos y diferencia estadística.
3	Abril 18/2017	Conclusiones de pruebas de toxicidad en larvas de camarones.	Resultados finales y discusión del estudio.
3	Abril 21/2017	Entrega de Informe Total	Documento final del estudio de toxicidad de los sedimentos del Canal de acceso a Puerto Bolívar.

4.2.6.- CARACTERIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

4.2.6.1.- ÁREA DE DRAGADO 2

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE AL LICEO NAVAL		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 2 (AD2)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval	
COORDENADAS:	17M0610682	9640521
CODIGO AREA:	AD2	
PRODUNDIDAD:	1,20 m	
AREAS DE ALCANCE:	Puerto Bolívar - Entorno Liceo Naval	
RECORRIDO:	Desde Muelle de cabotaje hacia Liceo Naval, vía fluvial	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD2	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,20 m	0,30 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,50 m	0,65 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,80 m	1,20 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,4°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	1,20 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,93	0,11
pH		7,70	7,48
Temperatura	ºC	30,2	30,1
Conductividad Eléctrica	uS/cm	34450	32151
Salinidad	ppm	20,23	18,30
Saturación de Oxígeno	%	54,4	1,40
Turbidez	m	0,80	0,50
Profundidad	m	1,20	

4.2.6.2.- ÁREA DE DRAGADO 3

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A LA ISLA DEL AMOR		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 3 (AD3)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor	
COORDENADAS:	17M0610505	9641879
CODIGO AREA:	AD3	
PRODUNDIDAD:	0,50	
AREAS DE ALCANCE:	Isla del Amor – Frente a la Punta del Faro Jambelí	
RECORRIDO:	Liceo Naval en dirección a la Isla del Amor	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD3	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,15 m	0,20 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,30 m	0,40 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,50 m	0,50 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,2°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,50 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,62	3,25
pH		7,66	7,62
Temperatura	ºC	30,3	30,7
Conductividad Eléctrica	uS/cm	35348	32002
Salinidad	ppm	21,03	18,25
Saturación de Oxígeno	%	52,9	49,7
Turbidez	m	11	6
Profundidad	m	0,33	

4.2.6.3.- ÁREA DE DRAGADO 4

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, ENTRADA BALNEARIO EL COCO		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 4 (AD4)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar entrada al Balneario El Coco	
COORDENADAS:	17M0611365	9645418
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	0,80 m	
AREAS DE ALCANCE:	Isla del Amor – Sitio El Coco	
RECORRIDO:	Isla del Amor en dirección al Sitio Las Palancas	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD4	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,25 m	0,30 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,40 m	0,50 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,70 m	1,80 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,7°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,80 m
Tipo de fondo	Arenoso
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,92	3,12
pH		7,16	7,54
Temperatura	ºC	30,3	30,5
Conductividad Eléctrica	uS/cm	42919	42132
Salinidad	ppm	26,77	25,10
Saturación de Oxígeno	%	56,6	44,6
Turbidez	m	0,62	0,25
Profundidad	m	0,60	

4.2.6.4.- ÁREA DE DRAGADO 5

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A PUNTA DEL FARO JAMBELI

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU
AREA DE DRAGADO 5 (AD5)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a Punta del Faro Jambelí	
COORDENADAS:	17M0608302	9646721
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	1,50 m	
AREAS DE ALCANCE:	Balneario El Coco – Punta del Faro Jambelí	
RECORRIDO:	Sector Las Palancas con dirección a Jambelí a la altura de Punta del Faro	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD5	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,25 m	1,00 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,40 m	1,30 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,60 m	1,50 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,9°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	1,50 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,61	3,51
pH		7,59	7,58
Temperatura	ºC	30,8	30,9
Conductividad Eléctrica	uS/cm	38025	41835
Salinidad	ppm	23,02	24,98
Saturación de Oxígeno	%	50,7	49,1
Turbidez	m	70	20
Profundidad	m	1,50	

4.2.6.5.- ÁREA DE DRAGADO 6

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA A JAMBELI		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU
AREA DE DRAGADO 6 (AD6)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a entrada a Jambelí	
COORDENADAS:	17M0610680	9639902
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	0,80 m	
AREAS DE ALCANCE:	Entrada Isla Jambelí	
RECORRIDO:	Punta del Faro hacia la Entrada Isla Jambelí	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD6	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,20 m	0,50 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,25 m	0,65 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,55 m	0,80 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,8°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,80 m
Tipo de fondo	Arenoso
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,59	1,20
pH		7,56	7,51
Temperatura	ºC	30,2	30,4
Conductividad Eléctrica	uS/cm	37920	32771
Salinidad	ppm	23,03	19,16
Saturación de Oxígeno	%	56,20	35,40
Turbidez	m	0,45	0,25
Profundidad	m	0,80	

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bioensayos realizados en el 2001 y 2008, con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, mostraron una alta sobrevivencia y una baja mortalidad de las postlarvas expuestas al agua con sedimento suspendido en concentraciones de 10%, 50% y 100%. Esto demostró condiciones aceptables dentro de un ambiente controlado en condiciones de laboratorio.

La Tabla 6.7-14 muestra los resultados de estos bioensayos, comparados con los obtenidos en el estudio del 2008 (INOCAR 2008).

Tabla 6.7-14 Bioensayos de toxicidad de los sedimentos suspendidos en diferentes concentraciones con larvas de camarones

		CONTROL		100%		50%		10%	
Muestra		**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**
Boya 17	2001	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
	2008								
Boya 33	2001	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
	2008								
Boya 48	2001	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 59	2001	100%	0%	100%	0%	90%	10%	100%	0%
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 67	2001								
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 72	2001	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%
	2008								
Camaronera Anisaleo	2008	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%
Camaronera Lebama	2008	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%

Fuente: Elaborado por INOCAR – 2008

Fuente: *Elaborado por INOCAR – 2008 Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al puerto marítimo de la ciudad de Guayaquil Volumen 1 Capítulo VI - 49 julio-2008*

Igualmente se han efectuado otros bioensayos entre el 2014 y 2015, valoración que ha sido importante para la evaluación de posibles impactos que podrían estarse generando al interior del ecosistema de manglar de los Canales de acceso a Puertos y de sus alrededores, los mismos que se detallan a continuación:

Tabla 7: Resultados de Bioensayos de Toxicidad de Sedimentos Suspendidos de Dragado del canal de Acceso a Puerto Jelí en larvas de Camarones *Litopenaeus vannamei*, a diferentes concentraciones

Estaciones	Año 2014	Año 2015	Concentraciones del Bioensayo de Toxicidad							
			0%		10%		50%		100%	
			% S	% M	% S	% M	% S	% M	% S	% M
AD1	Abril		100	-	90	10	80	20	80	20
	Julio		100	-	97	3	73	27	77	23
	Noviembre		100	-	100	-	73	27	90	10
		Febrero	90	10	77	23	67	33	67	33
		Agosto	97	3	93	7	77	23	77	23
AD2	Abril		100	-	90	10	80	20	80	20
	Julio		100	-	100	-	77	23	80	20
	Noviembre		100	-	93	7	97	3	93	7
		Febrero	97	3	87	13	80	20	87	13
		Agosto	97	3	90	10	83	17	80	20
AD3	Abril		100	-	90	10	90	10	80	20
	Julio		100	-	98	2	78	22	77	23
	Noviembre		100	-	100	-	93	7	93	7
		Febrero	93	7	80	20	70	30	80	20
		Agosto	93	7	90	10	80	20	80	20
AD4	Abril		100	-	90	10	80	20	70	30
	Julio		-	-	-	-	-	-	-	-
	Noviembre		100	-	90	10	77	23	77	23
		Febrero	97	3	80	20	70	30	63	37
		Agosto	97	3	87	13	77	23	87	13
PROMEDIO			**98**	**2**	**91**	**9**	**79**	**21**	**80**	**20**

Fuente: *Elaborado por Valarezo, C. 2015. Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí.*

5.1.- SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) CON APLICACIÓN DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS

5.1.1.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 2 (AD2), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE AL LICEO NAVAL

En los siguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.1.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD2

Tabla 8: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD2-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	80
100%	10	100	100	80	70

En la Ilustración 1, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval).

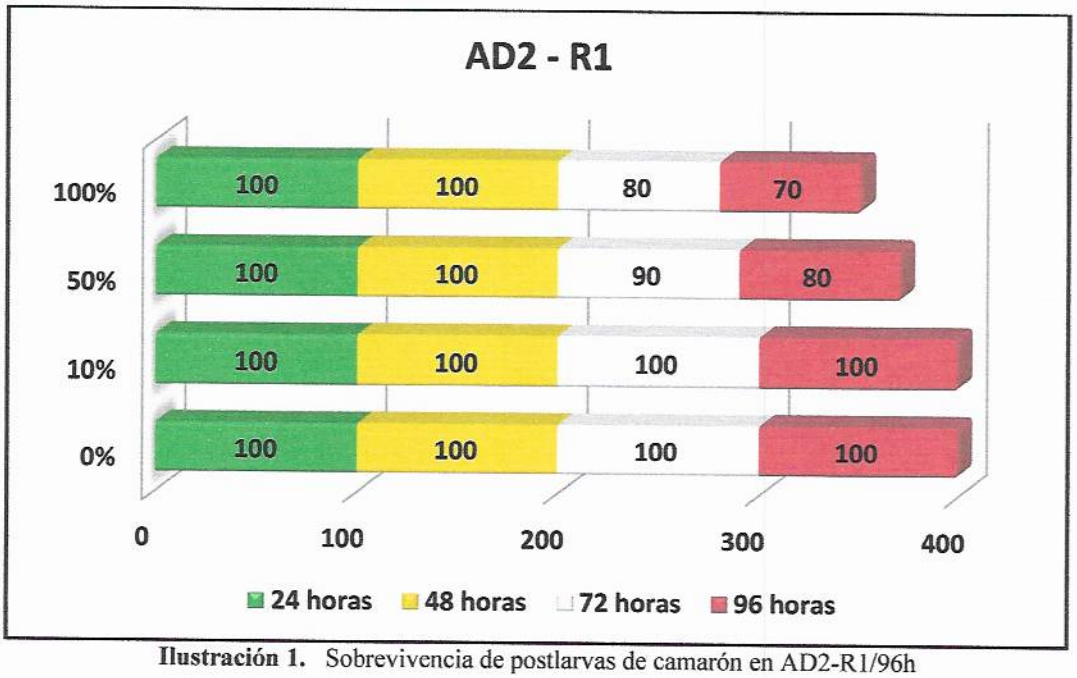


Ilustración 1. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD2-R1/96h

Tabla 9: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	8	2	20	20	4,16
100	2.000	7	3	30	30	4,48

Luego del bioensayo en la Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 30% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.1.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD2

Tabla 10: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD2-R2.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100

En la Ilustración 2 se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar Frente al Liceo Naval).

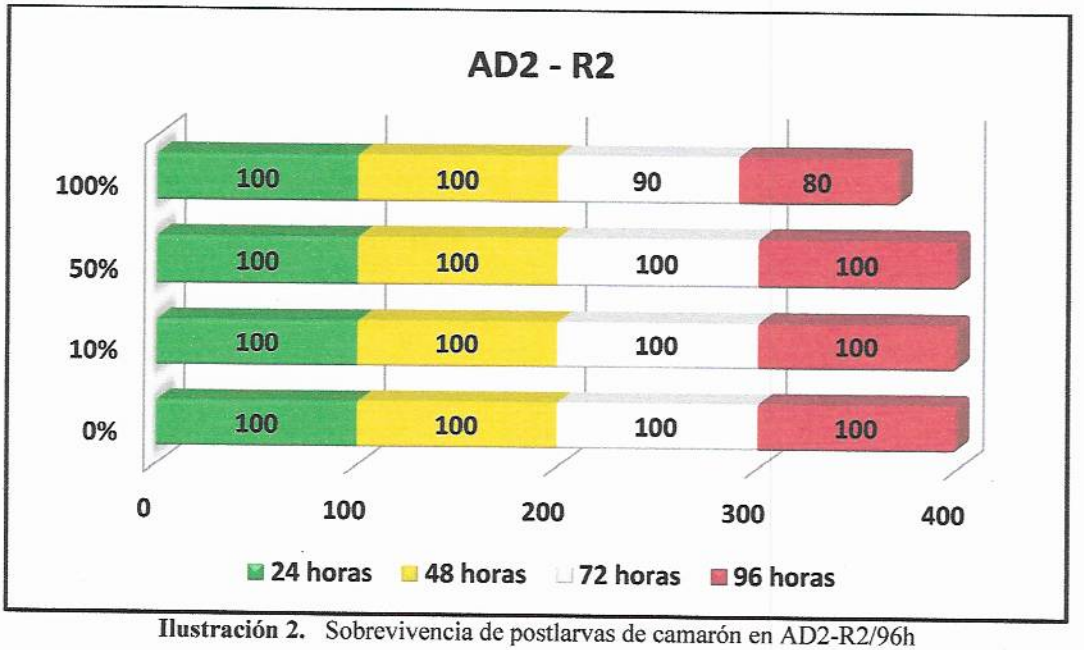


Ilustración 2. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD2-R2/96h

Tabla 11: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD1-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	2	20	20	4,16

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD2, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 20% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.1.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD2

Tabla 12: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	90
100%	10	100	100	85	75

En la Ilustración 3 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a Liceo Naval).

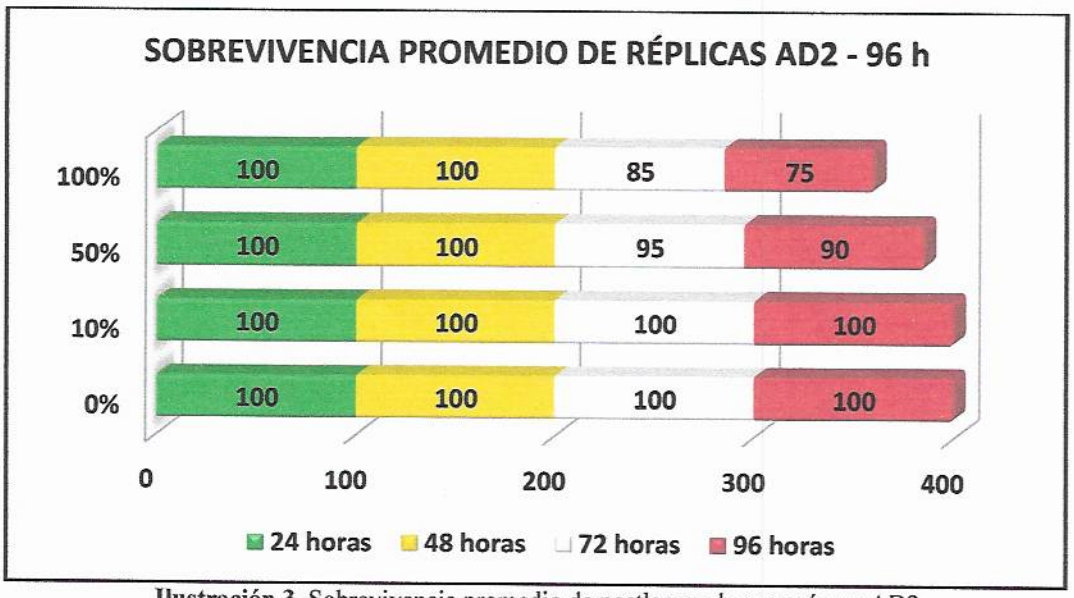


Ilustración 3. Sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón en AD2

Tabla 13: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	2,5	25	25	4,33

Luego del bioensayo en la R1-2-PAD2/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 25% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.2.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 3 (AD3), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ISLA DEL AMOR

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final

5.1.2.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD3.

Tabla 14: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD3-R1.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	90	90	90

En la Ilustración 4, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

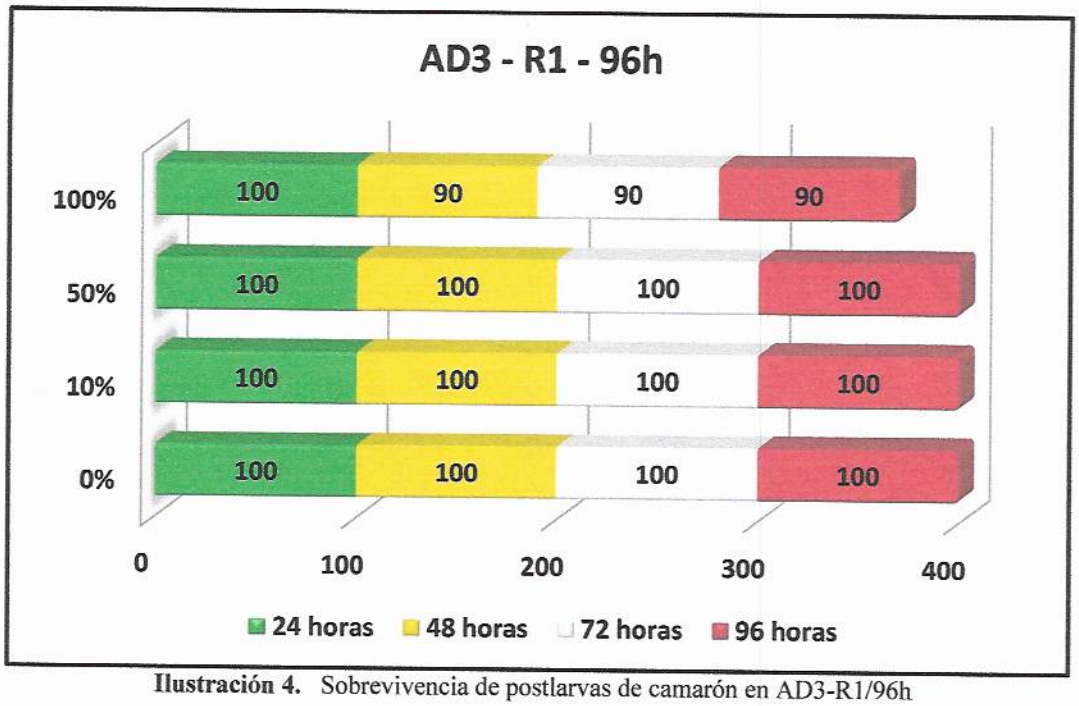


Ilustración 4. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD3-R1/96h

Tabla 15: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD3-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD3-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.2.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD3-2

Tabla 16: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD3-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	100	100	90

En la Ilustración 5 se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

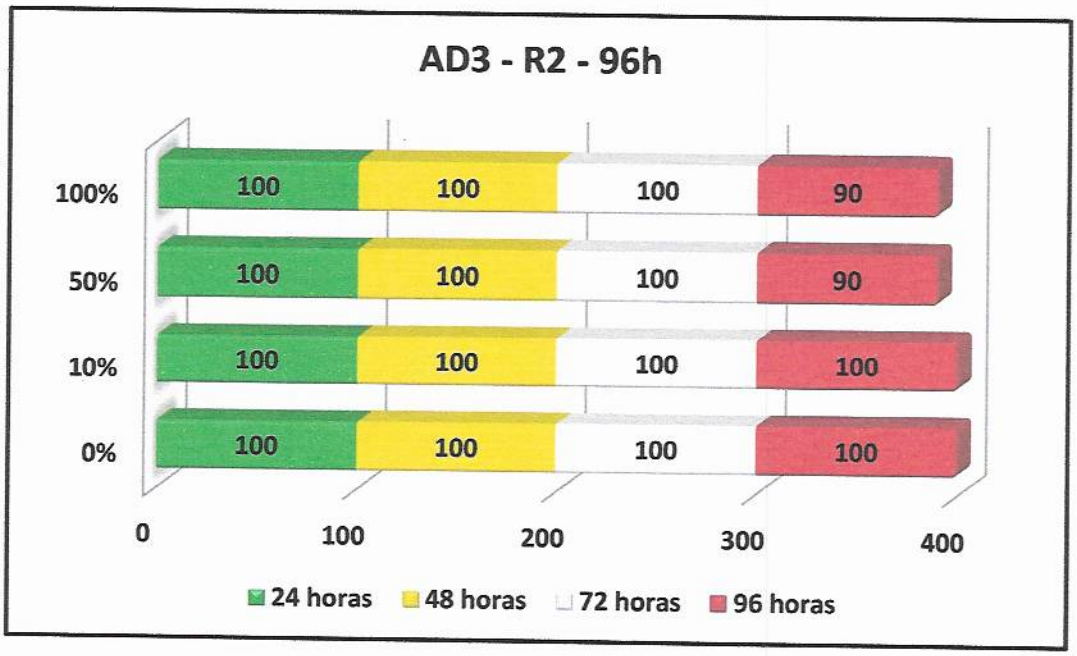


Ilustración 5. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD3-R2

Tabla 17: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD3-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD3, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.2.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD3

Tabla 18: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	95	95	90

En la Ilustración 6 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

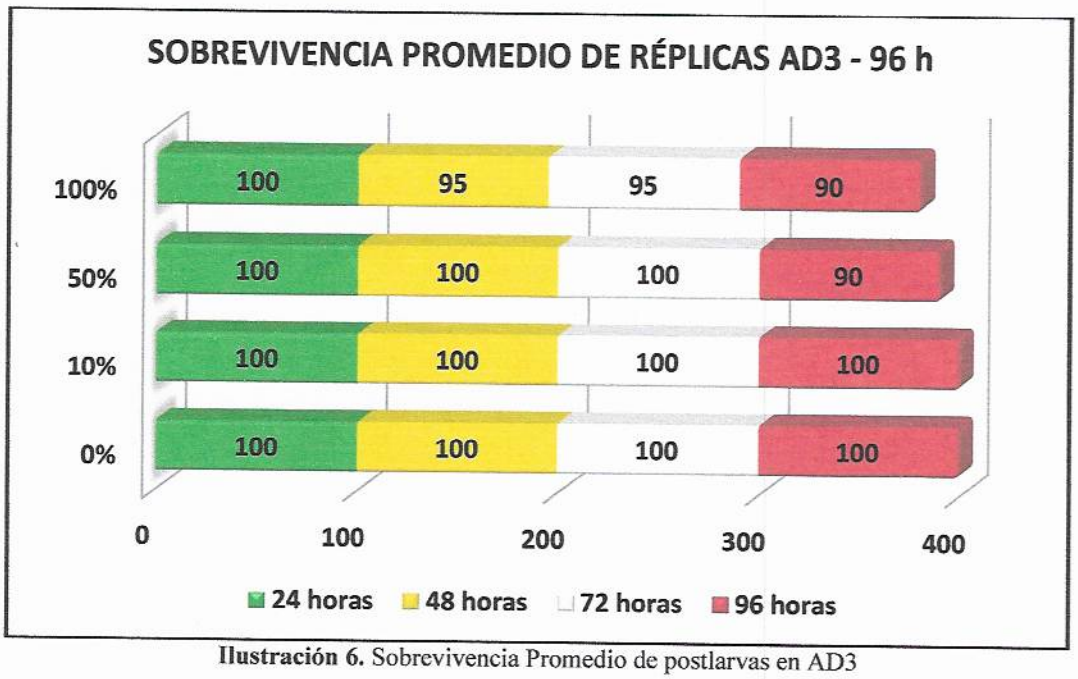


Ilustración 6. Sobrevivencia Promedio de postlarvas en AD3

Tabla 19: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la R1-2-AD3/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.3.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 4 (AD4), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ENTRADA AL BALNEARIO EL COCO

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.3.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD4

Tabla 20: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD4-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 7, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada balneario El Coco).

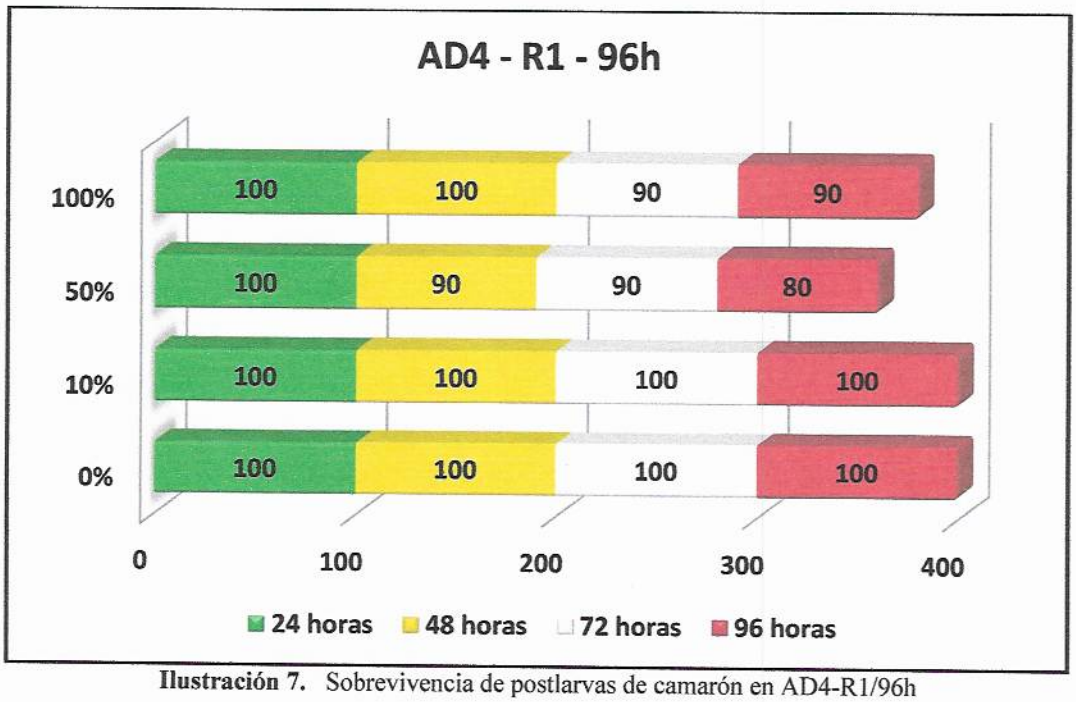


Ilustración 7. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD4-R1/96h

Tabla 21: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD4-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD4-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 20% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.3.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD4-2

Tabla 22: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD4-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	100	100

En la Ilustración 8 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al balneario El Coco).

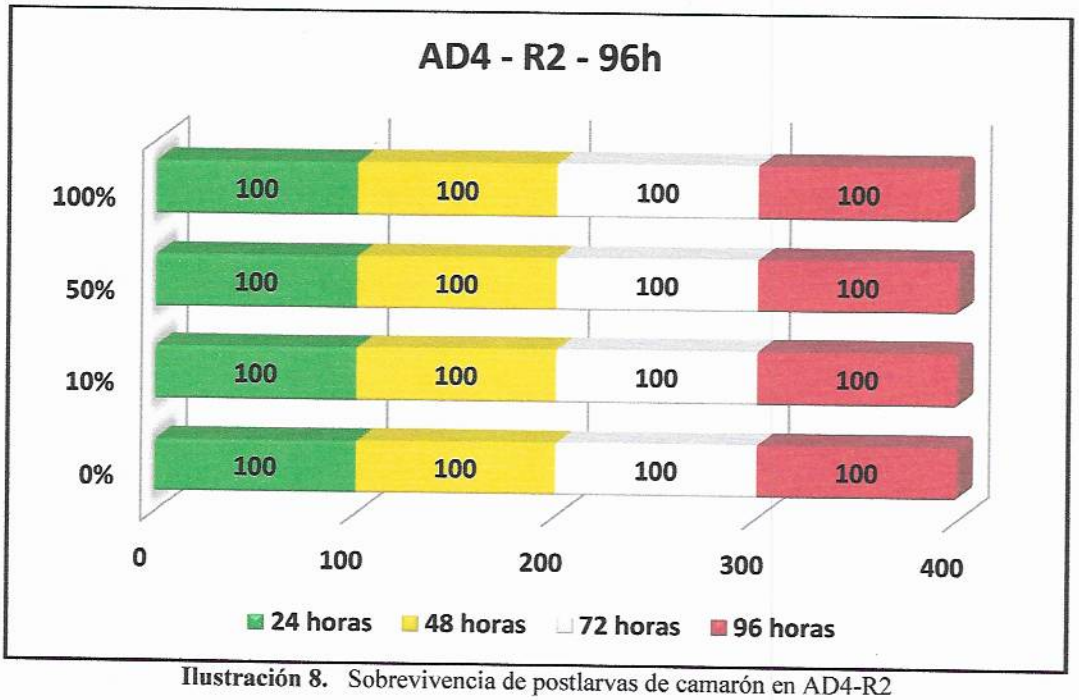


Ilustración 8. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD4-R2

Tabla 23: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD4-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	0	0	0	0

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD4, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, debido a la presencia de sedimentos sin metabolitos tóxicos.

5.1.3.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD4.

Tabla 24: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	95	95	90
100%	10	100	100	95	95

En la Ilustración 9 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al balneario El Coco).

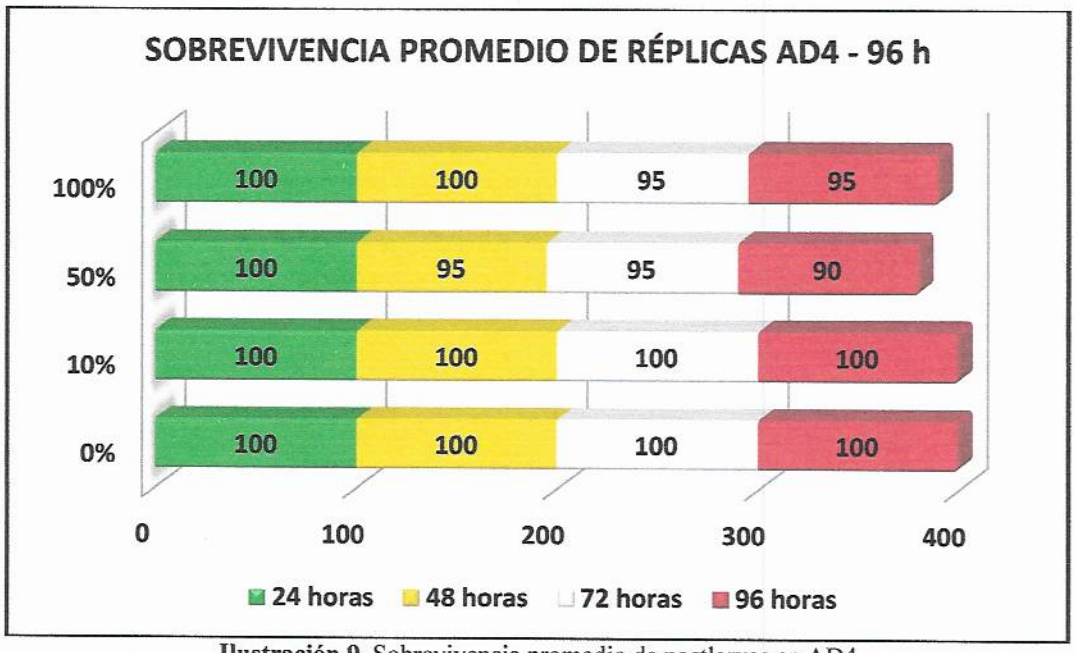


Ilustración 9. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD4

Tabla 25: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	0,5	5	5	3,36

Luego del bioensayo en la R1-2-AD4/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.4.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 5 (AD5), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA PUNTA DEL FARO JAMBELÍ.

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.4.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD5

Tabla 26: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD5-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	90
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 10, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

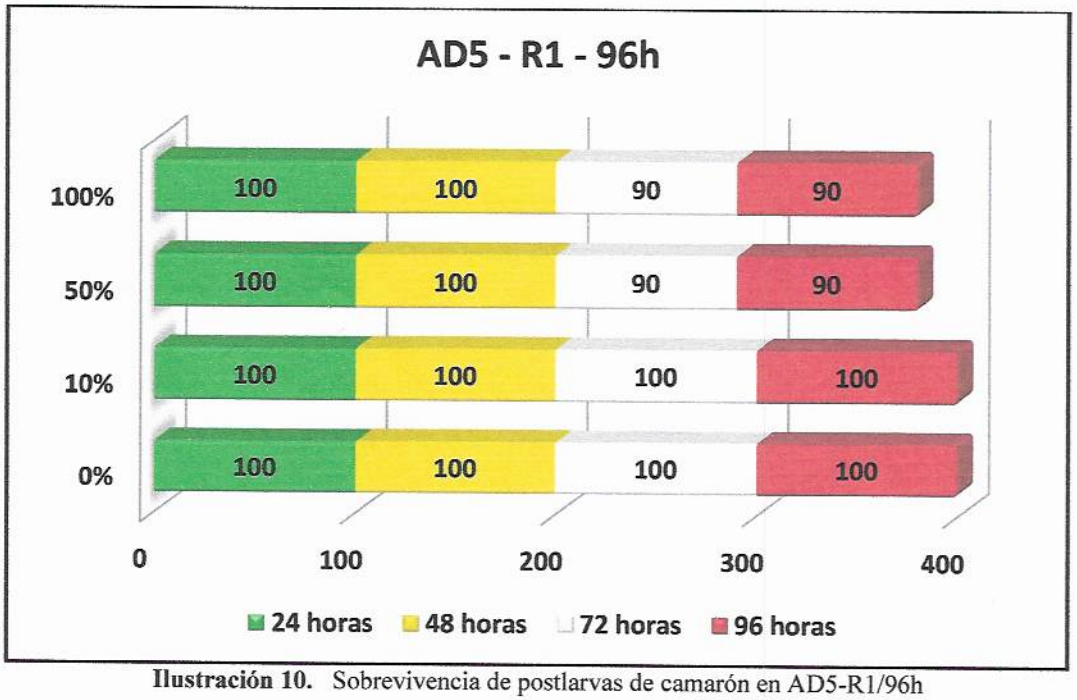


Ilustración 10. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD5-R1/96h

Tabla 27: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD5-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD4-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas.

5.1.4.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD5-2

Tabla 28: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD5-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 11 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

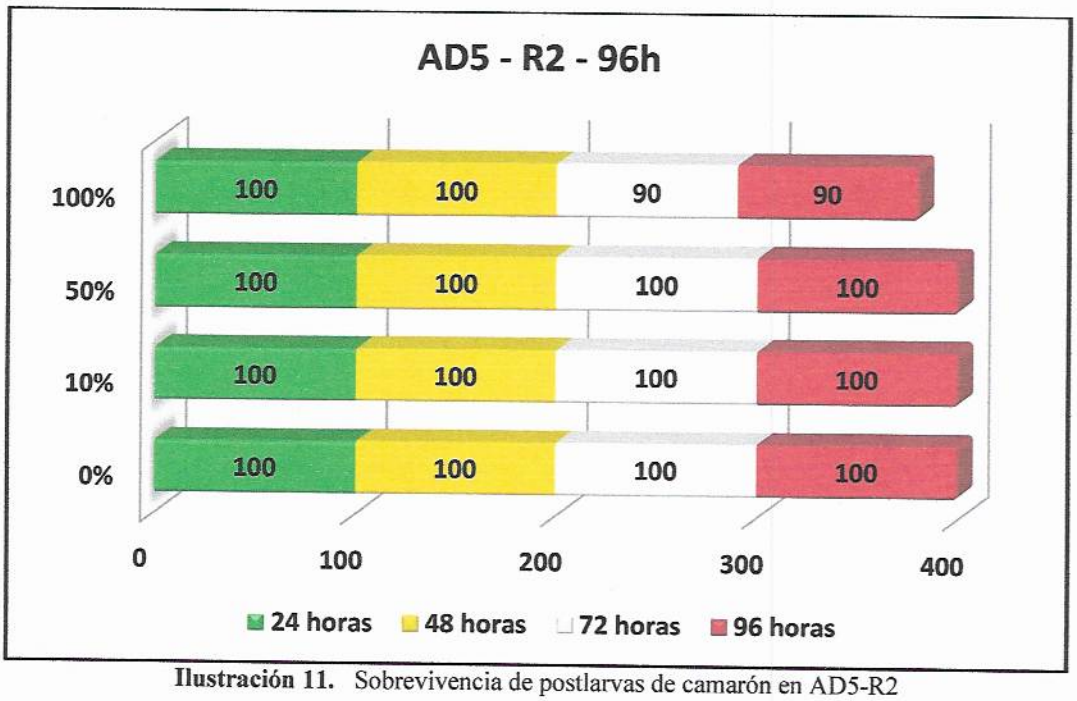


Ilustración 11. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD5-R2

Tabla 29: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD5-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD5, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, con un valor del 10% de mortalidad, debido a la baja presencia de sedimentos con metabolitos tóxicos.

5.1.4.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD5

Tabla 30: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	95
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 12 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

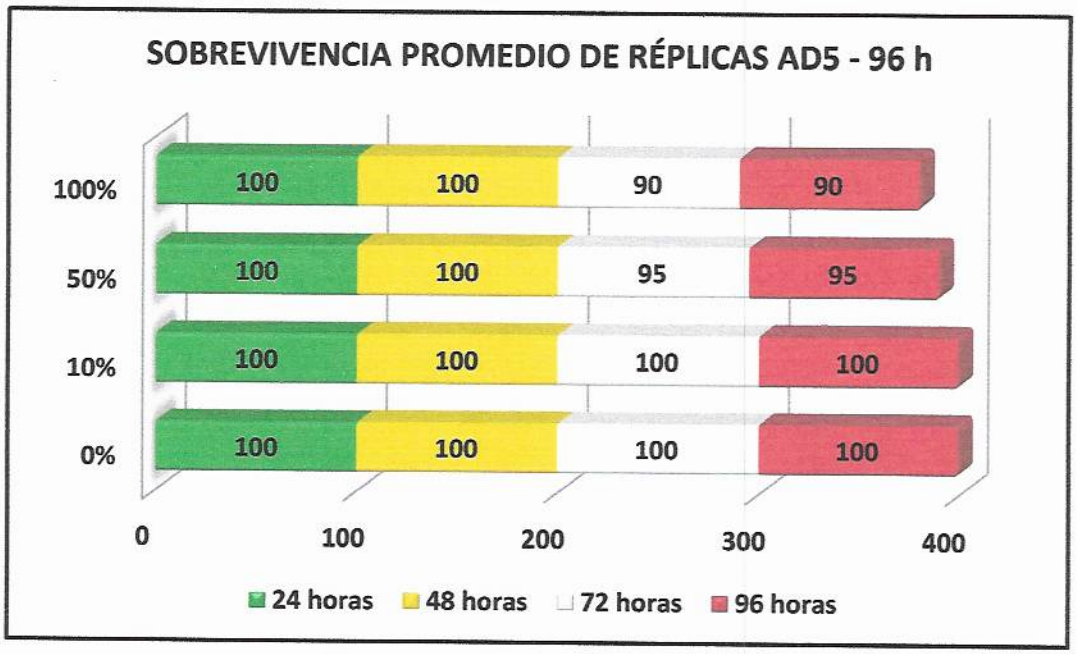


Ilustración 12. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD5

Tabla 31: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0,5	5	5	3,36
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la R1-2-AD5/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.5.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 6 (AD6). DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ENTRADA A JAMBELÍ

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.5.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD6

Tabla 32: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD6-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	80	70	70

En la Ilustración 13, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

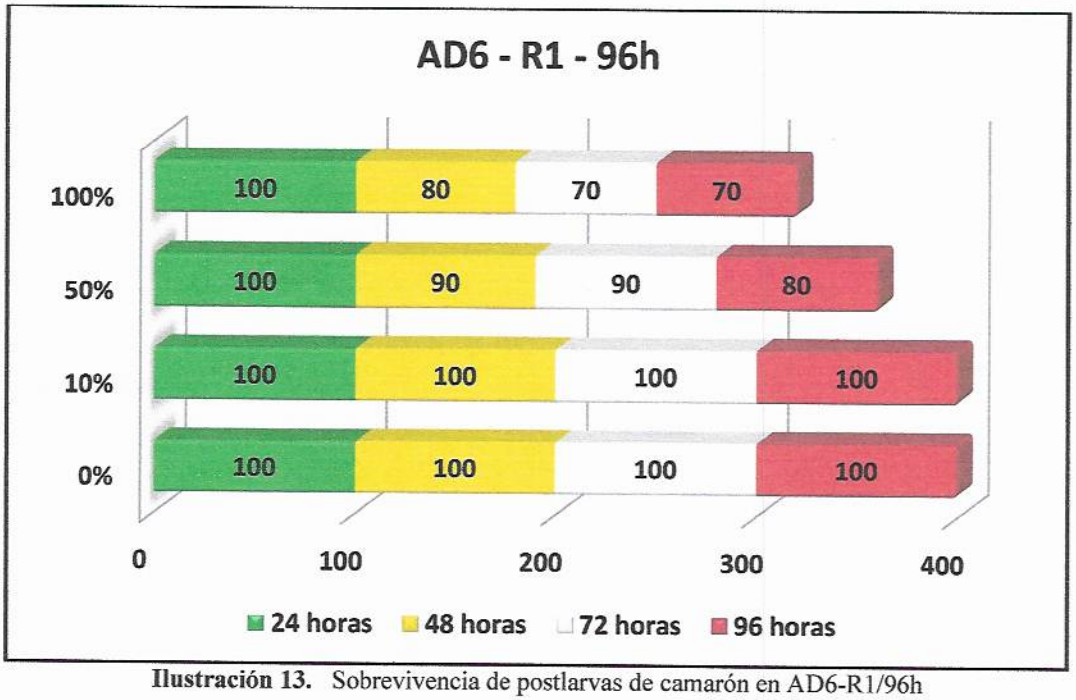


Ilustración 13. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD6-R1/96h

Tabla 33: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD6-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	3	30	30	4,48

Luego del bioensayo en AD6-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 30% en 96 horas.

5.1.5.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD6-2

Tabla 34: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD6-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	70	70	60

En la Ilustración 14 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

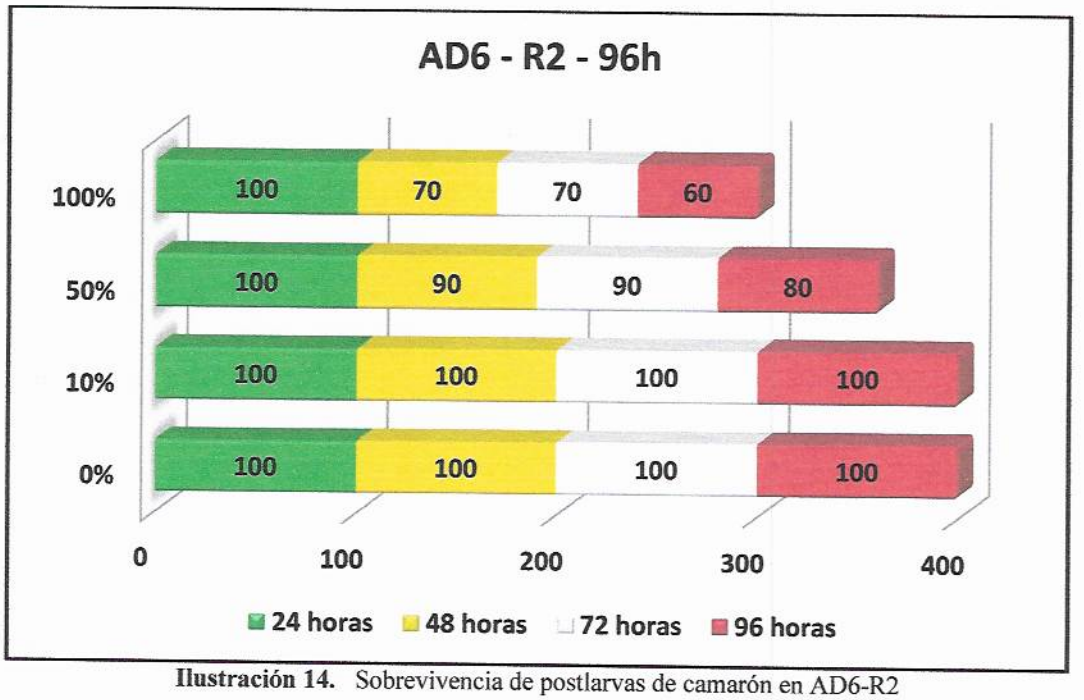


Ilustración 14. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD6-R2

Tabla 35: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD6-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	4	40	40	4,75

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD6, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit; sin embargo, se determina como de impacto ligeramente significativo, ya que llega al 40% de mortalidad en 96 horas, lo que puede poner en riesgo la biodiversidad marina sino se maneja de un dragado de manera adecuada, considerando la sensibilidad biótica y faunística del ecosistema marino.

5.1.5.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD6

Tabla 36: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	75	70	65

En la Ilustración 15 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

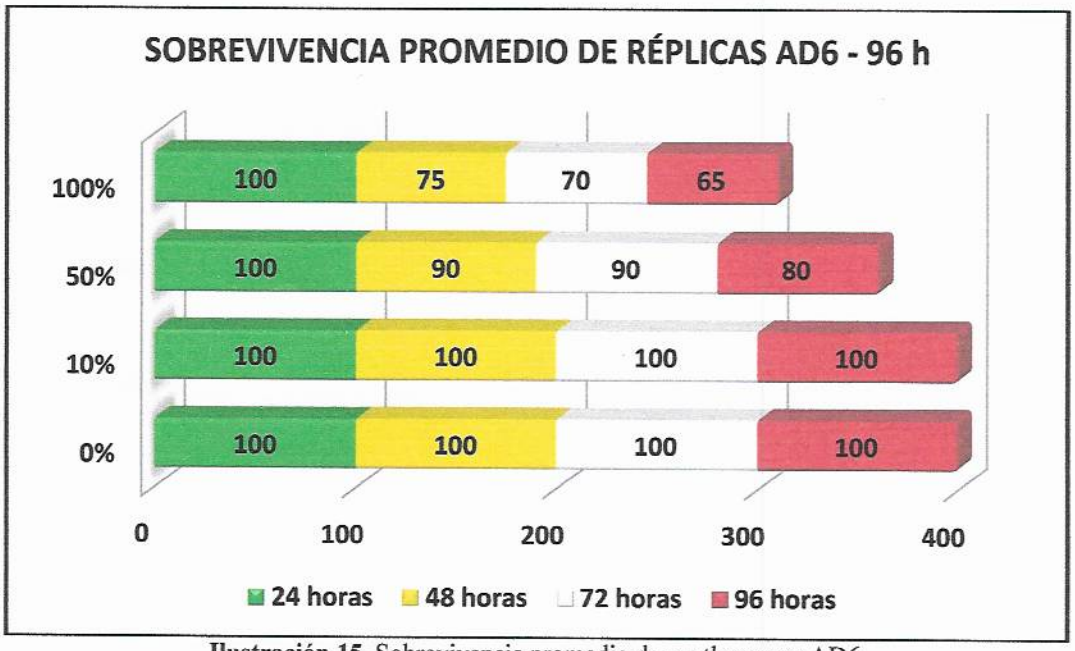


Ilustración 15. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD6.

Tabla 37: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	3,5	35	35	4,61

Luego del bioensayo en la R1-2-AD6/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo; sin embargo, se determina como de impacto ligeramente significativo, ya que llega al 35% de mortalidad en 96 horas, lo que puede poner en riesgo la biodiversidad marina sino se maneja de un dragado de manera adecuada.

5.1.6.- MEDIA DE PROMEDIOS SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO A LAS 96 horas.

Tabla 38: Media de promedios de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	97	95	90
100%	10	100	94	87	83

En la Ilustración 16 se representa la media de promedios de sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas de los 5 puntos de monitoreo del Canal de Acceso a Puerto Bolívar a las 96 horas.

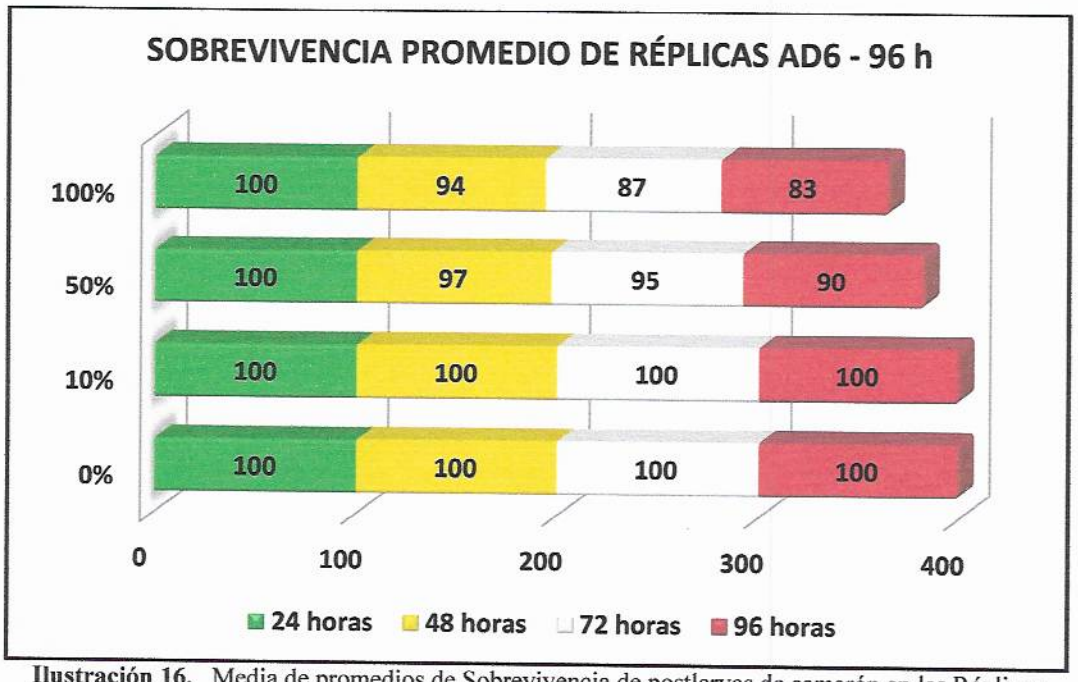


Ilustración 16. Media de promedios de Sobrevivencia de postlarvas de camarón en las Réplicas de los 5 puntos de monitoreo a las 96 horas.

Tabla 39: Media de promedios de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1,7	17	17	4,05

Luego del bioensayo, evaluando el promedio, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo; sin embargo, el Punto AD6 fue ligeramente significativo de impacto ya que llega al 40 % en su Réplica 1 y en promedio el 35%.

6.- INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO ECOTOXICOLÓGICO

Estudios anteriores:

En el presente monitoreo y bioensayo de determinación de la Concentración Letal Media (CL50), realizado con Sedimentos Suspendidos de Dragado del Canal de acceso a Puerto Bolívar podemos apreciar que en las actividades de dragados anteriores realizados en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar no se han presentado impactos significativos que pudiesen alterar la biodiversidad marina del ecosistema de manglar, estimándose que estos sólidos suspendidos no fueron tóxicos y por debajo de los rangos permisibles; sin embargo es necesario mantener estos monitoreos y estudios de sensibilidad biótica antes, durante y después del dragado respectivo para asegurar nuestro patrimonio natural.

Valarezo, C. (2015) realizó biensayos de toxicidad de sedimentos suspendidos de dragado en el Canal de acceso a Puerto Jelí, dando como resultados, que las concentraciones del 100% de SSD incidieron en una mortalidad correspondiente al 37% a las 96 horas, considerado de impacto ligeramente significativo.

Valarezo, C. (2014) realizó biensayos de toxicidad en larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* con sedimentos suspendidos de dragado en el Canal de acceso a Puerto Jelí, determinando como resultado, que concentraciones del 100% de SSD incidieron en una mortalidad del 15% a las 96 horas de exposición.

Chacon y Villamarin (2013) utilizaron efluentes industriales en la bahía de Cartagena obteniendo como resultado que a una concentración de 20,33% el tiempo letal medio fue de 32,09 horas.

Ramos, Bastidas y Garcia (2012) trabajaron con sedimento impactado y sedimento no impactado de la costa norte de Paraguana, Venezuela, llegando a la conclusion que el sedimento impactado tiene mayor toxicidad con una supervivencia de larvas cuatro veces menor que en el sedimento no impactado siendo letal solo al 10% de concentracion.

CEMA (2008) Obtuvo resultados donde los niveles de supervivencia son altos con un mínimo de 60% de supervivencia, indicando que los sedimentos suspendidos no son perjudiciales para las larvas de camarón.

Villamar (2002) determino que en las concentraciones de 50% y 100% de sedimento la supervivencia alcanzo el 85%, concluyendo que no existe efecto negativo sobre las larvas de camarón.

Villamar (1990) realizo un estudio para determinar la toxicidad del dispersante del petróleo BP1100-WD, encontrando la CL50 a las 96 horas en la concentración de 4.77 PPM.

Concluido el presente estudio ecotoxicológico, donde se evaluó la sensibilidad biótica a través del uso simulado de Sedimentos Suspendidos de Dragado (SSD) en tiempo real, con postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei),* se puede establecer que las condiciones físico químicas del agua fueron consideradas aceptables para las condiciones extremas con que se trabajaron en las diferentes concentraciones. Las condiciones ambientales tampoco tuvieron un efecto negativo en el desarrollo normal de los organismos del estudio realizado, pudiéndose anotar las siguientes observaciones:

Sobrevivencia:

- Evaluado el Testigo, esto es a 0% de concentración, se evidenció que las postlarvas de camarones no sufrieron cambios en sus condiciones normales y patológicas, ya que el desarrollo, metabolismo y sobrevivencia fueron aceptables, obteniendo una sobrevivencia final del 100%. Esto implica que la calidad de la postlarva se mantuvo estable durante todo el proceso de los estudios eco toxicológicos, lo que pone de manifiesto un buen control biológico y técnico del Laboratorio BIOFONS Y PANEMA; así como también una buena selección de larva de laboratorio para el presente estudio.

- Para el tratamiento con la concentración del 10% de Sedimentos Suspendidos, a las 96 horas se obtuvo una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* del 100%, lo que pone de manifiesto un impacto no significativo de los posibles tóxicos generados por el dragado simulado y que no han causado efecto alguno en los organismos expuestos y monitoreados durante el estudio. Esto

permite demostrar que en esta concentración en cada uno de los puntos de investigación, no afectará a la biodiversidad marina de Puerto Bolívar.

- En la evaluación del tratamiento con la concentración del 50% de Sedimentos Suspendidos a las 96 horas, se dio una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones del 90%, considerado bajo; sin embargo, en los tratamientos de los puntos frente al Liceo Naval (AD2), entrada al balneario El Coco (AD4) y entrada a Jambelí (AD6) la sobrevivencia disminuyó al 80%, debido posiblemente al impacto de la evacuación masiva de descarga de aguas lluvias al mar por efectos del presente invierno.

- Finalmente, para el tratamiento con la concentración del 100% de Sedimentos Suspendidos a las 96 horas, se dio una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* del 83%, valor que entró en descenso, si comparamos con los tratamientos de los puntos frente al Liceo Naval (AD2) R1 70%, y entrada a Jambelí (AD6) R1 70%; y más aún en R2 donde la sobrevivencia disminuyó al 60%, debido posiblemente a la condición físico química de los sedimentos y al impacto de la evacuación masiva de descarga de aguas lluvias al mar por efectos del presente invierno.

Comportamiento Biológico:

- Durante los monitoreos del estudio ecotoxicológico, no se observaron cambios en el comportamiento biológico por su exposición a Sedimentos Suspendidos de Dragado Simulado, así como condiciones extremas de estrés en los organismos utilizados; tampoco por las condiciones alimenticias que se obviaron en la presente investigación para exponer a las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* a que rumeen el fondo directamente, lo que se deduce que los lodos en general al momento de realizada la presente investigación, no desarrollan condiciones peligrosas, ni tampoco se presentaron signos de alteración patológica, por lo que se descarta un impacto en los tejidos externos y órganos internos.

Parámetros:

- Paralelamente, en el laboratorio se realizaron monitoreos de la calidad de agua de cada uno de los acuarios con sus tratamientos y sus repeticiones; así como de su testigo, para verificar su impacto en los organismos expuestos. Para ello, se tomaron parámetros de Oxígeno Disuelto, pH y temperatura.

- Los reportes finales nos indican que el Oxígeno Disuelto en el Testigo no tuvo mayores cambios siendo su valoración menor en el Punto AD2-R1 (frente al Liceo Naval) correspondiente a 6,40 mg/l, mientras su mayor valor alcanzó en el punto AD3-R1 (frente a la Isla del Amor) representado en 7,39 mg/l; el promedio general en esta variable alcanzó los 7,07 mg/l, valores considerados normales en los ecosistemas marinos. Para los tratamientos con concentraciones del 10% de SSD se encontraron rangos en descenso correspondientes al tratamiento AD6 (frente a Jambelí) con valores de 2,29 mg/l; mientras que el tratamiento AD5-R1 (frente a Punta del Faro Jambelí) alcanzó valores de 4,59 mg/l. El promedio general arrojó valores de 3,39 mg/l, los mismos que corresponden ya a un muy ligero impacto en la calidad de agua de los tratamientos efectuados, mas por la presencia de sólidos disueltos que por su toxicidad. Analizados los parámetros de Oxígeno Disuelto en los tratamientos del 50% pudimos apreciar un fuerte descenso, y de manera especial en el tratamiento AD6-R2 con valores mínimos de 0,10 mg/l, los mismos que corresponden a la fuerte presencia de sólidos disueltos en sus sedimentos, pero que sin embargo no tuvieron alteración toxicológica. El mayor valor lo representó el tratamiento AD5 (frente a Punta del Faro Jambelí) con rangos promedio de 3,90 mg/l con sedimentos de bajo impacto biológico. El promedio general del Oxígeno Disuelto en los tratamientos con 50% fue de 1,71 mg/l, relativamente bajo pero no toxico durante el estudio ecotoxicológico. Finalmente, en los tratamientos correspondientes al 100% de SSD reportaron valores muy bajos de Oxígeno Disuelto, correspondientes a 0,09 mg/l y al tratamiento AD6-R1-R2, indicador que demuestra la alta cantidad de SSD que podría alterar el medio si no se realiza un monitoreo constante durante toda la operación de dragado. El mayor valor correspondió al tratamiento AD5-R1, que por su condición es uno de los mejores.

7.- CONCLUSIONES

- Valorados los estudios de la Concentración Letal Media (CL50-96) en Sedimentos Suspendidos de Dragado en postlarvas de camarones (*Litopenaeus vannamei*), se determinó que los tratamientos realizados en las concentraciones del 50% y 100% de SSD; no resultaron tóxicas durante la simulación de dragado, minimizando posibilidades de que se puedan desencadenar problemas en el manejo del cultivo del camarón de las Unidades de Producción Acuícola asentadas en las áreas de influencia, así como para el normal desarrollo de las actividades del Sector Pesquero Artesanal.

- Una vez concluido el presente estudio ecotoxicológico, tanto en campo "in situ" como en laboratorio, podemos concluir que no se manifestó ningún impacto significativo en las condiciones biológicas de las postlarvas de camarones (*Litopenaeus vannamei*) utilizadas y expuestas a condiciones extremas en presencia de Sedimentos Suspendidos a escala de laboratorio; en tiempo estático y hasta una exposición de 96 horas. Los resultados de simulación de dragado demostraron que en tiempo real esta actividad no afectará directamente a la biodiversidad marina; siempre y cuando, se realicen los monitoreos respectivos y constantes de la química del agua así como de su sensibilidad biótica.

- Los valores de la sobrevivencia de postlarvas *Litopenaeus vannamei* a una exposición de 96 horas, se ubicaron en 100% para el tratamiento con 0% de SSD, 100% para 10%, 90% para 50% y 83% para 100%. Esto nos refleja una mortalidad del 17%, considerada baja, pero de cuidado constante por su decrecimiento a lo largo del tiempo.

- Durante el presente estudio ecotoxicológico y en los diferentes tratamientos realizados con postlarvas de camarones *Litopenaues vannamei* expuestas a diferentes concentraciones de Sedimentos Suspendidos del Dragado (SSD); se realizaron algunas observaciones sin presentar novedades significativas; entre otras, presencia muy leve de urópodos rojos grado 1, contenido estomacal negro producto del rumeo de materia orgánica, coloración de exoesqueleto normal, actividad alta, nado normal sin presentarse evidencias de estrés, dada la concentración y la presencia de gran cantidad de sólidos en suspensión, por lo que se lo considera como indicador de un desarrollo normal para las especies bioacuáticas.

- Los monitoreos de calidad de agua en los puntos de muestreo, evidenciaron la presencia de parámetros aceptables de oxígeno disuelto; lo que fue corroborado con la toma de parámetros *"in situ"* de Sedimentos Suspendidos de Dragado (SSD), valores que se dieron aceptables para las especies bioacuáticas y que se encontraban relacionados con los del medio natural, sin que esto vaya a afectar teóricamente a la biodiversidad marina.

- Los monitoreos de parámetros de calidad de agua con sedimentos suspendidos de dragado simulado "in situ" en lo concerniente a Oxígeno Disuelto, vemos que en el punto AD2 (frente al Liceo Naval) dio valores de 3,93 mg/l con una Saturación de Oxígeno superior a 54,4%; sin embargo ya en las mediciones con SSD disminuyó masivamente a 0,11 mg/l por la alta presencia de sólidos disueltos y decreciendo a un 1,4% de Saturación de Oxígeno. Para el punto AD3 (frente a la Isla del Amor), las condiciones de OD fueron de 3,62 mg/l con una SO^2 del 52,9%; y en el SSD de 3,25 mg/l de OD con una SO^2 del 49,7%, considerados normales por encontrarse en marea baja, y de la misma manera en el punto AD4 (frente al balneario El Coco) con valores de 3,92 mg/l con 56,6% de SO^2; y en SSD 3,12 mg/l con el 44,6% de S O^2; situación similar ocurrió en el punto AD5 (frente a Punta del Faro Jambelí) con 3,61 mg/l y 3,51 mg/l en SSD, y con SO^2 del 50,7 al 49,1%. El impacto de caída de OD se registró en el punto AD6 (frente a Jambelí) con valores de 3,59 mg/l con S O^2 del 56,2% y de 0,02 mg/l de OD y 0,3% de SO^2, esto muy bajo debido a la cantidad de sólidos presentes en sus sedimentos.

- Los valores de salinidad encontrados en los 5 puntos monitoreados se presentaron en forma similar, inferiores a 26,77 ppm (AD4) y superiores a 20,23 ppm (AD2), lo que no implica otro factor de estrés, sin embargo tampoco hubo incidencia de impacto en el ecosistema marino al momento del monitoreo. En la evaluación de la salinidad con SSD, se reportaron valores superiores a 18,50 ppm (AD2) y superiores a 25,10 ppm (AD4), sin haber registrado variaciones biológicas.

- Los valores de temperatura anotados en los diferentes puntos de muestreo, tampoco tuvieron cambios drásticos, reportándose valoraciones altas de 31,3°C (AD3-AD4-AD6) y valores bajos de 30,2°C (AD2). En las tomas de temperatura con SSD, se reportaron valores mínimos de 30,1°C (AD2) y valores altos de 31,7°C (AD3).

- Los rangos de turbidez monitoreados se registraron entre 0,30 a 1,50 m siendo los menores AD3, AD4 Y AD5, con 0,30, 0,60 y 0,70 cm respectivamente; valores que no reflejan realidad alguna con la asumida en el laboratorio con el dragado simulado. La valoración más alta se dio en los puntos AD2 y AD6 con 0,80 cm de turbidez.

- La profundidad de los puntos monitoreados se acentuó en el punto AD5 con 1,50 cm, mientras que el nivel más bajo lo representaron los puntos AD3 y AD6 con valores de 1,10 cm respectivamente.

8.- RECOMENDACIONES

Concluido el presente estudio ecotoxicológico se puede sugerir las siguientes recomendaciones técnicas, enunciadas en un mutuo acuerdo con todos los actores sociales involucrados:

- Desarrollar monitoreos constante a fin de hacer un seguimiento continuo del impacto de las actividades de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar en cada uno de los puntos de monitoreo establecidos tomando muy en consideración los parámetros físicos, químicos y biológicos; a fin de obtener toda la información respectiva que nos permita establecer en tiempo real, las condiciones ambientales de este frágil ecosistema y de acuerdo aquello realizar las actividades de dragado respectivas en concordancia con las normativas impuestas por el Ministerio del Ambiente.

- Programar un adecuado control técnico durante las actividades de dragado, y de manera especial en el Punto 6 que corresponde a la entrada de Jambelí, ya que es una zona que se presentó lodosa y propensa a bioacumular agentes tóxicos, para lo cual se deberán tomar las medidas respectivas, a fin de reducir al mínimo cualquier impacto que se pudiera presentar por parte del personal técnico de la empresa ejecutora.

- Se recomienda realizar un mayor estudio de las condiciones ambientales con un monitoreo técnico-científico constante y con mayor número de repeticiones, de los Sedimentos Suspendidos del Dragado (SSD), durante y después de las actividades de dragado del Canal de acceso a Puerto Bolívar, para medir el impacto *"in situ"* y en tiempo real que pudiera enfrentar la biodiversidad marina en cada una de las áreas de influencia.

- Se consideró la participación de autores involucrados, a fin de poder monitorear de manera conjunta con la Universidad Técnica de Machala, y en base al desarrollo de un **"Programa de Monitoreo de las Actividades de Dragado en el Canal de acceso a Puerto Bolívar"**, auspiciado por la empresa YILPORTECU S.A., como ente ejecutor y monitoreado por el Ministerio del Ambiente.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- **CACHON, M., VILLAMARIN, S. Y ALAVRES, R.** 2013. PRUEBAS DE TOXICIDAD AGUDA CL (I) 50 EN CAMARONES MARINOS (*Litopenaeus schmitti Y L. vannamei*) UTILIZANDO EFLUENTES INDUSTRIALES A LA BAHÍA DE CARTAGENA, COLOMBIA. 41-56pp.

- **CENTRO DE ESTUDIOS DEL MEDIO AMBIENTE (CEMA) 2008.** VII informe de monitoreo ambiental del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de guayaquil. 30-33pp.

- **ESCLAPÉS, M.** 1999. Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas y terrestres. Versión 2.0. PDVSA. INTEVEP. 213pp.

- **FAO.** 1981. Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 4a. Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la contaminación marina. FAO, Doc. Tec. Pesca. (164): 34pp.

- **RAMOS, R., BASTIDAS, C. Y GARCIA E. 2012.** Ensayo de toxicidad con sedimentos marinos del Occidente de Venezuela.

- **REISH, D. Y OSHIDA, P**. 1987. Manual of methods in aquatic environment research. Part 10 – Short-termstaticbioassays. FAO. Roma – Italia. 62 pp.

- **RODRÍGUEZ, J. Y ESCLAPÉS, M.** 1995. Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas. Versión 1.0. Gerencia General de Tecnología. Departamento de Ecología y Ambiente. INTEVEP. PDVSA. Venezuela. 109pp.

- **VALAREZO, C. 2014.** Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí. Proyecto de Investigación. Carrera de Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

- **VALAREZO, C. 2015.** Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí. Proyecto de Investigación. Gobierno Provincial Autónomo de El Oro. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

- **VANEGAS, C. Y ZUÑIGA, S.** Ensayos de toxicidad aguda con camarones peinados. 169-190pp.

- **VILLAMAR, F. 1990.** Bioensayo para calcular el CL50 del dispersante de petroleo BP1100 con larvas de camaron Penaeus vannamei. Acta oceanografica del Pacifico. INOCAR, Ecuador 6(1) 73-78pp.

- **VILLAMAR, F. 2002.** Ampliacion estadistica en los bioensayos de toxicidad con sedimento extraido del Estero salado, canal de acceso al Puerto Maritimo de Guayaquil.

- **INOCAR, 2008.** Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de la ciudad de guayaquil volumen i capítulo vi - 49 julio-2008.

- IX Informe de Monitoreo Ambiental del Dragado de Mantenimiento del Canal de Acceso al Página 56 Puerto Marítimo de Guayaquil, semestre Julio 2011 - Enero 2012.

ANEXO FOTOS

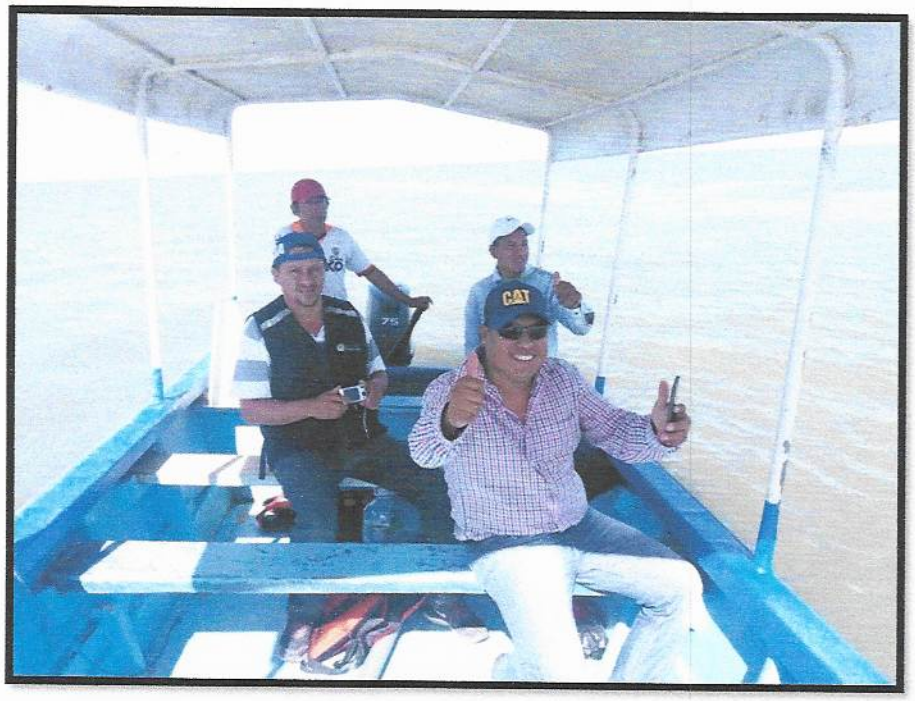


Foto 1. Técnicos Participantes en el estudio ecotoxicológico

Foto 2. Extracción de Sólidos de Sedimentos de Dragado en el Punto AD5

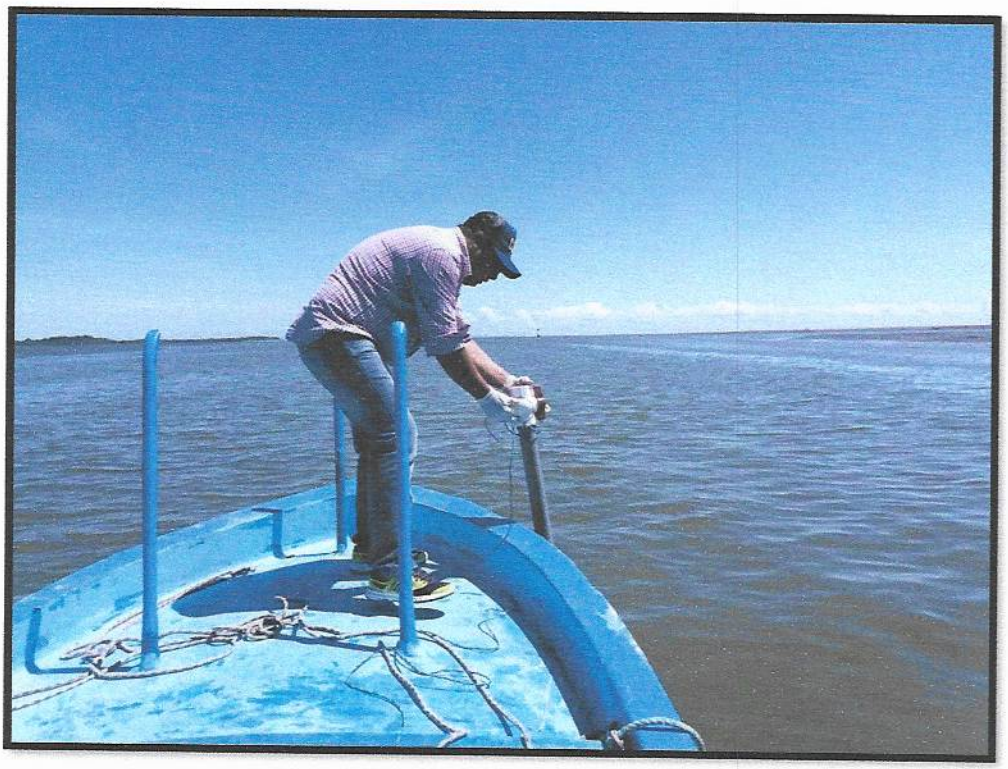


Foto 3. Retención de los SSD del Punto AD5 en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar

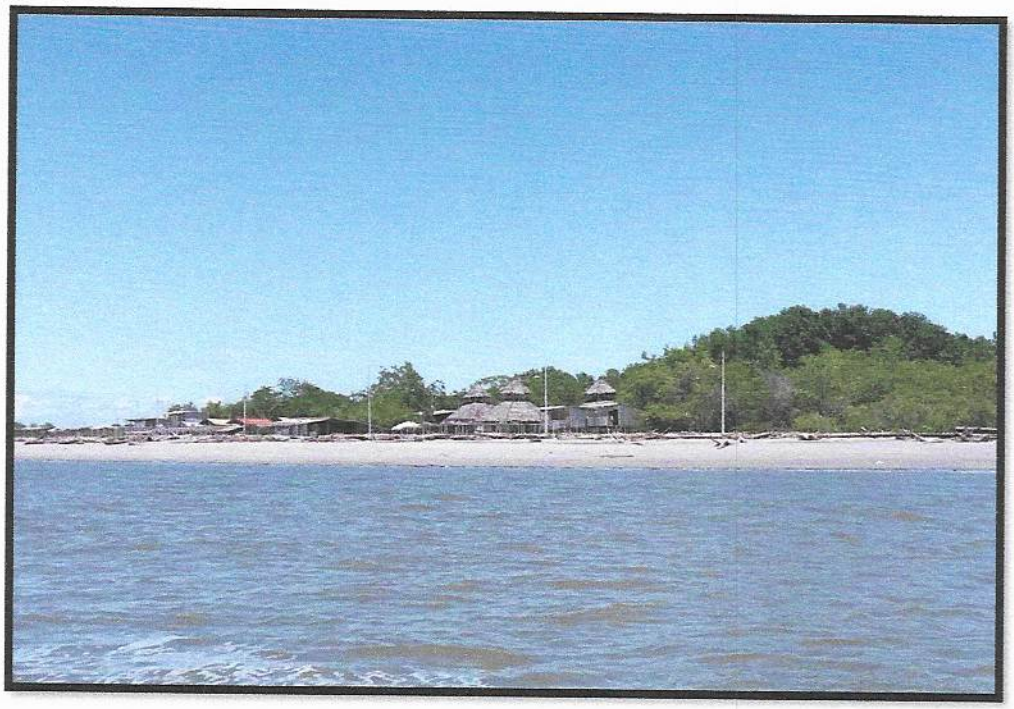


Foto 4. Monitoreo de Sólidos de Sedimentos de Dragado del Punto AD5

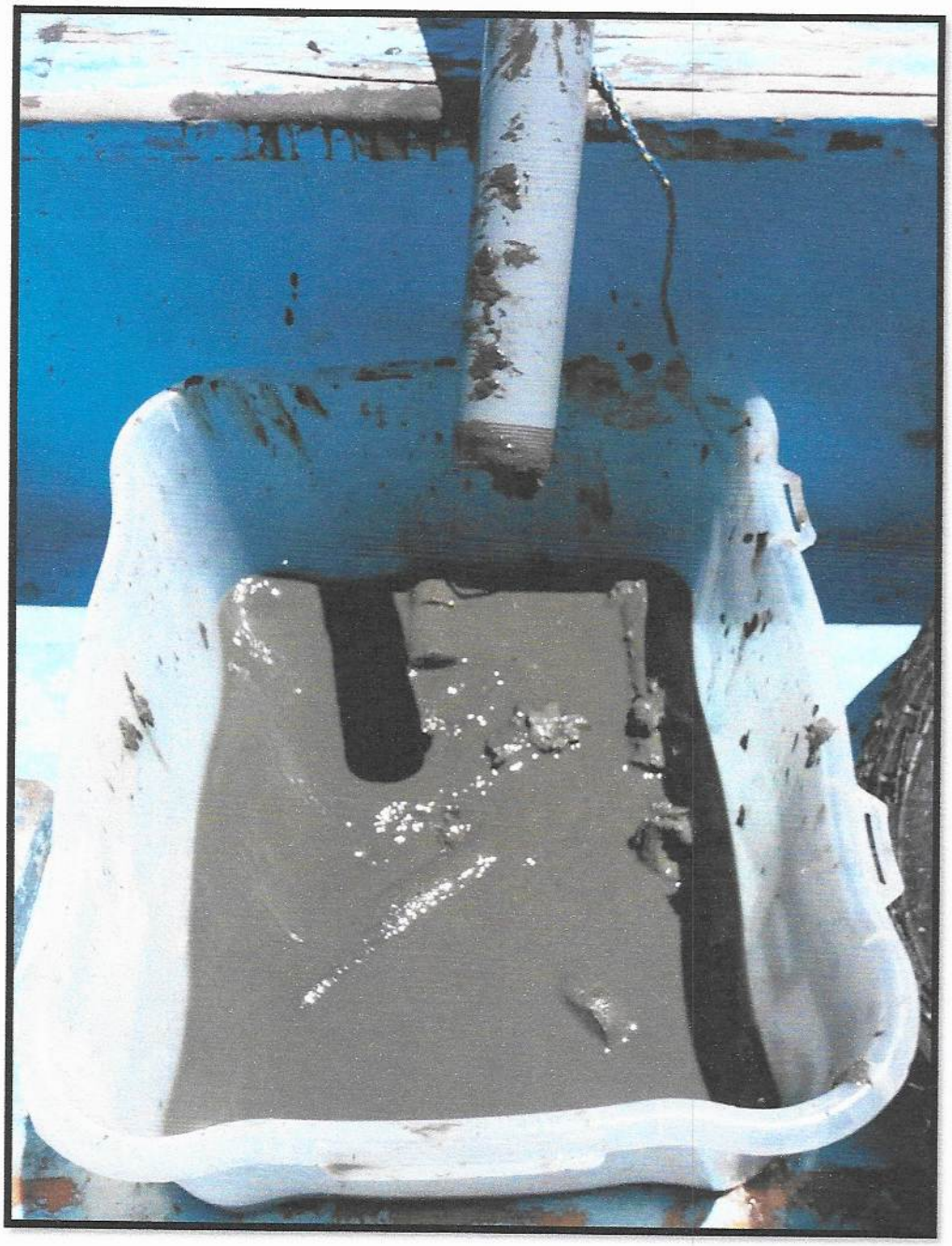


Foto 5. Evacuación de los SSD del punto AD5 para lo toma de muestras

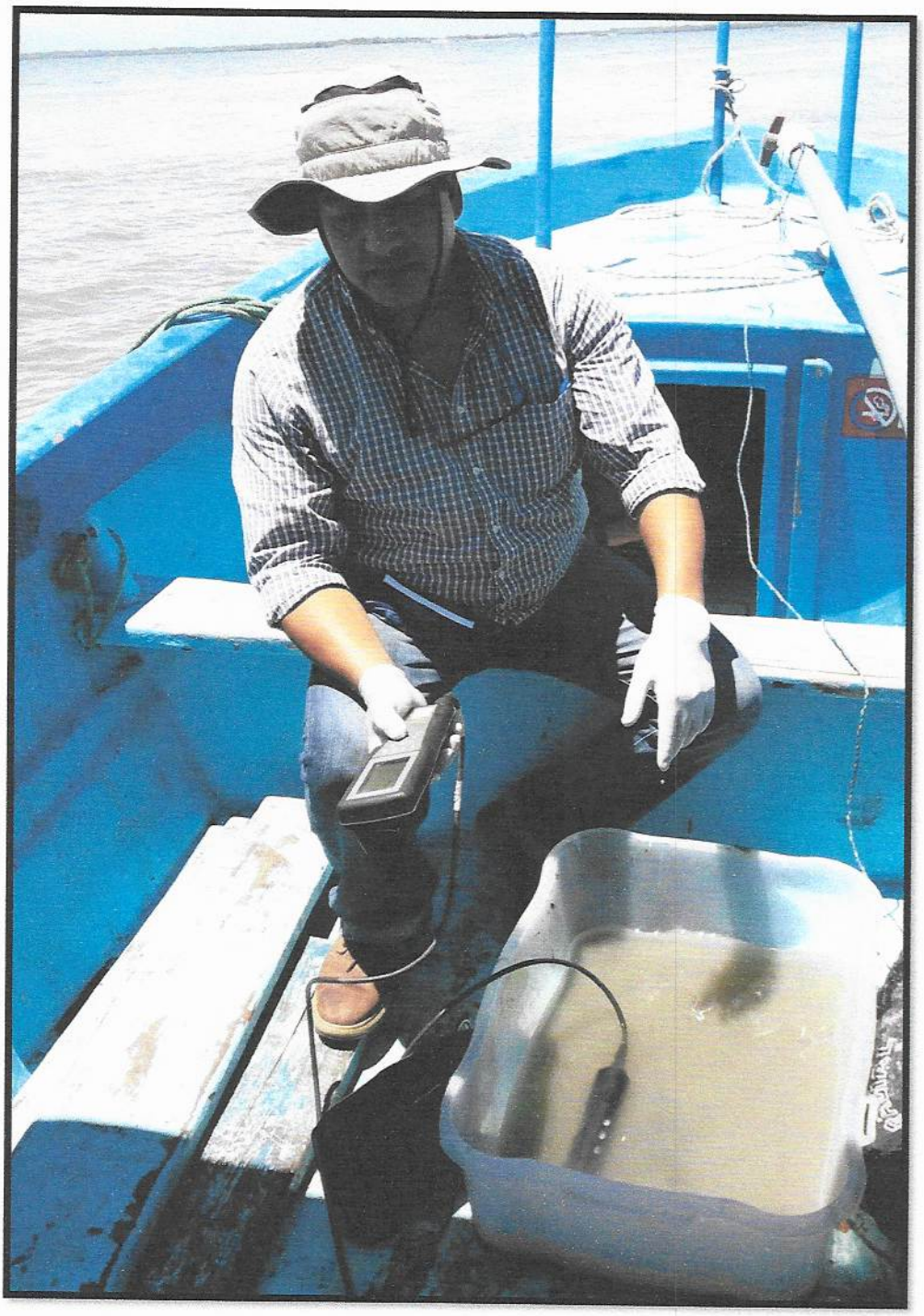


Foto 6. Determinación de parámetros de los sólidos de sedimentos de dragado simulado

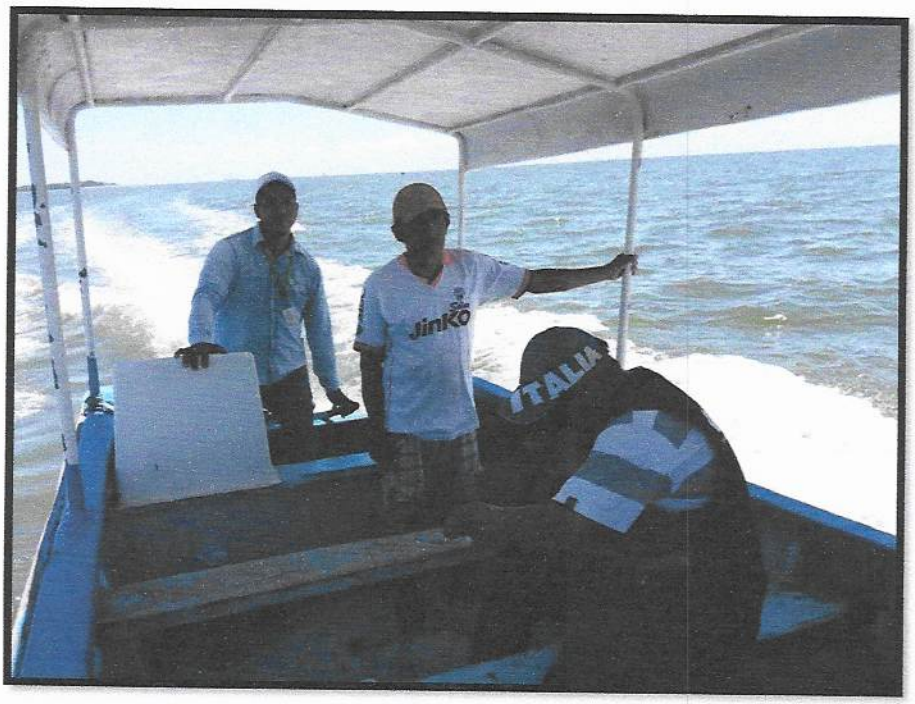


Foto 7. Recorrido hacia el punto AD4 frente al balneario El Coco

Foto 8. Toma de Parámetros en Punto AD6

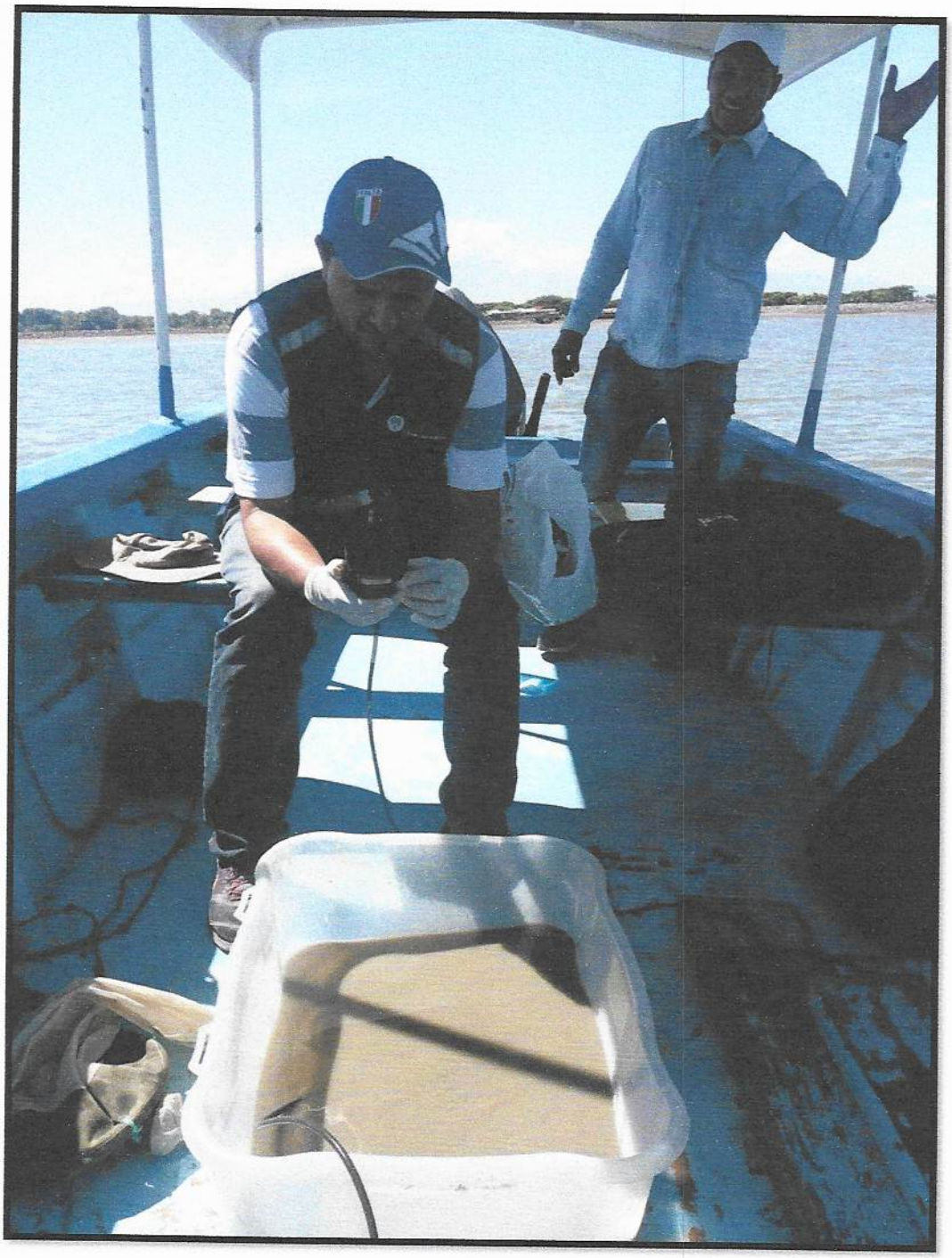


Foto 9. Toma de parámetros de SSD del punto AD3

Foto 10. Toma de parámetros de SSD en el Punto AD4

Foto 11. Recepción de muestras de SSD del punto AD4

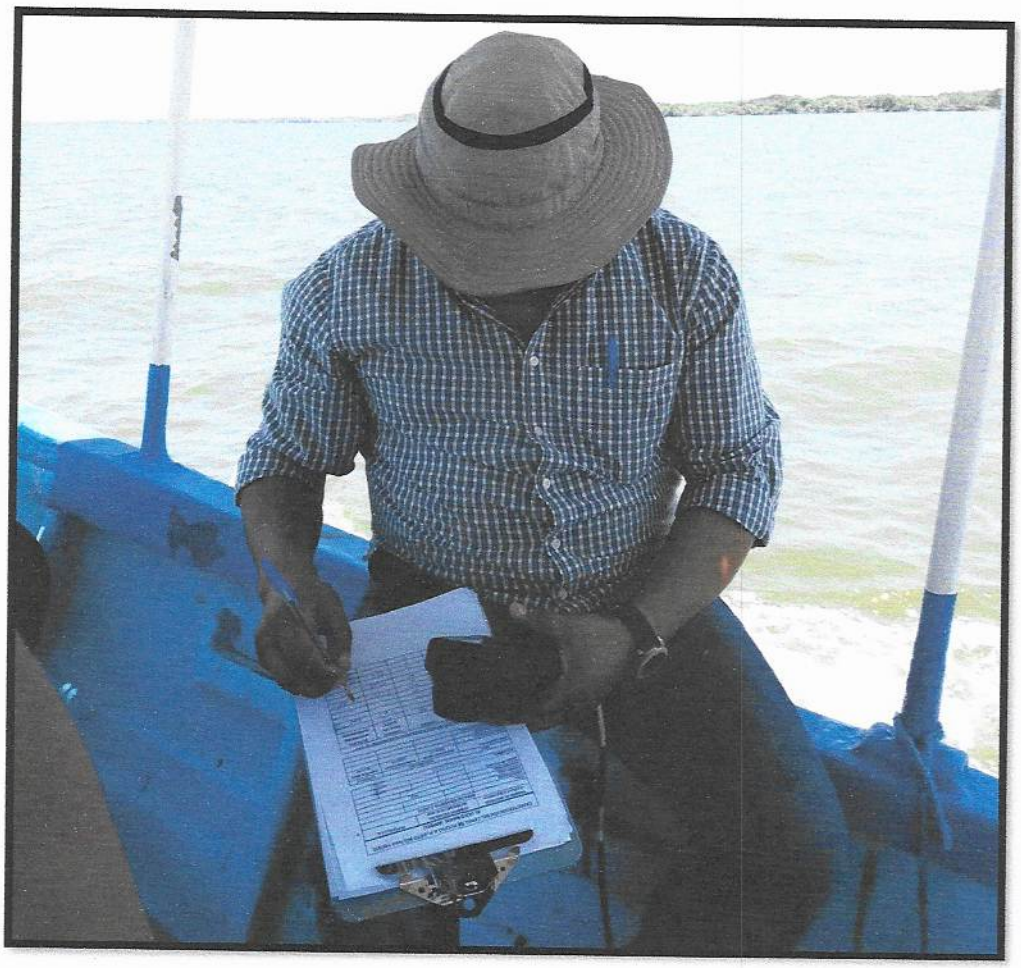


Foto 12. Determinación de parámetros en el punto AD4

Foto 13. Toma de muestras de arrastre de plancton en el punto AD4

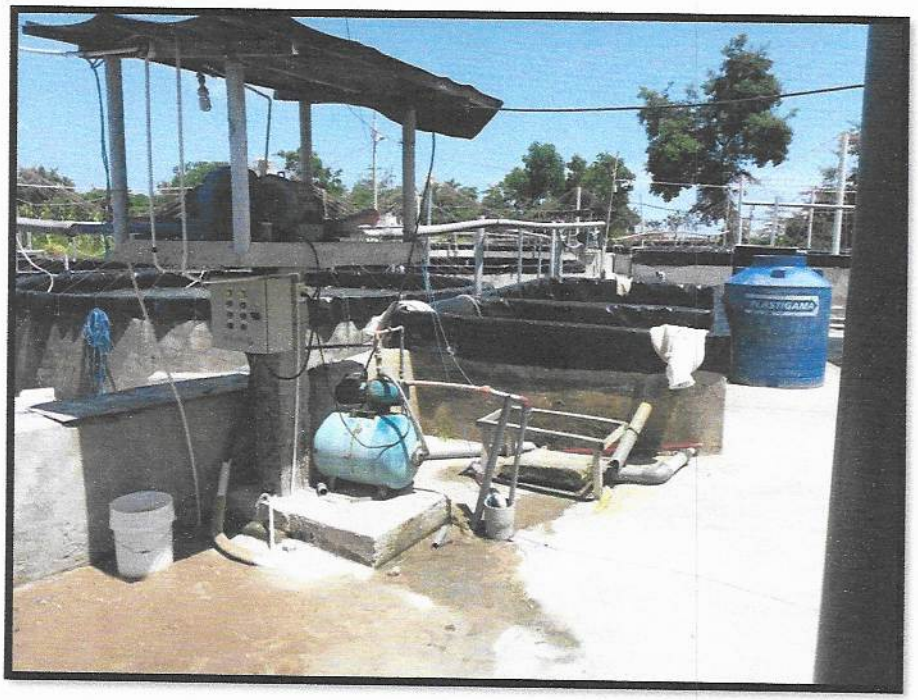


Foto 14. Laboratorio de larvas BIOFONS Y PANEMA en el Sitio El Coco

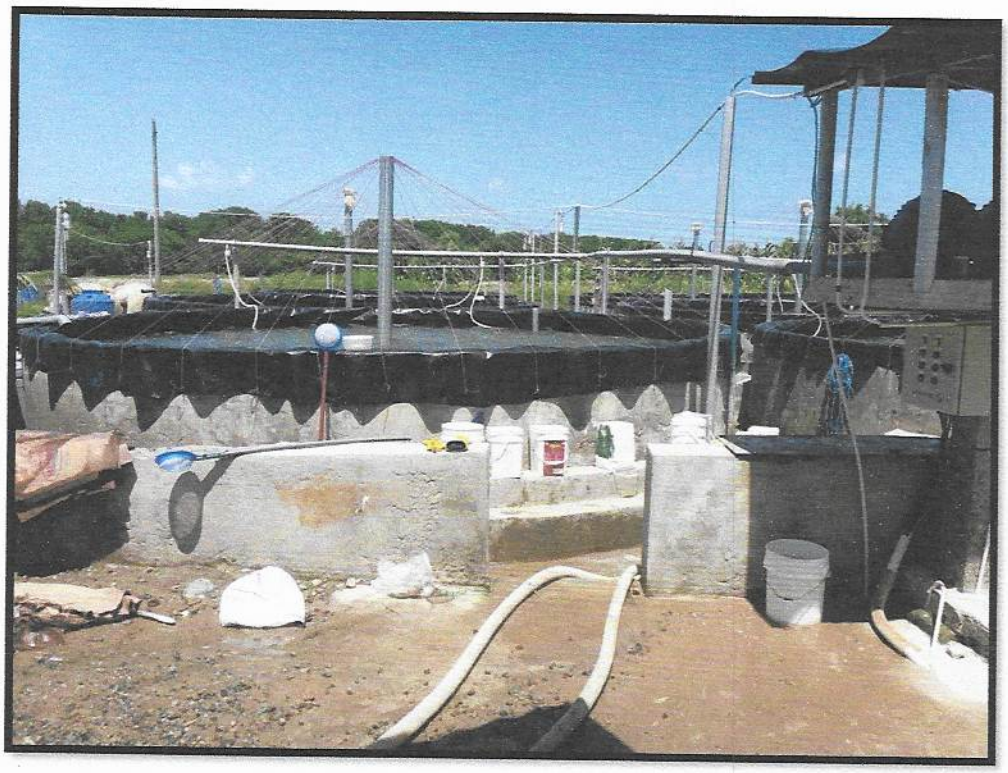


Foto 15. Tanque escogido para proveer la larva para el estudio ecotoxicológico

Foto 16. Embalado de la larva para ser trasladada al laboratorio

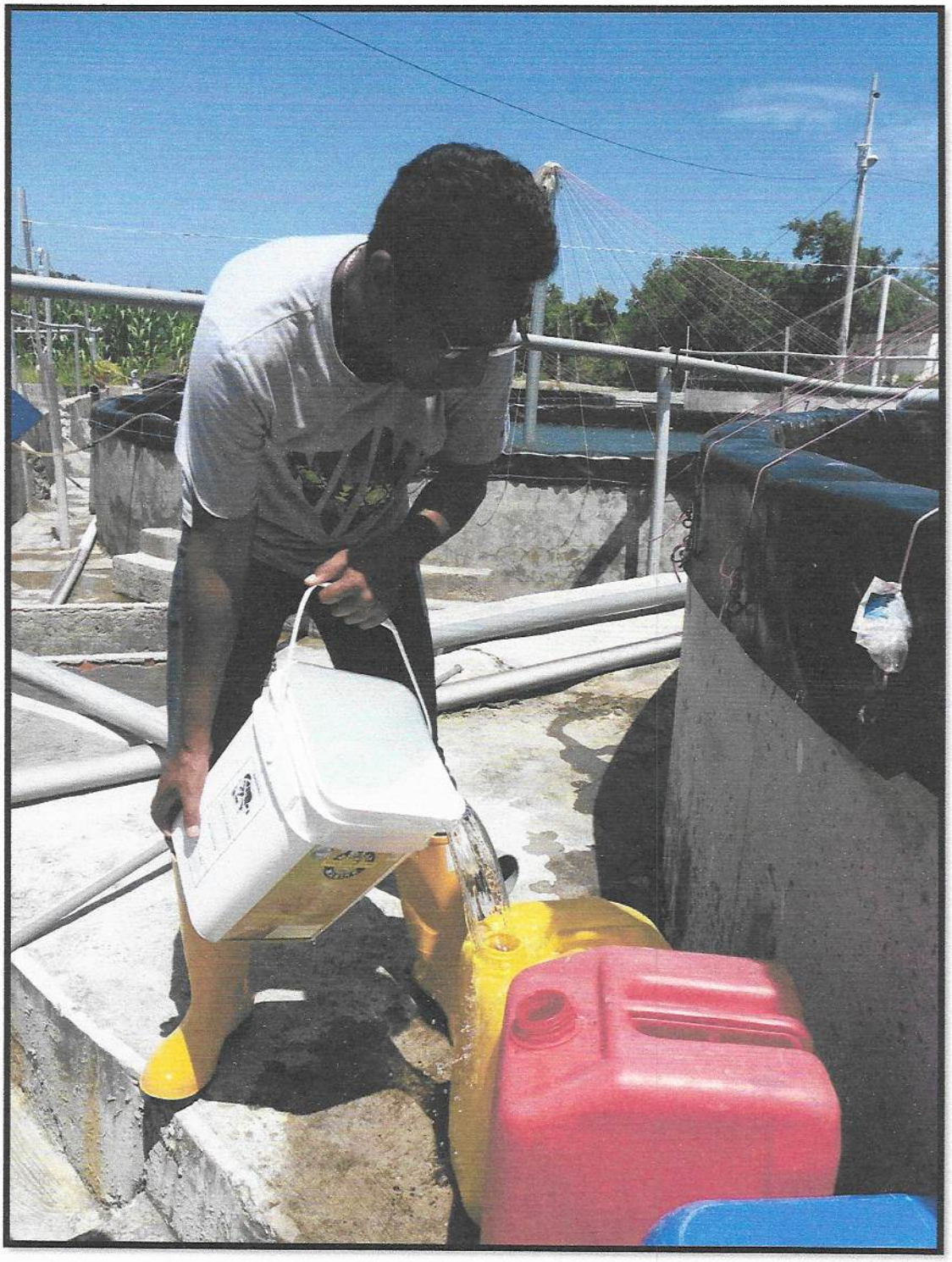


Foto 17. Llenado de pomas con agua de mar para los diferentes tratamientos de SSD

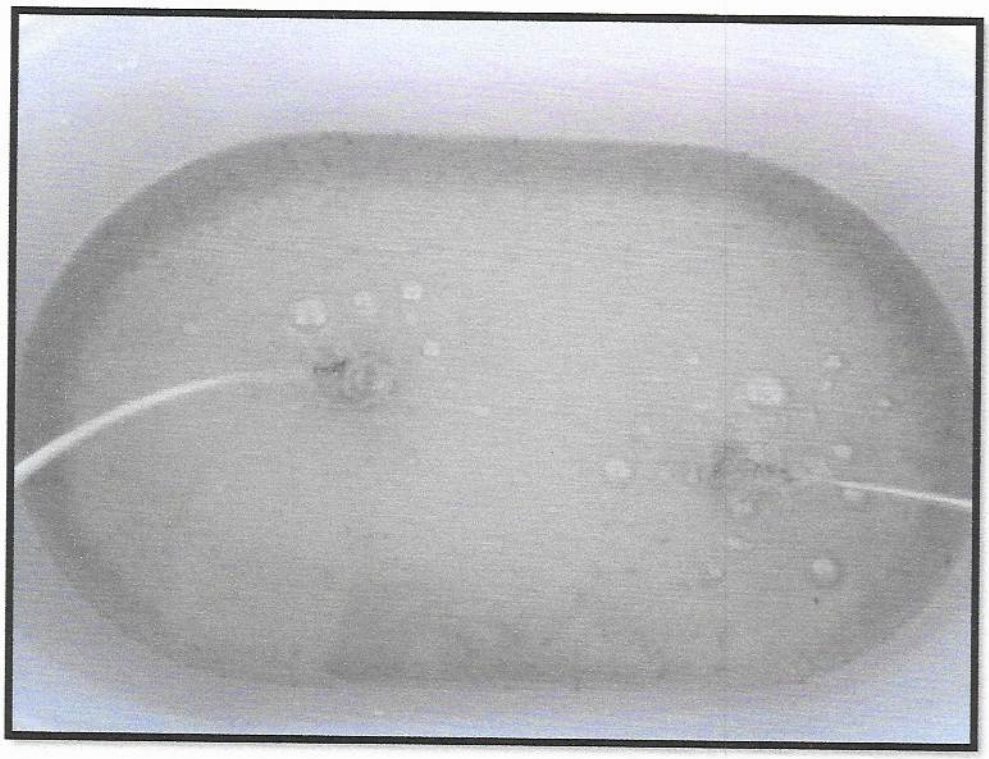


Foto 18. Aclimatación de las larvas de camarón para los diferentes tratamientos

Foto 19. Larvas Litopenaeus vannamei en periodo de adaptación

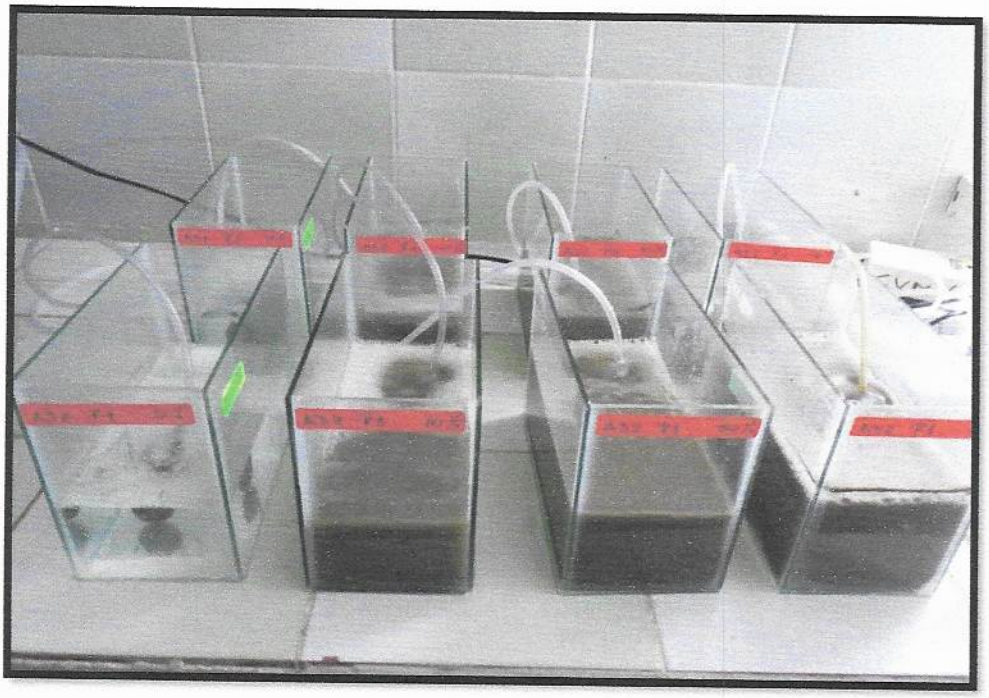


Foto 20. Tratamiento de SSD del punto AD2

Foto 21. Tratamiento de SSD del punto AD3

Foto 22. Tratamiento de SSD del punto AD4

Foto 23. Tratamiento de SSD del punto AD5

Foto 24. Tratamiento de SSD del punto AD6

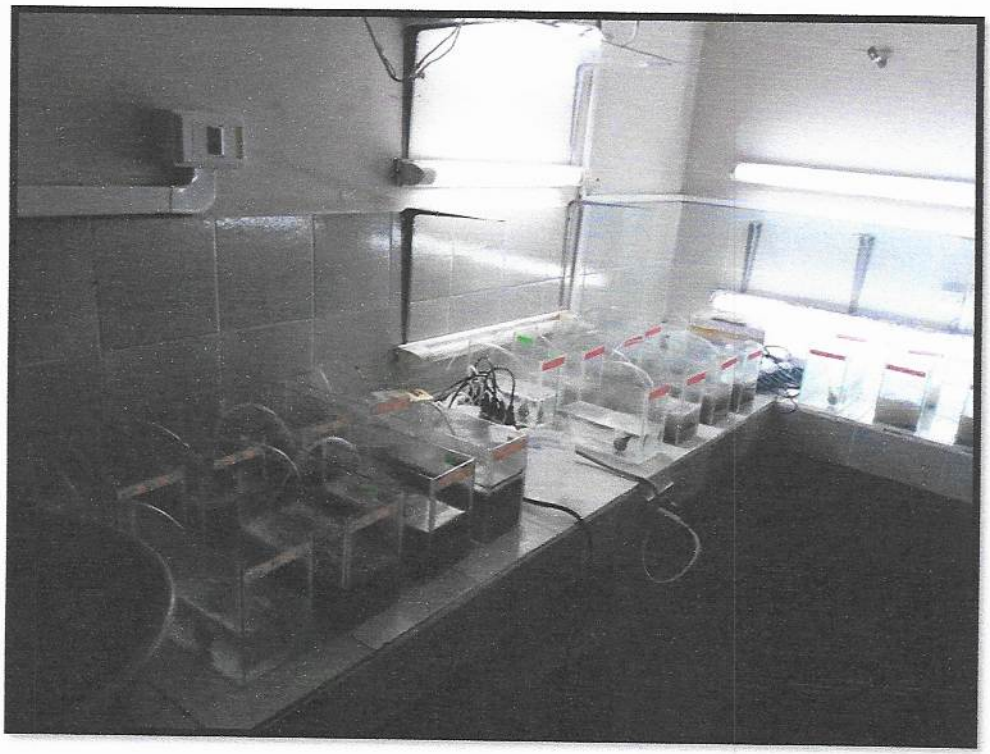


Foto 25. Vista de los tratamientos AD2 Y AD3 en laboratorio

Foto 26. Vista de tratamientos AD4, AD5 Y AD6 en laboratorio

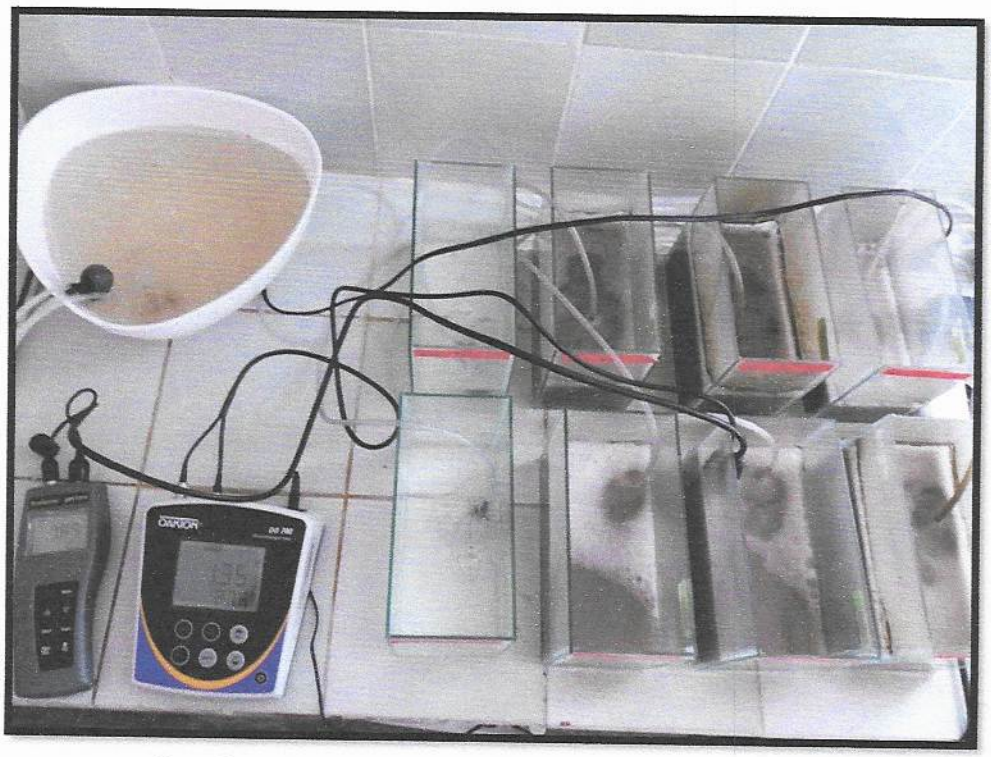


Foto 27. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD2

Foto 28. Instrumental técnico para las mediciones de Oxigeno Disuelto, pH y temperatura

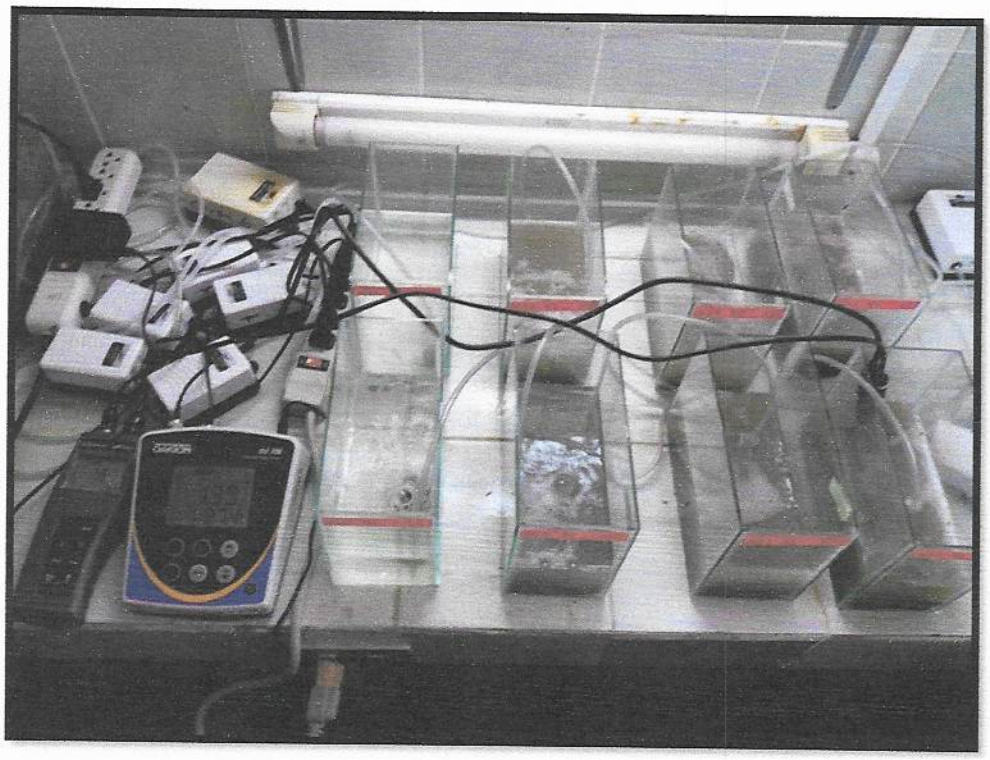


Foto 29. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD3

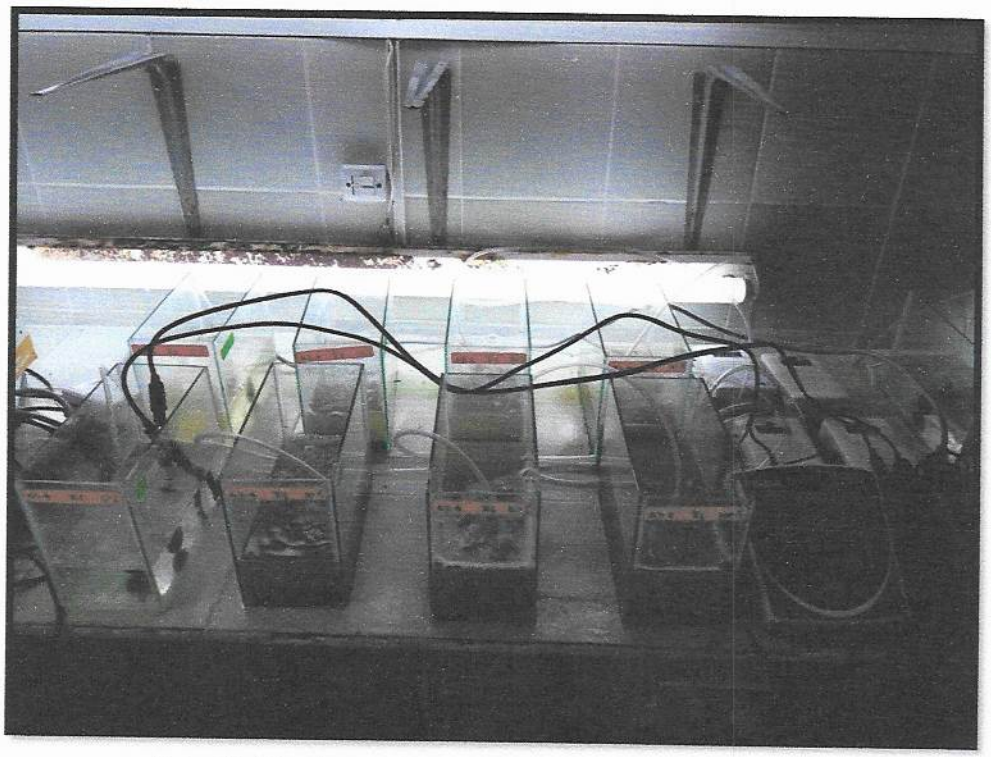


Foto 30. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD4

Foto 31. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD5

Foto 32. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD6

Foto 33. Control biológico de la larva en los diferentes tratamientos.

Foto 34. Contro final de sobrevivencia en los tratamientos estudiados.

Foto 35. Control de número de larvas sobrevivientes.

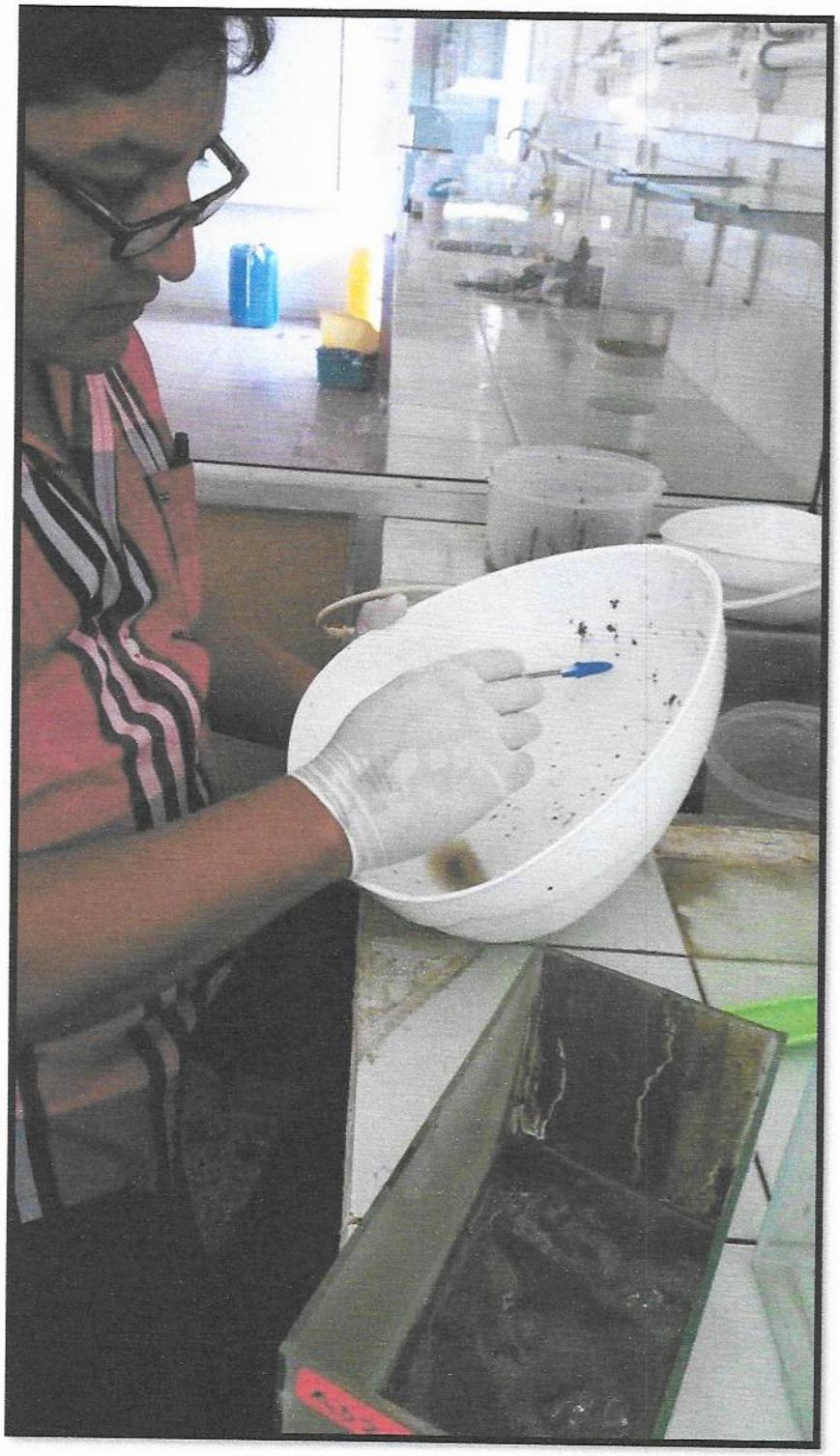


Foto 36. Conteo de larvas de diferentes tratamientos.

ANEXOS REPORTES DE SOBREVIVENCIA

AD2 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	80
100%	10	100	100	80	70

AD2 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	80

AD2 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	90
100%	10	100	100	85	75

AD3 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

AD3 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	100	100	90

AD3 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	95
100%	10	100	100	95	90

AD4 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	100	90	90

AD4 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	100	100

AD4 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	95	95	90
100%	10	100	100	95	95

AD5 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	90
100%	10	100	100	90	90

AD5 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

AD5 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	95
100%	10	100	100	90	90

AD6 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	80	70	70

AD6 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	70	70	60

AD6 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	75	70	65

PROMEDIO DE PROMEDIOS DE LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO A LAS 96 HORAS

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	97	95	90
100%	10	100	94	87	83

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 24 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 48 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad										10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							10		5			
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad							10	10	10	20	30	25
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	90	90	80	70	75
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							4	2	3	6	6	6
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	96	98	97	94	94	94
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 72 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad							10		5	20	10	15
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	80	90	85
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad										10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							10		5	10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad							10		5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100						
AD6												
Mortalidad							10	10	10	30	30	30
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	90	90	70	70	70
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							8	2	5	16	10	13
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	92	98	95	84	90	87
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad							20		10	30	20	25
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	100	90	70	80	75
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad								10	5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	90	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							20		10	10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	100	90	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad							10		5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad							20	20	20	30	40	35
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	80	80	70	60	65
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							14	6	10	18	16	17
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	86	94	90	82	84	83
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TABLA DE VALORES DEL PROBIT

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5	5,03	5,05	5,08	5,1	5,13	5,15	5,18	5,2	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,5
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

ANEXO 10

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

YILPORTECU S.A.

Estudio Eco toxicológico:

"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50-96) EN LARVAS DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EXTRAÍDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO"

Machala - El Oro - Ecuador

Abril de 2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

Estudio Eco toxicológico:

"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50-96) EN LARVAS DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*, CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EXTRAÍDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO"

Ing. César Valarezo Macías, Mg. Sc.
Ph.D. © Ciencias Ambientales - Consultor Ambiental EIA-FCA-UTMACH

Machala - El Oro - Ecuador

Abril 2017

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

PARTICIPACION INTERINSTITUCIONAL

Técnicos Carrera Ingeniería Acuícola-UTMACH:

Ing. César Valarezo Macías, Mg. Sc.
Ing. Edison Echeverría Espinoza, Mg. Sc.
Dra. Lita Sorroza Ochoa, Ph.D.

Técnicos invitados

Ing. Milton Iñaguazo Lalangui, Técnico Invitado

Gobierno Provincial Autónomo de El Oro

Ing. Darwin González
Blga. Escilda Montenegro

Colaboradores

Blgo. Julio Molina, Laboratorio BIOFONS Y PANEMA

ECOSFERA CONSULTORA AMBIENTAL
Blgo. Rommel Molina
Blgo. Jorge Intriago

1.- ANTECEDENTES

El proyecto de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar, considerado Terminal Marítimo Internacional, es uno de los principales puertos del Ecuador. Está administrado por Autoridad Portuaria (APPB) y de la empresa YILPORTECU S.A. que ahora lo representa legalmente y gestiona su actividad económica.

Los buques más grandes que se tiene previsto arribaran en un futuro al terminal marítimo tienen calados que exceden la profundidad natural existente entre el ingreso a la bahía y el terminal, para lo cual se requieren de trabajos de dragado en el Canal de Acceso y Dragado en las zonas de maniobra que permitan el atraque de las demás embarcaciones.

Estas áreas de dragado son diferentes a las áreas de navegación, siendo seleccionada de tal manera que se facilite el proceso de dragado; siendo las áreas redondeadas enderezadas. Una pendiente natural de dragado alrededor 1:6 se espera confirmar; sin embargo, en suelo arcilloso la pendiente puede escalonarse mientras en limo muy suave la pendiente puede ser considerablemente más plana.

El presente estudio ecotoxicológico se realizó paralelamente a estudios complementarios de Línea Base Ambiental "in situ" en las áreas destinadas en el EsIA para el dragado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar, así como de los bioensayos de toxicidad de sedimentos ejecutados hasta el momento, por haber sido normado por el MAE antes, durante y después de culminado el dragado.

2.- OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de toxicidad de los sedimentos suspendidos del dragado (SSD) simulado del canal de acceso a Puerto Bolívar, en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, a través del estudio de la Concentración Letal Media (CL50-96) en Laboratorio.

2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mortalidad de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, producida por exposición de sedimentos suspendidos en concentraciones del 10%, 50% y 100%, en condiciones de laboratorio, con simulación de dragado.
- Desarrollar el levantamiento de línea Base Complementaria considerando Criterios Técnicos, de acuerdo al avance del Bioensayo.

3.- MARCO LÓGICO

3.1.- BIOENSAYO

Los bioensayos de toxicidad permiten evaluar el grado de afectación que una sustancia química tiene en organismos vivos y éstos pueden ser agudos o crónicos. Las pruebas agudas cuantifican las concentraciones letales de un xenobiótico a una especie en particular. El valor calculado se denomina Concentración Letal Media (CL50-96) y corresponde a la concentración de un xenobiótico que causa la muerte al 50 % de la población experimental al cabo de un tiempo determinado, generalmente en 48 o 96 horas. En contraste, las pruebas crónicas estiman la concentración – efecto media (CE50) de la sustancia de prueba que causa un efecto al 50 % de la población experimental, al cabo de un tiempo determinado (Rodríguez y Esclapés, 1995).

Los bioensayos, o pruebas de toxicidad son experimentos que miden el efecto de uno o más contaminantes en una o más especies, permiten evaluar el grado de toxicidad de una sustancia química, un efluente, un cuerpo de agua, etc., empleando organismos vivos (Esclapés, 1999).
Para proteger el medio acuático es necesario fijar límites superiores a las descargas de contaminantes perjudiciales químicos y físicos, además de vigilar y regular las descargas que se realicen posteriormente. Los límites superiores de las descargas se derivan de la consideración de los criterios apropiados de calidad de agua formulados a partir de datos de respuestas para sistemas biológicos (bioensayos crónicos o agudos) (FAO, 1981).

Las pruebas pueden durar varios periodos de tiempo, pero las de 96 horas son las más comunes. Los individuos son expuestos a concentraciones crecientes del tóxico para determinar cambios en el organismo. En general la muerte es el criterio más utilizado en la prueba de 96 horas. Uno o más controles son utilizados en organismos expuestos a similares condiciones excepto cuando existe falta de disponibilidad del tóxico (Reish y Oshida, 1987).

Los bioensayos toxicológicos tienen por finalidad determinar las concentraciones de un tóxico dado que ocasionen efectos dañinos o nocivos en un organismo modelo. Estos efectos pueden incluirse en las siguientes categorías:

- Afectación del término de vida
- Alteración de la tasa de crecimiento
- Cambios de los parámetros reproductivos (Reish y Oshida, 1987).

3.2.- BIOENSAYOS DE TOXICIDAD AGUDOS

Cuantifican las concentraciones letales de un xenobiótico a una especie en particular. El valor calculado se denomina concentración letal media (CL50-96), y representa la concentración que causa la muerte al 50 % de la población experimental, en un tiempo determinado, generalmente 48 o 96 horas (Esclapés, 1999).

3.2.1.- DE TIPO ESTÁTICO

Se efectúa sin la renovación continua del flujo constante de las diluciones sometidas al ensayo (FAO, 1981).

3.2.2.- SIN RENOVACIÓN

Los organismos se exponen a la misma solución de prueba el tiempo de duración del ensayo (Esclapés, 1999).

3.2.3.- CON RENOVACIÓN

Los especímenes se someten a una preparación fresca de la misma concentración inicialmente empleada, periódicamente (generalmente cada 24 horas). Tal renovación puede ser necesaria cuando importantes sustancias tóxicas se deterioran, o son absorbidas, o se pierden por cualquier otra razón, con suficiente rapidez para influir considerablemente con los resultados del ensayo (FAO, 1981).

3.2.4.- DE FLUJO CONTINUO

Circula continuamente una corriente de sustancia de prueba nueva en contacto con los individuos experimentales (Esclapés, 1999). Se realizan con la renovación continua o casi continua de las diluciones sometidas al ensayo, con el fin de mantener casi constantes las concentraciones de las sustancias tóxicas activas (FAO, 1981).

3.3.- TOXICIDAD EN SEDIMENTOS MARINOS

Muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos que se originan desde las actividades humanas son depositados y concentrados en los sedimentos acuáticos. El propósito de los bioensayos en sedimentos marinos, es implementar actividades tendientes a regular el monitoreo ambiental de estos estudios en nuestro país y su manejo integral en las zonas costeras.

El principal objetivo es exaltar el entendimiento de la apropiada aplicación e interpretación de los bioensayos, lo que incluye el análisis relacionado con los sedimentos marinos, la determinación de la toxicidad de sedimentos incluyendo, el análisis químico, la determinación directa de cambios ecológicos, los bioensayos de toxicidad y las líneas multiplex de evidencia, los objetivos de la pruebas de toxicidad de sedimentos, las metodologías y consideraciones más importantes de bioensayos en sedimentos completos.

Una de las conclusiones más convincente que se presenta sería evaluar la calidad ambiental no solo evaluando la química del sedimento y la estructura de la comunidad bentónica, sino incorporando las pruebas de toxicidad como una línea de evidencia fundamental en la triada de calidad del sedimento (Carballo, 2010).

3.4.- CONTAMINACIÓN EN SEDIMENTOS MARINOS

La contaminación de los sedimentos marinos ha pasado a ser uno de los problemas medioambientales que más preocupan a la hora de encarar las obras portuarias y es uno de los aspectos más significativos del problema general de la contaminación del medio marino que tiende a concentrarse mucho más en los sedimentos del fondo que en el caso de la contaminación de las aguas continentales.

El alto contenido de sales produce una rápida floculación de las arcillas que sedimentan en las desembocaduras de los ríos, dando origen a las formaciones deltáicas, mientras que las arenas permanecen en suspensión y son arrastradas a lo largo de las costas. Los minerales pesados naturales suelen ser químicamente inertes y se distribuyen a lo largo de la costa en los sedimentos arenosos.

El comportamiento de los metales pesados depende de dos factores: el pH que refleja el carácter ácido o básico; y el potencial de Oxidación Reducción, o potencial redox, que diferencia los ambientes oxidantes de los reductores.

3.5.- METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS MARINOS

Durante la operación de extracción y vertido se producen efectos contradictorios, el pH alto del agua de mar favorece la floculación de todos los sedimentos, el aumento de la oxidación puede facilitar la dispersión y disolución de algunos metales pesados, en las mismas condiciones pueden formarse pequeños nódulos de manganeso y hierro que tenderán a impedir la dispersión y la disolución de los metales pesados, aglutinándolos; por lo tanto el dragado puede suponer la liberación de metales pesados o por el contrario su captura. En conjunto la contaminación durante el dragado es reducida y solo se moviliza una parte muy reducida de los elementos contaminantes presentes en los sedimentos. El dragado puede verse dificultado por la existencia de gas en proporciones al 10% en volumen.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.- MATERIALES

4.1.1.- LUGAR DE REALIZACIÓN

Los estudios ecotoxicológicos de la simulación de los sedimentos suspendidos del dragado (SSD) provenientes del canal de acceso a Puerto Bolívar, se realizaron en el Laboratorio Fitoplancton de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, tomando en consideración la metodología para la determinación de la Concentración Letal Media (CL50-96-168), aplicadas a postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*

Los estudios complementarios de la Línea Base Ambiental, por parte de la Carrera de Ingeniería Acuícola-UTMACH, y de acuerdo al EsIA propuesto, comprendieron los siguientes sitios:

- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Liceo Naval.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a la Isla del Amor.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Entrada del Balneario El Coco.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Punta del Faro Jambelí.
- Canal de acceso a Puerto Bolívar, Estero Santa Rosa, Ciudad de Machala, frente a Entrada a Jambelí.

4.1.2.- MATERIALES DE LABORATORIO

- Vaso de precipitación de 1000 ml
- Probeta de 100 ml
- Guantes
- Hojas de control

- Balanza de precisión
- Multiparámetro YSI Pro DSS
- Pipetas graduadas de 1ml
- Acuarios
- Aireadores
- Mangueras
- Piedras difusoras
- 40 acuarios de 2 lts/cap.

4.1.3.- MATERIALES BIOLÓGICOS

- 1000 postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*)

4.1.4.- REACTIVOS

- Agua destilada
- Solución buffer

4.2.- MÉTODOS

4.2.1.- METODOLOGÍA DE CAMPO

Se adquirieron 1.000 postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, en estadios entre Pl. 12, gracias a la colaboración del Laboratorio de larvas BIOFONS Y PANEMA en el Sitio El Coco, las mismas que fueron sometidas al embalaje respectivo con oxígeno y carbón activado; y posteriormente trasladadas al Laboratorio de Fitoplancton de la FCA-UTMACH para su aclimatación respectiva.

Para la ejecución de los bioensayos se consideró la metodología de estimación de la Concentración Letal Media (CL50-96), combinada con las normas y protocolos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, descritos en el manual "Evaluation of dregded material proposedforoceandisporal" editado por U.S. EnvironmentalProtection Agency/U.S. Army Corps of Engineering, 1991, EPA/8-91/001, a través de la Fase Particulada Suspendida "Suspended

particulate Phase" (SPP), con muestras de sedimentos sujetos a dragados, a concentraciones de 10%, 50% y 100% de SPP en cada una de las dos réplicas considerando cinco puntos de muestreo.

4.2.1.1.- ADAPTACIÓN Y ACLIMATACIÓN

Las postlarvas de camarón *Litopenaeus Vannamei*, una vez trasladadas al Laboratorio de Fitoplancton, fueron ubicadas en un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, y paralelamente se les instalo aireación para su adaptación y aclimatación para luego ser sometidas al bioensayo.

4.2.1.2.- SUMINISTRO DE ALIMENTO A POSTLARVAS DE CAMARÓN

Las postlarvas de camarón fueron aclimatadas y alimentadas con balanceado acorde a su biomasa y tamaño, Igualmente se les suministró alimento vivo, como Artemia Salina para potenciar su calidad. Además se consideraron los parámetros que permitían la sobrevivencia y la calidad de los organismos para realizar la presente investigación.

4.2.1.3.- MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50)

Por el método de estimación de CL50-96 se registró la cantidad de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* sobrevivientes a concentraciones algo superiores e inferiores del límite estimado para CL50. Se llevaron reportes diarios de la información, para posteriormente poder ser tabuladas por el método Probit, identificando el impacto de los sedimentos suspendidos en las postlarvas de camarones con simulación de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar.

4.2.2.- EVALUACIÓN EN LARVAS DE CAMARONES

4.2.2.1.- RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Inicialmente se buscaron las postlarvas de prueba en los diferentes laboratorios de larvas del sector, los mismos que por la gran demanda existente por el Sector Camaronero, casi todos estaban recién sembrados, por lo que se tuvo que recorrer en su totalidad para poder contar con los organismos respectivos y desarrollar las pruebas necesarias para la selección del tanque.

De los laboratorios de larvas visitados, se seleccionó uno con los mejores ejemplares de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* "in situ", procurando en lo posible uniformidad en su talla, buen estado de salud, desarrollo branquial, sin protozoarios, entre otras observaciones, procediendo a su aclimatación en sus parámetros físico-químicos y biológicos, de tal manera que no existan mortalidades inmediatas por estrés del animal y se vaya a alterar el bioensayo.

Una vez que las larvas de camarón que se usaron en el presente estudio estuvieron completamente aclimatadas a las condiciones de laboratorio impuestas, se procedió a traspasarlos a los 40 acuarios de 2 litros destinados a los bioensayos de sensibilidad. A cada uno de los acuarios se les colocó 1 litro de agua con sedimentos suspendidos y cuyas características físico-químicas y biológicas, serían similares a las del dragado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar, tomando en consideración cada uno de los tratamientos desarrollados en el presente estudio.

4.2.2.2.- PREPARACIÓN DE CONCENTRACIONES

A partir de la solución estándar preparada con sedimentos suspendidos provenientes de las áreas a ser dragadas, se utilizaron las diferentes concentraciones en postlarvas de camarones *Litopenaeus vann*amei en los diferentes acuarios, aplicados con los tratamientos evaluados en la presente investigación.

Para ello se prepararon sedimentos suspendidos en concentraciones al 0%, 10%, 50% y al 100% en condiciones de laboratorio, las mismas que fueron utilizadas en el presente estudio de sensibilidad con postlarvas de camarones por un lapso de 96 horas, con 2 repeticiones y en los cinco puntos de muestreo.

4.2.2.3.- PUNTOS DE MUESTREO

AREA DE DRAGADO 2: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE AL LICEO NAVAL

Tabla 1: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD2 R1	1	2	3	4
AD2 R2	5	6	7	8

AREA DE DRAGADO 3: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A LA ISLA DEL AMOR

Tabla 2: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar desde el Estero Santa Rosa frente a la Isla del Amor

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD3 R1	9	10	11	12
AD3 R2	13	14	15	16

AREA DE DRAGADO 4: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA DEL BALNEARIO EL COCO

Tabla 3: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar desde el Estero Santa Rosa hasta frente a la entrada del balneario El Coco

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD4 R1	17	18	19	20
AD4 R2	21	22	23	24

AREA DE DRAGADO 5: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A PUNTA DEL FARO JAMBELÍ

Tabla 4: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado de los sedimentos suspendidos del dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD5 R1	25	26	27	28
AD5 R2	29	30	31	32

AREA DE DRAGADO 6: CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA A JAMBELÍ

Tabla 5: Distribución de tratamientos a diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, con simulación de dragado de los sedimentos suspendidos del dragado del canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí

CÓDIGO DE PUNTOS DE MUESTREO	TRATAMIENTOS			
	0%	10%	50%	100%
AD6 R1	33	34	35	36
AD6 R2	37	38	39	40

4.2.2.4.- SIEMBRA DE LARVAS

Después de haber procedido a preparar las diferentes concentraciones de sedimentos provenientes de los lugares donde se realizará el dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar, se completó con agua de la misma salinidad de la larva, esto es 22 ppt, se homogenizaron cada uno de los acuarios y se les adicionó oxígeno para que los sólidos estén en constante suspensión.
Posteriormente, se trasladaron de manera minuciosa 10 larvas de camarón de la especie *Litopenaeus vannamei,* elegidos entre aquellos que se encontraren en buen estado dentro del recipiente de aclimatación, para finalmente ser puestos en cada uno de los acuarios en los diferentes tratamientos y testigo.

4.2.3.- METODOLOGÍA DE LABORATORIO APLICADA

En el presente estudio ecotoxicológico se tomaron muestras de sedimentos de las cinco estaciones monitoreadas, empleando postlarvas vivas de camarón *Litopenaeus vannamei* en estadio Postlarva 12. Las técnicas que se aplicaron, fueron las recomendadas por la Environmental Protection Agency (EPA), por la Comisión Permanente del Pacifico Sur (CPPS, 1998), la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA, 1986), el Programa de las naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1986) y la FAO (1979, 1981, 1981a).

4.2.3.1.- ESTIMACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL DRAGADO SIMULADO DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Para el presente estudio se utilizaron 40 acuarios de vidrio, en los cuales cada tratamiento tendría dos réplicas incluido el testigo para obtener una buena evaluación. Luego del llenado de los recipientes se colocaron las postlarvas camarón; esto para cada uno de los bioensayos, donde previamente se aplicaron las soluciones en sus distintas concentraciones de sedimentos suspendidos. Paralelamente, se monitorearon los parámetros de oxígeno disuelto y pH afín de constatar el impacto de los sedimentos suspendidos en la calidad del agua.
Obtenidos los resultados de la investigación se realizaron los análisis estadísticos respectivos para la estimación de la Concentración Letal Media (CL50-96).

4.2.3.2.- ESTIMACIÓN DE RESULTADOS

La estimación de la Concentración Letal Media CL50 se logró monitoreando el Comportamiento Biológico de los animales sometidos al ensayo. Las observaciones con respecto al número de postlarvas de camarones sobrevivientes se realizaron al cumplirse los períodos de 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente, en cada uno de los tratamientos realizados.

A partir de la solución estándar de concentración de sedimentos suspendidos, se dosificaron aquellas cantidades especificadas anteriormente a diferentes concentraciones. De igual forma se procedió a suministrarle aireación complementaria, a fin de que los niveles de oxígeno no afecten el monitoreo del posible agente contaminante en las postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* y para mantener los sedimentos en suspensión durante las pruebas de sensibilidad.

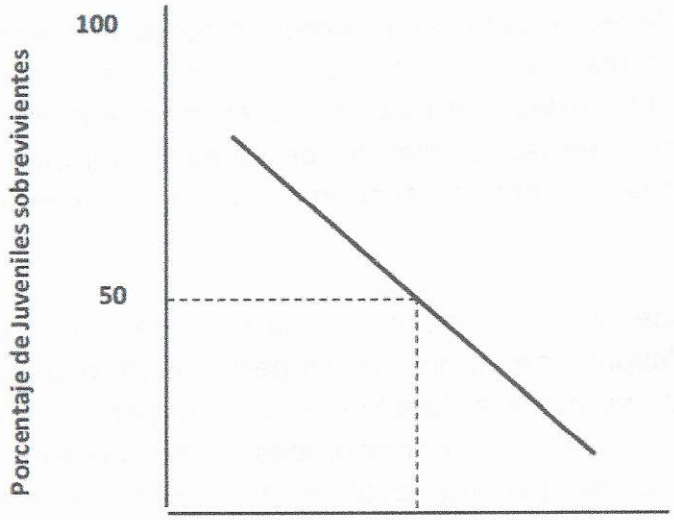
Las observaciones con respecto al número de larvas de camarones sobrevivientes se realizaron después de cumplirse los períodos de exposición respectivos, de tal manera que se pudiera determinar en qué periodo afectó el contaminante al 50% de los camarones monitoreados y para obtener una base de datos estadística que nos permita evaluar de mejor manera su sensibilidad.

4.2.3.3.- EVALUACIÓN

De la mortalidad obtenida en el presente estudio ecotoxicológico, se extrapolaron los respectivos valores del CL50-96 en los tiempos y condiciones especificadas por la prueba, comparando los resultados obtenidos e interpretando la toxicidad de los sedimentos suspendidos y el nivel de incidencia por acción de dragado en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* simulado en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar.

4.2.3.4.- GRAFICO DE RESULTADOS

Para graficar los resultados a las 24, 48, 72 y 96 horas de prueba, se tomaron los números de postlarvas de camarones sobrevivientes en cada concentración (0%, 10%, 50% y 100%) y se les calculó su porcentaje de sobrevivencia. Estos resultados se interpolaron con el valor de concentración de tal manera, que a cada porcentaje de sobrevivencia le correspondió la concentración a la cual sobrevivieron las postlarvas de camarones.



CL50 Concentración Letal Media en porcentaje

4.2.3.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL

La Concentración Letal Media (CL50-96) se graficó en papel semilogarítmico, los datos experimentales con las concentraciones de prueba en la escala logarítmica y los porcentajes de sobrevivientes en la escala aritmética.

La Concentración Letal Media (CL50-96) fue la resultante del trazo del intercepto entre el 50 % de los sobrevivientes con la recta trazada, a lo cual le correspondió un valor en la escala logarítmica.

Los resultados del bioensayo se recopilaron en un cuaderno de apuntes y fueron introducidos al programa de Excel procediendo a los cálculos correspondientes. Los resultados se analizaron estadísticamente aplicando el

método de Análisis PROBIT para determinar la Concentración Letal Media (CL50).

4.2.3.6.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico aplicado en el presente estudio eco toxicológico fue Análisis de Probit.

4.2.3.6.1.- DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE PROBIT

El Análisis Probit es un tipo de regresión que se utiliza para analizar las variables de respuesta binomial. Transforma la sigmoide curva dosis-respuesta a una línea recta que puede ser analizada por la regresión a través de los mínimos cuadrados o máxima verosimilitud. El Análisis Probit puede ser realizado por diferentes técnicas:

- Uso de tablas para estimar los Probit.
- Cálculo de los Probit, coeficiente de regresión y los intervalos de confianza.
- Disponer de un paquete estadístico como SPSS
-

Hay muchos programas de computación para calcular este valor (Probit, logit, binomial, trinnedSpearmanXarber).

4.2.3.6.2.- PASOS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE PROBIT[1]

a) Establecer una tabla de cálculo Probit.
b) Introducir las concentraciones para transformarlo en logaritmo10.
c) Colocar los números de organismos utilizados en cada concentración.
d) Introducir los números de organismos muertos en cada concentración.
e) Calcular el porcentaje de mortalidad.
f) Utilizar la tabla de Probit.

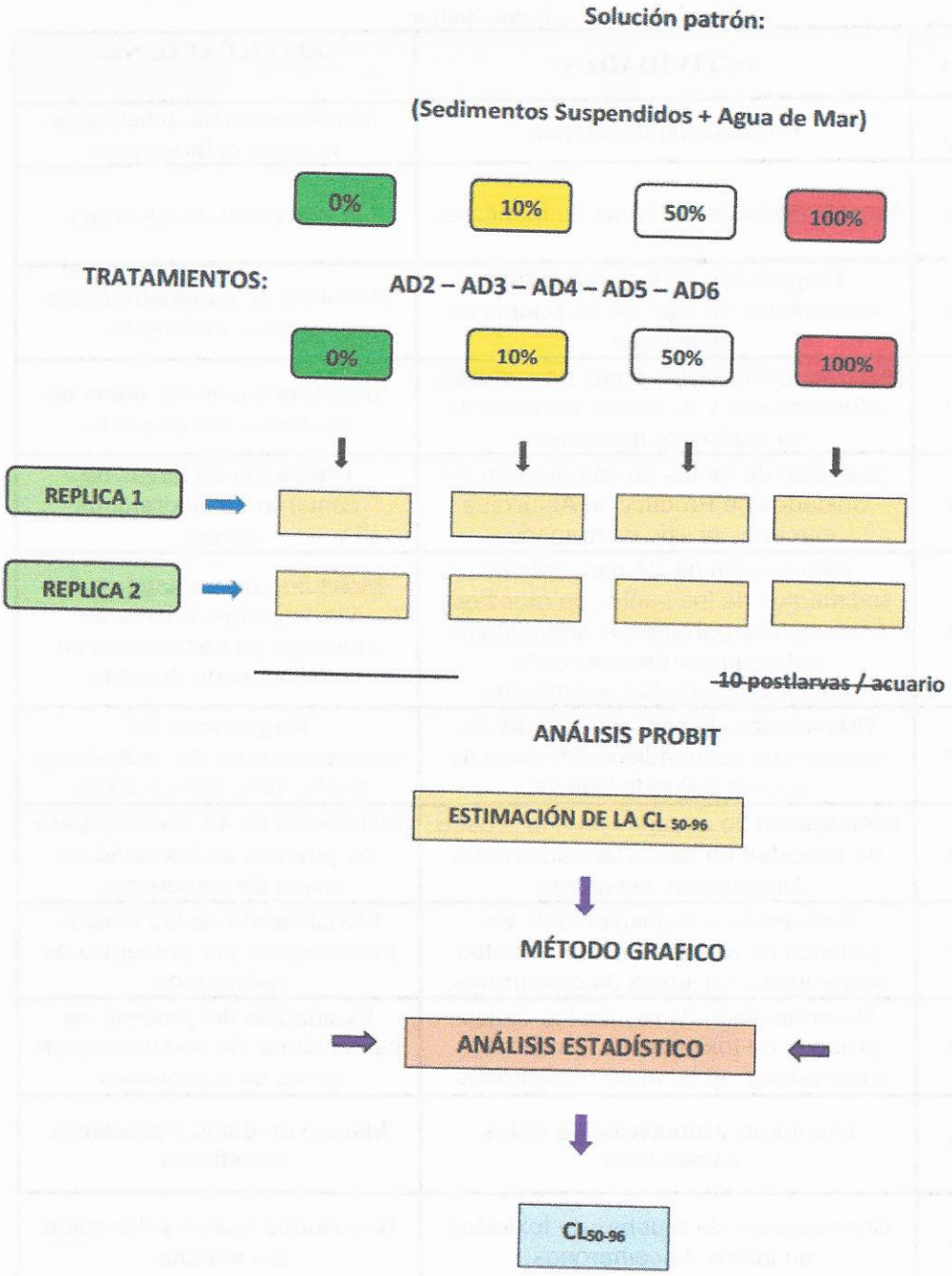
[1] http://www.docstoc.com/docs/31794528/Sample-probit-analysis-calculations-Step-1

g) Calcular la Concentración Letal Media (CL50), utilizando el método gráfico.

4.2.3.6.3.- ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50).

En cada volumen de la solución patrón aplicamos la transformación logarítmica, luego se asigna el valor Probit de tablas respecto al porcentaje de mortalidad obtenido para cada tratamiento. (Ver tabla en Apéndice).

4.2.4.- FLUJOGRAMA ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL50).



4.2.5.- CRONOGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Tabla 6: Cronograma de Actividades realizadas en el estudio de toxicidad de sedimentos suspendidos del Canal de Acceso a Puerto Bolívar

SEM	FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
1	Abril 03/2017	Preparación de agenda	Identificación de actividades durante el Bioensayo
1	Abril 04/2017	Identificación de las áreas de monitoreo	Zonificación de las áreas
1	Abril 05/2017	Diagnóstico de los parámetros ambientales "in situ" de los puntos de monitoreo.	Muestreo de parámetro físico-químico y biológico.
1	Abril 06/2017	Determinación de las áreas de bajeales, intermareales y de aguas someras de los puntos de monitoreo.	Identificación de las áreas de incidencia del proyecto.
1	Abril 07/2017	Selección de larvas de camarón en las Unidades de Producción Acuícolas cercanas al sitio de dragado.	Utilización de larvas de camarón en laboratorios locales.
2	Abril 08/2017	Recolección de las muestras de sedimentos de los puntos de muestreo y revisión de parámetros ambientales del agua al momento de la manipulación de los sedimentos.	Monitoreo de parámetros "in situ" durante la toma de muestras de sedimentos en simulación de dragado.
2	Abril 11/2017	Preparación de concentraciones de sedimentos suspendidos del canal de acceso a Puerto Bolívar.	Preparación de concentraciones de sedimentos al 0%, 10%. 50% y 100%.
2	Abril 11/2017	Preparación de acuarios para la prueba de toxicidad en larvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*	Instalación de 48 acuarios para las pruebas de toxicidad en larvas de camarones.
2	Abril 12/2017	Evaluación y seguimiento de las pruebas de toxicidad de sedimentos suspendidos en larvas de camarones.	Identificación de los efectos toxicológicos por presencia de sedimentos.
3	Abril 16/2017	Determinación de resultados de las pruebas de toxicidad de sedimentos suspendidos en larvas de camarones.	Evaluación del proceso de causa efecto de sedimentos en larvas de camarones.
3	Abril 17/2017	Monitoreo y tabulación de datos estadísticos.	Manejo de datos y diferencia estadística.
3	Abril 18/2017	Conclusiones de pruebas de toxicidad en larvas de camarones.	Resultados finales y discusión del estudio.
3	Abril 21/2017	Entrega de Informe Total	Documento final del estudio de toxicidad de los sedimentos del Canal de acceso a Puerto Bolívar.

4.2.6.- CARACTERIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

4.2.6.1.- ÁREA DE DRAGADO 2

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE AL LICEO NAVAL		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 2 (AD2)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval	
COORDENADAS:	17M0610682	9640521
CODIGO AREA:	AD2	
PRODUNDIDAD:	1,20 m	
AREAS DE ALCANCE:	Puerto Bolívar - Entorno Liceo Naval	
RECORRIDO:	Desde Muelle de cabotaje hacia Liceo Naval, vía fluvial	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD2	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,20 m	0,30 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,50 m	0,65 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,80 m	1,20 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,4°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	1,20 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,93	0,11
pH		7,70	7,48
Temperatura	°C	30,2	30,1
Conductividad Eléctrica	uS/cm	34450	32151
Salinidad	ppm	20,23	18,30
Saturación de Oxígeno	%	54,4	1,40
Turbidez	m	0,80	0,50
Profundidad	m	1,20	

4.2.6.2.- ÁREA DE DRAGADO 3

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A LA ISLA DEL AMOR		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 3 (AD3)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor	
COORDENADAS:	17M0610505	9641879
CODIGO AREA:	AD3	
PRODUNDIDAD:	0,50	
AREAS DE ALCANCE:	Isla del Amor – Frente a la Punta del Faro Jambelí	
RECORRIDO:	Liceo Naval en dirección a la Isla del Amor	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD3	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,15 m	0,20 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,30 m	0,40 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,50 m	0,50 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,2°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,50 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,62	3,25
pH		7,66	7,62
Temperatura	°C	30,3	30,7
Conductividad Eléctrica	uS/cm	35348	32002
Salinidad	ppm	21,03	18,25
Saturación de Oxígeno	%	52,9	49,7
Turbidez	m	11	6
Profundidad	m	0,33	

4.2.6.3.- ÁREA DE DRAGADO 4

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, ENTRADA BALNEARIO EL COCO		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU S.A.
AREA DE DRAGADO 4 (AD4)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar entrada al Balneario El Coco	
COORDENADAS:	17M0611365	9645418
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	0,80 m	
AREAS DE ALCANCE:	Isla del Amor – Sitio El Coco	
RECORRIDO:	Isla del Amor en dirección al Sitio Las Palancas	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD4	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,25 m	0,30 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,40 m	0,50 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,70 m	1,80 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,7°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,80 m
Tipo de fondo	Arenoso
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,92	3,12
pH		7,16	7,54
Temperatura	°C	30,3	30,5
Conductividad Eléctrica	uS/cm	42919	42132
Salinidad	ppm	26,77	25,10
Saturación de Oxígeno	%	56,6	44,6
Turbidez	m	0,62	0,25
Profundidad	m	0,60	

4.2.6.4.- ÁREA DE DRAGADO 5

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A PUNTA DEL FARO JAMBELI		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU
AREA DE DRAGADO 5 (AD5)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a Punta del Faro Jambelí	
COORDENADAS:	17M0608302	9646721
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	1,50 m	
AREAS DE ALCANCE:	Balneario El Coco – Punta del Faro Jambelí	
RECORRIDO:	Sector Las Palancas con dirección a Jambelí a la altura de Punta del Faro	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD5	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,25 m	1,00 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,40 m	1,30 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,60 m	1,50 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,9°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	1,50 m
Tipo de fondo	Lodoso (Materia Orgánica)
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,61	3,51
pH		7,59	7,58
Temperatura	ºC	30,8	30,9
Conductividad Eléctrica	uS/cm	38025	41835
Salinidad	ppm	23,02	24,98
Saturación de Oxígeno	%	50,7	49,1
Turbidez	m	70	20
Profundidad	m	1,50	

4.2.6.5.- ÁREA DE DRAGADO 6

CARACTERIZACION DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLIVAR, ESTERO SANTA ROSA, CIUDAD DE MACHALA, FRENTE A ENTRADA A JAMBELI		
CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA FCA-UTMACH	SECTOR PESQUERO Y ACUICOLA	YILPORTECU
AREA DE DRAGADO 6 (AD6)		
ZONA:	Canal de acceso a Puerto Bolívar frente a entrada a Jambelí	
COORDENADAS:	17M0610680	9639902
CODIGO AREA:	AD4	
PRODUNDIDAD:	0,80 m	
AREAS DE ALCANCE:	Entrada Isla Jambelí	
RECORRIDO:	Punta del Faro hacia la Entrada Isla Jambelí	

AREA	PROFUNDIDAD		SUPERFICIE
ÁREA CODIGO AD6	Profundidad menor (metros)	Profundidad mayor (metros)	Superficie lineal (metros)
ÁREA INTERMAREAL	0,20 m	0,50 m	
ÁREA DE BAJEALES	0,25 m	0,65 m	
ÁREA DE AGUAS SOMERAS	0,55 m	0,80 m	

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	VALORACION AMBIENTAL
Cobertura de nubes	Soleado
Temperatura ambiental (oC)	31,8°C
CONDICIONES DEL MAR	
Profundidad (m)	0,80 m
Tipo de fondo	Arenoso
Oleaje	Calmado
Estado de marea	Bajamar

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS SUSPENDIDOS "IN SITU"			
VARIABLES	UNIDAD	VARIABLE AGUA DEL ESTERO	VARIABLE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS
Oxígeno	mg/L	3,59	1,20
pH		7,56	7,51
Temperatura	°C	30,2	30,4
Conductividad Eléctrica	uS/cm	37920	32771
Salinidad	ppm	23,03	19,16
Saturación de Oxígeno	%	56,20	35,40
Turbidez	m	0,45	0,25
Profundidad	m	0,80	

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bioensayos realizados en el 2001 y 2008, con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, mostraron una alta sobrevivencia y una baja mortalidad de las postlarvas expuestas al agua con sedimento suspendido en concentraciones de 10%, 50% y 100%. Esto demostró condiciones aceptables dentro de un ambiente controlado en condiciones de laboratorio.

La Tabla 6.7-14 muestra los resultados de estos bioensayos, comparados con los obtenidos en el estudio del 2008 (INOCAR 2008).

Tabla 6.7-14 Bioensayos de toxicidad de los sedimentos suspendidos en diferentes concentraciones con larvas de camarones

		CONTROL		100%		50%		10%	
Muestra		**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**	**% Vivos**	**% Muertos**
Boya 17	2001	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
	2008								
Boya 33	2001	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
	2008								
Boya 48	2001	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 59	2001	100%	0%	100%	0%	90%	10%	100%	0%
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 67	2001								
	2008	100%	0%	90%	10%	100%	0%	100%	0%
Boya 72	2001	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%
	2008								
Camaronera Anisaleo	2008	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%
Camaronera Lebama	2008	100%	0%	90%	10%	90%	10%	100%	0%

Fuente: Elaborado por INOCAR – 2008

Fuente: Elaborado por INOCAR – 2008 Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al puerto marítimo de la ciudad de Guayaquil Volumen 1 Capítulo VI - 49 julio-2008

Igualmente se han efectuado otros bioensayos entre el 2014 y 2015, valoración que ha sido importante para la evaluación de posibles impactos que podrían estarse generando al interior del ecosistema de manglar de los Canales de acceso a Puertos y de sus alrededores, los mismos que se detallan a continuación:

Tabla 7: Resultados de Bioensayos de Toxicidad de Sedimentos Suspendidos de Dragado del canal de Acceso a Puerto Jelí en larvas de Camarones *Litopenaeus vannamei*, a diferentes concentraciones

Estaciones	Año 2014	Año 2015	Concentraciones del Bioensayo de Toxicidad							
			0%		10%		50%		100%	
			% S	% M	% S	% M	% S	% M	% S	% M
AD1	Abril		100	-	90	10	80	20	80	20
	Julio		100	-	97	3	73	27	77	23
	Noviembre		100	-	100	-	73	27	90	10
		Febrero	90	10	77	23	67	33	67	33
		Agosto	97	3	93	7	77	23	77	23
AD2	Abril		100	-	90	10	80	20	80	20
	Julio		100	-	100	-	77	23	80	20
	Noviembre		100	-	93	7	97	3	93	7
		Febrero	97	3	87	13	80	20	87	13
		Agosto	97	3	90	10	83	17	80	20
AD3	Abril		100	-	90	10	90	10	80	20
	Julio		100	-	98	2	78	22	77	23
	Noviembre		100	-	100	-	93	7	93	7
		Febrero	93	7	80	20	70	30	80	20
		Agosto	93	7	90	10	80	20	80	20
AD4	Abril		100	-	90	10	80	20	70	30
	Julio		-	-	-	-	-	-	-	-
	Noviembre		100	-	90	10	77	23	77	23
		Febrero	97	3	80	20	70	30	63	37
		Agosto	97	3	87	13	77	23	87	13
PROMEDIO			**98**	**2**	**91**	**9**	**79**	**21**	**80**	**20**

Fuente: Elaborado por Valarezo, C. 2015. Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí.

5.1.- SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) CON APLICACIÓN DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS

5.1.1.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 2 (AD2), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE AL LICEO NAVAL

En los siguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.1.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD2

Tabla 8: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD2-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	80
100%	10	100	100	80	70

En la Ilustración 1, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al Liceo Naval).

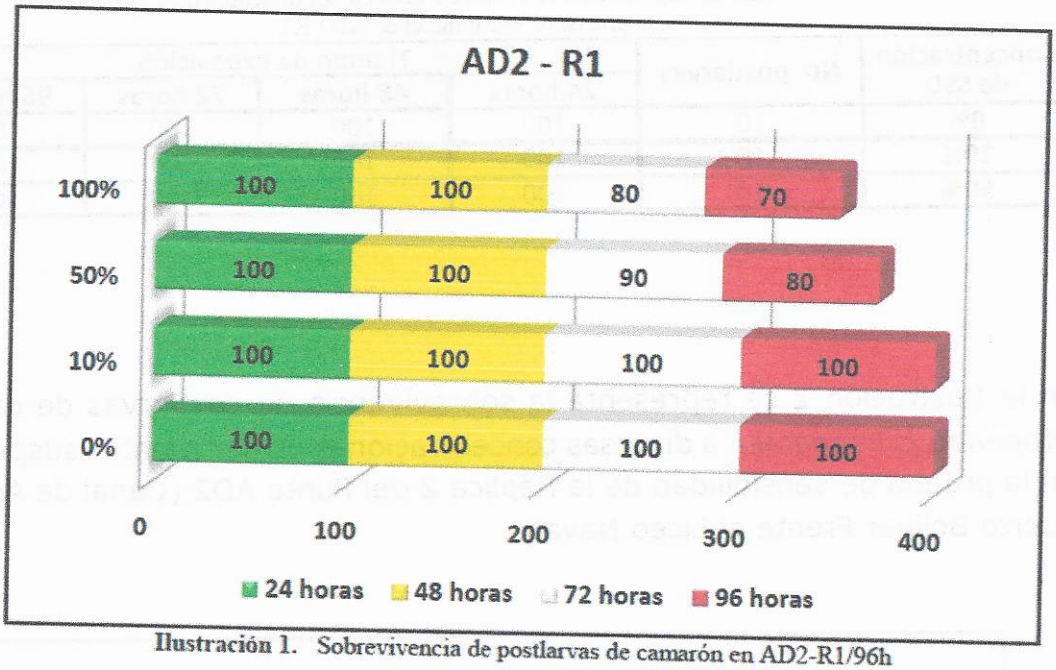


Ilustración 1. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD2-R1/96h

Tabla 9: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	8	2	20	20	4,16
100	2.000	7	3	30	30	4,48

Luego del bioensayo en la Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 30% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.1.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD2

Tabla 10: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD2-R2.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100

En la Ilustración 2 se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar Frente al Liceo Naval).

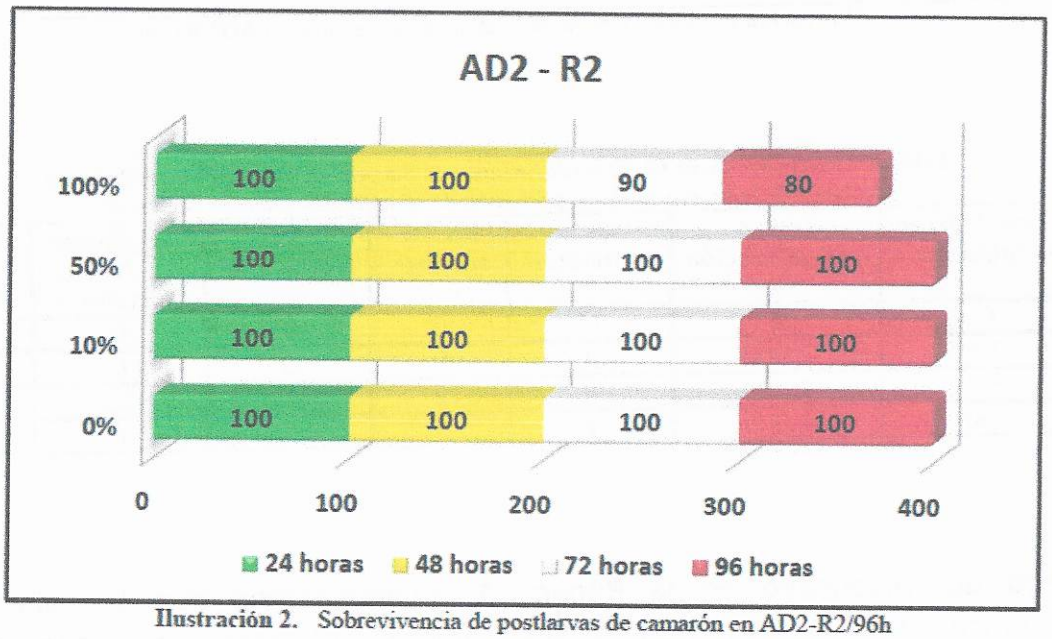


Ilustración 2. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD2-R2/96h

Tabla 11: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD1-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	2	20	20	4,16

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD2, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 20% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.1.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD2

Tabla 12: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	90
100%	10	100	100	85	75

En la Ilustración 3 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD2 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a Liceo Naval).

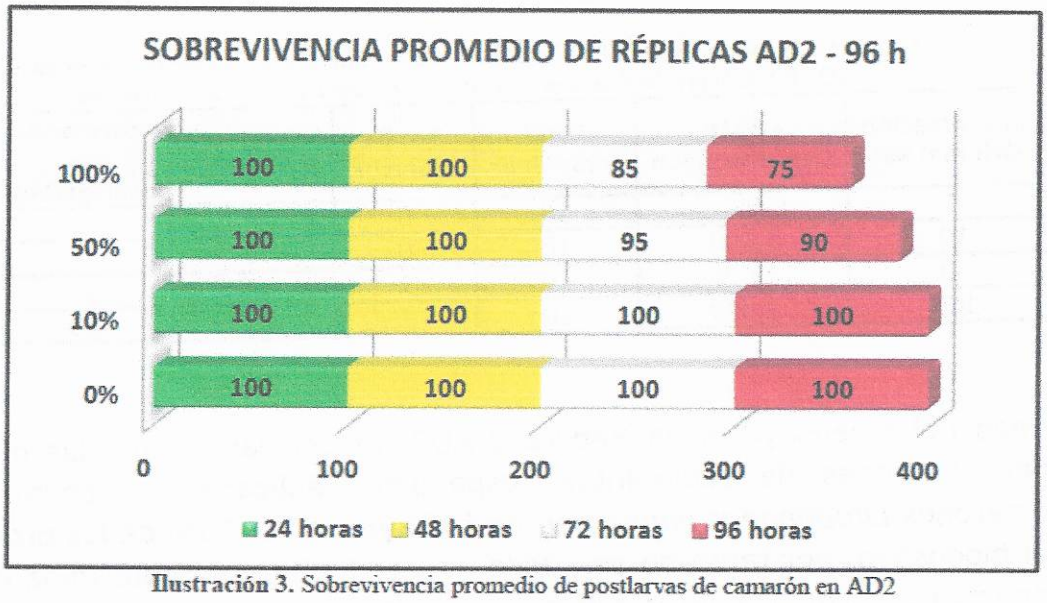


Ilustración 3. Sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón en AD2

Tabla 13: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	2,5	25	25	4,33

Luego del bioensayo en la R1-2-PAD2/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 25% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.2.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 3 (AD3), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ISLA DEL AMOR

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final

5.1.2.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD3.

Tabla 14: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD3-R1.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	90	90	90

En la Ilustración 4, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

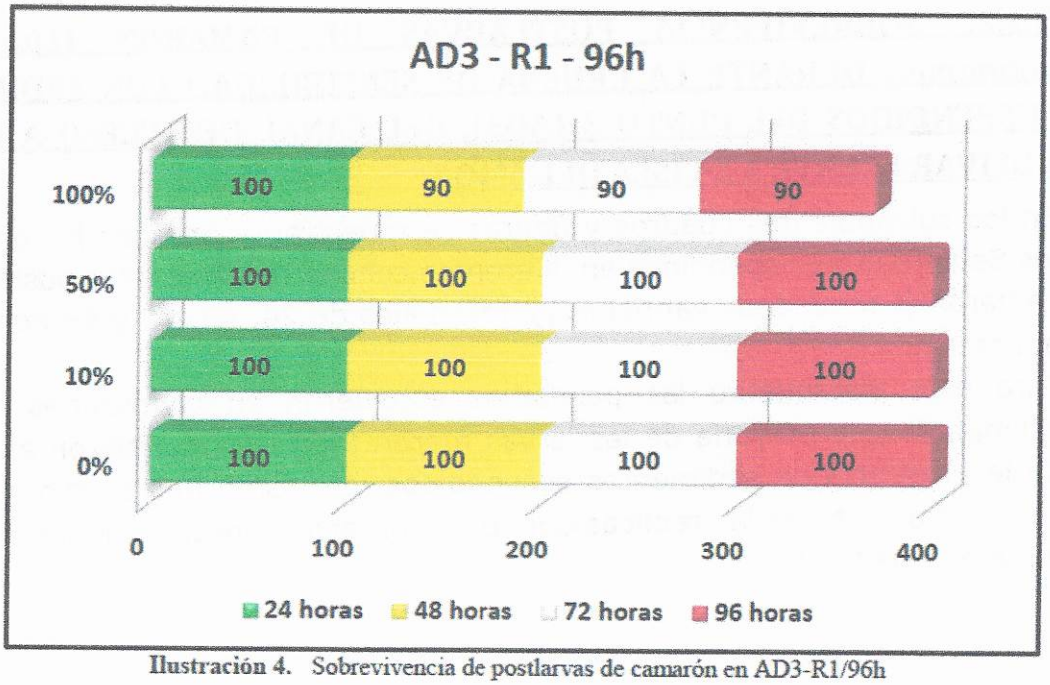


Ilustración 4. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD3-R1/96h

Tabla 15: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD3-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD3-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.2.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD3-2

Tabla 16: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD3-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	100	100	90

En la Ilustración 5 se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

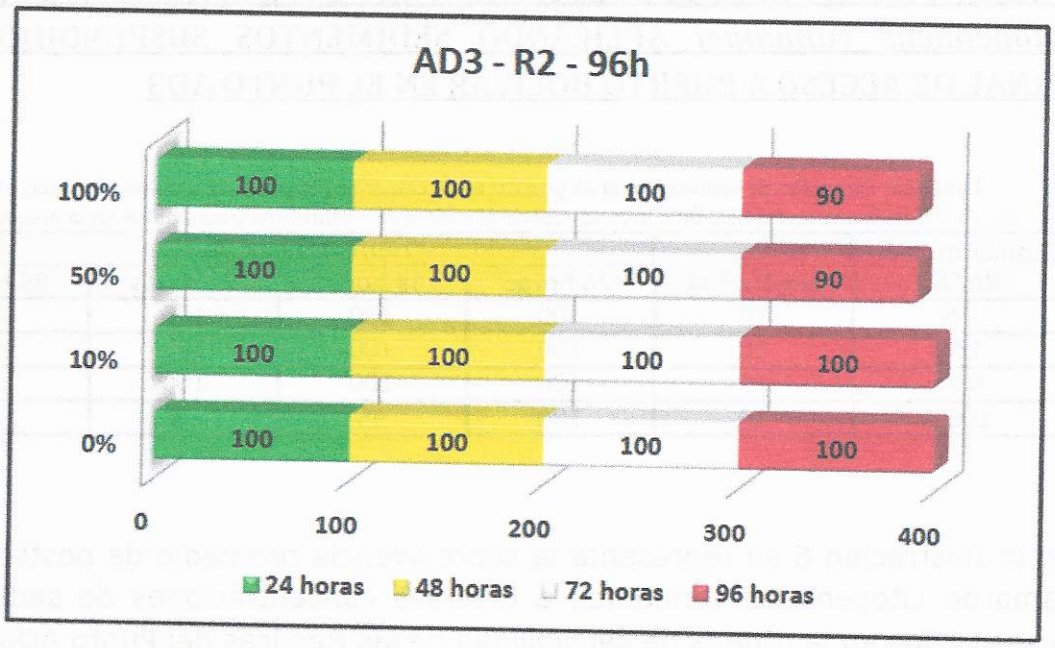


Ilustración 5. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD3-R2

Tabla 17: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD3-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD3, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.2.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD3

Tabla 18: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	95	95	90

En la Ilustración 6 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD3 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Isla del Amor).

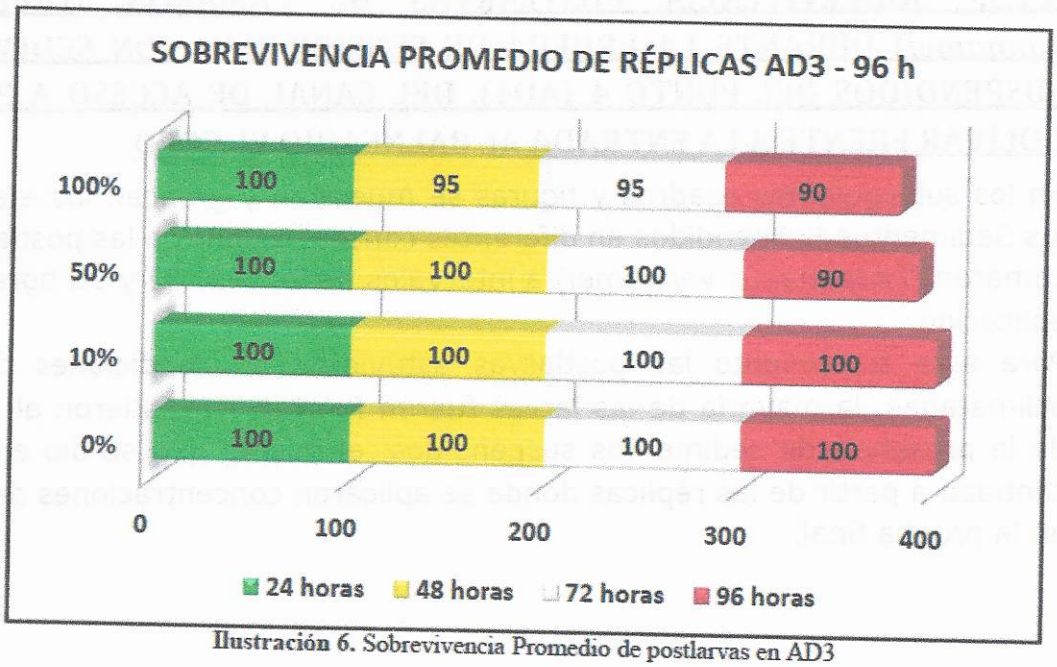


Ilustración 6. Sobrevivencia Promedio de postlarvas en AD3

Tabla 19: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la R1-2-AD3/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado muy bajo.

5.1.3.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 4 (AD4), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ENTRADA AL BALNEARIO EL COCO

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.3.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD4

Tabla 20: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD4-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 7, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada balneario El Coco).

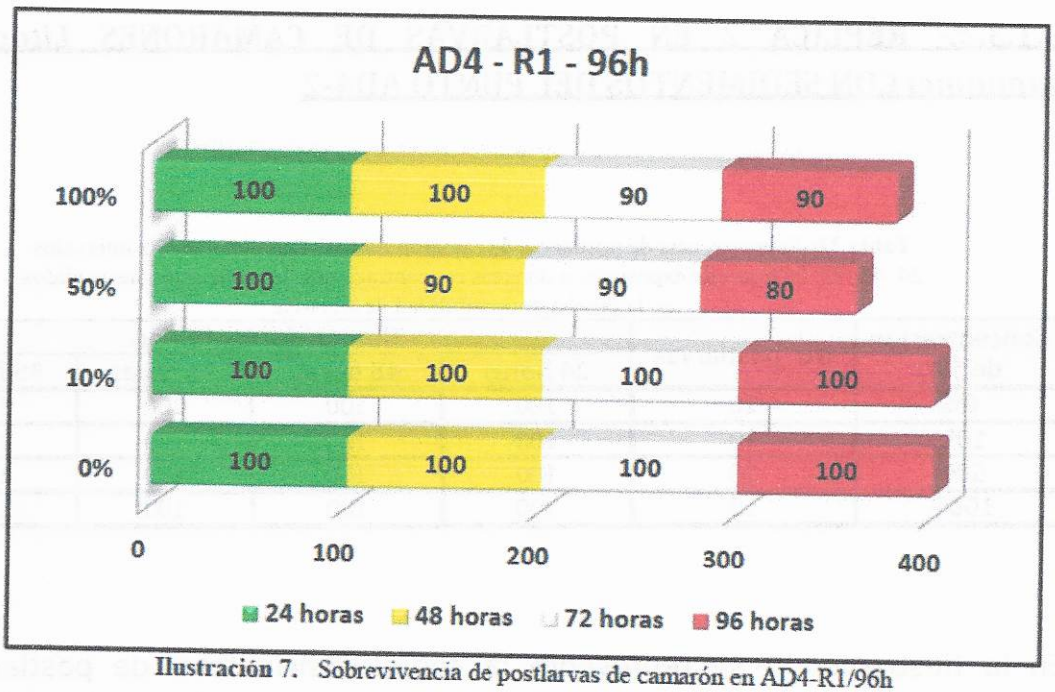


Ilustración 7. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD4-R1/96h

Tabla 21: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD4-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD4-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 20% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.3.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD4-2

Tabla 22: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD4-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	100	100

En la Ilustración 8 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al balneario El Coco).

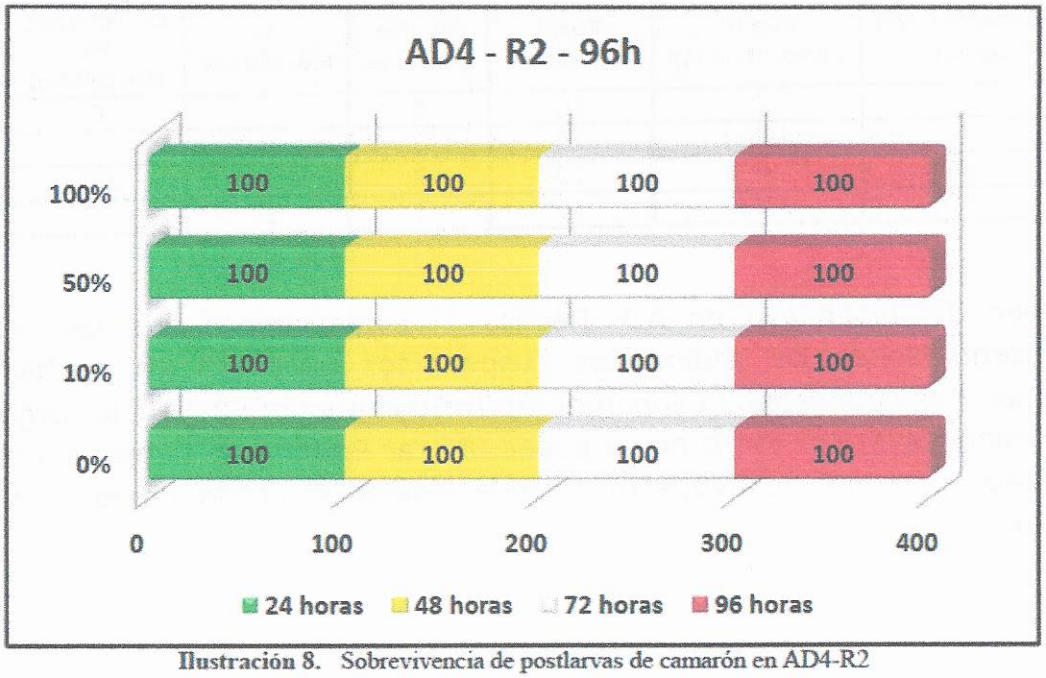


Ilustración 8. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD4-R2

Tabla 23: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD4-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	0	0	0	0

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD4, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, debido a la presencia de sedimentos sin metabolitos tóxicos.

5.1.3.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD4.

Tabla 24: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	95	95	90
100%	10	100	100	95	95

En la Ilustración 9 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD4 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente al balneario El Coco).

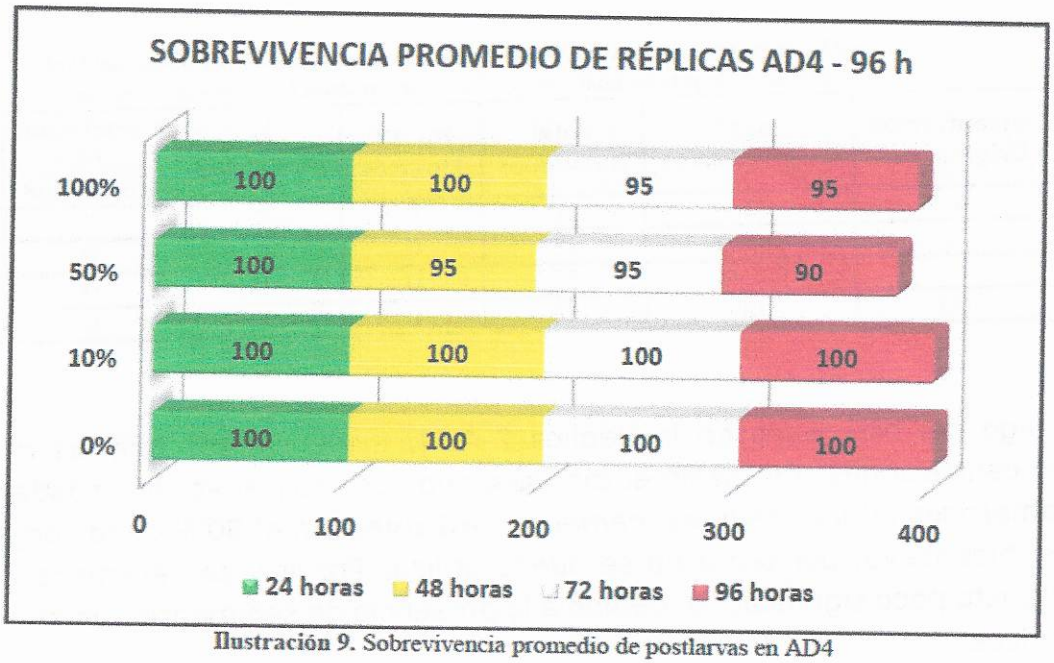


Ilustración 9. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD4

Tabla 25: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	0,5	5	5	3,36

Luego del bioensayo en la R1-2-AD4/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.4.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 5 (AD5), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA PUNTA DEL FARO JAMBELÍ.

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.4.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD5

Tabla 26: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD5-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	90
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 10, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

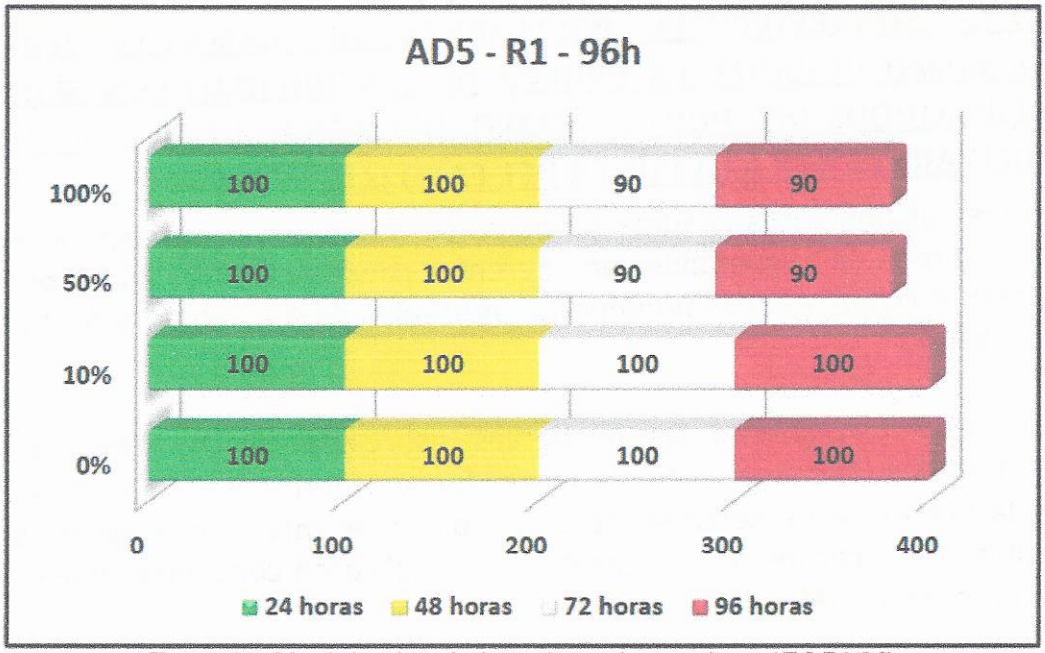


Ilustración 10. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD5-R1/96h

Tabla 27: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD5-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en AD4-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*, **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas.

5.1.4.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD5-2

Tabla 28: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD5-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 11 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

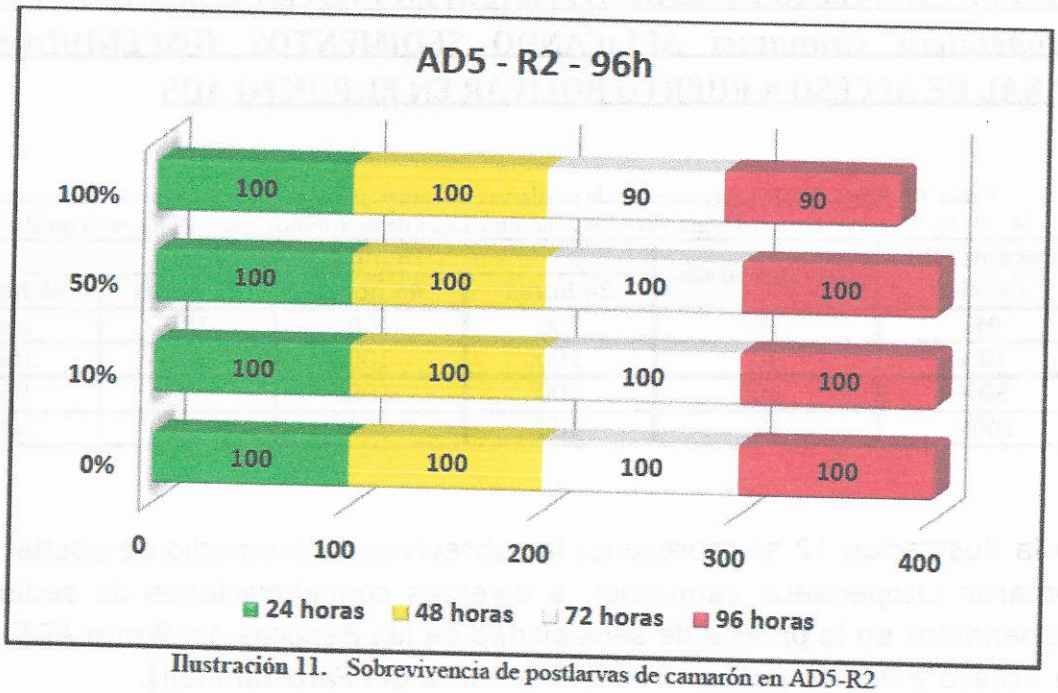


Ilustración 11. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD5-R2

Tabla 29: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD5-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0	0	0	0
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD5, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, con un valor del 10% de mortalidad, debido a la baja presencia de sedimentos con metabolitos tóxicos.

5.1.4.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD5

Tabla 30: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final.

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	95
100%	10	100	100	90	90

En la Ilustración 12 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD5 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la Punta del Faro Jambelí).

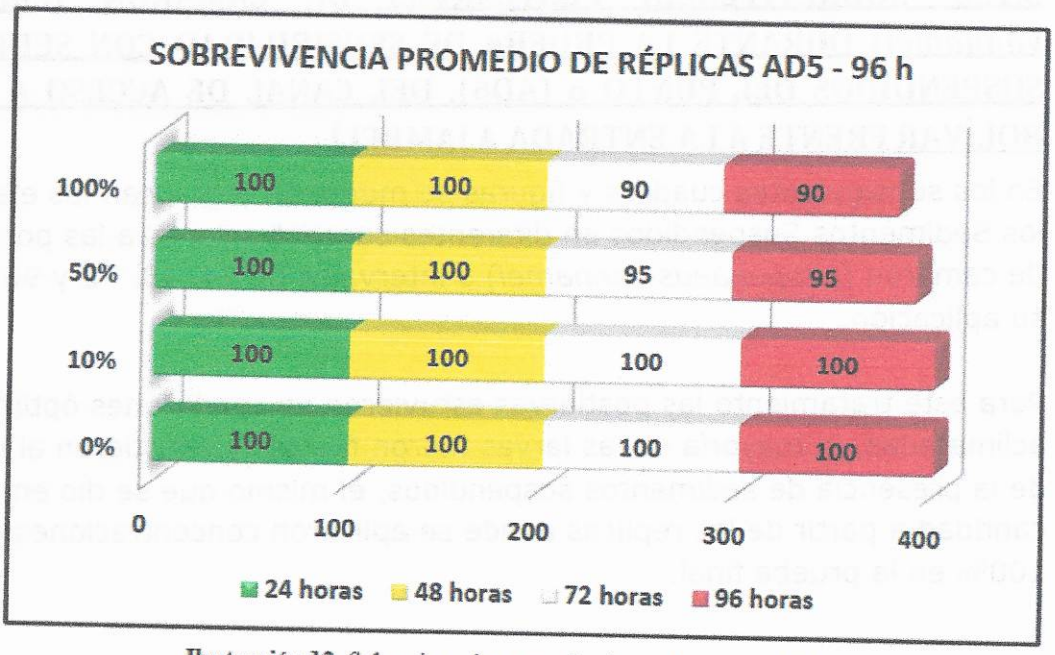


Ilustración 12. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD5

Tabla 31: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	0,5	5	5	3,36
100	2.000	10	1	10	10	3,72

Luego del bioensayo en la R1-2-AD5/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 10% en 96 horas, considerado bajo.

5.1.5.- SOBREVIVENCIA POSTLARVAS DE CAMARON (*Litopenaeus vannamei*) DURANTE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD CON SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL PUNTO 6 (AD6), DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR FRENTE A LA ENTRADA A JAMBELÍ

En los subsiguientes cuadros y figuras se muestran y grafican los efectos de los Sedimentos Suspendidos en diferentes concentraciones a las postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a intervalos de 24, 48, 72 y 96 horas de su aplicación.

Para este tratamiento las postlarvas estuvieron en condiciones óptimas, aclimatadas, la mayoría de las larvas fueron fuertes y resistieron al impacto de la presencia de sedimentos suspendidos, el mismo que se dio en mayor cantidad a partir de las réplicas donde se aplicaron concentraciones del 100% en la prueba final.

5.1.5.1.- RÉPLICA 1 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD6

Tabla 32: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la AD6-R1

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	80	70	70

En la Ilustración 13, se representa la sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 1 del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

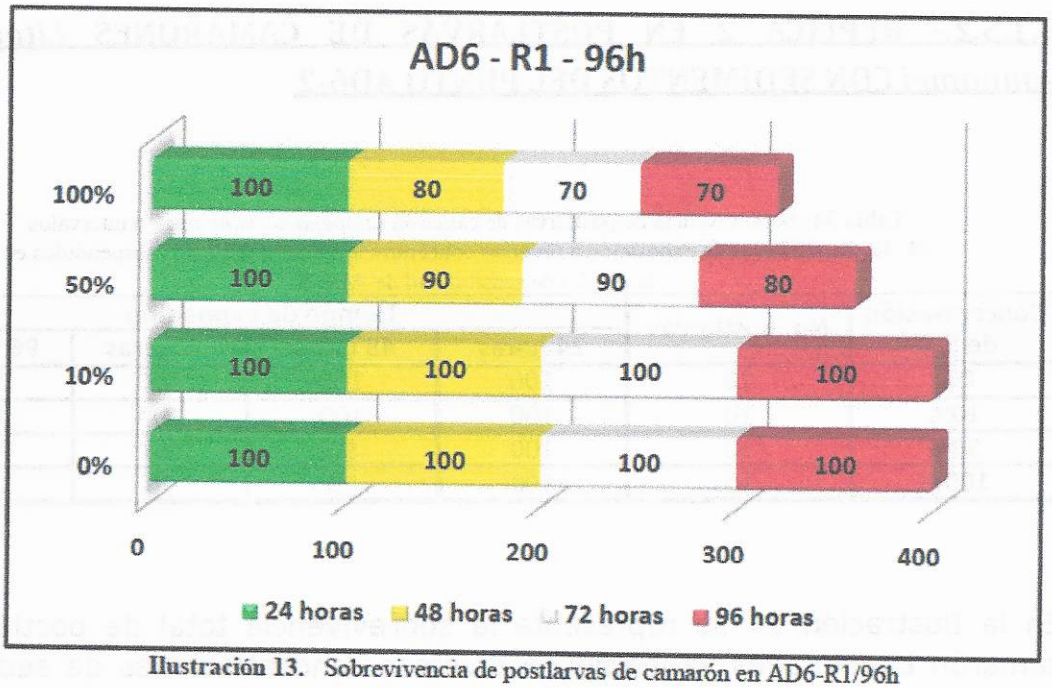


Ilustración 13. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD6-R1/96h

Tabla 33: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD6-Réplica 1 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	3	30	30	4,48

Luego del bioensayo en AD6-Réplica 1, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo, el mismo que llega al 30% en 96 horas.

5.1.5.2.- RÉPLICA 2 EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* CON SEDIMENTOS DEL PUNTO AD6-2

Tabla 34: Sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei,* a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de AD6-R2

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	70	70	60

En la Ilustración 14 se representa la sobrevivencia total de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de la Réplica 2 del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

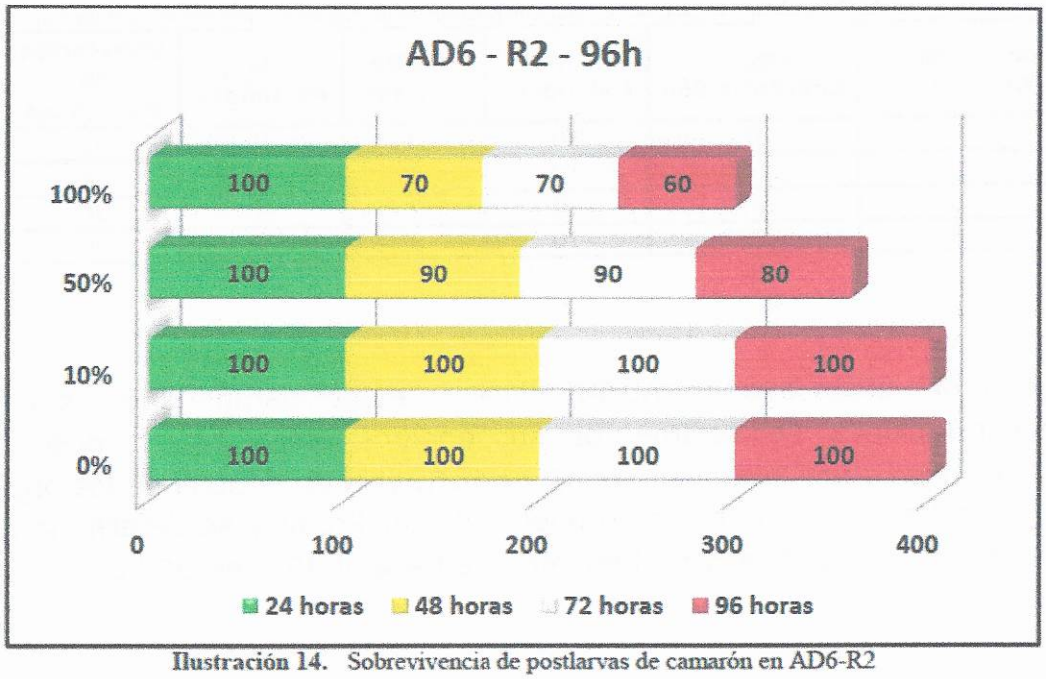


Ilustración 14. Sobrevivencia de postlarvas de camarón en AD6-R2

Tabla 35: Determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en AD6-R2 de la prueba final con postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	4	40	40	4,75

Luego del bioensayo en la Réplica 2-AD6, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit; sin embargo, se determina como de impacto ligeramente significativo, ya que llega al 40% de mortalidad en 96 horas, lo que puede poner en riesgo la biodiversidad marina sino se maneja de un dragado de manera adecuada, considerando la sensibilidad biótica y faunística del ecosistema marino.

5.1.5.3.- PROMEDIO DE SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN EL PUNTO AD6

Tabla 36: Promedio de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	75	70	65

En la Ilustración 15 se representa la sobrevivencia promedio de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas del Punto AD6 (Canal de Acceso a Puerto Bolívar frente a la entrada de Jambelí).

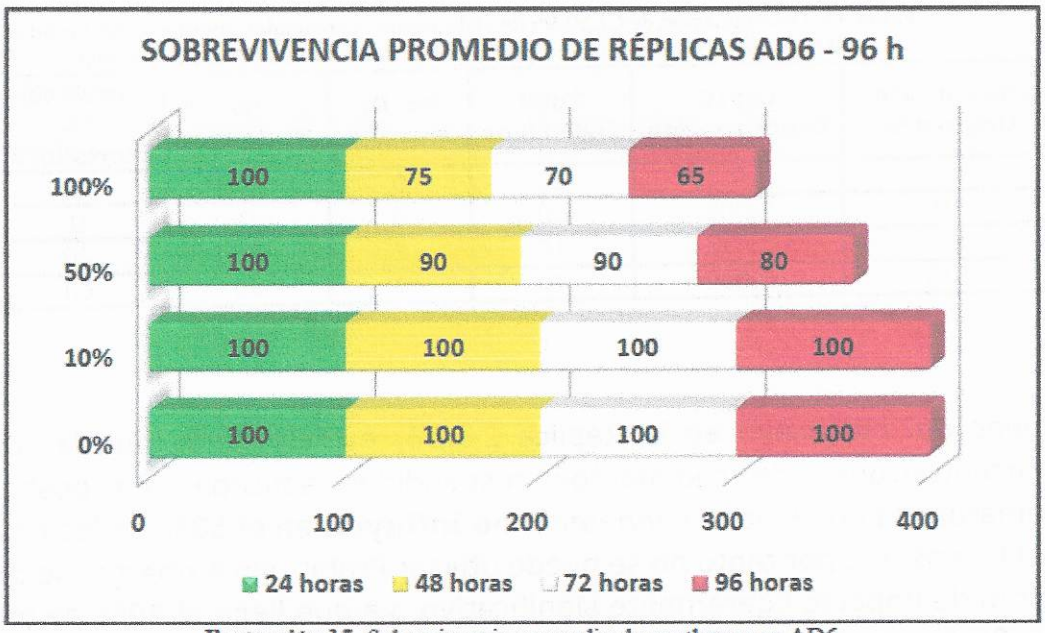


Ilustración 15. Sobrevivencia promedio de postlarvas en AD6.

Tabla 37: Promedio de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	2	20	20	4,16
100	2.000	10	3,5	35	35	4,61

Luego del bioensayo en la R1-2-AD6/96h, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo; sin embargo, se determina como de impacto ligeramente significativo, ya que llega al 35% de mortalidad en 96 horas, lo que puede poner en riesgo la biodiversidad marina sino se maneja de un dragado de manera adecuada.

5.1.6.- MEDIA DE PROMEDIOS SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS DE CAMARONES *Litopenaeus vannamei* APLICANDO SEDIMENTOS SUSPENDIDOS DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR EN LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO A LAS 96 horas.

Tabla 38: Media de promedios de sobrevivencia de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei*, a intervalos 24, 48, 72, 96 horas de exposición a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba final

Concentración de SSD	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	97	95	90
100%	10	100	94	87	83

En la Ilustración 16 se representa la media de promedios de sobrevivencia de postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei, a diversas concentraciones de sedimentos suspendidos en la prueba de sensibilidad de las Réplicas de los 5 puntos de monitoreo del Canal de Acceso a Puerto Bolívar a las 96 horas.

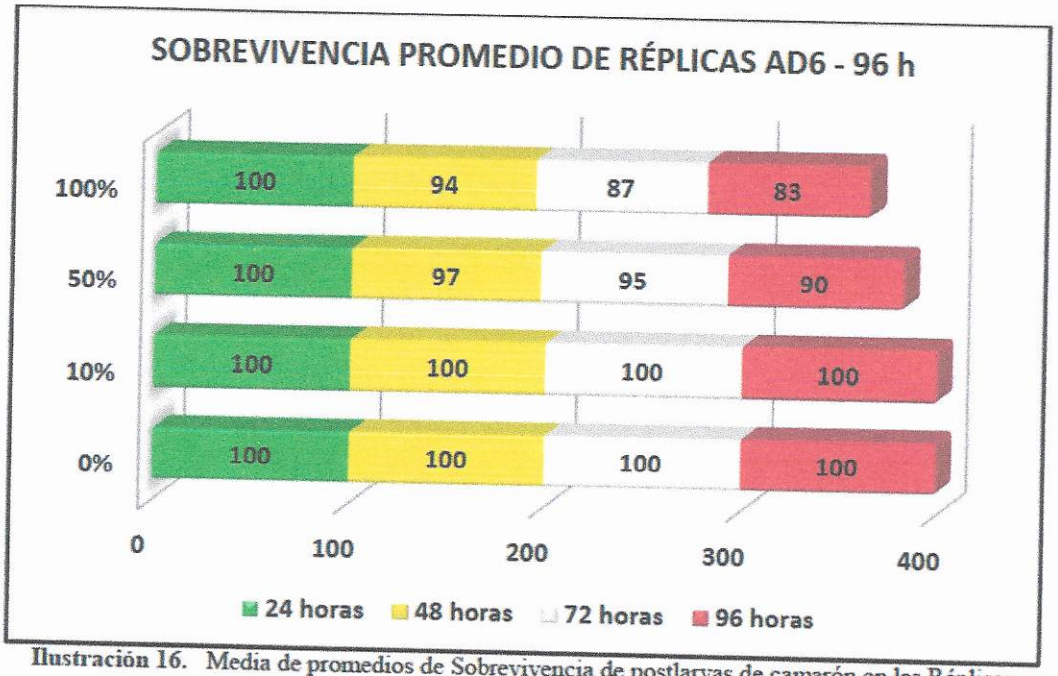


Ilustración 16. Media de promedios de Sobrevivencia de postlarvas de camarón en las Réplicas de los 5 puntos de monitoreo a las 96 horas.

Tabla 39: Media de promedios de la determinación de CL50-96 de Sedimentos Suspendidos por medio del Probit en la prueba final con postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*

Concentración Original %	Log10 Concentración	Total Individuos	No. De Muertos	% Mortalidad	Correlación % Mortalidad	Probit (Y)
0	0	10	0	0	0	0
10	1.000	10	0	0	0	0
50	1.698	10	1	10	10	3,72
100	2.000	10	1,7	17	17	4,05

Luego del bioensayo, evaluando el promedio, evidenciamos que las diferentes concentraciones de sedimentos suspendidos aplicadas en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei,* **no influyen** en el 50% de los organismos del bioensayo, por tanto no se puede utilizar Próbit y se determina como de impacto poco significativo; sin embargo, el Punto AD6 fue ligeramente significativo de impacto ya que llega al 40 % en su Réplica 1 y en promedio el 35%.

6.- INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO ECOTOXICOLÓGICO

Estudios anteriores:

En el presente monitoreo y bioensayo de determinación de la Concentración Letal Media (CL50), realizado con Sedimentos Suspendidos de Dragado del Canal de acceso a Puerto Bolívar podemos apreciar que en las actividades de dragados anteriores realizados en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar no se han presentado impactos significativos que pudiesen alterar la biodiversidad marina del ecosistema de manglar, estimándose que estos sólidos suspendidos no fueron tóxicos y por debajo de los rangos permisibles; sin embargo es necesario mantener estos monitoreos y estudios de sensibilidad biótica antes, durante y después del dragado respectivo para asegurar nuestro patrimonio natural.

Valarezo, C. (2015) realizó biensayos de toxicidad de sedimentos suspendidos de dragado en el Canal de acceso a Puerto Jelí, dando como resultados, que las concentraciones del 100% de SSD incidieron en una mortalidad correspondiente al 37% a las 96 horas, considerado de impacto ligeramente significativo.

Valarezo, C. (2014) realizó biensayos de toxicidad en larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* con sedimentos suspendidos de dragado en el Canal de acceso a Puerto Jelí, determinando como resultado, que concentraciones del 100% de SSD incidieron en una mortalidad del 15% a las 96 horas de exposición.

Chacon y Villamarin (2013) utilizaron efluentes industriales en la bahía de Cartagena obteniendo como resultado que a una concentración de 20,33% el tiempo letal medio fue de 32,09 horas.

Ramos, Bastidas y Garcia (2012) trabajaron con sedimento impactado y sedimento no impactado de la costa norte de Paraguana, Venezuela, llegando a la conclusion que el sedimento impactado tiene mayor toxicidad con una supervivencia de larvas cuatro veces menor que en el sedimento no impactado siendo letal solo al 10% de concentracion.

CEMA (2008) Obtuvo resultados donde los niveles de supervivencia son altos con un mínimo de 60% de supervivencia, indicando que los sedimentos suspendidos no son perjudiciales para las larvas de camarón.

Villamar (2002) determino que en las concentraciones de 50% y 100% de sedimento la supervivencia alcanzo el 85%, concluyendo que no existe efecto negativo sobre las larvas de camarón.

Villamar (1990) realizo un estudio para determinar la toxicidad del dispersante del petróleo BP1100-WD, encontrando la CL50 a las 96 horas en la concentración de 4.77 PPM.

Concluido el presente estudio ecotoxicológico, donde se evaluó la sensibilidad biótica a través del uso simulado de Sedimentos Suspendidos de Dragado (SSD) en tiempo real, con postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei),* se puede establecer que las condiciones físico químicas del agua fueron consideradas aceptables para las condiciones extremas con que se trabajaron en las diferentes concentraciones. Las condiciones ambientales tampoco tuvieron un efecto negativo en el desarrollo normal de los organismos del estudio realizado, pudiéndose anotar las siguientes observaciones:

Sobrevivencia:

- Evaluado el Testigo, esto es a 0% de concentración, se evidenció que las postlarvas de camarones no sufrieron cambios en sus condiciones normales y patológicas, ya que el desarrollo, metabolismo y sobrevivencia fueron aceptables, obteniendo una sobrevivencia final del 100%. Esto implica que la calidad de la postlarva se mantuvo estable durante todo el proceso de los estudios eco toxicológicos, lo que pone de manifiesto un buen control biológico y técnico del Laboratorio BIOFONS Y PANEMA; así como también una buena selección de larva de laboratorio para el presente estudio.

- Para el tratamiento con la concentración del 10% de Sedimentos Suspendidos, a las 96 horas se obtuvo una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* del 100%, lo que pone de manifiesto un impacto no significativo de los posibles tóxicos generados por el dragado simulado y que no han causado efecto alguno en los organismos expuestos y monitoreados durante el estudio. Esto

permite demostrar que en esta concentración en cada uno de los puntos de investigación, no afectará a la biodiversidad marina de Puerto Bolívar.

- En la evaluación del tratamiento con la concentración del 50% de Sedimentos Suspendidos a las 96 horas, se dio una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones del 90%, considerado bajo; sin embargo, en los tratamientos de los puntos frente al Liceo Naval (AD2), entrada al balneario El Coco (AD4) y entrada a Jambelí (AD6) la sobrevivencia disminuyó al 80%, debido posiblemente al impacto de la evacuación masiva de descarga de aguas lluvias al mar por efectos del presente invierno.

- Finalmente, para el tratamiento con la concentración del 100% de Sedimentos Suspendidos a las 96 horas, se dio una sobrevivencia promedio en postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* del 83%, valor que entró en descenso, si comparamos con los tratamientos de los puntos frente al Liceo Naval (AD2) R1 70%, y entrada a Jambelí (AD6) R1 70%; y más aún en R2 donde la sobrevivencia disminuyó al 60%, debido posiblemente a la condición físico química de los sedimentos y al impacto de la evacuación masiva de descarga de aguas lluvias al mar por efectos del presente invierno.

Comportamiento Biológico:

- Durante los monitoreos del estudio ecotoxicológico, no se observaron cambios en el comportamiento biológico por su exposición a Sedimentos Suspendidos de Dragado Simulado, así como condiciones extremas de estrés en los organismos utilizados; tampoco por las condiciones alimenticias que se obviaron en la presente investigación para exponer a las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* a que rumeen el fondo directamente, lo que se deduce que los lodos en general al momento de realizada la presente investigación, no desarrollan condiciones peligrosas, ni tampoco se presentaron signos de alteración patológica, por lo que se descarta un impacto en los tejidos externos y órganos internos.

Parámetros:

- Paralelamente, en el laboratorio se realizaron monitoreos de la calidad de agua de cada uno de los acuarios con sus tratamientos y sus repeticiones; así como de su testigo, para verificar su impacto en los organismos expuestos. Para ello, se tomaron parámetros de Oxígeno Disuelto, pH y temperatura.

- Los reportes finales nos indican que el Oxígeno Disuelto en el Testigo no tuvo mayores cambios siendo su valoración menor en el Punto AD2-R1 (frente al Liceo Naval) correspondiente a 6,40 mg/l, mientras su mayor valor alcanzó en el punto AD3-R1 (frente a la Isla del Amor) representado en 7,39 mg/l; el promedio general en esta variable alcanzó los 7,07 mg/l, valores considerados normales en los ecosistemas marinos. Para los tratamientos con concentraciones del 10% de SSD se encontraron rangos en descenso correspondientes al tratamiento AD6 (frente a Jambelí) con valores de 2,29 mg/l; mientras que el tratamiento AD5-R1 (frente a Punta del Faro Jambelí) alcanzó valores de 4,59 mg/l. El promedio general arrojó valores de 3,39 mg/l, los mismos que corresponden ya a un muy ligero impacto en la calidad de agua de los tratamientos efectuados, mas por la presencia de sólidos disueltos que por su toxicidad. Analizados los parámetros de Oxígeno Disuelto en los tratamientos del 50% pudimos apreciar un fuerte descenso, y de manera especial en el tratamiento AD6-R2 con valores mínimos de 0,10 mg/l, los mismos que corresponden a la fuerte presencia de sólidos disueltos en sus sedimentos, pero que sin embargo no tuvieron alteración toxicológica. El mayor valor lo representó el tratamiento AD5 (frente a Punta del Faro Jambelí) con rangos promedio de 3,90 mg/l con sedimentos de bajo impacto biológico. El promedio general del Oxígeno Disuelto en los tratamientos con 50% fue de 1,71 mg/l, relativamente bajo pero no toxico durante el estudio ecotoxicológico. Finalmente, en los tratamientos correspondientes al 100% de SSD reportaron valores muy bajos de Oxígeno Disuelto, correspondientes a 0,09 mg/l y al tratamiento AD6-R1-R2, indicador que demuestra la alta cantidad de SSD que podría alterar el medio si no se realiza un monitoreo constante durante toda la operación de dragado. El mayor valor correspondió al tratamiento AD5-R1, que por su condición es uno de los mejores.

7.- CONCLUSIONES

- Valorados los estudios de la Concentración Letal Media (CL50-96) en Sedimentos Suspendidos de Dragado en postlarvas de camarones (*Litopenaeus vannamei*), se determinó que los tratamientos realizados en las concentraciones del 50% y 100% de SSD; no resultaron tóxicas durante la simulación de dragado, minimizando posibilidades de que se puedan desencadenar problemas en el manejo del cultivo del camarón de las Unidades de Producción Acuícola asentadas en las áreas de influencia, así como para el normal desarrollo de las actividades del Sector Pesquero Artesanal.

- Una vez concluido el presente estudio ecotoxicológico, tanto en campo "in situ" como en laboratorio, podemos concluir que no se manifestó ningún impacto significativo en las condiciones biológicas de las postlarvas de camarones (*Litopenaeus vannamei*) utilizadas y expuestas a condiciones extremas en presencia de Sedimentos Suspendidos a escala de laboratorio; en tiempo estático y hasta una exposición de 96 horas. Los resultados de simulación de dragado demostraron que en tiempo real esta actividad no afectará directamente a la biodiversidad marina; siempre y cuando, se realicen los monitoreos respectivos y constantes de la química del agua así como de su sensibilidad biótica.

- Los valores de la sobrevivencia de postlarvas *Litopenaeus vannamei* a una exposición de 96 horas, se ubicaron en 100% para el tratamiento con 0% de SSD, 100% para 10%, 90% para 50% y 83% para 100%. Esto nos refleja una mortalidad del 17%, considerada baja, pero de cuidado constante por su decrecimiento a lo largo del tiempo.

- Durante el presente estudio ecotoxicológico y en los diferentes tratamientos realizados con postlarvas de camarones *Litopenaues vannamei* expuestas a diferentes concentraciones de Sedimentos Suspendidos del Dragado (SSD); se realizaron algunas observaciones sin presentar novedades significativas; entre otras, presencia muy leve de urópodos rojos grado 1, contenido estomacal negro producto del rumeo de materia orgánica, coloración de exoesqueleto normal, actividad alta, nado normal sin presentarse evidencias de estrés, dada la concentración y la presencia de gran cantidad de sólidos en suspensión, por lo que se lo considera como indicador de un desarrollo normal para las especies bioacuáticas.

- Los monitoreos de calidad de agua en los puntos de muestreo, evidenciaron la presencia de parámetros aceptables de oxígeno disuelto; lo que fue corroborado con la toma de parámetros *"in situ"* de Sedimentos Suspendidos de Dragado (SSD), valores que se dieron aceptables para las especies bioacuáticas y que se encontraban relacionados con los del medio natural, sin que esto vaya a afectar teóricamente a la biodiversidad marina.

- Los monitoreos de parámetros de calidad de agua con sedimentos suspendidos de dragado simulado "in situ" en lo concerniente a Oxígeno Disuelto, vemos que en el punto AD2 (frente al Liceo Naval) dio valores de 3,93 mg/l con una Saturación de Oxígeno superior a 54,4%; sin embargo ya en las mediciones con SSD disminuyó masivamente a 0,11 mg/l por la alta presencia de sólidos disueltos y decreciendo a un 1,4% de Saturación de Oxígeno. Para el punto AD3 (frente a la Isla del Amor), las condiciones de OD fueron de 3,62 mg/l con una SO^2 del 52,9%; y en el SSD de 3,25 mg/l de OD con una SO^2 del 49,7%, considerados normales por encontrarse en marea baja, y de la misma manera en el punto AD4 (frente al balneario El Coco) con valores de 3,92 mg/l con 56,6% de SO^2; y en SSD 3,12 mg/l con el 44,6% de S O^2; situación similar ocurrió en el punto AD5 (frente a Punta del Faro Jambelí) con 3,61 mg/l y 3,51 mg/l en SSD, y con SO^2 del 50,7 al 49,1%. El impacto de caída de OD se registró en el punto AD6 (frente a Jambelí) con valores de 3,59 mg/l con S O^2 del 56,2% y de 0,02 mg/l de OD y 0,3% de SO^2, esto muy bajo debido a la cantidad de sólidos presentes en sus sedimentos.

- Los valores de salinidad encontrados en los 5 puntos monitoreados se presentaron en forma similar, inferiores a 26,77 ppm (AD4) y superiores a 20,23 ppm (AD2), lo que no implica otro factor de estrés, sin embargo tampoco hubo incidencia de impacto en el ecosistema marino al momento del monitoreo. En la evaluación de la salinidad con SSD, se reportaron valores superiores a 18,50 ppm (AD2) y superiores a 25,10 ppm (AD4), sin haber registrado variaciones biológicas.

- Los valores de temperatura anotados en los diferentes puntos de muestreo, tampoco tuvieron cambios drásticos, reportándose valoraciones altas de 31,3°C (AD3-AD4-AD6) y valores bajos de 30,2°C (AD2). En las tomas de temperatura con SSD, se reportaron valores mínimos de 30,1°C (AD2) y valores altos de 31,7°C (AD3).

- Los rangos de turbidez monitoreados se registraron entre 0,30 a 1,50 m siendo los menores AD3, AD4 Y AD5, con 0,30, 0,60 y 0,70 cm respectivamente; valores que no reflejan realidad alguna con la asumida en el laboratorio con el dragado simulado. La valoración más alta se dio en los puntos AD2 y AD6 con 0,80 cm de turbidez.

- La profundidad de los puntos monitoreados se acentuó en el punto AD5 con 1,50 cm, mientras que el nivel más bajo lo representaron los puntos AD3 y AD6 con valores de 1,10 cm respectivamente.

8.- RECOMENDACIONES

Concluido el presente estudio ecotoxicológico se puede sugerir las siguientes recomendaciones técnicas, enunciadas en un mutuo acuerdo con todos los actores sociales involucrados:

- Desarrollar monitoreos constante a fin de hacer un seguimiento continuo del impacto de las actividades de dragado del Canal de Acceso a Puerto Bolívar en cada uno de los puntos de monitoreo establecidos tomando muy en consideración los parámetros físicos, químicos y biológicos; a fin de obtener toda la información respectiva que nos permita establecer en tiempo real, las condiciones ambientales de este frágil ecosistema y de acuerdo aquello realizar las actividades de dragado respectivas en concordancia con las normativas impuestas por el Ministerio del Ambiente.

- Programar un adecuado control técnico durante las actividades de dragado, y de manera especial en el Punto 6 que corresponde a la entrada de Jambelí, ya que es una zona que se presentó lodosa y propensa a bioacumular agentes tóxicos, para lo cual se deberán tomar las medidas respectivas, a fin de reducir al mínimo cualquier impacto que se pudiera presentar por parte del personal técnico de la empresa ejecutora.

- Se recomienda realizar un mayor estudio de las condiciones ambientales con un monitoreo técnico-científico constante y con mayor número de repeticiones, de los Sedimentos Suspendidos del Dragado (SSD), durante y después de las actividades de dragado del Canal de acceso a Puerto Bolívar, para medir el impacto *"in situ"* y en tiempo real que pudiera enfrentar la biodiversidad marina en cada una de las áreas de influencia.

- Se consideró la participación de autores involucrados, a fin de poder monitorear de manera conjunta con la Universidad Técnica de Machala, y en base al desarrollo de un **"Programa de Monitoreo de las Actividades de Dragado en el Canal de acceso a Puerto Bolívar",** auspiciado por la empresa YILPORTECU S.A., como ente ejecutor y monitoreado por el Ministerio del Ambiente.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- **CACHON, M., VILLAMARIN, S. Y ALAVRES, R.** 2013. PRUEBAS DE TOXICIDAD AGUDA CL (I) 50 EN CAMARONES MARINOS (*Litopenaeus schmitti Y L. vannamei*) UTILIZANDO EFLUENTES INDUSTRIALES A LA BAHÍA DE CARTAGENA, COLOMBIA. 41-56pp.
- **CENTRO DE ESTUDIOS DEL MEDIO AMBIENTE (CEMA) 2008.** VII informe de monitoreo ambiental del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de guayaquil. 30-33pp.
- **ESCLAPÉS, M.** 1999. Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas y terrestres. Versión 2.0. PDVSA. INTEVEP. 213pp.
- **FAO.** 1981. Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 4a. Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la contaminación marina. FAO, Doc. Tec. Pesca. (164): 34pp.
- **RAMOS, R., BASTIDAS, C. Y GARCIA E. 2012.** Ensayo de toxicidad con sedimentos marinos del Occidente de Venezuela.
- **REISH, D. Y OSHIDA, P.** 1987. Manual of methods in aquatic environment research. Part 10 – Short-termstaticbioassays. FAO. Roma – Italia. 62 pp.
- **RODRÍGUEZ, J. Y ESCLAPÉS, M.** 1995. Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas. Versión 1.0. Gerencia General de Tecnología. Departamento de Ecología y Ambiente. INTEVEP. PDVSA. Venezuela. 109pp.
- **VALAREZO, C. 2014.** Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí. Proyecto de Investigación. Carrera de Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

- **VALAREZO, C. 2015.** Determinación de la Concentración Letal Media (CL50) con Sedimentos Suspendidos del Dragado del Canal de Acceso a Puerto Jelí. Proyecto de Investigación. Gobierno Provincial Autónomo de El Oro. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

- **VANEGAS, C. Y ZUÑIGA, S.** Ensayos de toxicidad aguda con camarones peinados. 169-190pp.

- **VILLAMAR, F. 1990.** Bioensayo para calcular el CL50 del dispersante de petroleo BP1100 con larvas de camaron Penaeus vannamei. Acta oceanografica del Pacifico. INOCAR, Ecuador 6(1) 73-78pp.

- **VILLAMAR, F. 2002.** Ampliacion estadistica en los bioensayos de toxicidad con sedimento extraido del Estero salado, canal de acceso al Puerto Maritimo de Guayaquil.

- **INOCAR, 2008.** Estudio de Impacto Ambiental para los trabajos de dragado permanente del canal de acceso al Puerto Marítimo de la ciudad de guayaquil volumen i capítulo vi - 49 julio-2008.

- IX Informe de Monitoreo Ambiental del Dragado de Mantenimiento del Canal de Acceso al Página 56 Puerto Marítimo de Guayaquil, semestre Julio 2011 - Enero 2012.

ANEXO FOTOS

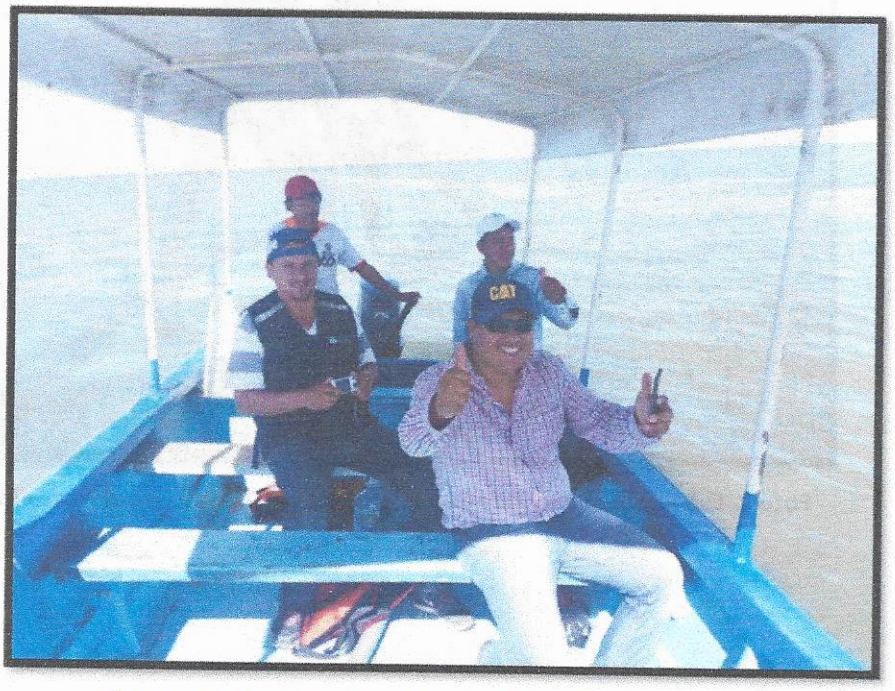


Foto 1. Técnicos Participantes en el estudio ecotoxicológico

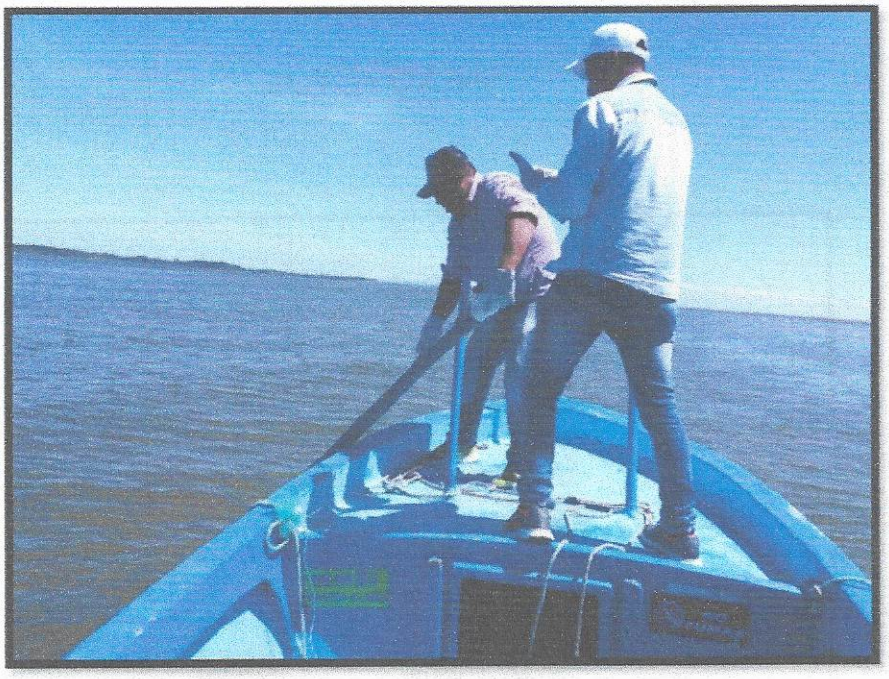


Foto 2. Extracción de Sólidos de Sedimentos de Dragado en el Punto AD5

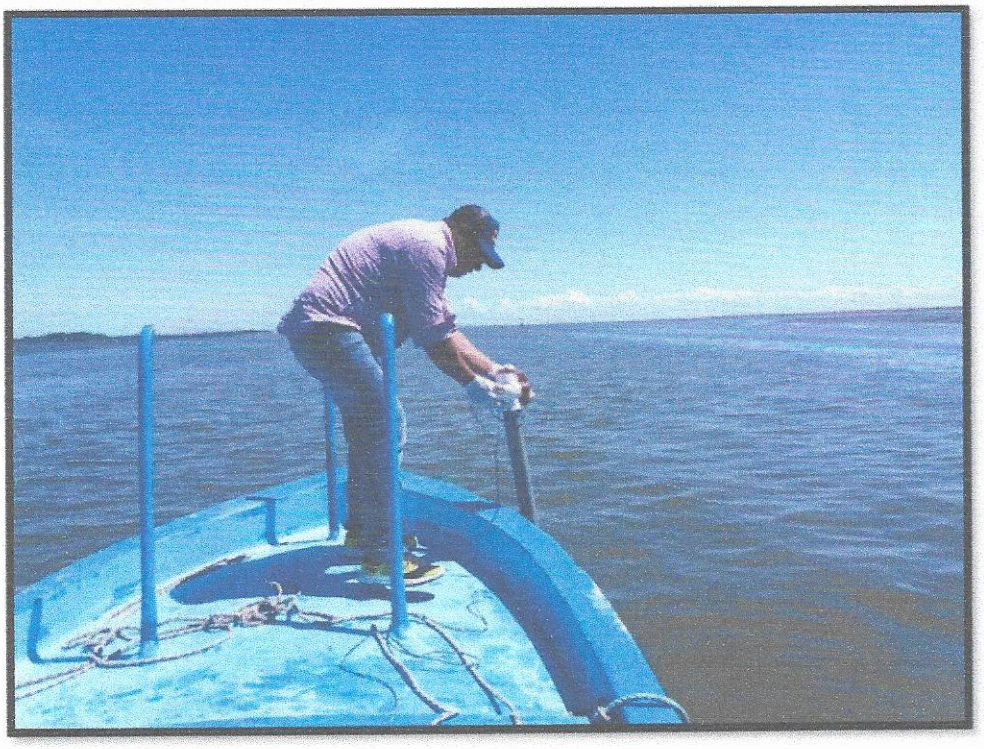


Foto 3. Retención de los SSD del Punto AD5 en el Canal de Acceso a Puerto Bolívar

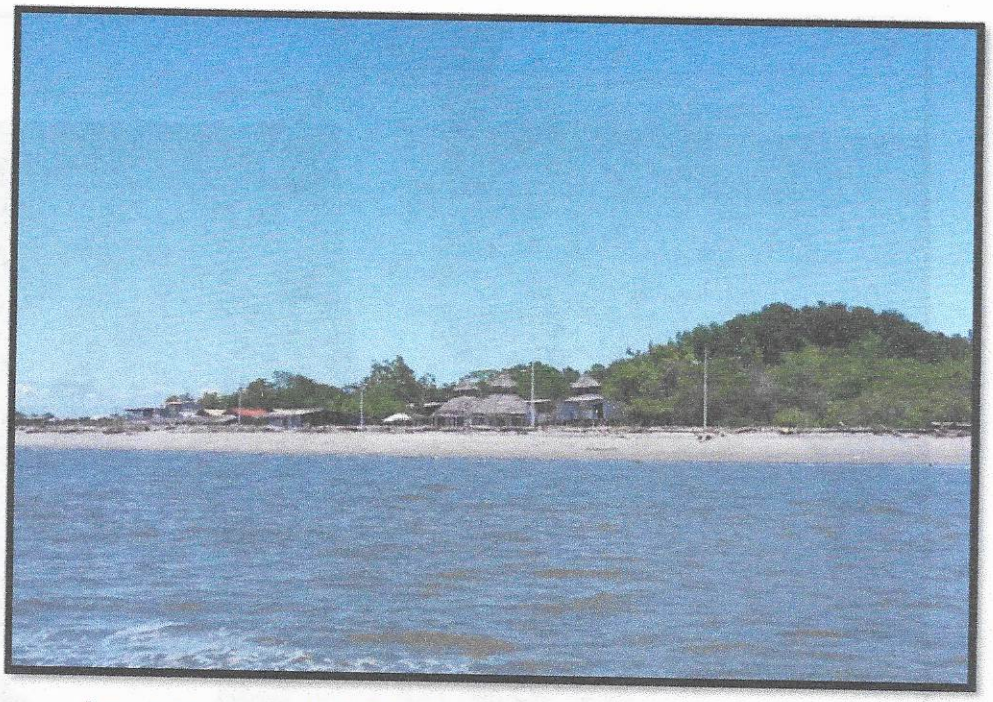


Foto 4. Monitoreo de Sólidos de Sedimentos de Dragado del Punto AD5

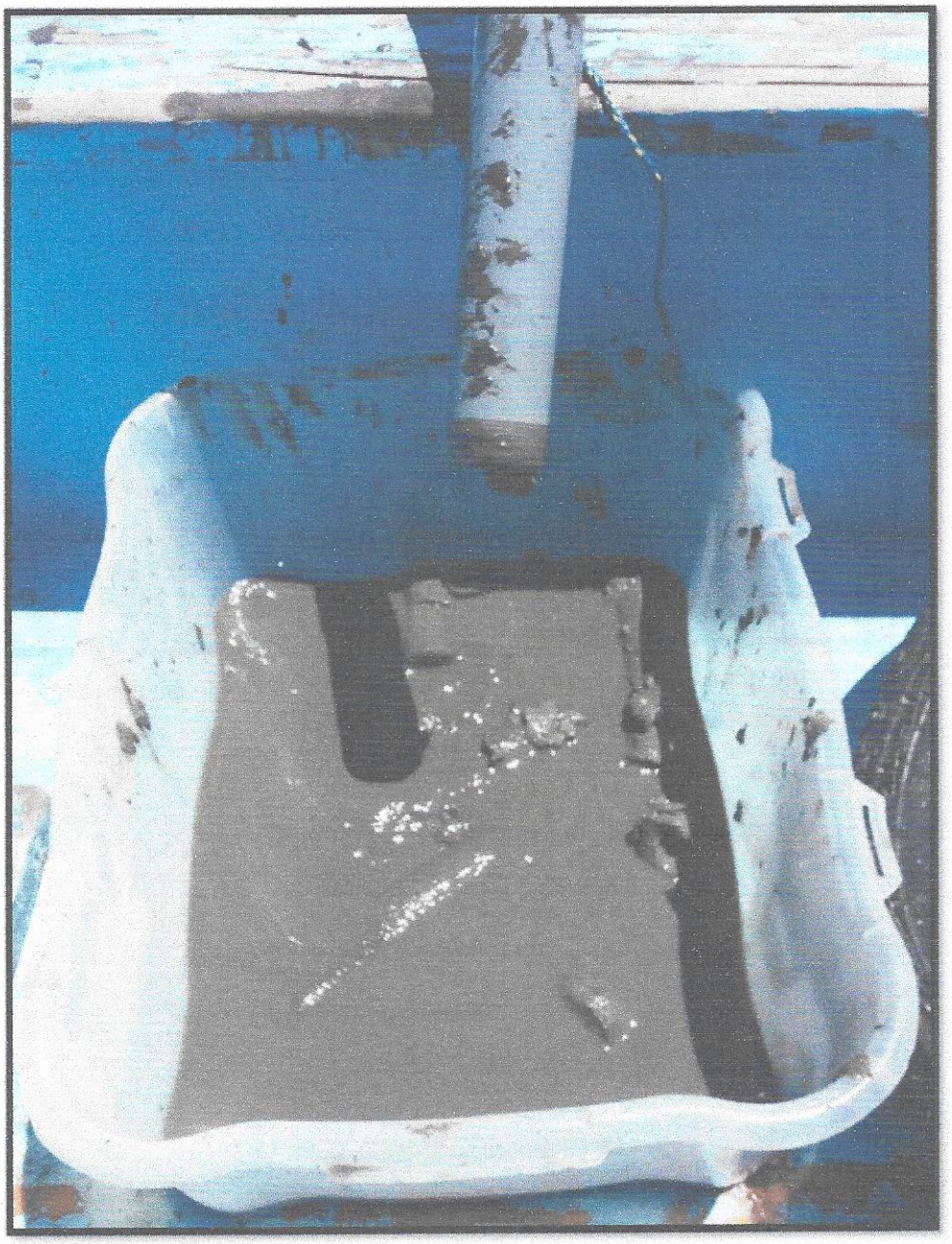


Foto 5. Evacuación de los SSD del punto AD5 para lo toma de muestras

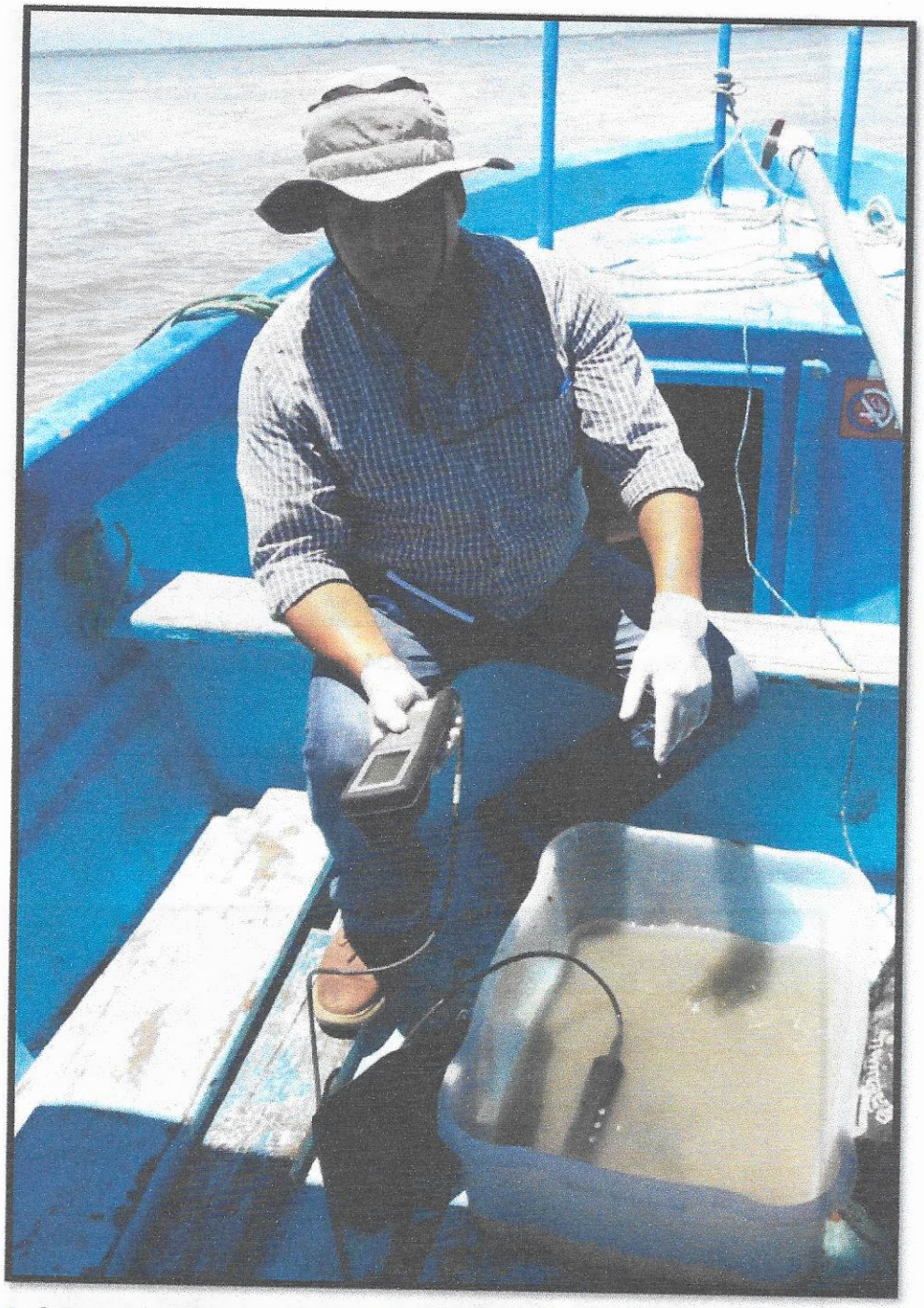


Foto 6. Determinación de parámetros de los sólidos de sedimentos de dragado simulado

Foto 7. Recorrido hacia el punto AD4 frente al balneario El Coco

Foto 8. Toma de Parámetros en Punto AD6

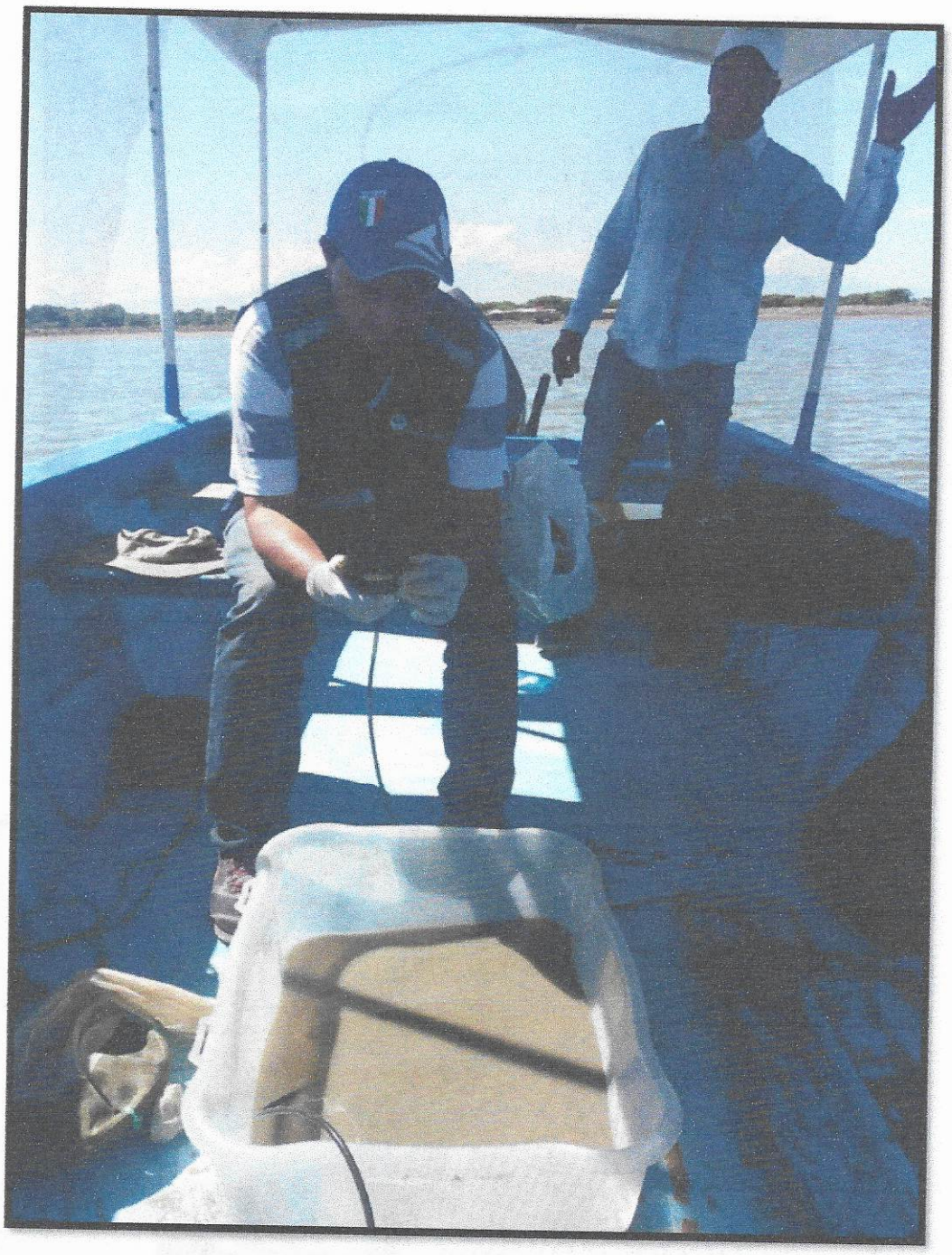


Foto 9. Toma de parámetros de SSD del punto AD3

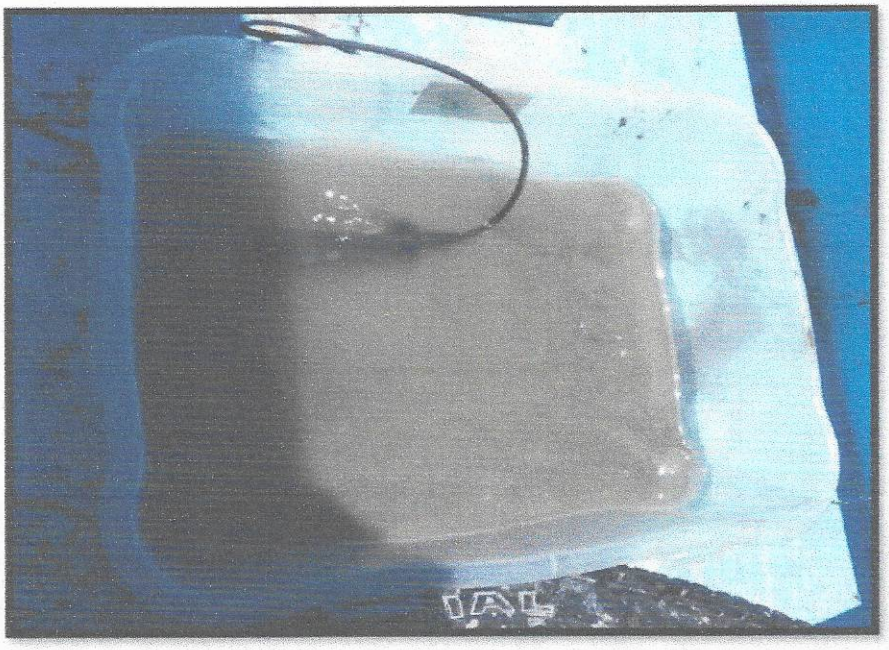


Foto 10. Toma de parámetros de SSD en el Punto AD4

Foto 11. Recepción de muestras de SSD del punto AD4

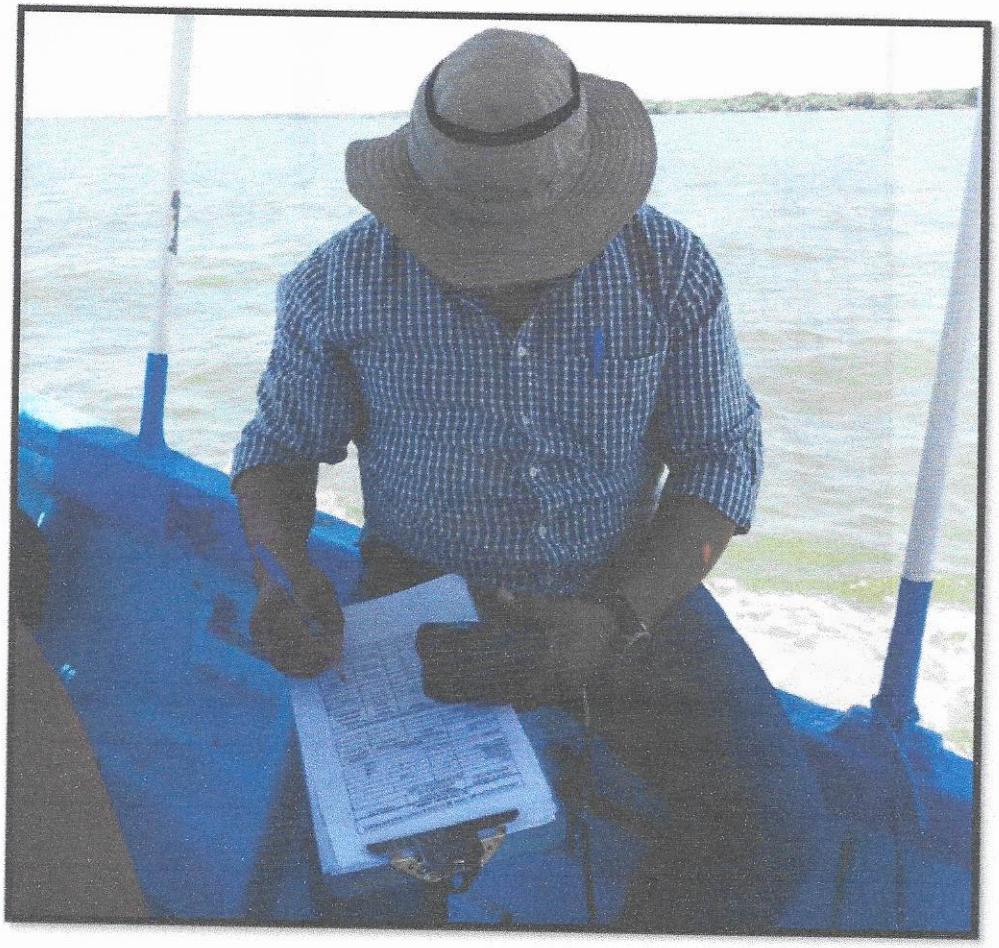


Foto 12. Determinación de parámetros en el punto AD4

Foto 13. Toma de muestras de arrastre de plancton en el punto AD4

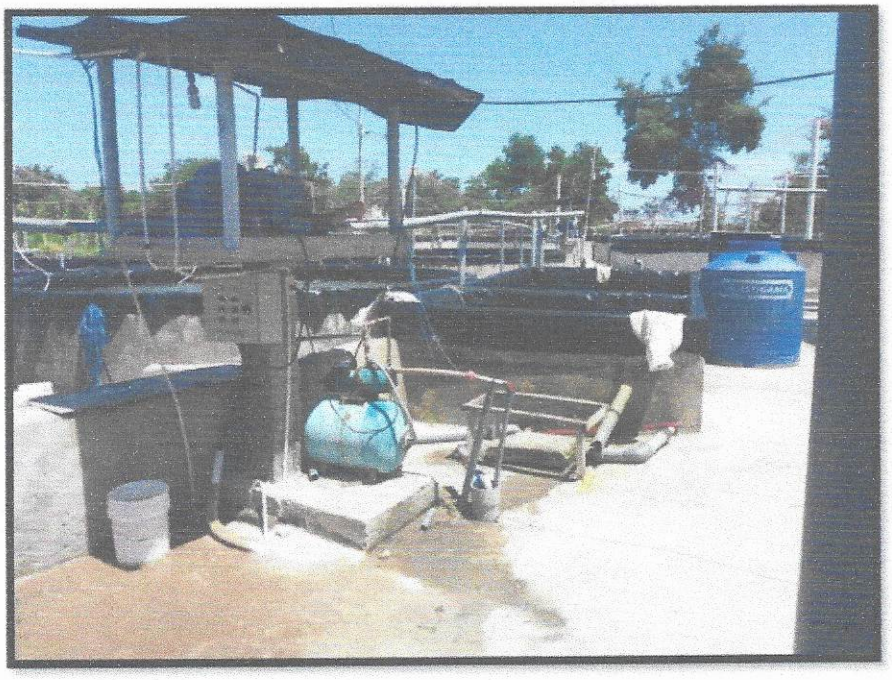


Foto 14. Laboratorio de larvas BIOFONS Y PANEMA en el Sitio El Coco

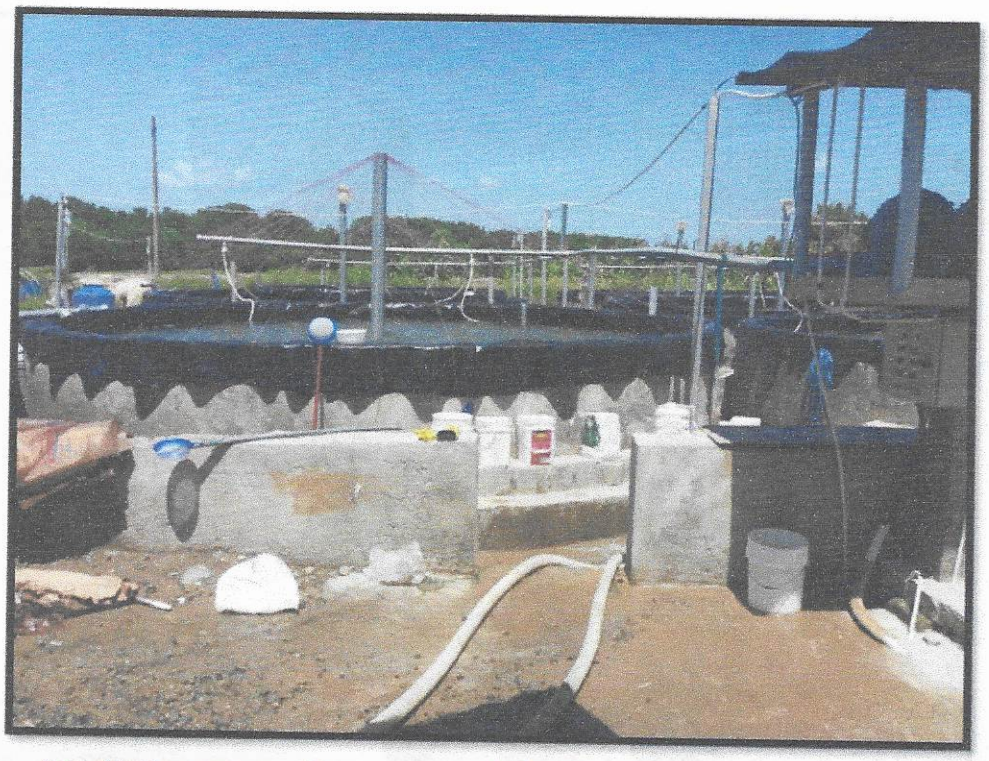


Foto 15. Tanque escogido para proveer la larva para el estudio ecotoxicológico

Foto 16. Embalado de la larva para ser trasladada al laboratorio

Foto 17. Llenado de pomas con agua de mar para los diferentes tratamientos de SSD

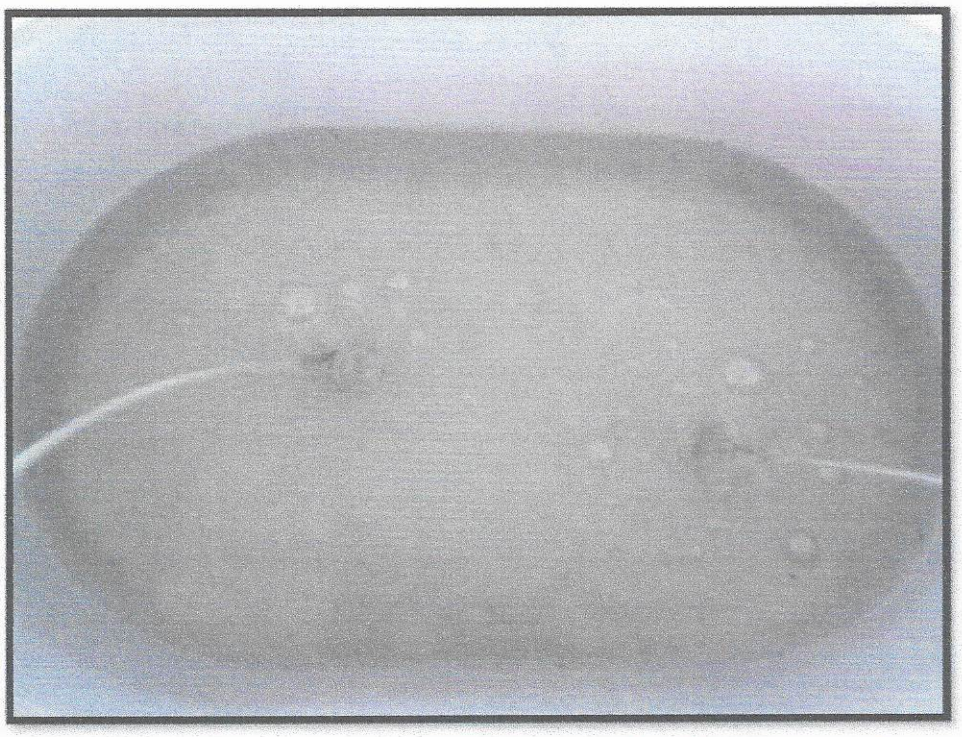


Foto 18. Aclimatación de las larvas de camarón para los diferentes tratamientos

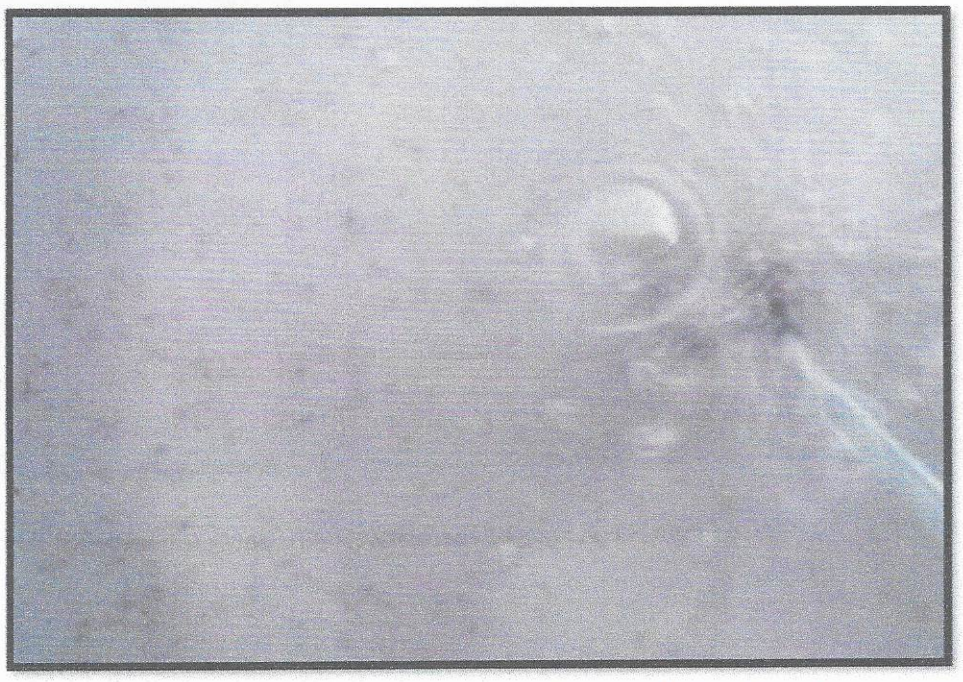


Foto 19. Larvas Litopenaeus vannamei en periodo de adaptación

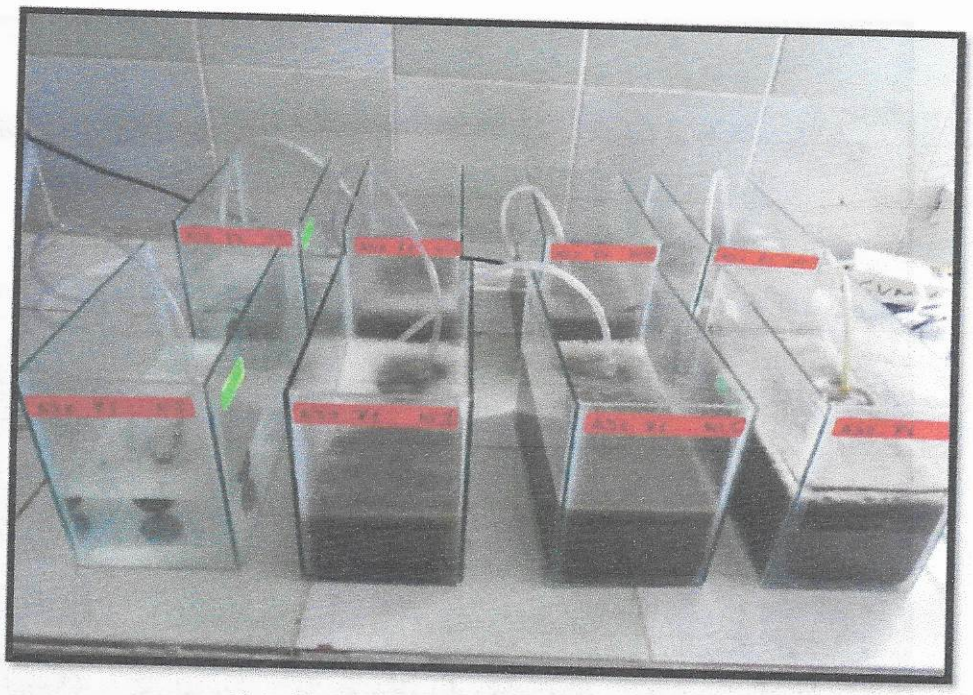


Foto 20. Tratamiento de SSD del punto AD2

Foto 21. Tratamiento de SSD del punto AD3

Foto 22. Tratamiento de SSD del punto AD4

Foto 23. Tratamiento de SSD del punto AD5

Foto 24. Tratamiento de SSD del punto AD6

Foto 25. Vista de los tratamientos AD2 Y AD3 en laboratorio

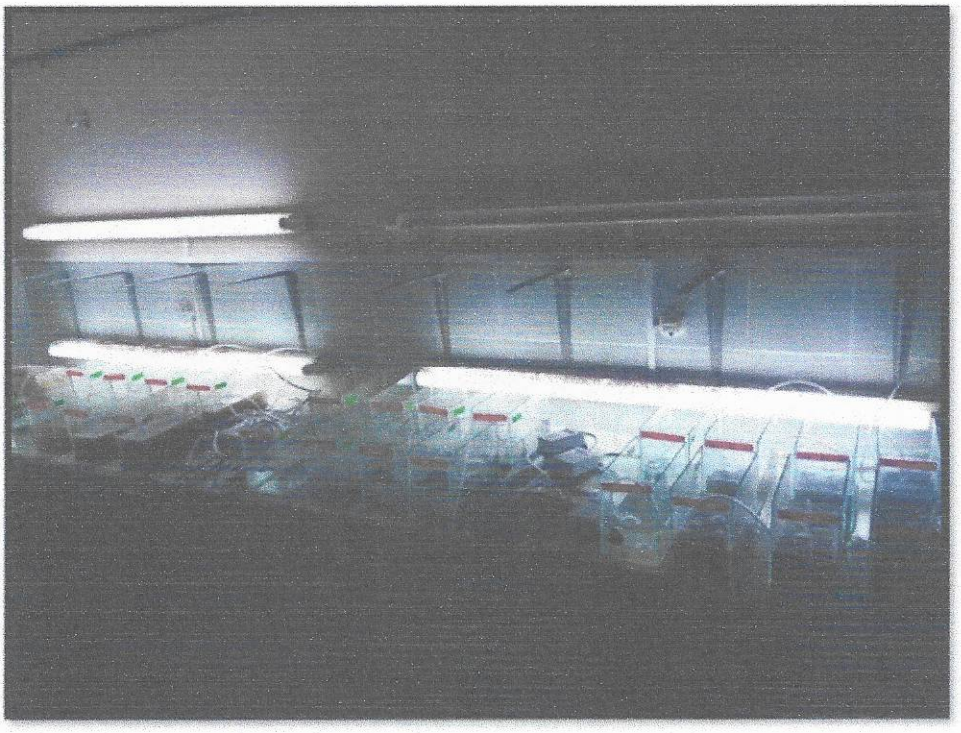


Foto 26. Vista de tratamientos AD4, AD5 Y AD6 en laboratorio

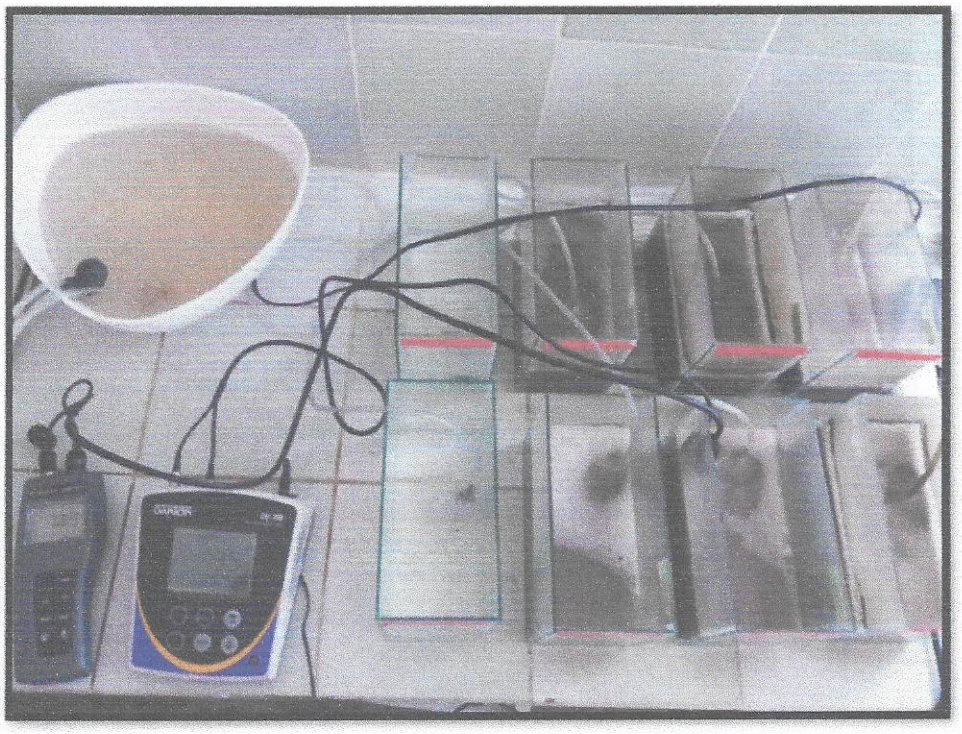


Foto 27. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD2

Foto 28. Instrumental técnico para las mediciones de Oxigeno Disuelto, pH y temperatura

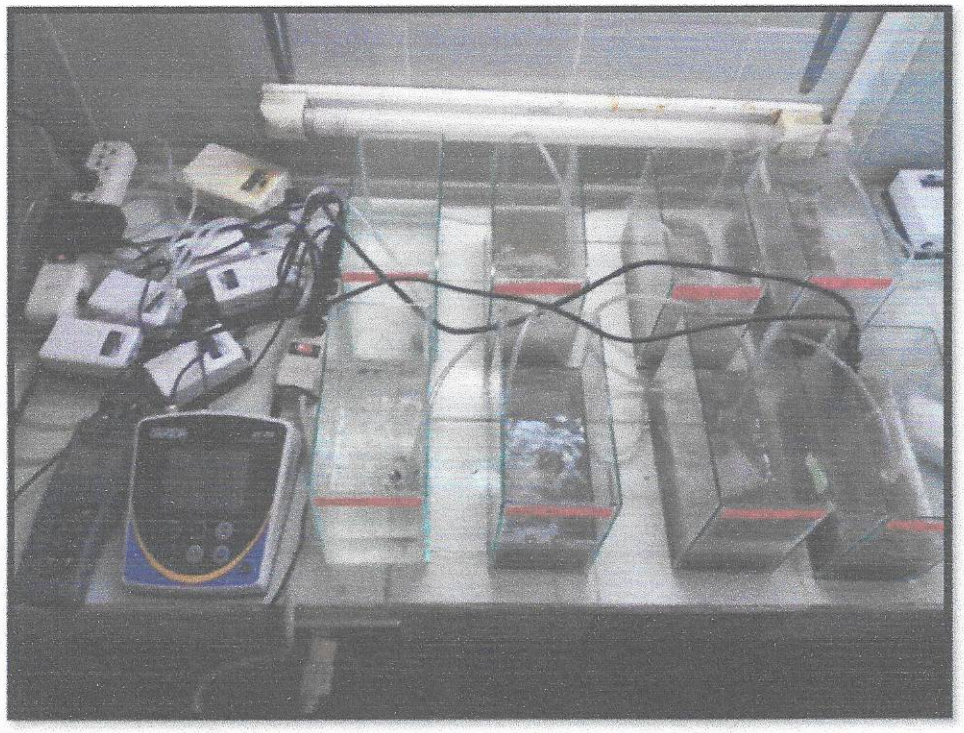


Foto 29. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD3

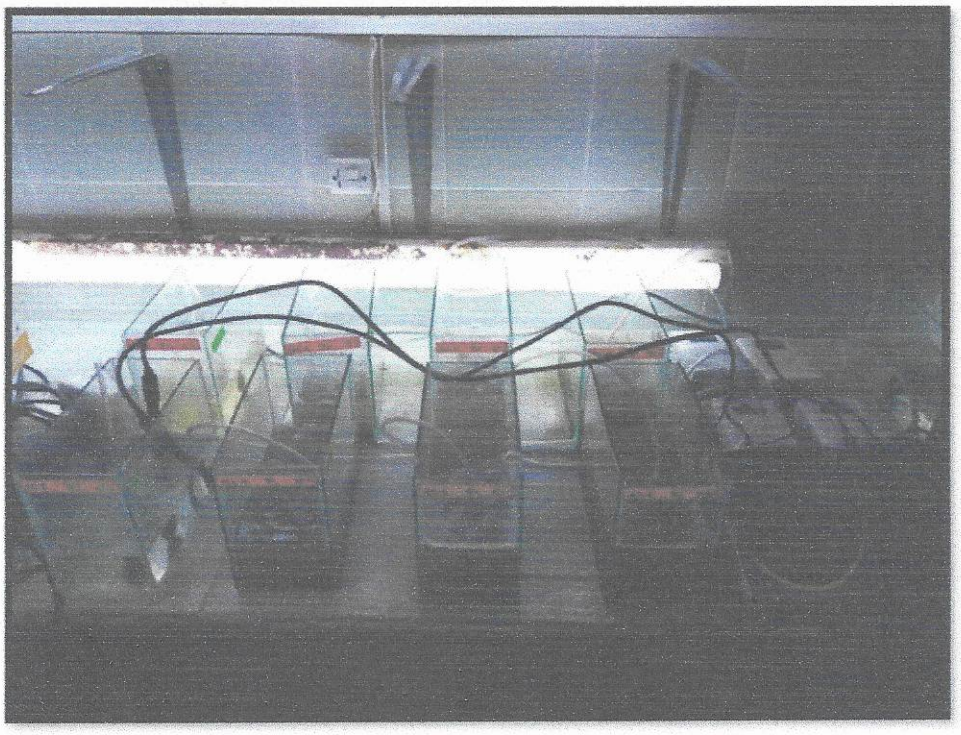


Foto 30. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD4

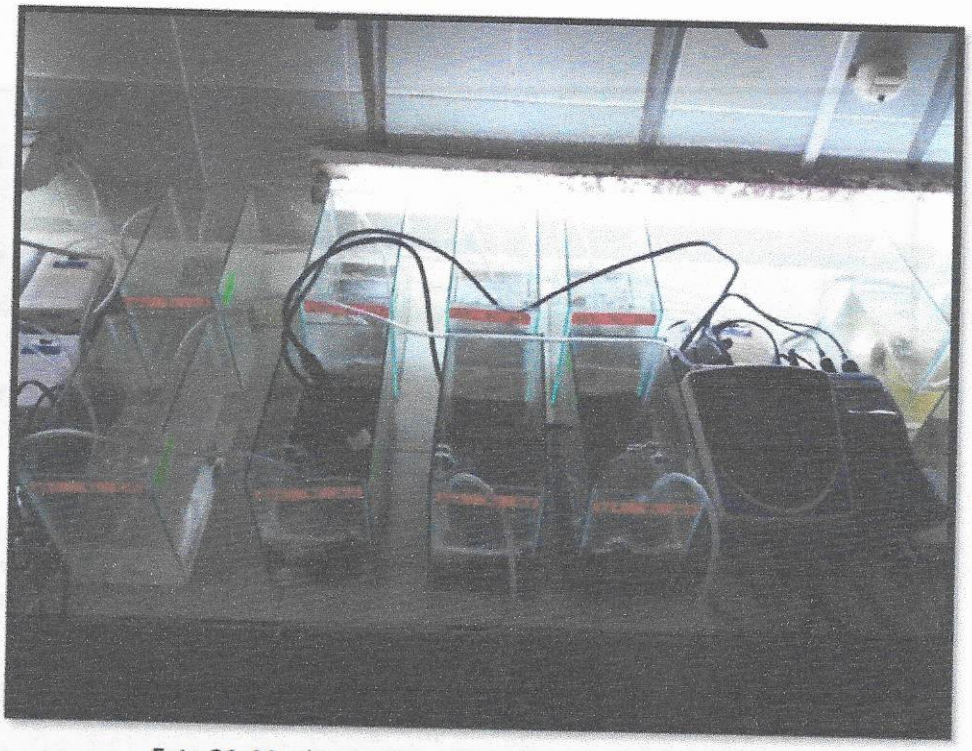


Foto 31. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD5

Foto 32. Monitoreo de parámetros en el tratamiento AD6

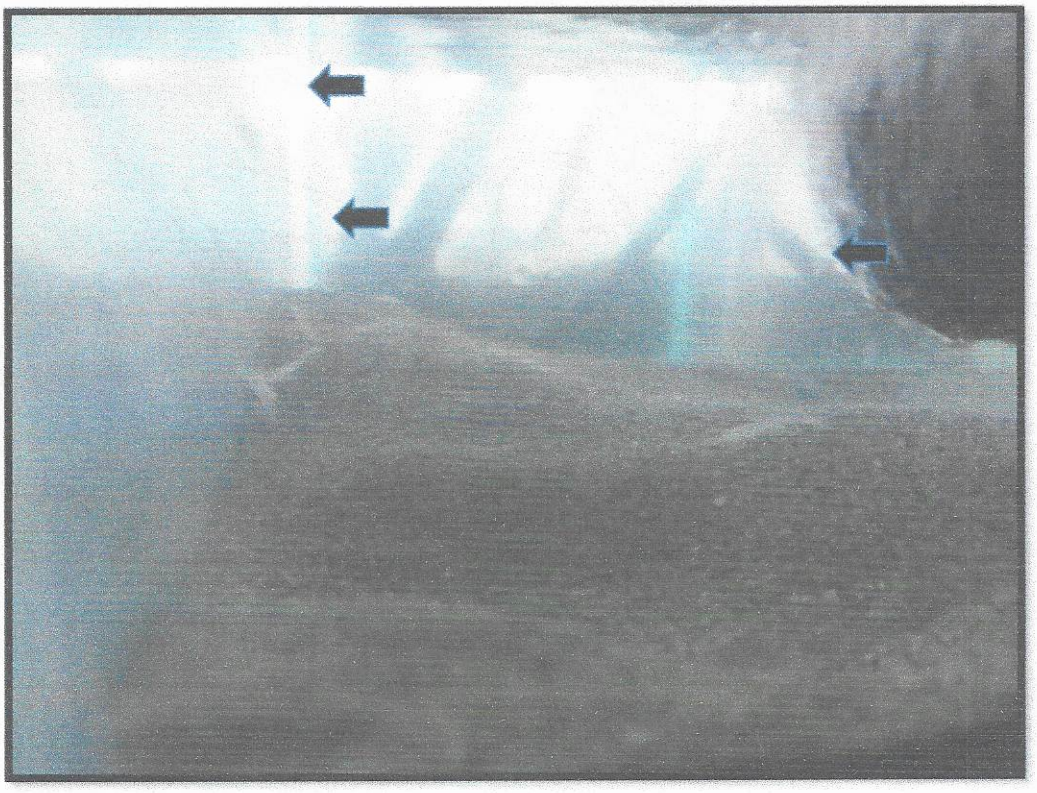


Foto 33. Control biológico de la larva en los diferentes tratamientos.

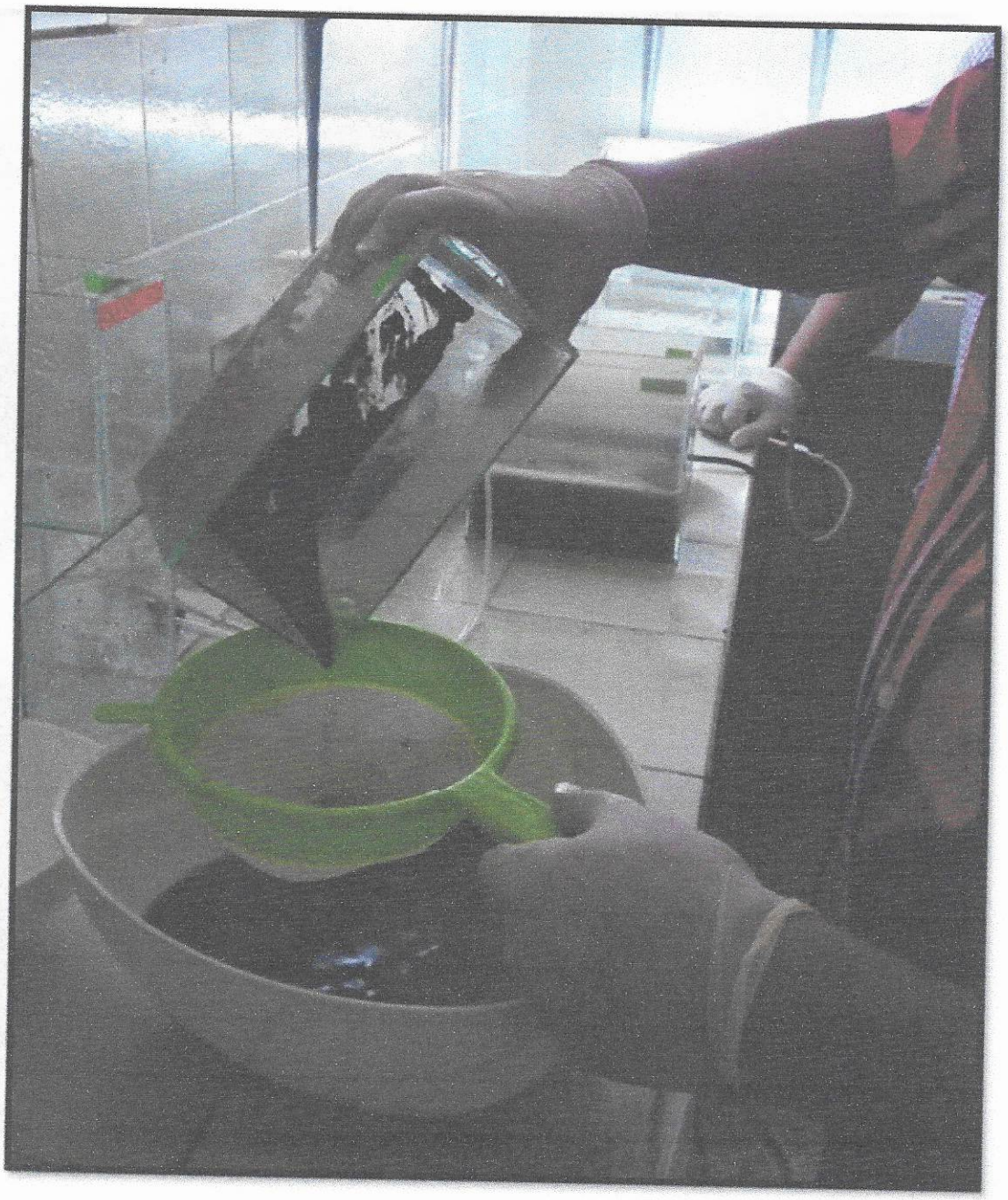


Foto 34. Contro final de sobrevivencia en los tratamientos estudiados.

Foto 35. Control de número de larvas sobrevivientes.

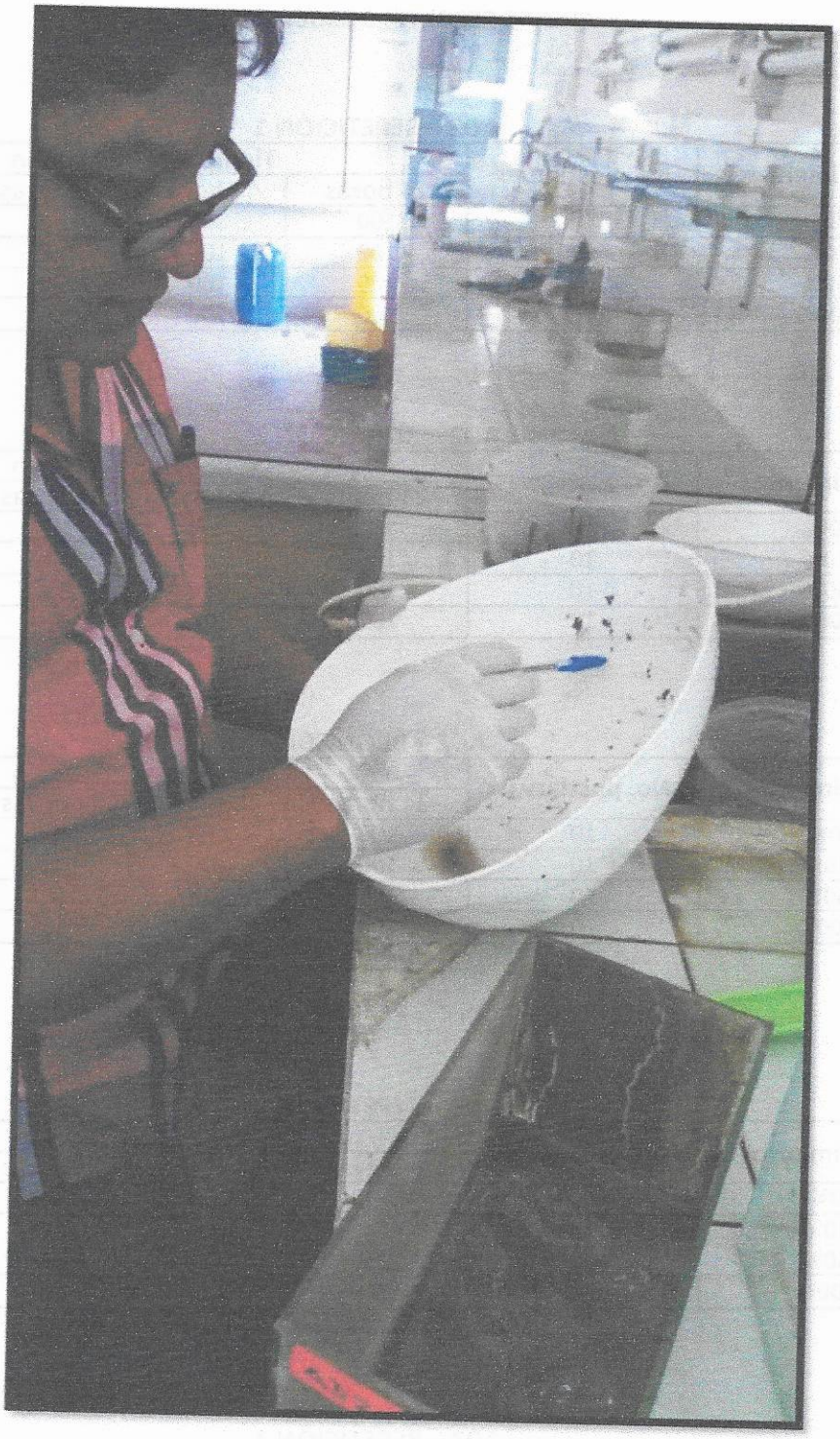


Foto 36. Conteo de larvas de diferentes tratamientos.

ANEXOS REPORTES DE SOBREVIVENCIA

AD2 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	80
100%	10	100	100	80	70

AD2 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	80

AD2 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	90
100%	10	100	100	85	75

AD3 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

AD3 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	90
100%	10	100	100	100	90

AD3 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	95
100%	10	100	100	95	90

AD4 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	100	90	90

AD4 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	100	100

AD4 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	95	95	90
100%	10	100	100	95	95

AD5 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	90	90
100%	10	100	100	90	90

AD5 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	100	100
100%	10	100	100	90	90

AD5 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	100	95	95
100%	10	100	100	90	90

AD6 – REPETICIÓN 1

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	80	70	70

AD6 – REPETICIÓN 2

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	70	70	60

AD6 – PROMEDIO

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	90	90	80
100%	10	100	75	70	65

PROMEDIO DE PROMEDIOS DE LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO A LAS 96 HORAS

% Sedimentos	No. postlarvas	Tiempo de exposición			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
0%	10	100	100	100	100
10%	10	100	100	100	100
50%	10	100	97	95	90
100%	10	100	94	87	83

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 24 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 48 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad										10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							10		5			
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad												
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad							10	10	10	20	30	25
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	90	90	80	70	75
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							4	2	3	6	6	6
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	96	98	97	94	94	94
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 72 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad							10		5	20	10	15
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	80	90	85
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad										10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							10		5	10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad							10		5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100						
AD6												
Mortalidad							10	10	10	30	30	30
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	90	90	70	70	70
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							8	2	5	16	10	13
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	92	98	95	84	90	87
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

REGISTROS DE MORTALIDAD Y SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON *Litopenaeus vannamei* A LAS 96 HORAS DE EXPOSICIÓN DE SSD DEL CANAL DE ACCESO A PUERTO BOLÍVAR

Variables	0%			10%			50%			100%		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
AD2												
Mortalidad							20		10	30	20	25
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	100	90	70	80	75
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD3												
Mortalidad								10	5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	100	90	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD4												
Mortalidad							20		10	10		5
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	100	90	90	100	95
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD5												
Mortalidad							10		5	10	10	10
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	90	100	95	90	90	90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AD6												
Mortalidad							20	20	20	30	40	35
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	80	80	80	70	60	65
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROMEDIOS												
Mortalidad							14	6	10	18	16	17
Sobrevivencia	100	100	100	100	100	100	86	94	90	82	84	83
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TABLA DE VALORES DEL PROBIT

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5	5,03	5,05	5,08	5,1	5,13	5,15	5,18	5,2	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,5
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

REGISTRO DE PARÁMETROS DE OXIGENO, PH Y TEMPERATURA DE LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO

TRATAMIENTOS Y VARIABLES													
TRATAMIENTOS	REPETICIONES	0%			10%			50%			100%		
		O2	pH	°C	O2	pH	°C	O2	pH	°C	O2	pH	°C
AD2	R1	6,40	7,95	27,20	2,50	7,87	27,00	1,03	7,86	27,30	0,12	7,53	27,10
	R2	7,33	7,49	27,10	3,10	7,51	27,10	0,24	7,40	27,20	0,11	7,42	27,20
	PROMEDIO	**6,87**	**7,72**	**27,15**	**2,80**	**7,69**	**27,05**	**0,64**	**7,63**	**27,25**	**0,12**	**7,48**	**27,15**
AD3	R1	7,39	7,90	27,50	3,86	7,88	27,80	2,10	7,80	27,50	1,24	7,67	27,40
	R2	6,66	7,93	28,00	4,21	7,87	27,50	0,32	7,82	27,40	2,23	7,75	27,40
	PROMEDIO	**7,03**	**7,92**	**27,75**	**4,04**	**7,88**	**27,65**	**1,21**	**7,81**	**27,45**	**1,74**	**7,71**	**27,40**
AD4	R1	7,06	7,94	28,40	3,58	7,86	27,30	2,01	7,84	27,10	1,12	7,77	27,10
	R2	7,20	7,92	27,80	3,09	7,88	27,40	3,52	7,83	27,50	1,51	7,82	27,00
	PROMEDIO	**7,13**	**7,93**	**28,10**	**3,34**	**7,87**	**27,35**	**2,77**	**7,84**	**27,30**	**1,32**	**7,80**	**27,05**
AD5	R1	7,12	7,89	27,10	4,15	7,87	26,70	3,90	7,84	26,60	3,14	7,86	26,60
	R2	7,16	7,90	27,50	4,59	7,88	27,00	3,60	7,87	27,00	2,62	7,92	26,80
	PROMEDIO	**7,14**	**7,90**	**27,30**	**4,37**	**7,88**	**26,85**	**3,75**	**7,86**	**26,80**	**2,88**	**7,89**	**26,70**
AD6	R1	7,07	7,89	27,30	2,56	7,84	27,40	0,28	7,63	26,60	0,09	7,35	26,60
	R2	6,74	7,98	27,70	2,29	7,75	26,90	0,10	7,84	26,70	0,09	7,33	26,60
	PROMEDIO	**6,91**	**7,94**	**27,50**	**2,43**	**7,80**	**27,15**	**0,19**	**7,74**	**26,65**	**0,09**	**7,34**	**26,60**
PROMEDIO TOTAL		**7,01**	**7,88**	**27,56**	**3,39**	**7,82**	**27,21**	**1,71**	**7,77**	**27,09**	**1,23**	**7,64**	**26,98**