



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Bioacumulación de elementos traza y caracterización del
microhábitat en *Procambarus clarkii*, de la zona de
amortiguamiento en Pantanos de Villa

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Espinoza Paucar, Victor Jesus (orcid.org/0000-0001-9028-3160)
Quispesucso Durand, Cesar Frank (orcid.org/0000-0003-0402-4133)

ASESOR:

Mgr. Camel Paucar, Vladimir Fernando (orcid.org/0000-0002-3618-8215)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA :

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Víctor Espinoza Saccsa y Agripina Paucar Serpa, por haberme dado el ejemplo de perseverancia, por su amor infinito, labor abnegada y su confianza en mí. A mi querida abuela, Dolores Saccsa Barrientos, por su ternura, esperanza y sus consejos. A ellos les dedico esta tesis, que es el fruto de mi esfuerzo, mi pasión y mi compromiso con el medio ambiente.

«¿Qué hombre que se precie de serlo, no quiere mejorar el mundo?» Esta frase me inspiró a elegir la carrera de Ingeniería Ambiental y a realizar esta investigación sobre la bioacumulación de elementos traza y la caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii*, de la zona de amortiguamiento en Pantanos de Villa.

Espero que esta tesis contribuya al conocimiento científico y a la gestión sostenible de este importante ecosistema.

Víctor Jesús Espinoza Paucar

La presente Investigación está dedicada a nuestro divino Creador. A mi madre, a mi papá Anastasio que está en el cielo y a mi familia que me rodea, ya que son la fuerza que me impulsa a seguir día y noche por la senda del bien para llegar a ser grande en el ámbito personal, profesional y así contribuir con la sociedad.

Cesar Frank Quispesucso Durand

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Mg. Vladimir F. Camel Paucar, por su compromiso y labor abnegada en cada clase desarrollada, al Servicio nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) y la Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa (PROHVILLA), por brindarnos su apoyo para realizar el desarrollo de nuestra tesis y a todas las personas que contribuyeron en el desarrollo de la misma. De igual forma agradecer a la Universidad César Vallejo, por ser nuestra fuente matriz de conocimientos, brindarnos a grandes profesionales, guías de reconocida trayectoria, calidad humana y científica.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CAMEL PAUCAR VLADIMIR FERNANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii*, de La Zona de Amortiguamiento en Pantanos de Villa", cuyos autores son QUISPESUCSO DURAND CESAR FRANK, ESPINOZA PAUCAR VICTOR JESUS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CAMEL PAUCAR VLADIMIR FERNANDO DNI: 71271603 ORCID: 0000-0002-3618-8215	Firmado electrónicamente por: VCAMELP el 20-07- 2023 09:19:28

Código documento Trilce: TRI - 0598180



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUISPESUCSO DURAND CESAR FRANK, ESPINOZA PAUCAR VICTOR JESUS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii*, de La Zona de Amortiguamiento en Pantanos de Villa", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CESAR FRANK QUISPESUCSO DURAND DNI: 43792562 ORCID: 0000-0003-0402-4133	Firmado electrónicamente por: CQUISPESUCSOD el 18-07-2023 13:25:15
VICTOR JESUS ESPINOZA PAUCAR DNI: 41830877 ORCID: 0000-0001-9028-3160	Firmado electrónicamente por: VESPINOZAPAU el 18-07-2023 14:59:36

Código documento Trilce: TRI - 0598182

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	IV
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	17
3.6 Método de análisis de datos	35
3.7 Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de monitoreo en los canales, colocación de las nasas, de la zona de amortiguamiento del refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa, sector Villa Baja.	20
Tabla 2. Análisis de muestras de tejido <i>animal de P.c.</i>	28
Tabla 3. Coordenadas de los puntos de monitoreo de agua y sedimentos en los canales, de la zona de amortiguamiento del refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa, sector Villa Baja.	29
Tabla 4. Análisis de muestras de agua	30
Tabla 5. Análisis de las muestras de sedimentos	31
Tabla 6. Descripción de los factores bióticos y abióticos del microhábitat de <i>P. clarkii</i>	34
Tabla 7. Característica morfológica de <i>P. clarkii</i>	35
Tabla 8. Análisis de Tejido del <i>P. clarkii</i>	36
Tabla 9. Concentración de E.T. en agua en el microhábitat de <i>Procambarus clarkii</i> , de la zona de amortiguamiento de Pantanos de Villa.	37
Tabla 10. Concentración de E.T. en sedimentos en el microhábitat de <i>Procambarus clarkii</i> , de la zona de amortiguamiento de Pantanos de Villa.	38
Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista dorsolateral del cangrejo de río	11
Figura 2. Esquema de procesos realizados de autoría propia que expresa las fases de desarrollo.....	18
Figura 3. Ubicación geográfica del área	19
Figura 4. Puntos de muestreo colocación de nasas	23
Figura 5. Proceso de recolección, tratamiento y confección de insumos de la investigación	24
Figura 6. Partes de <i>Procambarus clarkii</i>	25
Figura 7. Recolección de muestras para la investigación.....	26
Figura 8. Instrumentos utilizados en proceso de muestreo y tratamiento de la muestra.	26
Figura 9. Muestras de <i>P. clarkii</i> para su dimensionado	27
Figura 10. Muestras de <i>P. clarkii</i> para su disección y obtención de los órganos para su estudio en el laboratorio.....	27
Figura 11. Muestreo de calidad agua en los canales.	29
Figura 12. Toma de muestra de sedimentos en los canales.	31
Figura 13. Monitoreo en campo de los parámetros fisicoquímicos y microhábitat.	33
Figura 14. Elementos traza en los tejidos de <i>Procambarus clarkii</i>	37
Figura 15. Concentración de E.T. en agua en el microhábitat de <i>P.c</i>	38
Figura 16. Concentración de E.T. en sedimentos en el microhábitat de <i>P.c</i>	39
Figura 17. Análisis de correlación entre el oxígeno disuelto y la abundancia de <i>P. clarkii</i> por el método de modelos lineales generalizados mixtos realizado en R.	41
Figura 18. Análisis de correlación entre variación de elevación y el peso de las muestras <i>P. clarkii</i> por el método de modelos lineales generalizados mixtos realizado en R.....	42
Figura 19. Vegetación Circundante	43
Figura 20. Fauna Acompañante.	43

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo general describir la bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii* de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa, es de tipo básico, con diseño no experimental de enfoque cuantitativo y diseño transversal, el estudio se realizó con la colecta biológica de los especímenes con nasas, se tomaron datos morfológicos, se diseccionaron los individuos *P. clarkii*, llevándolos al laboratorio para el análisis de concentración de elementos traza, se utilizó el multiparámetro para obtener los datos físicos químicos del microhábitat, la población estuvo conformada por agua, sedimentos y la especie, el instrumento que se utilizó fueron las fichas de registros y listas de cotejo. En los resultados se determinó la presencia de 10 elementos traza como: potasio, sodio, magnesio, zinc, cobre, aluminio, boro, titanio, níquel y plomo. En conclusión, sí se halló bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii*, conforme a los resultados que se obtuvieron en el presente estudio tanto para las especies, como para agua y sedimento. Asimismo, la concentración alta de todos estos componentes traza desencadenarían efectos negativos en el medio ambiente, salud humana y daño trófico en su microhábitat.

Palabras clave: Bioacumulación, elementos traza, caracterización del microhábitat, *Procambarus clarkii*.

ABSTRACT

The general objective of the study was to describe the bioaccumulation of trace elements and characterization of the microhabitat in *Procambarus clarkii* in the buffer zone of Pantanos de Villa. It is a basic study with a non-experimental design of quantitative approach and cross-sectional design. The study was conducted with a biological collection of pots, morphological data was taken, individuals were dissected and taken to the laboratory, for the analysis of trace element concentration. The multiparameter was used to obtain physical chemical data. The population consisted of water, sediments and *Procambarus clarkii*, the instrument used was the record cards and checklists, the results showed the presence of 10 trace elements such as; potassium, sodium, magnesium, zinc, copper, aluminum, boron, titanium, nickel and lead. In conclusion, bioaccumulation of trace elements and characterization of the microhabitat in *Procambarus clarkii* were found, according to the results obtained in this study for the species, water and sediments. Also, the high concentration of all these trace components trigger negative effects on the environment, human health and damage to the species along with their habitat.

Keywords: Bioaccumulation, trace elements, microhabitat characterization, *Procambarus clarki*.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades antropogénicas ejercen presiones negativas sobre el medio ambiente de manera significativa, evidenciando la degradación constante de los hábitats y afectando la gran diversidad biológica. La producción industrial, agricultura, el crecimiento demográfico y la urbanización son las principales causas de la contaminación de los ecosistemas acuáticos (Ikem, Ayodeji y Wetzel, 2021). Los humedales de naturaleza lacustre en la actualidad se han convertido en depósitos abundantes de elementos traza y estos se incrementaron considerablemente durante los años recientes (Nahlik et al., 2019). La presencia de elevadas concentraciones de estos elementos tóxicos en los cuerpos de agua, evidenciaría la presencia de actividades antropogénicas como: efluentes industriales, minería y refinación, drenaje agrícola, descargas domésticas y contaminación atmosférica (Polo y Sulca, 2018). Además, la dinámica de las fuentes hídricas sirven como transportadoras de contaminantes de metales traza como (Pb,Hg,Cd,Zn,Cu,As) y otras sustancias que van a depositarse al océano, esto juega un rol muy importante en los ciclos biogeoquímicos globales y flujo energético (Al-Nasrawi et al., 2016), asimismo estas moléculas y elementos traza se van acumulando en los sedimentos y bioacumulando en los tejidos de las especies hidrobiológicas y vegetales; lo cual representa un peligro y riesgo latente para la salud de las personas que subsisten de la ingesta de especies ictiológicas y especialmente del agua (Sani et al.,2022). En consecuencia, dentro de los diferentes ecosistemas degradados existen organismos bioindicadores como los vertebrados e invertebrados acuáticos, entre otros organismos, estos son excelentes bioindicadores de gran utilidad para determinar la calidad de los cuerpos hídricos, pues evidencian el vínculo entre la concentración de elementos nocivos presentes en sus tejidos corpóreos y su hábitat (Rodríguez et al., 2021).

La especie *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), conocido con el nombre común de cangrejo americano, cuyo origen es el norte de México y el sur de Estados Unidos de América; es considerado una especie exótica invasora en muchas partes del mundo, se conoce que fue dispersada en Europa por los años setenta del siglo XX (Anandkumar et al. 2020), actualmente este cangrejo de río de aguas continentales, se considera una especie de crustáceo cosmopolita a nivel global (Oficialdegui et al., 2019), entre sus características predominantes resaltan un desarrollo rápido,

madurez temprana y alta tasa de reproducción, siendo una especie omnívora oportunista que cumple un papel predatorio en muchos niveles de la cadena trófica, desplazando especies nativas y alterando la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Barkhuizen et al.,2021). Este decápodo se caracteriza por ser muy territorial, presenta un dimorfismo sexual, el macho porta quelas prominentes también llamadas garras a diferencia de la hembra; las cuales son de menor tamaño, estas tienen un cuidado maternal muy marcado, excavan galerías verticales en la zona bentónica, donde habitan para realizar la muda y esconderse de posibles depredadores, en caso de sequías mejora la calidad de la humedad del escondrijo, esta actividad ocasiona impactos erosivos en los sedimentos donde habitan, alterando significativamente la turbidez del agua y el ciclo de los nutrientes (Haubrock et al., 2021). *P. clarkii* es una especie que tolera una gran variedad de factores desfavorables como vivir en un microhábitat de baja concentración de oxígeno, cambios bruscos de salinidad y aguas impactadas con altas concentraciones de elementos traza, los cuales bioacumula en sus órganos como: hepatopáncreas, glándula antenal, branquias y tejidos muscular abdominal (Xia et al., 2021), en la mayoría de casos busca sus alimentos en las zonas de bajo caudal y en las orillas de los diversos cuerpos hídricos donde este habita, se alimenta de peces y sus huevecillos, platelmintos, gasterópodos, detritos de origen animal y vegetal; este a su vez al incorporarse en la dieta de sus depredadores sufren procesos de biomagnificación (acumulación de elementos químicos en los organismos vivos a medida que avanzan a través de una cadena alimenticia) (Quanz et al., 2021); debido a la transferencia de estos elementos traza en altas concentraciones en los órganos de los seres humanos se ha demostrado que tienen efectos carcinogénicos; el CrVI, Cd y As, a niveles altos de concentraciones de estos elementos traza en la zona bentónica en donde habita este crustáceo, desencadena efectos perjudiciales en su metabolismo y provoca la muerte de la especie (Mani et al., 2021). Estudios comentan que, debido a su flexibilidad adaptativa, ciclo biológico, y estado de latencia, etc. pueden sobrevivir a las condiciones adversas, como bajas temperaturas, (Ilie et al., 2017). De esta manera se plantea el siguiente problema general de investigación: ¿Cuál es la bioacumulación de elementos traza y la caracterización del microhábitat en *P. clarkii* de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa?; de la misma manera se

plantean los siguientes problemas específicos: 1) ¿Cuál es la bioacumulación de elementos traza en *P. clarkii*, de la zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa?; 2) ¿Cuál es la concentración de elementos traza en agua y sedimento en el microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona Amortiguamiento de Pantanos de Villa?; 3) ¿Cuál es la caracterización del microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona Amortiguamiento de Pantanos de Villa?. En toda investigación debe haber una razón que justifique dicho estudio (Bernal, 2010). Por ello este estudio tiene justificación teórica porque se logrará conceptualizar las dos variables de estudio, igualmente se precisará conceptos teóricos de fuentes confiables ya existentes, donde se reafirmarán las definiciones de bioacumulación, elementos traza y microhábitat, con el fin de reconocer las teorías preexistentes. También tiene justificación práctica por que los resultados que se obtendrán servirán para el área de investigación, a la vez en el campo de la ingeniería ambiental los datos obtenidos contribuirán para estudios a futuro. Además, posee justificación social ya que es relevante a la sociedad pues el conocimiento de esta especie exótica invasora, naturalizada, permitirá la toma de decisiones para el control de su proliferación y el adecuado manejo de la calidad de los recursos hídricos e hidrobiológicos en el humedal y a su vez evitar efectos negativos en la salud debido al consumo de la especie *P. clarkii*. Según (Escudero, 2022), un objetivo pretende definir el nivel de complejidad para obtener logros; del mismo modo se ha formulado los siguientes objetivos, objetivo general: Describir la Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *P. clarkii* de La Zona de Amortiguamiento de Pantanos de villa, objetivos específicos: 1) Identificar la bioacumulación de elementos traza en *Procambarus clarkii*, de la zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa; 2) Identificar la concentración de elementos traza en agua y sedimento en el microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa; 3) Caracterizar el microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona Amortiguamiento de Pantanos de Villa. Es así que se plantea la **hipótesis de investigación**: 1) Existe bioacumulación de elementos traza en *P. clarkii*, de la zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa; 2) Existe concentración de elementos traza en agua y sedimento en el microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa. 3) Existe caracterización del microhábitat de *P. clarkii*, de la Zona Amortiguamiento de Pantanos de Villa.

II. MARCO TEÓRICO

Los trabajos previos con respecto a la variable bioacumulación de elementos traza fueron los siguientes:

Para An et al. (2022), en su investigación evaluación de la acumulación de oligoelementos en los sedimentos de lagos kársticos y *P. clarkii*, en la provincia de Guizhou, China, se obtuvo los siguientes resultados (Cd, Ni, Pb y Zn) en el musculo abdominal, hallaron un valor significativo que varía entre 0,01 - 0,08 mg/kg, 0,02 y 0,61 mg/kg, 0,14 y 1,07 mg/kg y 13,62 - 48,69 mg/kg, respectivamente, encontrándose por encima del valor permitido de consumo de oligoelementos relacionados a los alimentos que se compara a través de las entidades como Codex Alimentario Turco(TFC, 2002), con valores 0,50 mg/kg para el Pb, 30 mg/kg para el Zn y 0,05 mg/kg para el Cd; y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1983) (0,5 mg/kg , 30 mg/kg y 0,05 mg/kg), concluyeron que la calidad de los humedales del lago ha disminuido con las concentraciones elevadas de algunos elementos traza.

Abbas et al. (2019), elaboraron un estudio en el canal de riego de Zagazig, Egipto, donde su propósito fue identificar los efectos de Titanio en los órganos y tejidos del cangrejo rojo americano, su diseño fue experimental y analizado en 3 muestras de concentraciones de Titanio inducidas de 25 mg/L, 125 mg/L y 250 mg/L, dando como resultado de mayor concentración en sus órganos de la especie (branquias, hepatopáncreas y musculo abdominal) a 28 días de exposición en una concentración inducida de 250 mg/L un valor de 133.31 mg/L, 26 mg/L, 6.1 mg/L y 0.8 mg/L respectivamente en ese orden, en definitiva la concentración elevada de Ti genera efectos perjudiciales en el aparato digestivo de la especie acuáticas y ocasiona estrés oxidativo a nivel celular.

Así también Zhang et al. (2019), en su estudio de estrés oxidativo y cambios transcriptómicos inducidos por cadmio en el cangrejo de río de agua dulce (*P. clarkii*) en el mercado de Harvin (China), tuvo como objetivo evaluar el impacto del Cadmio en la especie en el proceso de bioacumulación, haciendo uso de la técnica por espectrometría de plasma inducido, sus resultados muestran los impactos toxicológicos del cadmio en el hepatopáncreas del crustáceo, acumulando de

acuerdo al tiempo y dosis medida, los marcadores biológicos y partículas moleculares demostraron variaciones representativas tras la exposición al cadmio, lo que significa que servirá como un indicador de diagnóstico oportuno en detectar sustancias químicas.

Alcorlo (2019), en su investigación realizaron un estudio donde su objetivo fue comprender la capacidad de *Procambarus clarkii* para tolerar la contaminación de elementos traza en el río Guadiamar (España). El método que desarrollaron fue cuantitativo de nivel aplicado y diseño experimental, la técnica que utilizaron fue la observación y de instrumentos los formatos de registro de datos. Los resultados mostraron que en todos los tratamientos que se realizó en estas especies, se halló mayor concentración de cobre y zinc en sus tejidos. En definitiva, este estudio en su tratamiento de nivel máximo originó efectos nocivos en los cangrejos jóvenes, sin embargo, en el tratamiento de nivel bajo no desarrolló efectos perjudiciales.

Mere K. y Ccapa M. (2021), en su estudio tuvo como objetivo evaluar la correlación del nivel de concentración de mercurio en el río de Arequipa (Ocoña) y la cantidad de este elemento químico en el cuerpo del camarón de río (*Cryphiops caementarius*). La metodología es descriptiva, cuantitativa, diseño no experimental y transversal. La técnica que se desarrolló fue analítica (espectrofotometría de absorción atómica) y de instrumento ficha de registro de datos. Los resultados mostraron una concentración de Hg entre los niveles de 0.0110 a 0.0199 mg/kg en el camarón, 0.0451 a 0.0474 mg/kg en los sedimentos y en el agua superficial 0.00038 a 0.00049 mg/L, concluyen que las concentraciones de elementos traza afectan el desarrollo de las especies y vida humana, así como el mercurio en alta concentración no permite el buen desarrollo y reproducción factible en la especie acuática.

Los trabajos previos enfocados a la variable caracterización de microhábitat, fueron los siguientes:

Goretti, et al. (2016), investigaron la bioacumulación de elementos traza en los cangrejos de río *Procambarus clarkii*, su población de estudio fueron los decápodos que habitan en las zonas industriales en un lago del centro de Italia, se analizaron por medio de la espectrometría de emisión óptica de plasma adjuntado

inductivamente (ICP-OES); en este estudio observaron una alta concentración de oligoelementos en sedimentos de la zona de la laguna de la siguiente manera: Cd (1.3), Cobre (34.0) Pb (33.9), Zn (101.7) mg/Kg. Concluyeron que los valores de Cobre y Cadmio fueron altos, esto afirma que la presencia de estos elementos químicos son uno de los primeros contaminantes del medio ambiente.

Rosado y Peralta (2022), Determinaron la polución ambiental por presencia de aluminio en sedimento en el río Carrizal proveniente de la planta potabilizadora EMAP, se tomaron 3 puntos de muestreo, sus resultados obtenidos fueron un valor entre 83335.2-10702.6 mg/kg, concluyeron que se encontró un impacto moderado y leve presencia de Al en sedimentos; la ingesta de este elemento puede ocasionar daños al ser humano, alteraciones en la memoria, sistema digestivo y sistema renal, también indica que las especies que bioacumulan dicho elemento presentan estrés oxidativo y estos a su vez son consumidos por otros animales como aves, que presentan huevos cuyos cascarones son más endebles y al nacer los polluelos presentan bajo peso, de la misma manera ocurre en la vegetación que lo bioacumula y son dieta de animales, causando daño en la salud de estos y a su vez ingresando a la cadena trófica, así mismo sus efectos en el sedimento genera una disminución en su productividad de cultivos por que debilita sus raíces, ya que no permite que la vegetación absorba el agua y sustancias nutritivas.

Salas, et al. (2020), en su estudio tuvo como objetivo determinar la concentración anormal de varios elementos traza en agua y sedimento del río Crucero del departamento de Puno, se muestreo en 5 puntos que fue analizado con el método de espectroscopía de emisión atómica de plasma enlazado por inducción; en su resultado reportó una ligera presencia de Cadmio y Zinc en el cuerpo hídrico en los punto de muestreo 1 (0.00429 y 1.059 mg/L) encontrándose por debajo del ECA y un nivel alto en los resultados de sedimento (10.271 y 1227 mg/L) por encima de la normativa reguladora respectivamente (ECA suelo, US EPA y la guía de sedimentos de Canadá), concluyeron que si hay presencia de estos elementos en el organismo del ser humano puede generar enfermedades metabólicas y alteración al nivel neurológico.

Sánchez-Sánchez (2020), realizó su investigación en una laguna al sur del Perú donde realizaron monitoreo de agua en 8 puntos en tres muestras para analizar la

concentración de fósforo debido a que la población de ese sector no cuenta con servicio de agua, con el tiempo ha ido utilizando los canales como servicio de lavandería, en sus resultados se halló que la concentración de P se encontraba entre los valores 0.005 - 1.106 mg/L, concluyen que realizar labores de lavandería y aseo personal, frecuentemente generan un nivel de concentración de fósforo en el agua, elevando la presencia de eutrofización eso va a generar proliferación desmedida de vida vegetal, alteración negativa en las especies hidrobiológicas que habitan en los canales.

Bolaños-Alfaro et al. (2017), realizaron su investigación en aguas dulces de Costa Rica, este estudio fue cuantificado donde fueron tomados 4 muestras para detectar la presencia de fosfato en el agua; sus resultados fueron una concentración de 29.99 mg/L cabe señalar que el agua se contamina por actividades y labores antrópicas; concluyeron que dichas aguas contaminadas siempre son vertidas o por arrastre en canales, arroyos o lagos todo ello genera una relación de consecuencia, el consumo de estos fosfatos en grandes cantidades puede ocasionar problemas en la salud (cáncer y enfermedades neurodegenerativas).

Sánchez-Araujo (2020), realizó su estudio de investigación en el río de Huancavelica para conocer la calidad del agua y presencia de fosfato, su recolección de muestras de agua fue establecido en seis puntos, su resultado en concentración de fosfato fue de 0.5mg/l a 0.6mg/l, concluyeron que dentro del parámetro químico la presencia de fosfato pasa el valor establecido de 0.1 mg/l que son los estándares de calidad de agua en el medio ambiente, lo cual da respuesta a que el agua de ese lugar es nocivo.

Ospina y Cardona (2021), realizaron un estudio de investigación para evaluar la contaminación por presencia de aluminio en el agua en la región de Colombia, su estudio fue de carácter exploratorio, donde su resultado mostró presencia de aluminio con un valor de 0.14 mg/l, concluyó que la concentración de aluminio en el recurso hídrico se da por el uso de tratamientos de sustancias químicas que son eliminados en las fuentes de los ríos lo cual genera una contaminación y esto no permite para las personas un estado de salubridad ya que puede originar daños perjudiciales en el futuro, como enfermedades al sistema nervioso y al nivel sanguíneo.

Quinteros-Carabalí et al. (2019), realizaron un estudio en la quebrada de Toglhuayco-Ecuador con el fin de evaluar la acumulación de elementos traza como: sodio y magnesio; tomando ocho muestras de agua, analizó en sus resultados presentando en el punto de muestreo 8 como dato significativo un valor moderado de sodio 4.391 meq/L y un valor leve en magnesio 0.418 meq/L, concluyeron que el aumento de estos elementos ocasionan un riesgo por su moderado concentración sódica, que genera alteración en la calidad de agua, lo cual no será viable para el uso de consumo humano, ni para la utilización para riego de vegetales y bebida de animales.

Walter (2020), recopiló información diversa en su trabajo denominado Origen de la Contaminación por Boro del Río Calchaquí – Argentina, indagó sobre las razones de la presencia de dicho contaminante en agua para riego de vegetación, que se encuentra según los resultados entre (1 mg/L – 3.62 mg/L), concluyen que la presencia de este elemento en concentraciones excedentes disminuye la calidad del recurso hídrico, no pudiéndose hacer uso para riego de vegetación y consumo de las especies terrestres, según diversas hipótesis proporcionadas por el Inventario de Recursos Naturales (IRN 2014) y Velázquez et al., 2011, entre otros.

Morales et al. (2017), realizaron su investigación con el objetivo de determinar el nivel de Boro en las cuencas hídricas de Tacna; en su resultado de calidad de agua identificaron una concentración de dicho elemento un valor de 4.148 mg/L y 8.681 mg/L excediendo el valor permisible recomendado por el ECA (2.4 mg/L) para consumo humano; en su estudio concluyeron que la concentración alta de Boro produce efectos insalubres, alterando el aparato reproductor masculino y la glándula mamaria, conllevando a una proliferación de células cancerígenas.

Camacho-Portocarrero et al. (2021), realizaron un estudio sobre las características de *Procambarus clarkii* hicieron una recolección de registros de dato para identificar la zona y lugar donde viven estas especies, este cangrejo rojo es considerado una especie invasora, en su resultado obtuvieron que habita mejor en clima cálido, corriente de agua lenta y alta oxigenación, ya que ello le produce efectos positivos en su crecimiento y desarrollo, sin embargo esta especie también puede adaptarse a distintas circunstancias ambientales aunque su estándar

territorial común se encuentra por debajo de los mil metros de altitud, por lo que resulta más escaso que sobreviva en las superficies de altitud elevada.

Boyd (2018), evaluó la calidad del agua en los estanques acuícolas, dio a conocer cuando hay mayor presencia de algas, la producción de oxígeno disuelto incrementa por el proceso de la fotosíntesis, y esto se da a través del tiempo, cuando es de día existe alta concentración de oxígeno y de noche es adversa, así mismo la temperatura hídrica cálida influye positivamente en el incremento de las especies hidrobiológicas, pero disminuye la capacidad del oxígeno disuelto.

Neita (2021), conoció las características del cangrejo invasor en las zonas andinas de Colombia, esta especie habita en cuerpos dulceacuícolas, de corriente lenta como arroyos, canales, lagos, lagunas y pantanos, la abundancia del decápodo genera alteración en la cadena alimentaria, destruyendo gradualmente su hábitat, así mismo disminuye su oxígeno disuelto en agua, lo que provoca modificaciones ambientales.

Egly et al., (2019) realizaron el estudio, pronóstico de la distribución viable del crustáceo de río *Procambarus clarkii* en los lagos de Norteamérica, su objetivo fue identificar la invasión a los lagos Laurentinos por las especies nuevas de crustáceos, su metodología que utilizaron era descriptiva observacional, no experimental, su técnica fue revisión de literaturas, concluyen teóricamente que las especies habitan en los ambientes de zonas costeras, con un hábitat cálido, de aguas dulces lentas para que pueda reproducirse de manera óptima.

Pedroza (2017), en su estudio analizó los elementos primordiales entre los estados fisicoquímicos y la presencia de *P. clarkii*, se empleó un método estadístico descriptivo para analizar los parámetros principales, cabe destacar que se encontró en su microhábitat mayor cantidad de esta especie en las zonas de proliferación del buchón (Jacinto de agua), así mismo, se obtuvieron datos ambientales que se vincularon con alta incidencia con la especie como humedad relativa (50.6 a 60.8%), conductividad (-5.36 a 12.9mV), presión atmosférica (36.2 a 44.4), oxígeno disuelto (2.2 a 5mg/L) y turbidez (7.44 a 23.2NTU); concluyendo que a el OD cercano a 5.2mg/L la especie se va a desarrollar y reproducir factiblemente.

Buffagni et al. (2019), en su investigación “El mosaico de microhábitats en los ríos muestra el éxito de las medidas de mitigación y controla el potencial ecológico de las comunidades bentónicas en ríos muy modificados”, dicho estudio fue de diseño no exploratorio, hallaron como responden las especies acuáticas a las distintas modificaciones en el cuerpo de agua, además examinaron las características de la variedad de especies, en sus resultados evidenciaron que los microhábitats diferían de los observados en otros lugares y donde reflejaron claramente la alteración morfológica; por último el hacer uso de medidas de prevención suele ser beneficioso para mejorar la calidad del hábitat y muy recuperativo para la diversidad de los seres acuáticos.

Alemán y Ordinola (2017), decidieron investigar a dos especies de crustáceos (*U. occidentalis* y *Cardisoma crassum*), en su incremento para su distribución en la zona sur de Tumbes, enfocando su objetivo en determinar los desconocidos límites de su estadía, en estos dos cangrejos brachyura en los manglares de Vice. La metodología es cuantitativa, no experimental, utilizando la técnica del área barrida georreferenciado y con instrumentos de fichas de registro de datos, finalmente se observó que sus guaridas están vinculadas a la flora como, Jelí blanco (*Laguncularia racemosa*), Jelí salado (*Avicenia germinans*) y vidrio (*Batis marítima*), como también plantas que son originarias de agua dulce como, *Pterocarpus officinalis*, *Euterpe sp.*, *Symphonia globulifera* y *Carapa megistocarp*, además se encontraron en una profundidad de 53 cm y 44 cm respectivamente.

Nishijima et al. (2017) en su estudio determinó como la transformación del hábitat por parte de la especie *P. clarkii* influye en su rápido desarrollo en Japón. La metodología de investigación fue cuantitativa, de nivel aplicada y diseño experimental, la técnica que se utilizó fue lineal y de instrumento la ficha de registro de datos. Finalmente concluyó que, en estos ecosistemas artificiales, el crustáceo invasor aumentó su densidad poblacional, debido a la modificación de su hábitat, en presencia de hidrófitas naturales.

Por otra parte, las teorías relacionadas a las variables, se sustentan en base a las fuentes confiables, tal como se muestra a continuación:

Bioacumulación es aquel proceso donde las especies absorben y bioacumulan en

sus órganos concentraciones de sustancias químicas como metales, metaloides, etc. los cuales se pueden encontrar en el aire, suelo y agua (Abbas et al.,2023).

Se entiende por bioacumulación a todo proceso de acúmulo por elementos nocivos almacenadas en el organismo y tejidos de los seres vivos, asimismo se incrementa debido a la reproducción de las especies acuáticas (López et al.,2015).

Los crustáceos son seres que pertenecen al grupo de los artrópodos y que han prosperado biológicamente a lo largo de la historia de la tierra (García et al.,2012).

P. clarkii, es una especie que por sí misma bioacumula metales traza del agua y el sedimento donde habitan, los elementos pesados que estos decápodos bioacumulan en diversas estructuras de sus tejidos incluyendo a su exoesqueleto como se muestra en la Fig. 1, son importantes en los estudios tóxicos de la ecología a la ciencia investigadora. (Martín et al., 2005).

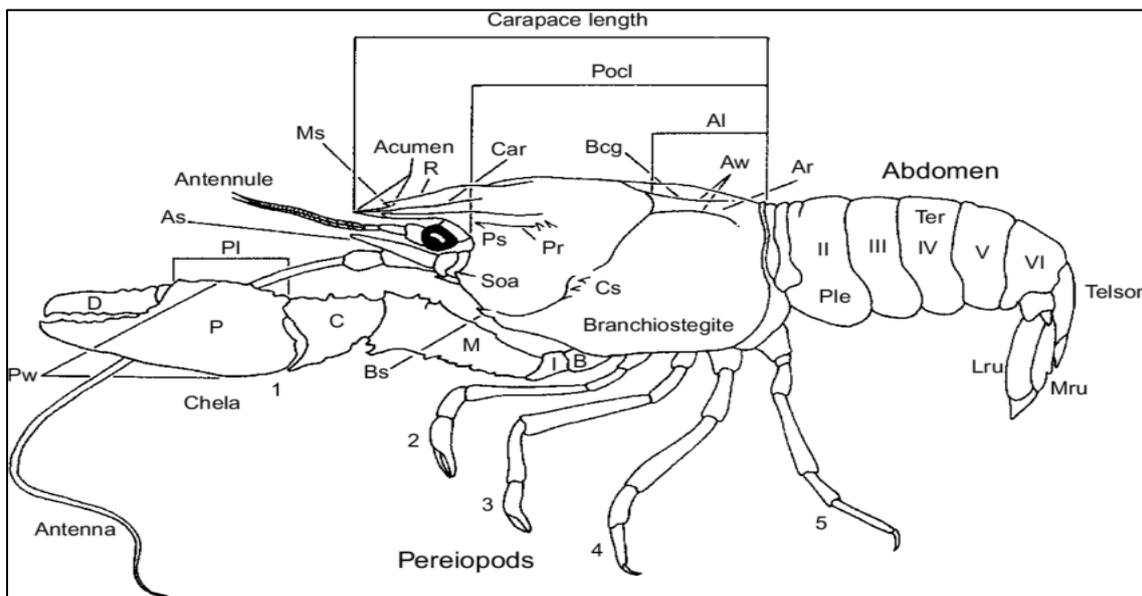


Figura 1. Vista dorsolateral del cangrejo de río. Al, longitud de la areola; Ar, areola; As, escama antenal; Aw, anchura de la areola; B, base; Bcg, surco branquiocardiaco; Bs, espina branquiestegal; C, carpo; Car, carina rostral; Cs, espina cervical; D, dactilo de la quela; I, isquion; Lu, ramus lateral del urópodo; M, merus; Mru, ramus mesial del urópodo; Ms, espina marginal; P, propodus-palma de la quela; Pl, longitud de la palma; Ple, pleurón; Pocl, longitud del caparazón postorbital; Pr, cresta postorbital; Ps, espina postorbital; Pw, anchura de la palma; R, rostrum; Soa, ángulo suborbital; Ter, tergum; pleópodos en la cara ventral del abdomen.

Fuente: elaborada del autor (Horton Hobbs, 2010).

Esta especie de cambárido puede hallarse entre la diversidad de hidrófitas. Se caracteriza por presentar una conducta agresiva, sumamente territorial y hostil con los individuos de su misma especie cuando se encuentra amenazado por alimentos o por vulneración de su territorio (Franco, 2014)

La especie *P. clarkii* conocido con el nombre común cangrejo rojo americano habita en aguas continentales, donde se adapta, crece rápido y forma parte de la dieta del ser humano, (Souty- Grosset et al., 2016), además este astácido es considerado en varias regiones como un potencial de riesgo y una especie indicadora de la baja calidad ambiental de determinado cuerpo hídrico. (Weiperth et al., 2017).

La presencia de altas concentraciones de los elementos traza en los tejidos de *P. clarkii*, se debe al grado ingesta (Mancinelli et al., 2018), esto se debe a los niveles altos de elementos encontrados en los sedimentos para el cangrejo rojo (Peng et al., 2021), entonces la bioacumulación es el ingreso directo de todos estos elementos en el organismo de *P. clarkii* (Xiong et al., 2020).

Los elementos traza, son un conjunto de elementos químicos de suma importancia, pues son fundamentales para los seres vivos en pequeñas cantidades, su presencia se torna peligrosa cuando las hallamos en el medio ambiente en altas concentraciones, provocando efectos perjudiciales en la biota y el hombre (Lozada, 2007).

La cantidad de elementos traza en los lagos y ríos se ha ido incrementando de manera significativa en los últimos tiempos debido a las actividades agroindustriales por la mano del hombre. La alta concentración de estos elementos tiene efectos perjudiciales en las especies en el lugar donde habitan (An et al., 2022). De manera natural estos elementos se hallan en el medio ambiente con una característica mayor a la densidad del agua, así mismo resaltar lo complicado de eliminar estos elementos en su estado natural en los diferentes ecosistemas (Tchounwou et al., 2012). Además, los elementos se clasifican en metales tóxicos y semimetales, tales como: (Mn, Zn, Fe, As, Mo, Be y Ni), son elementos primordiales para el incremento de las actividades bioquímicas en los seres vivos, por otro lado, existen otros elementos que representan una alta peligrosidad, por ejemplo: (Cd, Hg, Sn, Pb, Cr), que son de importantes por nivel de toxicidad (Kim et al., 2015).

Hábitat, se define como el lugar natural donde vive un organismo. Un hábitat proporciona a un organismo lo que necesita para sobrevivir, o mantenerse con vida, (Core Knowledge, 2019). Por otro lado, una definición funcional del concepto de hábitat basado en los recursos ecológicos incorpora tres parámetros interconectados: composición, configuración y disponibilidad de los recursos. La intersección de esos parámetros representa el hábitat funcional de un determinada población o especie. La composición de los recursos se refiere a la concurrencia de los recursos requeridos por cada individuo para completar su ciclo de vida. Configuración de recursos se refiere tanto a la forma en que los recursos individuales se distribuyen espacialmente dentro del hábitat y la forma en que se organizan todos los recursos en el espacio del hábitat (Turlure et al., 2019).

Dentro del conjunto de hábitats se encuentra un subconjunto denominado Microhábitat, este se define como hábitats locales, que son construidos por la actividad de las especies del ecosistema y son habitables para otras especies adicionales, (Thakur et al., 2020). Por otro lado, se puede decir que, dentro de un hábitat, hay microhábitats, o pequeños “parches” que proporcionan todos los recursos que las especies necesitan para sobrevivir y reproducirse. Dado que los microhábitats a menudo varían en calidad incluso a través de un solo paisaje, los animales a menudo eligen uno sobre otro no al azar (Burdette, et al., 2021).

Además, ciertos autores estudiaron acerca de los microhábitats acuáticos, por ejemplo, la hojarasca como sustrato para macroinvertebrados acuáticos ha sido uno de los microhábitats más estudiados, siendo mayor incluso que los guijarros (Dávila et al., 2019).

En el microhábitat del *Procambarus clarkii* se identificaron cuatro tipos diferentes de microhábitats, basados en la cobertura de dicho hábitat, estos fueron: plantas, grava, arena, y limo/arcilla, Por otra parte, una de las principales características del *Procambarus clarkii* para aparecer en diferentes hábitats o microhábitats es su capacidad de dispersión en sistemas acuáticos por medios propios, ya sea por deriva de larvas y/o juveniles, y además por acciones humanas, mediante introducciones deliberadas con fines de pesca, canalizaciones, transportes accidentales, entre otros (Choi et al., 2021).

Los ecosistemas se han ido contaminado por la presencia de diferentes elementos químicos, debido a la eliminación de los residuos que ocasiona las pequeñas y grandes industrias, generando alteraciones en la salud de los seres vivos. Por otro lado, hay elementos como el arsénico, cadmio y plomo, que contienen alta concentración toxica, lo cual ocasiona efectos negativos a nivel celular de la especie acuática, retrasando su crecimiento e incluso causarles la muerte. (Anandkumar, 2020).

Los sedimentos, son depósitos de suma importancia e interés para la ciencia dado que contienen data histórica, por tanto, nos muestra la presencia de todos los contaminantes que se han podido depositar dentro de ellos en su trayecto. (Mariani y Pompeo, 2008).

El agua, es una sustancia de suma importancia para la consolidación de la vida; es una de las sustancias más abundantes del planeta y que la podemos hallar en tres estados físicos (FAO, 2011).

Conductividad eléctrica, se correlaciona directamente con la presencia de elementos metálicos en el agua y casi todas las sales que son solubles en agua (Solano, 2005). Además, es un valor cuantitativo que indica capacidad de determinada solución para facilitar el flujo de la carga eléctrica. Todo ello estará sujeto al grado de concentración de iones, su estado de oxidación, temperatura. pH, es la medida muy frecuente cuando se analiza agua, determina la basicidad o alcalinidad de la misma, también la presencia de CO₂ y reacciones oxido reductivas (Cortés y Montalvo, 2010).

Temperatura, variable de suma importancia puesto que de ella depende la existencia de casi la totalidad de las especies en el planeta. También por tener consecuencias directas o indirectas en gran parte de las reacciones bioquímicas y reacciones químicas en los diversos medios acuáticos (Campos, 2005).

Oxígeno disuelto es la concentración de oxígeno en libertad, que no se ha combinado con el hidrógeno u otro sólido existente en el agua (Creus, 2011).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente documento de investigación es de tipo básica, porque tiene por finalidad incrementar la información y el conocimiento de determinado tema de estudio, no intenta buscar solucionar de manera directa el determinado problema o dificultad, este tipo de estudio enriquece las bases teóricas para otras investigaciones (Arias J. y Covinos M., 2021).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de este estudio de investigación es descriptivo, no experimental, porque estas variables en la investigación no son modificadas o alteradas deliberadamente. Posee enfoque cuantitativo, pues se sujeta en la recolección de la data numérica, análisis y responde las diversas preguntas del estudio; así mismo se indica que, es de diseño transversal o transeccional, ya que los datos que se tomaron serán en un tiempo establecido (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Bioacumulación de elementos traza en *Procambarus clarkii*

Definición conceptual: Los elementos traza son elementos químicos que pueden ser halladas en concentraciones bajas de 1mg/kg en el medio ambiente. Son de gran valor en el metabolismo de los seres vivos, altas concentraciones por ingesta, inhalación y contacto, logran bioacumularse en sus tejidos y ello podría resultar altamente tóxico y perjudicial, ejemplo: cobre, zinc, plomo, arsénico y cadmio. (Diaz et al., 2016)

Definición Operacional: Se realizó la colecta biológica con nasas, se tomaron datos morfológicos (longitud, peso y sexo), luego se diseccionaron a los individuos, serán llevados a un laboratorio para el análisis de tejido animal y determinar la concentración de elementos traza.

Dimensiones: Metales pesados en tejido animal y datos morfológicos en la especie *P. clarkii*.

Indicadores: Concentración de elementos traza por elemento químico (P, K, Na, Mg, B, Ti, Al, Pb, Cu y Zn) en mg/Kg y datos morfológicos de la especie *P. clarkii* (longitud, peso y sexo).

3.2.1.2 Caracterización del microhábitat del *Procambarus clarkii*

Definición conceptual: El microhábitat de *Procambarus clarkii* se constituye por factores bióticos y abióticos, estos son: vegetación circundante, el tipo de sustrato; grava, arena y limo/arcilla. (Choi et al., 2021)

Definición operacional: el muestreo fue realizado en agua y sedimento de los canales de la Zona de Amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (ZARVSPV) para el análisis correspondiente de la concentración de elementos traza en el laboratorio y se utilizó el multiparámetro para obtener los datos fisicoquímicos del agua.

Dimensiones: Elementos traza (sedimentos y agua), parámetros fisicoquímicos.

Indicadores: Concentración de elementos traza para agua y sedimento por especiación química (P, K, Na, Mg, B, Ti, Al, Pb, Cu y Zn) en mg/L y mg/kg y para las medidas fisicoquímicas: pH, temperatura, conducción eléctrica, oxígeno diluido, salinidad, turbidez y sólidos disueltos totales.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

La cantidad poblacional fue conformada por los decápodos (*P. clarkii*), y su microhábitat que se encuentran ubicados en los canales de la ZARVSPV.

Criterios de inclusión: Todas las áreas circundantes a los canales de la ZARVSPV.

Criterios de exclusión: Todas las áreas no circundantes a los canales de la ZARVSPV.

3.3.2 Muestra

La muestra es el subgrupo extraído del universo de característica representativa (Arias J. y Covinos M., 2021).

Fue constituida por tres muestras: agua, sedimentos y 171 ejemplares de la especie *P. clarkii*.

3.3.3 Muestreo

Se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que todos los individuos que conforman la población no tuvieron la misma oportunidad para conformar la muestra.

3.3.4 Unidad de Análisis

Hernández et al (2018) “sostienen que la unidad de análisis tiene un referente abstracto, nos están diciendo que el referente de la misma no es un caso particular sino todo un conjunto (potencialmente infinito) de entidades” (p.35). De tal manera que la unidad de análisis de la investigación es la población de *P. clarkii* presente en los alrededores de los pantanos de Villa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica que se utilizó en el trabajo de investigación, fue la observación, que permitió tener un criterio técnico apropiado para una adecuada colecta de datos.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

La instrumentación que se utilizó para el estudio y para el acopio de datos fue, por medio de fichas de registros y listas de cotejo además de las cadenas de custodia del laboratorio que asegure una buena colecta de datos.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Diagrama de flujo de procedimientos

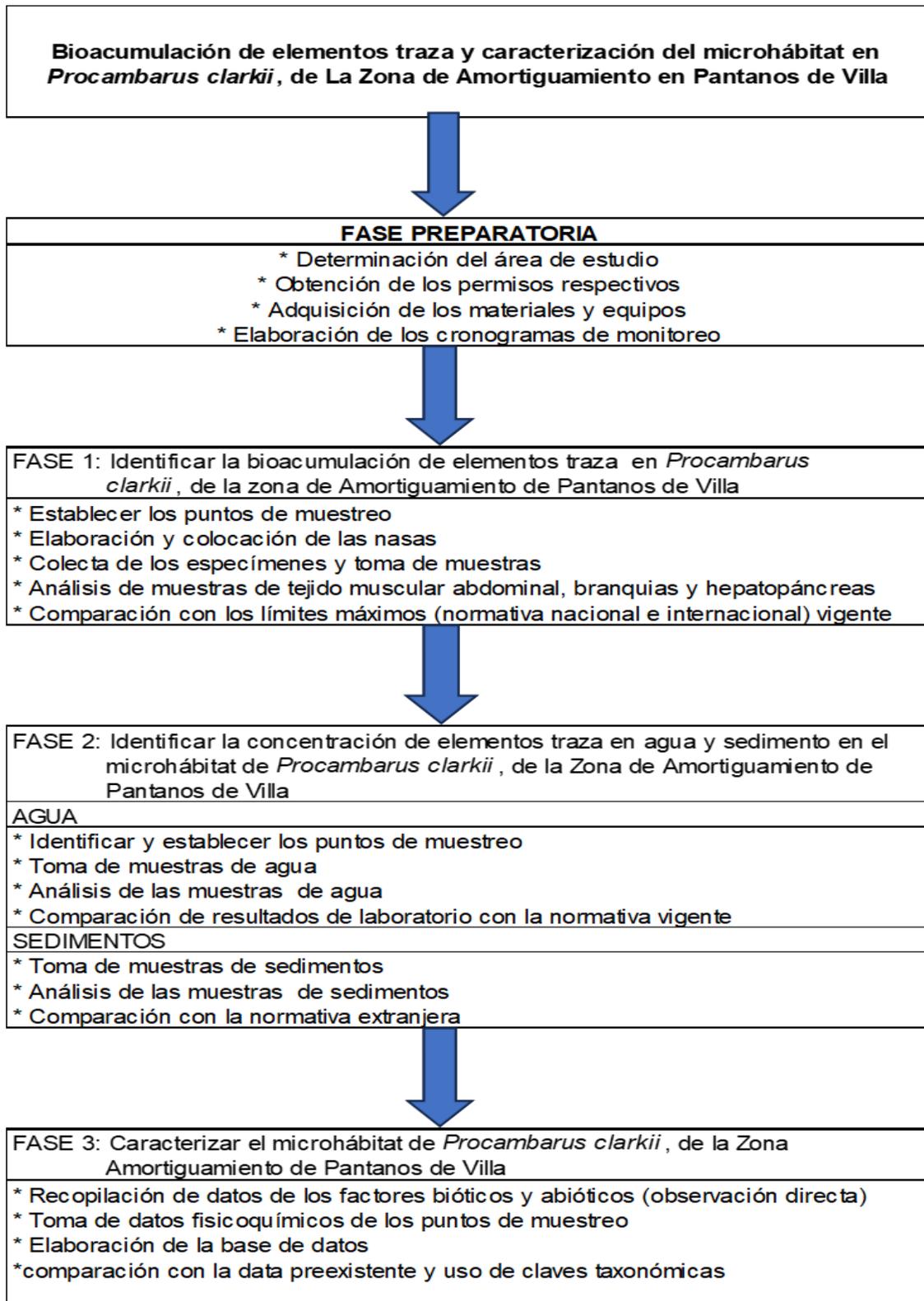


Figura 2. Esquema de procesos realizados de autoría propia que expresa las fases de desarrollo.

Fuente: elaboración propia

3.5.2 Fase preparatoria

Determinación del área de estudio

El estudio fue realizado en los canales de la Zona de Amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, en el distrito de Chorrillos, departamento de Lima en Perú (Figura 2). Este ecosistema es catalogado de suma relevancia internacional por ser un humedal RAMSAR (Enrique-Ayala, 2021); los canales se encuentran en las afueras de Villa Baja, que forma parte de los relictos de este humedal costero, en el cual se encuentran los manantiales y los canales cuyos aportes hídricos que sostienen la vida en dicho ecosistema.

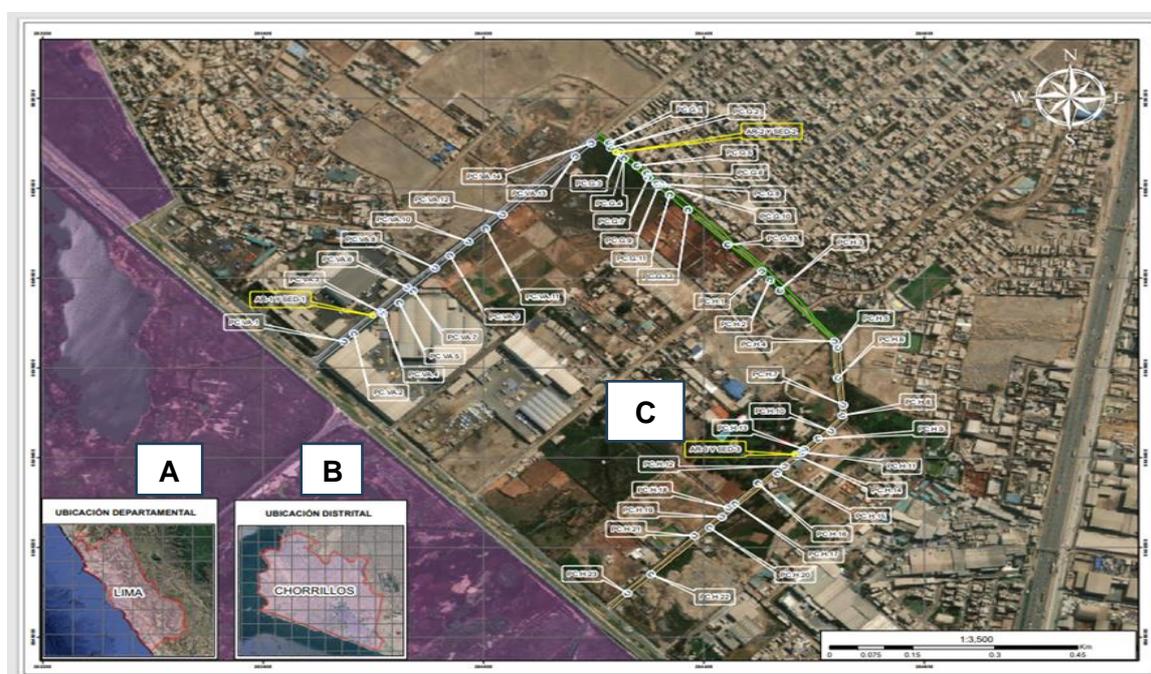


Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio. (A) Departamento de Lima - Perú; (B) distrito Chorrillos; (c) Zona de Amortiguamiento Villa Baja, los puntos de monitoreo en los canales y sus respectivos códigos en UTM en la Tabla 1. Los canales (Ganaderos, Vista alegre y horticultores) se encuentra en una elevación promedio de 22 msnm y se ubica a 1.8 Km de distancia, respecto al océano pacífico. El área posee un clima típico de la costa central del Perú, tiene cielos grises, humedad relativa que varía entre el 85 y 99%, con una temperatura anual media de 18.6°.

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de monitoreo en los canales, colocación de las nasas, de la Zona de Amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, sector Villa Baja.

Canal	Nasa	Coordenadas UTM 18L		Elevación (msnm)
		ESTE	NORTE	
Vista Alegre	PC.VA.1	283748	8649658	18
	PC.VA.2	283765	8649676	19
	PC.VA.3	283815	8649724	21
	PC.VA.4	283818	8649720	21
	PC.VA.5	283847	8649745	21
	PC.VA.6	283862	8649779	21
	PC.VA.7	283872	8649772	21
	PC.VA.8	283912	8649822	22
	PC.VA.9	283939	8649850	23
	PC.VA.10	283973	8649881	23
	PC.VA.11	284004	8649910	22
	PC.VA.12	284035	8649941	22
	PC.VA.13	284167	8650071	22
	PC.VA.14	284196	8650100	22
Ganaderos	PC.G.1	284228	8650101	23
	PC.G.2	284231	8650090	22
	PC.G.3	284248	8650082	21
	PC.G.4	284255	8650066	21
	PC.G.5	284278	8650050	22
	PC.G.6	284296	8650033	21
	PC.G.7	284299	8650023	21
	PC.G.8	284314	8650010	21
	PC.G.9	284317	8650004	21
	PC.G.10	284324	8650008	22
	PC.G.11	284338	8649985	21
	PC.G.12	284371	8649952	22
	PC.G.13	284443	8649874	23
Horticultores	PC.H.1	284505	8649815	23
	PC.H.2	284520	8649795	22
	PC.H.3	284538	8649772	22

PC.H.4	284637	8649659	23
PC.H.5	284643	8649644	22
PC.H.6	284643	8649577	23
PC.H.7	284653	8649517	23
PC.H.8	284651	8649494	23
PC.H.9	284607	8649442	22
PC.H.10	284631	8649459	21
PC.H.11	284578	8649412	19
PC.H.12	284547	8649381	20
PC.H.13	284583	8649418	25
PC.H.14	284569	8649404	25
PC.H.15	284533	8649365	26
PC.H.16	284498	8649343	18
PC.H.17	284456	8649297	23
PC.H.18	284445	8649288	19
PC.H.19	284433	8649268	19
PC.H.20	284410	8649244	21
PC.H.21	284383	8649226	19
PC.H.22	284304	8649140	18
PC.H.23	284261	8649098	20

Fuente: elaboración propia

Obtención de los permisos respectivos

Se obtuvo el permiso correspondiente de la Oficina de Investigación Científica de la Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa (PROHVILLA), para poder realizar el estudio en la Zona de Amortiguamiento de Villa Baja, Ordenanza sobre la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (ZREPV) ORDENANZA N° 2264. Enmarcado en el D.S N°010-2015-MINAM, que promueve el desarrollo de la investigación al interior de áreas naturales protegidas (23/09/2015).

Materiales y equipos

- Medios de transporte, camioneta de apoyo del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNANP)
- Materiales (frascos plásticos, baldes de plástico, bolsas ziploc de cierre hermético, bolsas para desechos, huincha de medir de 10 m, reglas metálicas, bandejas de plástico, botellas PET de 7 litros, pistola de calor, cintillos de plástico, tijeras, tablero de plástico oficio, lapiceros y libreta de campo).
- Equipos (GPS Etrex 30x, multiparámetro Hach HQ40d, turbidímetro cámara de fotos).
- Soluciones y reactivos (agua destilada, soluciones patrón y preservantes).
- Formatos (cadena de custodia, registro de datos de campo y etiquetas).
- Indumentaria de protección (botas de jebe cortas, guardapolvo, guantes descartables, mascarillas descartables y cofias).

Elaboración de los cronogramas de monitoreo

- Etapa compra de carnada y materiales para pesca
- Etapa de alquiler de equipos
- Etapa de trabajo en campo

3.5.3 FASE 1: Identificar la bioacumulación de elementos traza en *Procambarus clarkii*, de la zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa.

3.5.3.1 Establecimiento de los puntos de muestreo.

Se realizó el reconocimiento del área de estudio, a través de salidas de campo, se utilizó un equipo para georreferenciar (GPS etrex 30x), con coordenadas UTM (GWS84), se usó una cámara fotográfica, libreta de notas, ficha de campo para recabar información del área de trabajo y el software ArcGIS, para la elaboración de mapas y establecer las coordenadas para el monitoreo de agua, sedimento y la colocación de las nasas; estas son artes de pesca diseñadas para la captura de crustáceos como la especie *P. clarkii*.

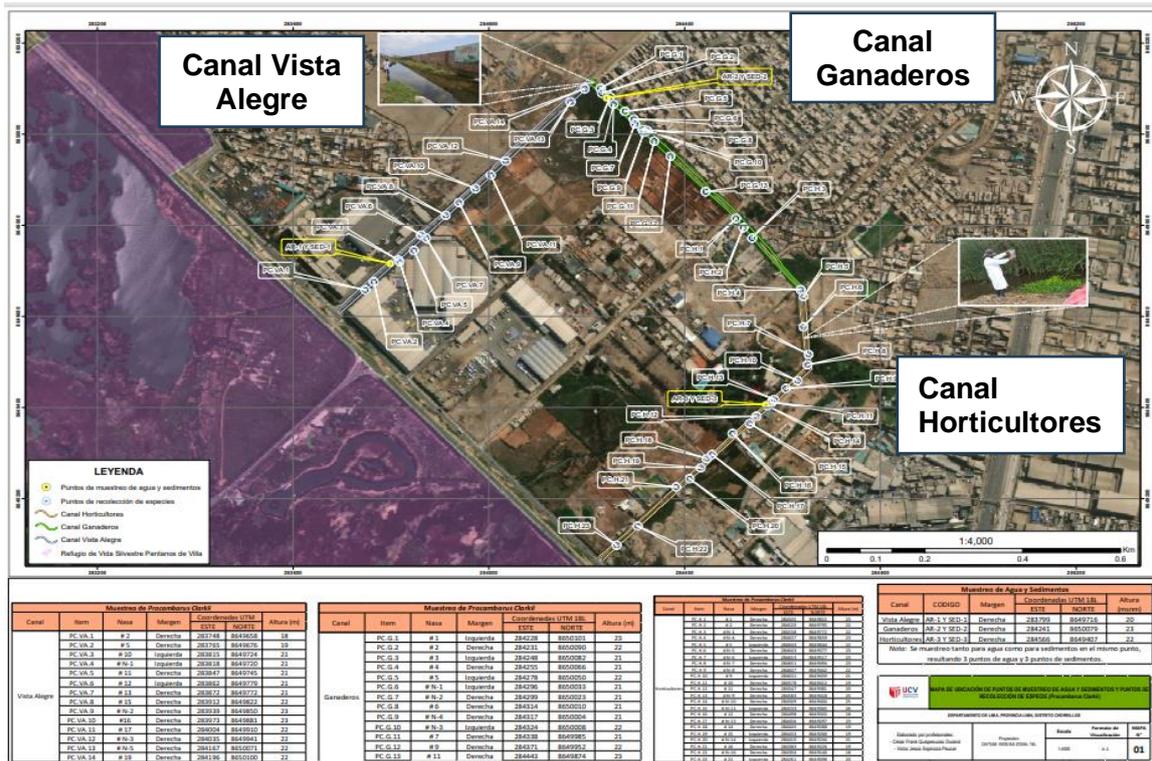


Figura 4. Puntos de muestreo colocación de nasas. Toma de muestras de sedimento, agua y parámetros fisicoquímicos en los canales Vista Alegre, Ganaderos y Horticultores de la zona de Villa Baja.

Fuente: elaboración propia

3.5.3.2 Elaboración y colocación de las nasas.

Para la elaboración de las nasas, se utilizaron botellas de plástico de 7L, a las que se les hizo orificios de 5 mm de diámetro en toda la superficie de la botella, para que esta al colocarse se profundice en los canales, se procedió a cortar 10 cm por debajo del pico de la boca de la botella, para invertirlo hacia la parte interior y con unos cintillos asegurar la parte superior invertida con el cuerpo de la botella, con la finalidad de que las especies que ingresan a la trampa no puedan salir. La carnada que se utilizó estuvo conformada por trozos de pescados de especies como: Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), Jurel (*trachurus picturatus murphyi*) y Lisa (*Mugil cephalus*), también se utilizó canto rodado como lastre para profundizar las nasas.

Se colocaron 63 nasas en los tres canales de estudio (Vista alegre, Ganaderos y Horticultores), teniendo en cuenta una distancia entre ellas de 50 metros o tomando

referencia detallada de los lugares estratégicos como: presencia de los decápodos a simple vista, madrigueras en torno de los canales, restos de sus exoesqueletos y la accesibilidad del lugar de muestreo; se consideró trasladar la coordenada del punto de la nasa la cual no obtuvo captura alguna del espécimen de estudio o ubicar una nueva coordenada para una nueva nasa.



Figura 5. Proceso de recolección, tratamiento y confección de insumos de la investigación. (A) Cortado, perforado y sellado de la nasa; (B) Nasa terminada; (C) Recolección de piedras canto rodado para dar peso a la nasa; (D) Fileteo de pescado “carnada”; (E) Nasa equipada con canto rodado y carnada; (F) Colocación de la Nasa en la orilla del canal

Fuente: elaboración propia

3.5.3.3 Colecta de los especímenes y toma de muestras (hepatopáncreas, branquias y musculo abdominal)

La colecta de la especie *P. clarkii* se realizó durante tres días (24, 25 y 26) del mes de mayo en los puntos georreferenciados, en los canales: Vista alegre, Ganaderos y Horticultores, se colectaron 50 nasas totales donde hubo un individuo como mínimo en cada punto de muestreo, se colectaron un total de 171 especímenes *P.*

clarkii, entre machos y hembras, obteniendo un peso total de 1,496.88 g. Los crustáceos capturados fueron depositados en un cooler con gel pack y hielo para su conservación a 4°C y su posterior traslado al laboratorio de biotecnología de la Universidad César Vallejo (UCV) para mantener la cadena en frío.

Posteriormente se procedió a descongelar las muestras sobre bandejas de plástico con 18 horas de anticipación para poder manipularlas en el laboratorio al día siguiente. En las instalaciones del laboratorio de biotecnología de la UCV, se procedió a tomar las medidas: longitud y peso, también se realizó el sexado de las especies capturadas; las cuales fueron diseccionadas para extraer exclusivamente los órganos (hepatopáncreas, branquias y músculo abdominal), los cuales fueron pesados individualmente y alcanzaron un peso total de 167.4g, posteriormente las muestras fueron llevadas para el análisis respectivo en el laboratorio SAG para determinar la concentración de los metales totales en los órganos seleccionados de *P. clarkii*, como se pueden observar en las siguientes figuras.

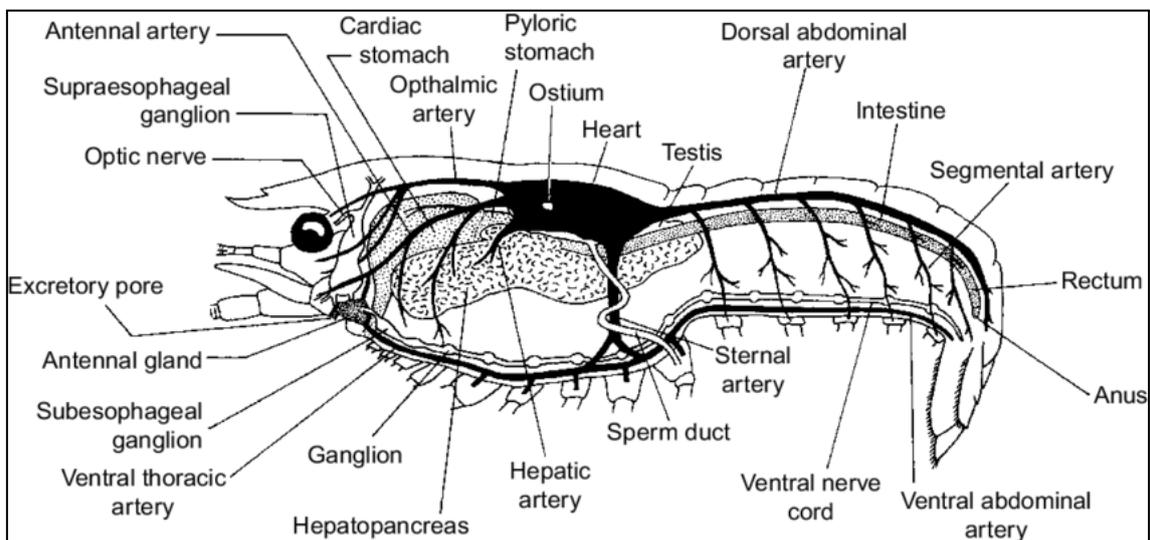


Figura 6. Partes de *Procambarus clarkii*

Fuente elaborada por el autor (Horton Hobbs, 2010)

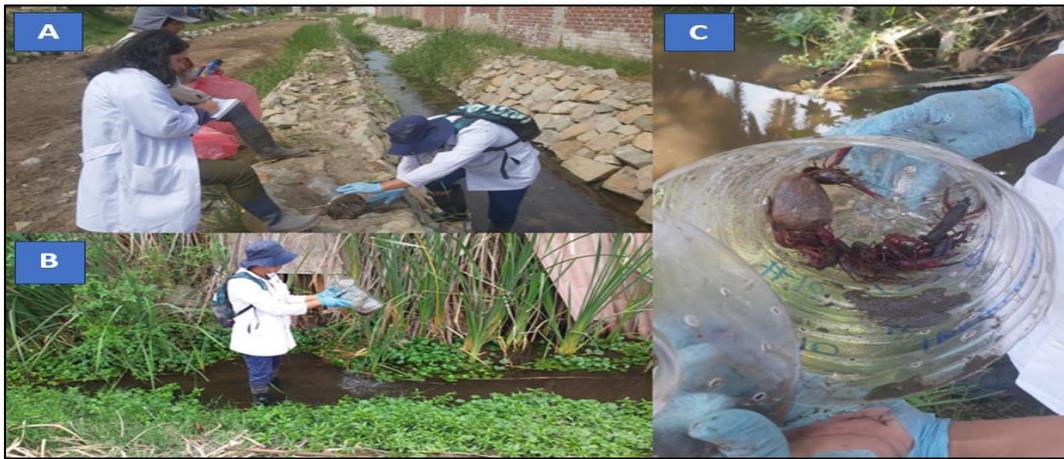


Figura 7. Recolección de muestras para la investigación. (A) Retiro de nasa del canal Ganaderos; (B) Conteo de especies capturadas; (C) Extracción de los *P. clarkii* capturados.

Fuente: elaboración propia

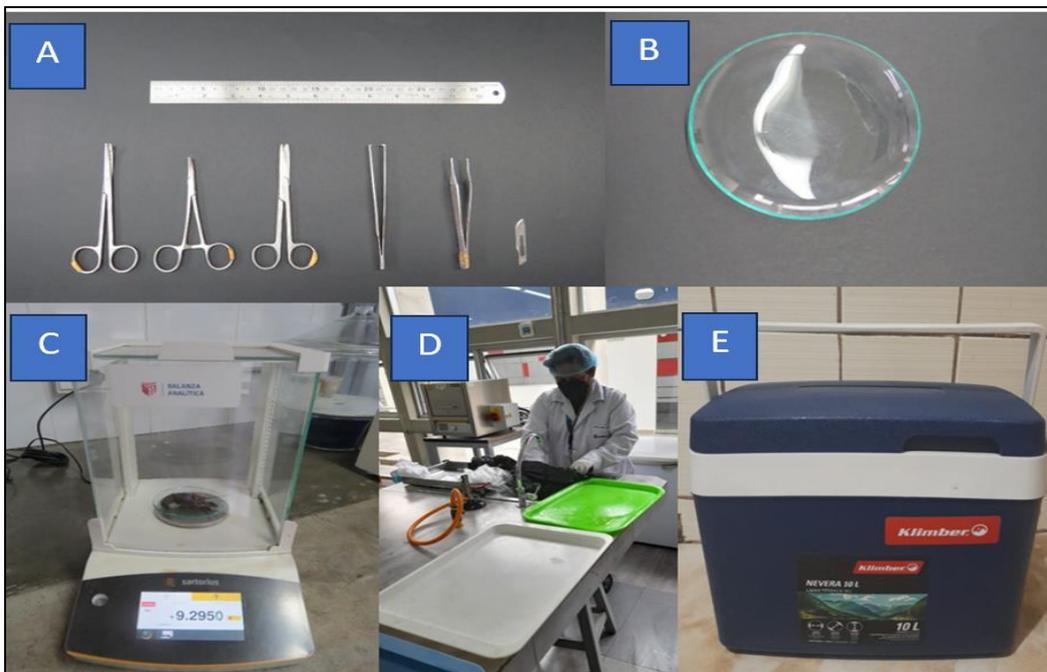


Figura 8. Instrumentos utilizados en proceso de muestreo y tratamiento de la muestra. (A) Kit de disección; (B) Luna de Reloj; (C) Balanza analítica; (D) Bandejas de plástico; (E) Cooler

Fuente: elaboración propia



Figura 9. Muestras de *P. clarkii* para su dimensionado. (A) Medición de la longitud total en centímetros; (B) Especímen colocado en la luna de reloj para su pesado en gramos; (C) Pesaje del crustáceo; (D) Especímenes hembra y macho (vista dorsal), (E) Vista ventral de ambos especímenes; (F) Vista de perfil de ambos *P. clarkii*.

Fuente: elaboración propia

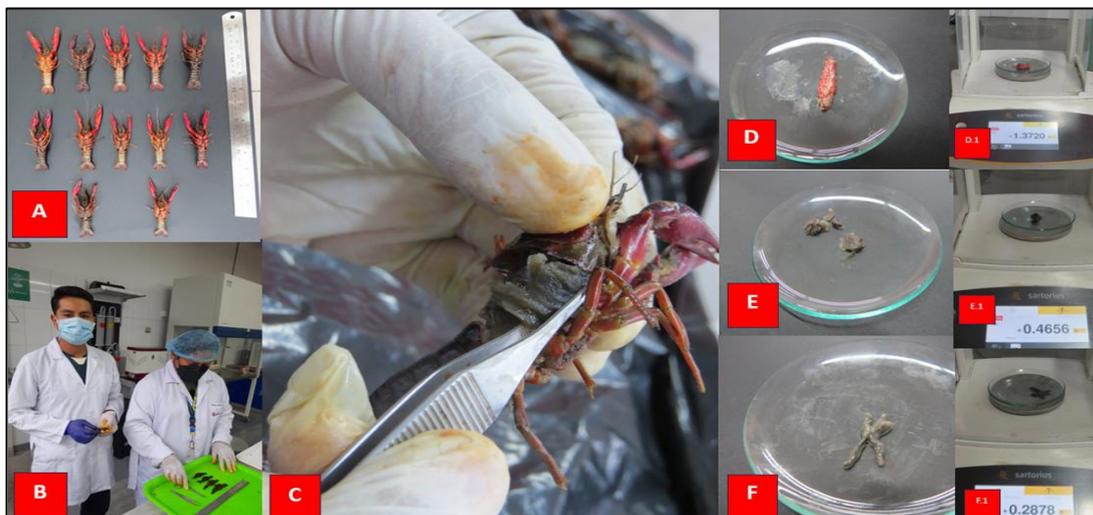


Figura 10. Muestras de *P. clarkii* para su disección y obtención de los órganos para su estudio en el laboratorio. (A) Selección de los individuos; (B) Disposición del equipo de disección; (C) Disección del crustáceo y extracción de sus órganos; (D) Muestra de Tejido muscular, (D1) Pesaje de tejido muscular; (E) Muestra de branquias, (E1) Pesaje de branquias; (F) Muestra de hepatopáncreas, (F1) Pesaje de la hepatopáncreas.

Fuente: elaboración propia

3.5.3.4 Análisis de muestras de tejido muscular abdominal, branquias y hepatopáncreas.

Las muestras de tejido animal del crustáceo fueron sometidas para su análisis de acuerdo a métodos acreditados y técnicas indicadas para la determinación de metales totales, en los tejidos de dichos organismos, por la empresa – SAG (<https://www.sagperu.com/>).

Tabla 2. Análisis de muestras de tejido animal de *P.c.*

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio
Metales totales	EPA Method 200.3, Rev. 1, April, 1991. Metals, Total Recoverable in Biological Tissues/EPA method 200.7, Rev. 4.4. EMMC version 1994	Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS)	Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

Fuente: elaboración propia

3.5.3.5 Comparación con los límites máximos (normativa internación y nacional)

Se comparó los resultados de metales totales de las muestras obtenidas en laboratorio, con las normas de Recursos Hidrobiológicos – PRODUCE y la normativa de calidad de la Unión Europea (reglamento UE 2023-915 LM alimentos).

3.5.4 FASE 2 Identificar la concentración de elementos traza en agua y sedimento en el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa

3.5.4.1 Identificar y establecer los puntos de muestreo

Las coordenadas de georreferenciación en la zona de canales fueron:

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de monitoreo de agua y sedimentos en los canales, de la Zona de Amortiguamiento del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, sector Villa Baja.

Muestreo de Agua y Sedimentos				
Canal	Código	Coordenadas UTM 18L		Elevación (msnm)
		ESTE	NORTE	
Vista Alegre	AR-1 Y SED-1	283799	8649716	20
Ganaderos	AR-2 Y SED-2	284241	8650079	23
Horticultores	AR-3 Y SED-3	284566	8649407	22

Fuente: elaboración propia

3.5.4.2 Toma de muestras de agua

El procedimiento utilizado para el monitoreo de agua superficial fue el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado con RJ N° 010-2016-ANA.

Se tomaron muestras de agua del tipo simple o puntual de los puntos georreferenciados, que consiste en la toma de 250 ml, rotulado o etiquetado, para su preservación 5 gotas de ácido nítrico (HNO_3), que fueron depositadas para su conservación en frío en un cooler con gel pack y hielo, se llenó la cadena custodia de custodia y de forma conjunta se llevó al laboratorio SAG.



Figura 11. Muestreo de calidad agua en los canales. (A) Georreferenciación del punto de toma de muestra; (B) Toma de la muestra de agua; (C) Aplicación del preservante para la muestra de agua con ácido nítrico (5 gotas); (D) Rotulado de la muestra de agua.

Fuente: elaboración propia

3.5.4.3 Análisis de las muestras de agua

Las muestras de agua de los canales fueron analizadas bajo el siguiente método y técnica.

Tabla 4. Análisis de muestras de agua

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio
Metales totales	EPA Method 200.8, Revisión 5.4 (1994).	Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS)	Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

Fuente: elaboración propia

3.5.4.4 Comparación de resultados de laboratorio con la norma vigente

Se comparó los resultados obtenidos en el laboratorio de los metales totales en agua residual de las muestras obtenidas en los canales, con los valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 Riego de Vegetales y bebidas de animales (D1 y D2) y categoría 4 Conservación del medio acuático (E1).

3.5.4.5 Toma de muestras de sedimentos

Actualmente el Perú carece de un protocolo a nivel territorial para realizar el muestreo de sedimento, tampoco normativa de calidad para analizar dicho componente, es por ello se utilizó el "Manual técnico métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos" de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos, tomando una muestra representativa de 250 g, a una profundidad de 20 – 30 cm en los puntos de monitoreo georreferenciados de los canales de la Zona de Amortiguamiento.



Figura 12. Toma de muestra de sedimentos en los canales. Toma de muestra de sedimentos del canal vista alegre. (A) Toma de la muestra de sedimento; (B) Se realizó el cuarteo de la muestra de sedimentos; (C) Se procedió a colocar la muestra de sedimento en una bolsa ziploc para su aislamiento y transporte al laboratorio, (D) Rotulado de la muestra.

Fuente: elaboración propia

3.5.4.6 Análisis de las muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos colectadas en los canales fueron sometidas para su análisis en el laboratorio, utilizando metodología acreditada y técnica acorde al tipo de muestra.

Tabla 5. Análisis de las muestras de sedimentos

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio
Metales totales	EPA 3050-B (1996) Acid Digestion of Sediment, sludges, and Solis//SW-846 Method EPA 6010D, Rev. 5, 2018.	Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)	Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

Fuente: elaboración propia

3.5.4.7 Comparación con la normativa vigente

Los resultados del laboratorio del análisis de metales pesados en sedimentos colectados en los canales fueron comparados con la normativa de Canadá, el (ISQG-Interim Sediment Quality Guidelines), “Pautas provisionales de calidad de sedimentos”, que representan los niveles mínimos por el cual no se esperarían afectaciones biológicas perjudiciales. (PEL-Probable Effect Level) representa el grado de concentración que frecuentemente o siempre está relacionado con afectaciones biológicas perjudiciales.

FASE 3: Caracterizar el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de los Pantanos de Villa

Recopilación de datos acerca de factores bióticos y abióticos por (observación directa)

Factores bióticos

Constituidos por la fauna que forma parte del microhábitat de *P. clarkii* y cuya presencia se evidenció cuando se colectaron las nasas en los canales y se denominaron “fauna acompañante”, estas especies cayeron en las nasas junto a los decápodos estuvieron constituidos por una variedad de ictiofauna representativa: Guppy (*Poecilia reticulata*), Molly (*Poecilia velífera*), Cíclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*), Caracol trompeta (*Melanooides tuberculata*), especímenes de la familia formicidae y planorbidae, también se observó una diversidad de vegetación circundante propia de la zona de los canales entre ellas podemos mencionar: Grama salada (*Distichlis spicata*), Paragüita (*Hydrocotyle bonariensis*), Grama dulce (*Paspalum vaginatum*), Cola de Zorro (*Myriophyllum aquaticum*) y Totorá (*Typha domingensis*).

Factores abióticos

Entre los factores abióticos de importancia para nuestro estudio destacan: temperatura, pH, Color, elevación, oxígeno disuelto, el sustrato y se consideraron residuos sólidos en inmediaciones.

Toma de datos fisicoquímicos de los puntos de muestreo

Los parámetros fisicoquímicos considerados para el estudio del microhábitat de *P. clarkii* en la zona de los canales Vista Alegre, Ganaderos y Horticultores son: pH, Temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, TDS y color. Todos estos parámetros fueron medidos por cada nasa que contenía al menos un individuo en su interior. Para obtener la data utilizamos un multiparámetro Hach HQ40d, para medir el color se utilizó el turbidímetro.



Figura 13. Monitoreo en campo de los parámetros fisicoquímicos y microhábitat. Monitoreo en campo de los parámetros fisicoquímicos y microhábitat. (A) Medición de la profundidad de los canales; (B) Medición del pH; (C) Medición OD; (D) Determinando el color de las muestras de agua de canales; (E) Ausencia de residuos sólidos; (F) Avifauna depredadora de *P. clarkii*; (G) Canal Ganaderos saturado por hidrófitas *Myriophyllum aquaticum*; (H) Presencia de residuos sólidos; (I) Canal Ganaderos sector pircado; (J) crustáceo nativo *Cryphiops caementarius*.

Fuente: elaboración propia

Elaboración de la base de datos

Los datos recopilados en los canales de Villa Baja respecto al microhábitat se constituyen por los dos factores mencionados, factores bióticos y abióticos, como se muestra en la siguiente tabla.

Comparación con la data preexistente y uso de claves taxonómicas

Tabla 6. Descripción de los factores bióticos y abióticos del microhábitat de *P. clarkii*

Canal	Número	Nasa	N_Pc	Elevacion	Temperatura	pH	C E	OD	TDS	Salinidad	Color	Profundidad	RS	Cobertura	Vegetación CIRCUNDANTE	Fauna acompañante
Vista Alegre	1	PC_VA_01	2	18	24.2	7.6	7410	5.65	4030	4.14	116	25	1	0	Distichlis spicata Bacopa Monnieri	Poecilia reticulata
Vista Alegre	2	PC_VA_02	1	19	24.9	7.55	7570	6.04	4060	4.17	123	32	1	0	Distichlis spicata	Poecilia velifera
Vista Alegre	3	PC_VA_03	1	21	24.6	8.18	8200	11.3	4460	4.59	106	6	1	0	Distichlis spicata	Ausencia
Vista Alegre	4	PC_VA_04	1	21	24.8	8.2	8260	10.31	4490	4.6	155	7	1	1	Distichlis spicata	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Vista Alegre	5	PC_VA_05	2	21	25.5	7.34	7620	4.53	4090	4.2	172	22.5	1	0	Distichlis spicata Fam. Lemnaceae	Poecilia reticulata
Vista Alegre	6	PC_VA_06	1	21	24.3	7.89	8200	7.76	4420	4.55	121	5	1	0	NO HAY PRESENCIA	Familia Formicidae
Vista Alegre	7	PC_VA_07	1	21	25.8	7.39	7540	4.81	4050	4.16	132	19	0	0	Paspalum vaginatum Distichlis spicata	Poecilia reticulata
Vista Alegre	8	PC_VA_08	1	22	25.8	7.38	7560	4.4	4060	4.17	122	15	0	0	Hydrocotyle bonariensis Alternanthera sp	Poecilia reticulata
Vista Alegre	9	PC_VA_09	2	23	26.1	7.32	7710	4.09	4140	4.26	118	6	1	1	Paspalum vaginatum Alternanthera sp Distichlis spicata	Poecilia velifera
Vista Alegre	10	PC_VA_10	1	23	26	7.33	7620	4.43	4090	4.2	134	20	1	1	Alternanthera sp Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Vista Alegre	11	PC_VA_11	2	22	25.9	7.33	7620	4.08	4090	4.2	122	19	0	0	Paspalum vaginatum Alternanthera sp	Melanoides tuberculata
Vista Alegre	12	PC_VA_12	1	22	26.2	7.31	7710	3.73	4140	4.25	129	23	1	1	Paspalum vaginatum Alternanthera sp Hydrocotyle bonariensis	Poecilia velifera Poecilia reticulata
Vista Alegre	13	PC_VA_13	1	22	26.5	7.35	7620	6.28	4090	4.21	109	26.5	1	1	Paspalum vaginatum	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Vista Alegre	14	PC_VA_14	4	22	26.3	7.34	7570	6.37	4060	4.18	103	12	1	0	Paspalum vaginatum	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Ganaderos	15	PC_G_01	3	23	25.6	7.29	8710	8.53	4710	4.85	110	16	0	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Ganaderos	16	PC_G_02	4	22	25.4	7.41	7470	5.79	4000	4.11	125	19	0	0	NO HAY PRESENCIA	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Ganaderos	17	PC_G_03	2	21	25.1	7.07	9530	3.28	5180	5.35	227	15	0	1	Paspalum vaginatum	Poecilia velifera Poecilia reticulata
Ganaderos	18	PC_G_04	1	21	25.9	7.45	7090	5.88	3790	3.89	129	19	0	0	NO HAY PRESENCIA	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Ganaderos	19	PC_G_05	17	22	24.8	7.26	7400	4.16	3970	4.08	103	18	0	1	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata Poecilia velifera Melanoides tuberculata
Ganaderos	20	PC_G_06	12	21	24.7	7.36	7250	3.06	3880	3.99	121	24	0	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Ganaderos	21	PC_G_07	1	21	24.2	7.54	6130	5.68	3250	3.33	123	15.5	0	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata Poecilia velifera Melanoides tuberculata
Ganaderos	22	PC_G_08	3	21	25.6	7.6	6160	6.16	3270	3.35	108	18	0	0	NO HAY PRESENCIA	Poecilia reticulata Melanoides tuberculata
Ganaderos	23	PC_G_09	2	21	24.2	7.63	5510	5.8	2910	2.97	132	25	0	0	Paspalum vaginatum	Melanoides tuberculata
Ganaderos	24	PC_G_10	11	22	24.2	7.32	6180	1.15	3280	3.36	202	22.5	0	1	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Ganaderos	25	PC_G_11	4	21	25.6	7.62	5510	5.66	2910	2.98	117	17	0	1	Nasturtium officinale	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Ganaderos	26	PC_G_12	3	22	25.5	7.59	5810	4.7	3070	3.14	123	15	1	1	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Ganaderos	27	PC_G_13	4	23	24.4	7.73	5860	4.34	3100	3.17	118	18	1	1	Myriophyllum aquaticum	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Horticultores	28	PC_H_01	1	23	23.6	7.49	5820	3.07	3080	3.15	139	17	1	1	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Horticultores	29	PC_H_02	1	22	23.6	7.27	5130	0.92	2700	2.76	185	17.5	1	1	Alternanthera sp Fam. Lemnaceae	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Horticultores	30	PC_H_03	14	22	23.8	7.52	4090	3.07	2125	2.16	211	22	1	1	Myriophyllum aquaticum	Poecilia reticulata
Horticultores	31	PC_H_04	2	23	24.3	7.47	3440	1.53	1771	1.74	252	18.5	0	1	Eichhornia crassipes	Poecilia reticulata
Horticultores	32	PC_H_05	2	22	24.6	7.57	2810	3.94	1436	1.45	147	15.8	0	1	Eichhornia crassipes Nasturtium officinale	Poecilia reticulata
Horticultores	33	PC_H_06	5	23	24.5	7.62	3400	3.42	1750	1.78	234	14.8	1	1	Eichhornia crassipes	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Horticultores	34	PC_H_07	1	23	25.4	7.6	2830	4.55	1448	1.47	154	28.1	0	1	Typha domingensis Myriophyllum aquaticum	Poecilia reticulata
Horticultores	35	PC_H_08	1	23	25	7.78	3140	4.15	1613	1.64	282	20	1	1	Hydrocotyle ranunculoides Fam. Lemnaceae	Ausencia
Horticultores	36	PC_H_09	14	22	24.9	7.89	3000	5.34	1536	1.56	228	14.5	0	0	Paspalum vaginatum	Melanoides tuberculata
Horticultores	37	PC_H_10	1	21	23.8	7.52	3500	2.08	1803	1.83	177	20	0	0	Hydrocotyle ranunculoides	Poecilia reticulata Poecilia velifera
Horticultores	38	PC_H_11	10	19	24.4	8.15	3270	0.29	1681	1.71	550	17.5	0	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Horticultores	39	PC_H_12	6	20	24.3	7.92	3020	5.01	1550	1.57	251	15	0	1	Ricinus communis Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata Melanoides tuberculata
Horticultores	40	PC_H_13	2	25	24.5	7.93	2980	5.2	1527	1.55	296	16	0	1	Paspalum vaginatum Myriophyllum aquaticum Washingtonia robusta	Melanoides tuberculata Poecilia reticulata
Horticultores	41	PC_H_14	4	25	24.2	7.95	3030	5.21	1551	1.57	278	22.5	0	0	Alternanthera sp Paspalum vaginatum Washingtonia robusta	Melanoides tuberculata Poecilia velifera Cichlasoma nigrofasciatum Poecilia reticulata
Horticultores	42	PC_H_15	3	26	24.8	7.67	4000	5.21	2078	2.12	158	21.5	1	1	Alternanthera sp	Poecilia reticulata Amatitlana nigrofasciata
Horticultores	43	PC_H_16	1	18	24.2	7.86	3100	5.36	1592	1.62	228	14	1	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata
Horticultores	44	PC_H_17	1	23	24.1	7.94	3100	5.84	1590	1.61	240	14.8	1	1	Alternanthera sp	Ausencia
Horticultores	45	PC_H_18	3	19	24.1	7.93	3120	5.67	1599	1.62	336	16.5	0	1	Paspalum vaginatum Alternanthera sp	Poecilia reticulata
Horticultores	46	PC_H_19	1	19	24.5	7.79	4180	5.75	2180	2.22	163	16.5	0	1	Alternanthera sp	Poecilia reticulata
Horticultores	47	PC_H_20	2	21	24.1	7.93	3120	5.67	1599	1.62	181	21	0	0	Hydrocotyle ranunculoides Typha domingensis Alternanthera sp	Poecilia reticulata
Horticultores	48	PC_H_21	5	19	23.7	7.94	3120	5.03	1604	1.63	277	16.5	0	1	Paspalum vaginatum Alternanthera sp	Poecilia velifera
Horticultores	49	PC_H_22	2	18	23.4	8.07	3170	6.42	1627	1.65	220	14.8	0	0	Paspalum vaginatum	Melanoides tuberculata Poecilia velifera
Horticultores	50	PC_H_23	1	20	24	7.84	4180	5.83	2176	2.22	157	22.5	1	0	Paspalum vaginatum	Poecilia reticulata

Fuente: elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos

La información obtenida en campo y laboratorio fue analizada y procesada con la ayuda del programa Microsoft Excel, el software R Project y el lenguaje de programación Python, que permitieron ordenar, clasificar y plasmar todo ello en tablas y figuras. A partir de la información simplificada se realizó interpretaciones para llegar a las conclusiones finales.

3.7 Aspectos éticos

El siguiente estudio incluye aportes de fuentes confiables, citadas a su vez con respecto a los autores, según la guía ISO 690 de la Universidad César Vallejo (2017), el análisis resultante estará respaldado por rigurosos criterios científicos establecidos, de igual manera, este estudio puede ser de gran utilidad para la comunidad científica ávida de enriquecer aún más temas relacionados con esta investigación.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación se basaron en 3 aspectos principales que se estudiaron en la especie *P. clarkii*, se inició con la bioacumulación de los metales traza en el crustáceo, luego la concentración de elementos traza en su microhábitat (agua y sedimentos), donde se analizaron 10 elementos Cu, Zn, B, Pb, Ni, Na, Mg, P, Ti y Al; por último, la caracterización del microhábitat en los canales y su relación con la presencia de *P. clarkii*.

4.1 Identificación de bioacumulación de elementos traza en *Procambarus clarkii*, de la zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa

Tabla 7. Característica morfológica de *P. clarkii*

Canal	Individuos	Sexo		Peso Promedio		Longitud promedio	
		Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
Vista Alegre	21	10	11	8,25	11,54	9,7	10,44
Ganaderos	67	39	28	8,64	7,73	10,25	9,20
Horticultores	83	50	33	8,66	9,62	10	9,86
Total	171	99	72	8,52	9,63	9,98	9,83

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 7 se recolecto 171 especies de *P. clarkii*, donde los machos fueron 99 y hembras 72, marcando diferencias entre su peso y talla promedio, ya que el macho es de mayor longitud y la hembra de más peso.

Tabla 8. Análisis de Tejido del *P. clarkii*

Resultado de Tejido Animal						
Parámetro	Unidades	PC-1	PC-2	PC-3	Normativa para Recursos Hidrobiológicos-PRODUCE	Normativa (UE) 2023/915
Inorgánicos (Metales Totales)					Límite Máximo	Límite Máximo
Fósforo (P)	mg/kg	1780,80	1711,78	1745,19	*	*
Sodio (Na)	mg/kg	1022,8	1057,1	1002,4	*	*
Magnesio (Mg)	mg/kg	344,4	287,5	337,5	*	*
Zinc (Zn)	mg/kg	14,13	14,24	13,85	*	*
Cobre (Cu)	mg/kg	12,52	11,43	12,27	*	*
Aluminio (Al)	mg/kg	1,5	1,2	1,5	*	*
Boro (B)	mg/kg	0,48	0,47	0,47	*	*
Titanio (Ti)	mg/kg	0,40	0,40	0,39	*	*
Níquel (Ni)	mg/kg	0,07	<0.05	0,07	*	*
Plomo (Pb)	mg/kg	0,05	<0.04	0,05	0,3	0,50
*	No presenta valor					

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se observa la mayor presencia de tres elementos traza, primero **P** con 1780.80 mg/kg seguido de **Na** con 1022.8 mg/kg y **Mg** con 344.4 mg/kg; en la segunda muestra se observó una ligera disminución de los tres metales traza **P** 1711.78 mg/kg, **Na** 1057.1 mg/kg y **Mg** 287.5 mg/kg; en la tercera muestra se vio un leve aumento del **P** 17.4519 mg/kg, **Na** 1002.4 mg/kg y **Mg** 337.5mg/kg. Comparándolo con la normativa peruana él Pb es valor de 0.3mg/kg y la normativa UE refiere que el Pb es valor de 0.50mg/kg., quiere decir que nuestros resultados obtenidos fueron por debajo del nivel máximo.

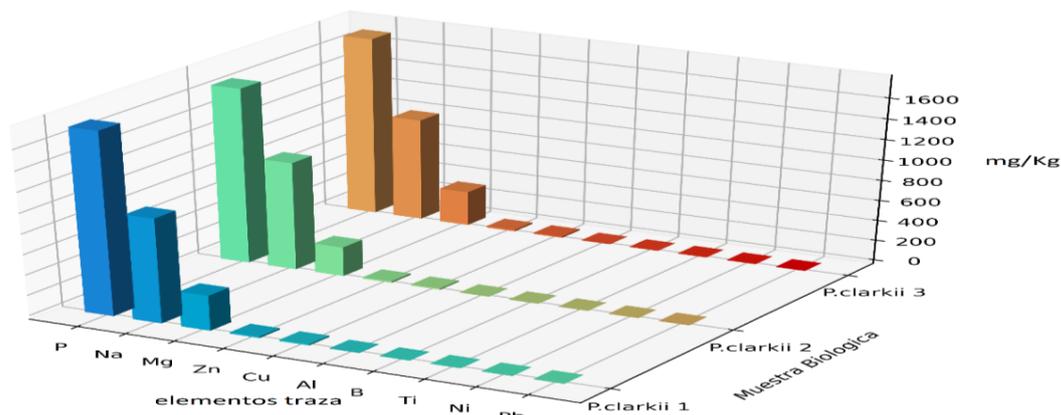


Figura 14. Elementos traza en los tejidos de *Procambarus clarkii*.

Fuente: elaboración propia

4.2 Identificación de la concentración de elementos traza en agua y sedimento en el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa.

Tabla 9. Concentración de E.T. en agua en el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa

Resultado para Calidad de Agua							
Parámetro	Unidades	Canal Vista Alegre	Canal Ganaderos	Canal Horticultores	ECA Cat. 3		ECA Cat. 4
		AR-1	AR-2	AR-3	D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de animales	E1: Laguna s y lagos
Sodio (Na)	mg/L	>400	>400	>400	*	*	*
Magnesio (Mg)	mg/L	89,702	75,586	29,725	*	250	*
Boro (B)	mg/L	1,6902	2,0652	1,7953	1	5	*
Fósforo (P)	mg/L	0,041	0,051	0,496	*	*	0,035
Aluminio (Al)	mg/L	0,020	0,049	0,049	5	5	*
Cobre (Cu)	mg/L	0,0098	0,0093	0,0106	0,2	0,5	0,1
Zinc (Zn)	mg/L	0,00632	0,00309	0,00316	2	24	0,12
Titanio (Ti)	mg/L	0,00056	0,00201	0,00297	*	*	*
Niquel (Ni)	mg/L	0,00043	0,00063	0,00077	0,2	1	0,052
Plomo (Pb)	mg/L	0,0004	0,0003	0,0008	0,05	0,05	0,0025
*	No presenta valor						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se observa en la primera muestra mayor presencia de Na >400 mg/l con una leve presencia de Mg 89.7 mg/l, la misma situación se presentó en la segunda muestra con Na >400 mg/l mientras que la tercera muestra se ve un aumento de sodio y una disminución de magnesio (valor sodio >400 mg/l y valor de magnesio 29.7 mg/l), comparándolo con la normativa ECA el parámetro de boro (B) no cumple el valor del límite establecido en el punto de muestreo AR-2.

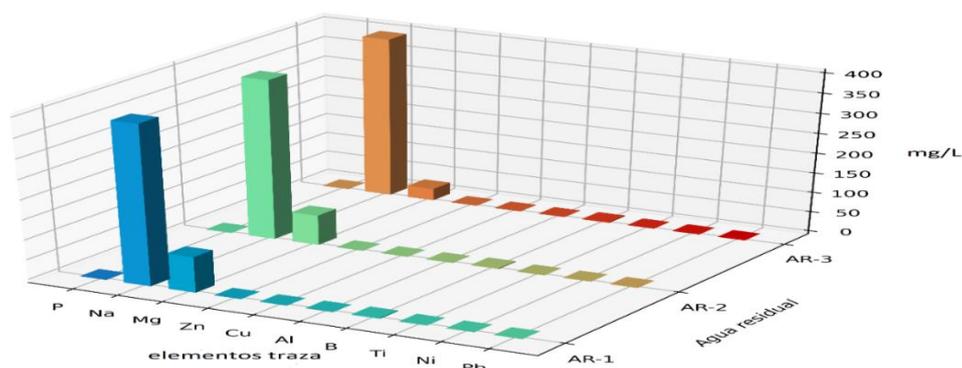


Figura 15. Concentración de E.T. en agua en el microhábitat de *P.c.*

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Concentración de E.T. en sedimentos en el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa

Resultado para Calidad de Sedimento						
Parámetro	Unidades	Canal Vista Alegre	Canal Ganaderos	Canal Horticultores	CEQG	
Inorgánicos (Metales Totales)		SED-1	SED-2	SED-3	ISQG	PEL
Aluminio (Al)	mg/kg	11704,8	8629,0	9955,5	*	*
Magnesio (Mg)	mg/kg	7521,7	3703,3	5302,2	*	*
Sodio (Na)	mg/kg	2150,1	3716,7	1088,3	*	*
Fósforo (P)	mg/kg	1332,7	901,9	1282,9	*	*
Titanio (Ti)	mg/kg	398,55	330,18	317,35	*	*
Zinc (Zn)	mg/kg	78,13	43,27	79,24	123	315
Cobre (Cu)	mg/kg	36,53	25,53	22,74	35,7	197
Plomo (Pb)	mg/kg	21,29	17,73	19,12	35,0	91,3
Boro (B)	mg/kg	17,5	15,3	19,0	*	*
Níquel (Ni)	mg/kg	3,84	3,53	2,81	*	*
*	No presenta valor					

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10: en la primera muestra de sedimento se halló gran presencia de Al 11704.8 mg/kg seguida por Mg 7521.7 mg/kg, Na 2150.1 mg/kg, P 1332.7 mg/kg y Ti 398.55 mg/kg en la segunda muestra se observa una situación similar donde el valor más alto fue en Al 8629.0 mg/kg seguido por Mg 3703.3 mg/kg, Na 3716.7 mg/kg, P 901.9 mg/kg y Ti 330.18 mg/kg, en la tercera muestra el nivel alto fue Al 9955.5 mg/kg, Mg 5302.2 mg/kg, Na 1088.3 mg/kg, P 1282.9 mg/kg y Ti 317.35 mg/kg. Comparándolo con la normativa canadiense el elemento Cu tuvo como valor de (36,53mg/kg) sobrepasando el valor estándar de ISQ (35.7 mg/kg).

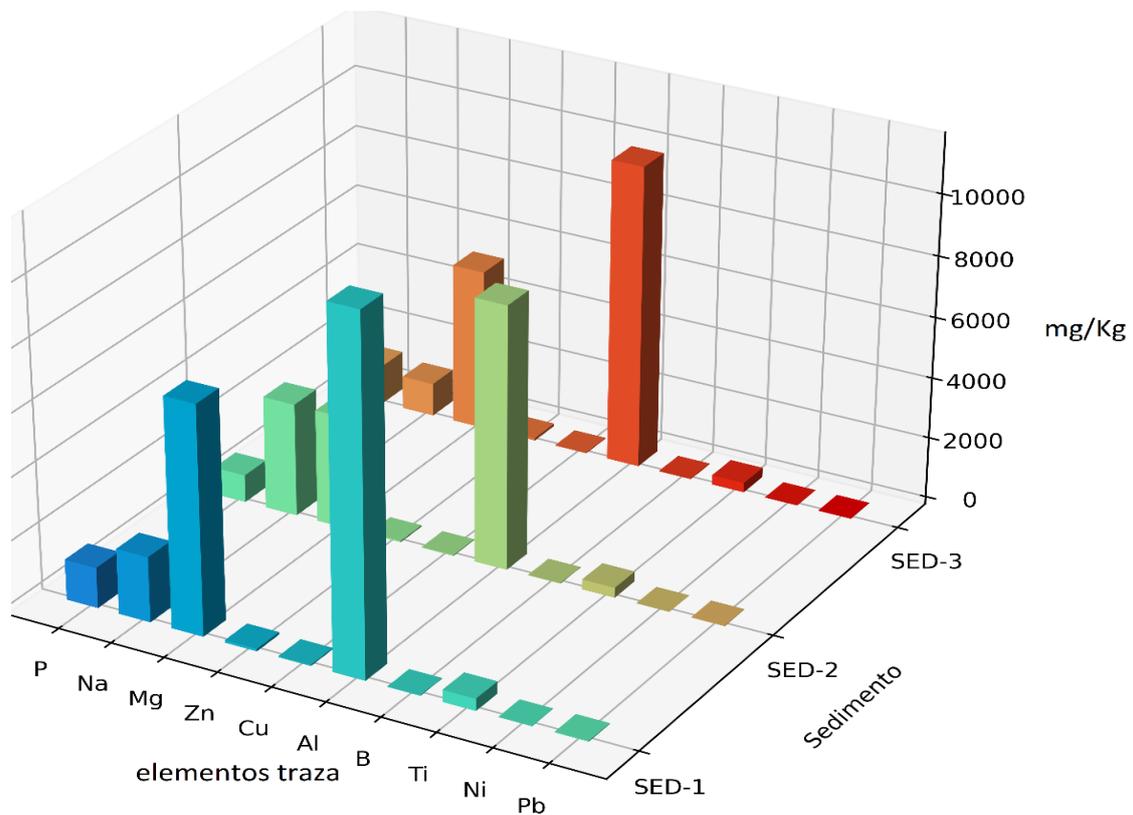


Figura 16. Concentración de E.T. en sedimentos en el microhábitat de *P.c.*

Fuente: elaboración propia

4.3 Caracterización el microhábitat de *Procambarus clarkii*, de la Zona Amortiguamiento de Pantanos de Villa

Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos

Canal	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Temperatura
	(Unidad de pH)	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	(mg/L)	($^{\circ}\text{C}$)
Vista Alegre	7.54	7729.29	5.98	25.49
Ganaderos	7.45	6816.15	4.94	25.02
Horticultores	7.77	3502.17	4.29	24.25
ECA Cat.3 D1	6.5 - 8.5	2500	≥ 4	$\Delta 3$
ECA Cat.3 D2	6.5 - 8.4	5000	≥ 5	$\Delta 3$
ECA Cat.4 E1	6.5 - 9	1000	≥ 5	$\Delta 3$

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los parámetros fisicoquímicos realizados in situ, comparando con la normativa nacional de calidad de agua en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales (sub. Cat. D1 y D2) y categoría 4, conservación de ambiente acuático (sub. Cat. E1), se puede decir como se muestra en la Tabla 11 que los valores de pH cumplieron con el ECA, encontrándose entre los rangos de 7.45 y 7.77, considerándose ligeramente básica. Asimismo, en todos los puntos de monitoreo el oxígeno disuelto se encuentra dentro del límite establecido en la norma reguladora. No obstante, en el parámetro de conductividad sobrepasaron en todos los puntos de monitoreo el valor del ECA para ambas categorías 3 y 4, de otra parte, no se tomó en cuenta la T° debido a que la toma de muestra fue puntual.

En el caso de la conexión existente entre las condiciones fisicoquímicas del agua y la presencia de la especie *P. clarkii*, se realizó un análisis estadístico usando modelos lineales generalizados mixtos mediante el lenguaje de programación R-Project, a partir de los valores obtenidos de los 50 puntos de muestreos en los canales para factores como: temperatura (°C), sólidos disueltos totales (mg/L), profundidad (cm), pH, conductividad eléctrica (µS/cm), elevación (msnm), cantidad de oxígeno disuelto (mg/L), color, residuos sólidos y cobertura; donde se muestra el formato en la tabla 6, con los valores de estas condiciones en las zonas donde se capturó, el peso del individuo de mayor tamaño y número de presencia de *P. clarkii*. (N_Pc) recolectadas en cada nasa, dando como resultado una gráfica de análisis principales que demostraría la relación que hay entre los grupos de crustáceos encontrados y las características del microhábitat.

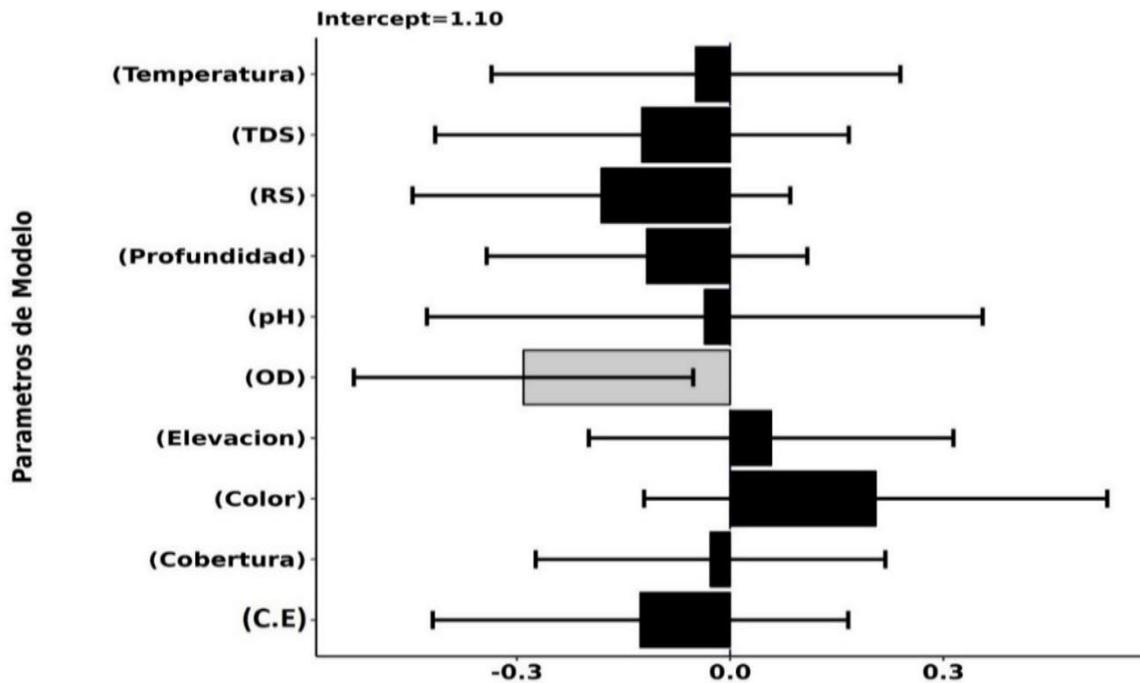


Figura 17. Análisis de correlación entre el oxígeno disuelto y la abundancia de *P. clarkii* por el método de modelos lineales generalizados mixtos realizado en R.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el análisis de datos en R Project que es un método lineal generalizado mixto (MLGM), el parámetro significativo fue el oxígeno disuelto (OD) ($\beta = -0.29056$; $p = 0.017$), indicando que a mayor OD, hay menor presencia de individuo de *P. clarkii*; las demás variables fueron no significativas como se muestra en la figura 17.

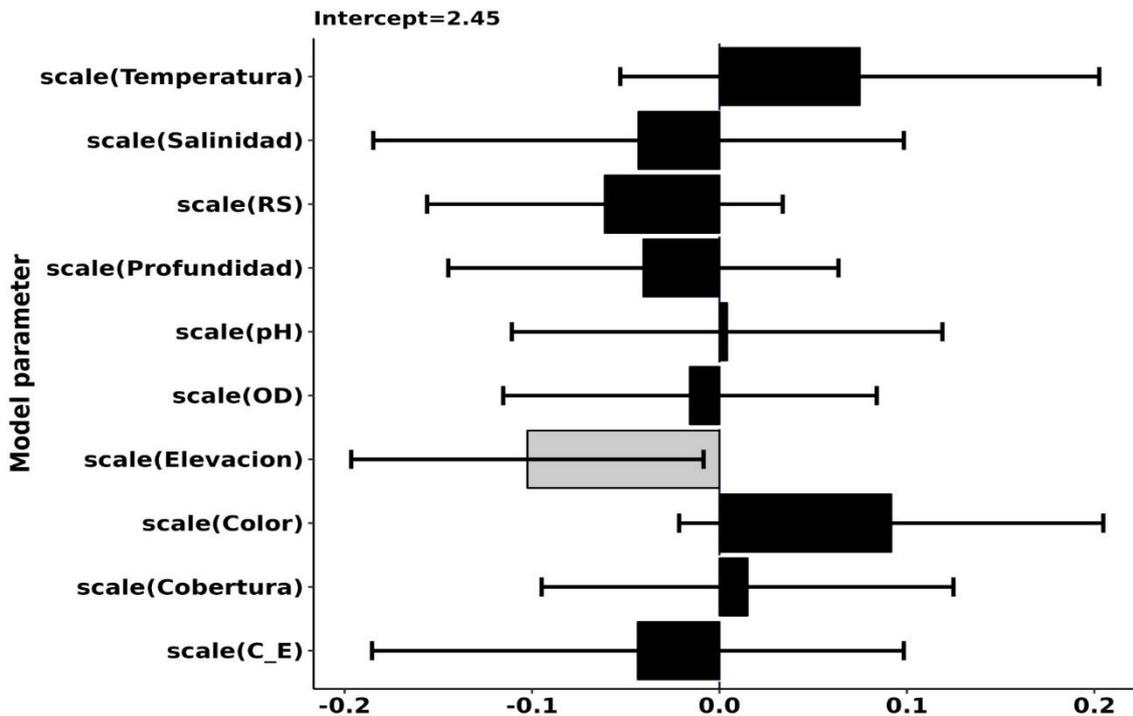


Figura 18. Análisis de correlación entre variación de elevación y el peso de las muestras *P. clarkii* por el método de Modelos Lineales Generalizados Mixtos realizado en R.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el análisis de MLGM el parámetro más relevante fue la elevación ($\beta = -0.10249$; $p = 0.0326$); indicando que a mayor elevación el tamaño de *P. clarkii* es menor. Mientras que el factor con menor puntaje de factorización fue pH ($\beta = 0.00405$; $p = 0.9449$): En el caso de los demás factores no fueron significativos como se muestra en la figura 18.

Asimismo, en el monitoreo biológico, se identificó la vegetación circundante en la zona de los canales, del 100% de nasas colectadas se halló la presencia de 57% de *Paspalum Vaginatum*, seguido del 28% de *Alternanthera sp* y el 15% de *Distichlis spicata*.

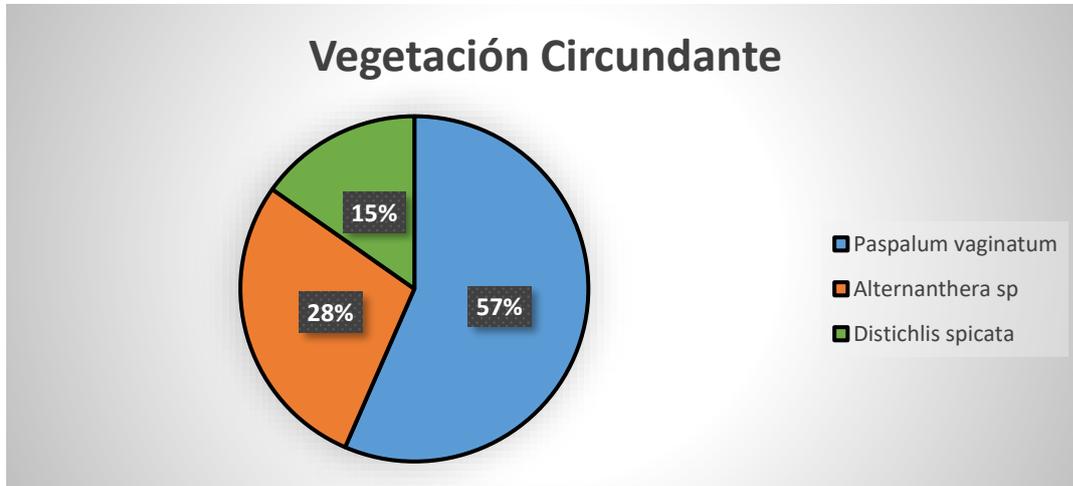


Figura 19. Vegetación Circundante

Fuente: elaboración propia

También en la evaluación del monitoreo biológico, se identificó Fauna acompañante, del 100% de nasas se halló la mayor abundancia: 55% de *Poecilia reticulata*, seguido del 23% de *Poecilia velífera*, luego del 21% de *Melanoides tuberculata* y el 1% de Familia *Formicidae*.

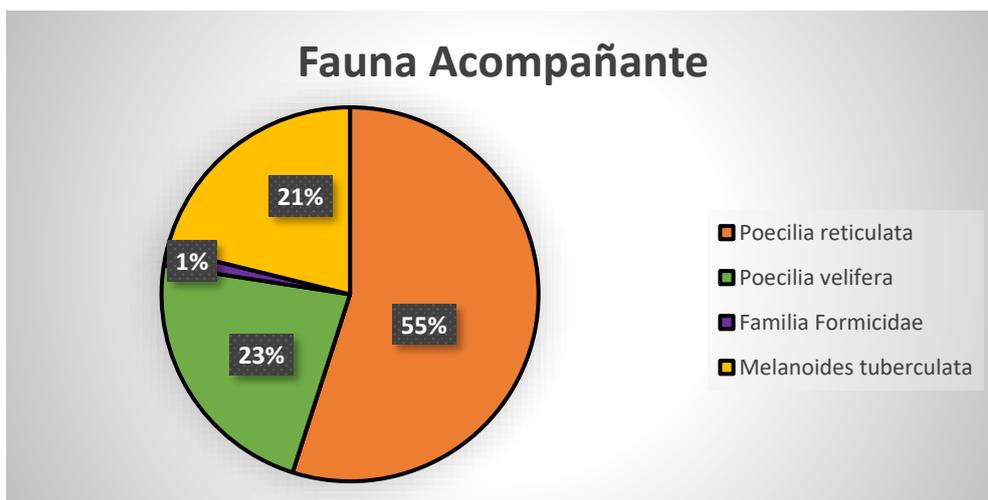


Figura 20. Fauna Acompañante

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Este estudio muestra el primer reporte sobre bioacumulación de elementos traza y la caracterización del microhábitat de la especie exótica invasora (*Procambarus clarkii*), en un ecosistema vulnerable (Pantanos de Villa) en Perú. En los últimos años la actividad antrópica ha generado diversas perturbaciones en los ecosistemas de agua dulce como: lagos, lagunas, ríos, etc, generando vertimientos de aguas residuales de origen doméstico e industrial y además la introducción de especies exóticas de manera perniciosa como *P. clarkii*; sin embargo, se desconoce en la actualidad el impacto que podría estar causando esta especie exótica invasora sobre la ecología y biología de las especies nativas en el humedal pues se conoce debido a diversas investigaciones que la especie altera la cadena trófica en todos sus niveles y que es un buen bioacumulador de metales traza. Por ello, en el primer objetivo del estudio se reporta que *P. clarkii* es una especie que almacena elementos traza como **fósforo, sodio y magnesio**; y en los otros metales como **níquel y plomo**, además de una leve concentración de **zinc** en consecuencia se acepta la hipótesis 1, si existe una bioacumulación de elementos traza en *Procambarus clarkii*, tal resultado es similar al estudio de An et al.(2022), reportaron presencia de elementos traza en tejido animal del crustáceo tales como **Pb y Ni** con un nivel ligero de concentración. Para Mahmoud et al. (2019), en su estudio demostró la concentración elevada de **Titanio** en los órganos de *P. clarkii* (branquias, hepatopáncreas) lo que genera efectos perjudiciales en el aparato digestivo de las especies acuáticas, también ocasiona estrés oxidativo a nivel celular. Zhang et al. (2019), mencionan en su estudio de estrés oxidativo que el cadmio genera impactos toxicológicos en el hepatopáncreas del crustáceo, así también el autor Alcorlo (2019), en su investigación encontró mayor concentración de **cobre y zinc** en los tejidos de la especie en definitiva lo que originó necrosis en los órganos de los cangrejos jóvenes, por otra parte, Mere K. y Ccapa M. (2021), determinan que elevadas concentraciones de elementos traza afectan el desarrollo de las especies y vida humana al incorporarse en su dieta causando la biomagnificación, así como el mercurio en alta concentración no permite el buen desarrollo y reproducción en el decápodo.

En cuanto al segundo objetivo en los resultados obtenidos se observó que en la muestra de sedimentos se halló gran presencia de **Al** seguido de **Mg, Na, P** y **Ti**, en la muestra de agua se halló mayor presencia de **Na** con una leve presencia de **Mg**. Por ende, se acepta la hipótesis 2 y se estima que si existe concentración de elementos traza en el microhábitat (sedimento y agua) del *P. clarkii*, en la Zona de Amortiguamiento de Pantanos de Villa, de acuerdo a lo mostrado se puede afirmar que en las dos muestras de agua y sedimento puede existir estos oligoelementos, lo hallado coincide en los elementos presentes en el sedimento reportados por Goretti, et al. (2016), ya que su estudio concluye que los valores de **Cobre** y **Cadmio** fueron altos, esto desencadena que la presencia de estos elementos químicos son los primeros contaminantes del medio ambiente y que su efecto en la salud humana es perjudicial, induciendo a enfermedades renales y neurodegenerativas como el Alzheimer, así también los autores Rosado y Peralta (2022), identificaron la polución ambiental por presencia de **aluminio** en sedimento, concluyeron que los efectos provocan baja productividad de cultivos, porque debilita las raíces, a la vez la ingesta de este elemento puede ocasionar daños en el ser humano como alteraciones en la memoria, sistema digestivo y sistema renal; también genera estrés oxidativo en diversas especies, de la misma manera Salas et al. (2020), evaluaron la concentración anormal de varios elementos traza en agua y sedimento del río Crucero en su resultado reportó una ligera presencia de **Cadmio** y **Zinc** en el cuerpo hídrico en los punto de muestreo 1 (0.00429 y 1.059 mg/L) encontrándose por debajo del ECA y un nivel alto en los resultados de sedimento (10.271 y 1227 mg/L) por encima de la normativa reguladora respectivamente, concluyeron que si hay presencia de estos elementos traza en el organismo de los pobladores debido al consumo de agua y de los recursos hidrobiológicos, estos pueden generar riesgos en la salud como enfermedades metabólicas, alteración al nivel neurológico. Luego Sánchez S. (2020), en sus resultados halló concentración de **fósforo** en los valores 0.005 - 1.106 mg/L, y concluyen que realizar labores de lavandería y aseo personal, frecuentemente generan un nivel de concentración de **P** en el agua, elevando la presencia de eutrofización, dando efecto a una proliferación desmedida de vida vegetal, alteración negativa en las especies hidrobiológicas que habitan en los canales. Bolaños-Alfaro et al. (2017), detectaron la presencia de **fosfato** en el agua con una concentración de 29.99 mg/L,

concluyeron que dichas aguas contaminadas siempre son vertidas o por arrastre en canales, arroyos o lagos. Todo ello genera una relación de consecuencia, el consumo de estos **fosfatos** en grandes cantidades puede ocasionar problemas en la salud (cáncer y enfermedades digestivas y renales), asimismo Ospina y Cardona (2021), evaluaron la presencia de **aluminio** en el agua donde su resultado mostró un valor de 0.14 mg/l, concluyen que la concentración elevada de **Al** genera una contaminación en los recursos hídricos, y esto no permite para las personas salubridad, originando daños a la salud a futuro, como enfermedades al sistema nervioso y al nivel sanguíneo. Sánchez- Araujo (2020), mencionó que la presencia de **fosfato** fue de 0.5mg/l a 0.6mg/l, concluye que pasa el valor establecido de 0.1 mg/l que son los estándares de calidad de agua en el medio ambiente , lo cual da respuesta a que el agua de ese lugar sea nocivo, imposibilitando el uso para consumo doméstico y riego de vegetación, además Quinteros-Carabalí et al. (2019), evaluaron la acumulación de elementos traza: **sodio** y **magnesio**, en sus resultados presentó un valor moderado de **sodio** 4.391 meq/L y un valor leve en **magnesio** 0.418 meq/L, concluyeron que el aumento de estos elementos ocasiona alteración en la calidad de agua, lo cual no será viable para el uso de consumo humano, ni para la utilización de riego de vegetales y tampoco para bebida de los animales, de igual importancia Walter (2020), refiere que las razones de contaminación de **Boro** en agua disminuyen la calidad del recurso hídrico, el uso de riego de vegetación; lo cual originaría efectos negativos en la salud de las personas como enfermedades: cáncer y trastornos neurológicos. Para los autores Morales et al. (2017), el valor de **Boro** en exceso para consumo humano; produce efectos insalubres, alterando el aparato reproductor masculino y la glándula mamaria, conllevando a una proliferación de células cancerígenas.

En cuanto al tercer objetivo que es caracterizar el microhábitat del *P. clarkii* el resultado se visualiza que el **oxígeno disuelto** tiene mayor relación negativa con la **abundancia** del crustáceo, esto quiere decir que se va a incrementar la especie cuando la presencia de oxígeno disuelto es menor, entonces se acepta la hipótesis 3 que si existe relación entre la caracterización del microhábitat de manera negativa con la presencia del decápodo, tal estudio es comparable con los autores Camacho-Portocarrero et al. (2021), mencionan que el cangrejo rojo es considerado una especie invasora, habita mejor en **clima cálido, corriente de**

agua lenta y alta oxigenación, ya que ello le produce efectos positivos en su crecimiento, sin embargo esta especie también puede adaptarse a distintas circunstancias ambientales aunque su estándar territorial común es por debajo de los **mil metros de altitud**, por lo que resulta más escaso que sobreviva en las superficies altas, asimismo Pedroza (2017), analizó los elementos primordiales entre los estados fisicoquímicos y la presencia de *P. clarkii.*, encontró en su microhábitat mayor cantidad de esta especie en las zonas de proliferación de Jacinto de agua, donde se obtuvieron datos ambientales que se vincularon con alta incidencia con la especie como humedad relativa (50.6 a 60.8%), conductividad (-5.36 a 12.9mV), presión atmosférica (36.2 a 44.4), oxígeno disuelto (2.2 a 5mg/L) y turbidez (7.44 a 23.2NTU); concluyendo que el **oxígeno disuelto** cercano a 5.2mg/L permitirá que la especie se pueda desarrollar y reproducir de manera factible. Por otro lado Boyd (2018), dio a conocer que cuando hay mayor presencia de algas la producción de oxígeno disuelto incrementa por el proceso de la fotosíntesis, y esto se da a través del tiempo, cuando es de día existe alta concentración de **oxígeno** y de noche es adversa, así mismo la **temperatura** hídrica cálida influye positivamente en el incremento de las especies hidrobiológicas, pero disminuye la capacidad del oxígeno disuelto, también el autor Neita (2021), refiere que esta especie habita en cuerpos dulceacuícolas, de corriente lenta como arroyos, canales, lagos, lagunas y pantanos, la **abundancia** del decápodo genera alteración en la cadena alimentaria, destruyendo gradualmente su hábitat, así mismo **disminuye su oxígeno disuelto** en agua, lo que provoca modificaciones ambientales, por otra parte Egly et al. (2019), describe que las especies nuevas de crustáceos *Procambarus clarkii*, habitan en los ambientes de zonas costeras, con un hábitat cálido, de **aguas dulces lentas** para que pueda reproducirse de manera óptima.

VI. CONCLUSIONES

Finalmente, si se encontró bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii* de la zona de amortiguamiento en Pantanos de Villa, conforme a los resultados que se obtuvieron en el presente estudio de investigación se hallaron 10 elementos traza (**P, Na, Mg, Zn, Cu, Al, B, Ti, Ni y Pb**).

Se concluye con el primer objetivo, afirmando que si existe presencia de elementos traza en diferentes valores de forma descendente (**P, Na, Mg, Zn, Cu, Al, B, Ti, Ni y Pb**) en los distintos tejidos de *Procambarus clarkii*, por tanto, esta especie si cumple la bioacumulación de oligoelementos en su organismo y que la presencia de estas sustancias puede generar efectos negativos, afectándolo en su crecimiento y reproducción.

Se concluye, con el segundo objetivo, confirmando que si hay elementos concentrados en diferentes niveles del microhábitat en sedimento de mayor a menor respectivamente (**Al, Mg, Na, P, Ti, Zn, Cu, B, Ni, Pb**) y en agua en descenso (**Na, Mg, B, P, Zn, Cu, Al, Ti, Ni, Pb**) del crustáceo en estudio, lo que demuestra que el agua es afectada por la concentración de estos elementos traza conllevando a deteriorar y disminuir su calidad de este recurso natural tal como está estipulado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Se concluye, con el tercer objetivo afirmando que, si hay caracterización de microhábitat, por la presencia de los siguientes factores: **Temperatura**, residuos sólidos, profundidad, **pH, OD**, elevación, color, cobertura, conductividad y tds; pero guarda mayor incidencia negativa con la presencia del crustáceo, ya que cuando hay **abundancia** de especie acuática afecta de manera directa al **oxígeno disuelto**, disminuyendo su nivel de concentración en su microhábitat.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que el municipio del distrito de chorrillos inicie una gestión en el área de pantanos de villa con un periodo de cada tres meses en capacitaciones sobre temas preventivos para la cultura ambiental, para seguir así conservando el medio ambiente y de esa forma los ciudadanos se beneficien.
2. Se recomienda a investigaciones posteriores que realicen monitoreo en la calidad del cuerpo hídrico en dos periodos estacionales como en clima húmedo y clima seco ya que este recurso natural es fundamental para la vida de los seres vivos.
3. Se recomienda al presidente de la localidad de Villa Baja que realice campañas de educación ambiental, sesiones educativas sobre la correcta eliminación de residuos sólidos y líquidos, para evitar la contaminación de elementos traza en el agua y sedimentos, ya que son importantes para las especies que habitan en ese ecosistema.
4. Se recomienda que se utilice otros tipos de trampas, cercos y que los alimentos sean como la cabeza del pescado, para atraer a las especies con más rapidez y efectividad en estudios de muestreo a futuro.
5. Se recomienda que se realice estudios de investigación a futuro de manera exploratoria en la especie de *Procambarus clarkii*; sobre las enfermedades potenciales que puede generar en los seres humanos e incluso en la fauna acompañante.

REFERENCIAS

ABBAS, Mahmoud M. M., et al. Bioaccumulation, biosedimentation, and health hazards of elements in crayfish, *Procambarus clarkii* from El-Rahawi Drain and El-Qanatir in the River Nile, Egypt. *Biological Trace Element Research* [en línea]. 2023, vol. 201, n° 6, p. 3050-3059 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03380-7>

AL-NASRAWI, Ali KM, et al. Civil-GIS incorporated approach for water resource management in a developed catchment for urban-geomorphic sustainability: Tallowa Dam, southeastern Australia. *International Soil and Water Conservation Research* [en línea]. 2016, vol. 4, no 4, p. 304-313 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.11.001>

ALCORLO, Paloma; LOZANO, Irene; BALTANÁS, Angel. Heavy metals effects on life traits of juveniles of *Procambarus clarkii*. *AIMS Environmental Science* [en línea]. 2019, vol. 6, no 2 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3934/environsci.2019.3.147>

ALEMÁN, Solange; ORDINOLA, Elmer. Ampliación de la distribución sur de *Ucides occidentalis* (Decapoda: Ucididae) y *Cardisoma crassum* (Decapoda: Gecarcinidae). *Revista peruana de biología* [en línea]. 2017, vol. 24, no 1, p. 107-110 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13110>

AN, Na, et al. Assessment of some trace elements accumulation in Karst lake sediment and *Procambarus clarkii*, in Guizhou province, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea]. 2022, vol. 237, p. 113536 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113536>

ANANDKUMAR, A., et al. Accumulation of toxic elements in an invasive crayfish species (*Procambarus clarkii*) and its health risk assessment to humans. *Journal of*

Food Composition and Analysis [en línea]. 2020, vol. 88, p. 103449 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103449>

ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. 2021 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132> diseño y metodología de la investigación

ARIAS-PINEDA, Julián Yessid; GARCÍA SÁNCHEZ, Juan Sebastián; CASTILLO, Nediker Steven. Diferencias morfométricas entre dos poblaciones de cangrejo rojo *Procambarus* (SCAPULICAMBARUS) *clarkii* (Girard, 1852) (Crustácea: decápoda: Cambaridae) [en línea]. 2020 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: Disponible en: <https://Doi.Org/10.24039/Rtb2020182769>

BARKHUIZEN, Leon M.; MADZIVANZIRA, Takudzwa C.; SOUTH, Josie. Population ecology of a wild population of red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the Free State Province, South Africa and implications for eradication efforts. *BioInvasions Records* [en línea]. 2021, vol. 11, p. 181-191 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: Disponible en: <https://doi.org/10.3391/bir.2022.11.1.18>

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación. Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales. Tercera ed. Colombia: *Pearson Educación* [en línea]. 2010 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

BOLAÑOS-ALFARO, John Diego; CORDERO-CASTRO, Gloriana; SEGURA-ARAYA, Gloriana. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha* [en línea]. 2017,

vol. 30, no 4, p. 15-27 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. DOI: 10.18845/tm.v30i4.3408

BOYD, C. Dinámica del oxígeno disuelto. Global Aquaculture Advocate, 2018. Disponible en: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto>

BUFFAGNI, Andrea, et al. In-stream microhabitat mosaic depicts the success of mitigation measures and controls the Ecological Potential of benthic communities in heavily modified rivers. *Science of the Total Environment* [en línea]. 2019, vol. 673, p. 489-501 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.124>

BURDETTE, A., KLAASSEN, A.C., RODRIGUEZ, M. y VERHEY, A. Z. Microhabitat selection of rock outcrops in yellow-bellied marmots (*Marmota flaviventris*). *California Ecology*, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.21973/N3KT0V>

CAMACHO-PORTOCARRERO, Rosa-F.; DUARTE-GÁNDICA, Irene; ALTAMIRANDA-SAAVEDRA, Mariano. Areas at risk of invasion by *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) a crayfish introduced in Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 2021, vol. 69, no 1, p. 77-89. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i1.41493>

CAMPOS, Martha R. *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Una langostilla no nativa de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* [en línea]. 2005, vol. 29, no 111, p. 295-302 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: https://accefyn.com/revista/Vol_29/111/13_295_302.pdf

CHOI, Jong-Yun, et al. Invasion and dispersion of the exotic species *Procambarus clarkii* (Decapoda cambaridae) in yeongsan river basin, south korea. *Animals*, 2021, vol. 11, no 12, p. 3489. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11123489>

CORE KNOWLEDGE. Habitats and change [en línea]. CKSci Student Book-Core Knowledge Science, 2019. ISBN: 978-1-68380-509-0. Disponible en: https://www.coreknowledge.org/wpcontent/uploads/2019/09/CKSci_G3_U3_Habitats-and-Change_SR.pdf

CORTÉS, I. y MONTALVO, S. Aguas: Calidad y contaminación. Un enfoque químico ambiental. Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente, 2010. [fecha de consulta: 12 de mayo del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285056507_Aguas_Calidad_y_Contaminacion_Un_enfoque_quimico_ambiental

CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial [en línea]. 8va edición, Barcelona: Marcombo, 2011. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. ISBN: 978-607-707-042-9. Disponible en: <https://web.instipp.edu.ec/Libreria/libro/Instrumentacion%20industrial.pdf>

DÁVILA-RECINOS, Gabriela; ORTIZ, José Roberto; REYES-MORALES, Fátima. Efecto del microhábitat sobre la abundancia y riqueza específica de los macroinvertebrados bentónicos en dos ríos tropicales de montaña, Guatemala. Ciencia, Tecnología y Salud, 2019, vol. 6, no 1, p. 7-21. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.36829/63cts.v6i1.657>

DIAZ REINOSO, Ximena, et al. PIMI-16-05-Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados. 2016. [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/24793>

EGLY, Rachel M., et al. Predicting the potential distribution of the non-native Red Swamp Crayfish *Procambarus clarkii* in the Laurentian Great Lakes. Journal of Great Lakes Research, 2019, vol. 45, no 1, p. 150-159. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2018.11.007>

ESCUADERO ORTEGA, Carlos. Comportamiento de dos cangrejos exóticos invasores (*Pacifastacus leniusculus*, Dana, 1852) y (*Procambarus clarkii*, Girard, 1852) frente a barreras hidráulicas [en línea]. 2022 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55887>

FRANCO SUSTAITA, María Karina. Morfometría, distribución actual y potencial en el norte de México del acocil rojo *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustácea: Cambaridae). 2014. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/16683>

GARCÍA-MADRIGAL, M. S.; JARQUÍN-GONZÁLEZ, J.; MORALES-DOMÍNGUEZ, E. Panorama del estado del conocimiento de los crustáceos del Pacífico sur de México. Recursos acuáticos costeros del sureste, 2012, vol. 1, p. 396-414. [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327872106_Panorama_del_estado_del_conocimiento_de_los_crustaceos_del_Pacifico_sur_de_Mexico/link/5baac43e299bf13e604c8d13/download

GORETTI, Enzo, et al. Heavy metals bioaccumulation in selected tissues of red swamp crayfish: An easy tool for monitoring environmental contamination levels. Science of the Total Environment, 2016, vol. 559, p. 339-346. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.169>

HAUBROCK, Phillip J., et al. The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. Reviews in Aquaculture [en línea]. 2021, vol. 13, no 3, p. 1488-1530. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12531>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. México: Mcgraw-hill, 2018 [fecha de consulta: 18 de abril del 2022]. ISBN: 978-1-4562-6096-5

IKEM, Abua; AYODEJI, Olukayode James; WETZEL, James. Human health risk assessment of selected metal (loid) s via crayfish (*Faxonius virilis*; *Procambarus acutus acutus*) consumption in Missouri. *Heliyon*, 2021, vol. 7, no 6.7(6) [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07194>

KIM, Hyun Soo; KIM, Yeo Jin; SEO, Young Rok. An overview of carcinogenic heavy metal: molecular toxicity mechanism and prevention. *Journal of cancer prevention*, 2015, vol. 20, no 4, p. 232 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. DOI: 10.15430/JCP.2015.20.4.232

LÓPEZ-SERRANO OLIVER, Ana; MUÑOZ-OLIVAS, R.; SANZ LANDALUZE, J.; Rainieri, S.; Cámara, Carmen. Bioaccumulation of ionic titanium and titanium dioxide nanoparticles in zebrafish eleutheroembryos. *Nanotoxicology*, 2015, vol. 9, no 7, p. 835-842. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. DOI: 10.3109/17435390.2014.980758

LOZADA ZARATE, José Ernesto. Determinación de la concentración de metales en *Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758 (carpa común) de la laguna de Metztlán, Hidalgo; México. Tesis (Licenciado en Biología). Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [en línea]. 2007 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/631>

ILIE, Mihaela; MARINESCU, F.; SZEP, R.; GHITA, G.; DEAK, G.; ANGHEL, A. M.; URITESCU, B. Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Danube River. *Carpathian journal of earth and environmental sciences*, 2017, vol. 12, no 2, p. 437-445. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Identificación de Web of Science WOS:000402360400014

MARTÍN-DÍAZ, M. L.; TUBERTY, S. R.; MCKENNEY Jr, C. L.; Sales, D.; Del Valls, T. A. Effects of cadmium and zinc on *Procambarus clarkii*: Simulation of the

Aznalcóllar mining spill. Ciencias marinas [en línea]. 2005, vol. 31, no 1B, p. 197-202. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. ISSN: 0185-3880

MAHMOUD, Abd El-Atti; MAHMOUD, M.A. Desouky; AMAAL, Mohamadien; RADWA, M. Said. Effects of titanium dioxide nanoparticles on red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*: Bioaccumulation, oxidative stress and histopathological biomarkers, The Egyptian Journal of Aquatic Research [en línea]. 2019, vol. 45, no 1, p. 11-18 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.01.001>

MANI, Muhsin; ALTUNIŞIK, Abdullah; GEDIK, Kenan. Bioaccumulation of trace elements and health risk predictions in edible tissues of the marsh frog. Biological Trace Element Research [en línea]. 2021, p. 1-12 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12011-021-03017-1>

MANCINELLI, Giorgio, et al. Beyond the mean: A comparison of trace-and macroelement correlation profiles of two lacustrine populations of the crayfish *Procambarus clarkii*. Science of the total Environment [en línea]. 2018, vol. 624, p. 1455-1466 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.106>

MARIANI, Carolina F.; POMPEO, Marcelo L.M. La calidad del sedimento: La contaminación por metales puede ser una amenaza para los seres vivos. Ciencia Hoy [en línea]. 2008, vol. 18, no 107, p. 48-53 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy107/sedimento>

MERE TURPO, Kenneth Helen y CCAPA ALCCAMARI, Maritza Isabel. Relación entre la concentración de mercurio en las aguas y sedimentos del río Ocoña y la concentración de mercurio en el camarón. Tesis (Titulo en Ingeniería). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú [en línea]. 2021 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4279>

MORALES, Dante, et al. Niveles de boro no permisibles en reservorio de agua potable, cuenca hidrográfica Locumba, región Tacna, Perú. *Campus* [en línea]. 2017, vol. 22, no 24, p. 207-213 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.24265/campus.2017.v22n24.06>

NAHLIK, Amanda M., et al. Use of national-scale data to examine human-mediated additions of heavy metals to wetland soils of the US. *Environmental Monitoring and Assessment* [en línea]. 2019, vol. 191, p. 1-24 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7315-5>

Neita, Jhon Cesar. Conozca la historia del cangrejo nativo de Estados Unidos que invadió varias zonas alto andinas de Colombia [en línea]. Enero, 2021 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1569-conozca-la-historia-del-cangrejo-nativo-de-eu-que-invadio-varias-zonas-alto-andina.

NISHIJIMA, Shota; NISHIKAWA, Chisato y MIYASHITA, Tadashi. Habitat modification by invasive crayfish can facilitate its growth through enhanced food accessibility. *BMC ecology* [en línea]. 2017, vol. 17, p. 1-9 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12898-017-0147-7>

OFICIALDEGUI, Francisco J., et al. Unravelling the global invasion routes of a worldwide invader, the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Freshwater Biology* [en línea], 2019, vol. 64, no 8, p. 1382-1400 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/fwb.13312>

OSPINA, Oscar Efrén; CARDONA, Oscar Hernán. Evaluación de la contaminación por aluminio del agua para consumo humano, región central de Colombia. *INGE CUC* [en línea]. 2021, vol. 17, no 2, p. 31-41 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Doi: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.2.2021.04>

PEDROZA MARTÍNEZ, David Ricardo. Estudio de la estructura poblacional de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), en la Laguna de Fúquene, Cundinamarca. Tesis

(Título en Biología). Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas [en línea]. 2017 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/8945>

PENG, Guohui, et al. Assessment of essential element accumulation in red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) and the highly efficient selenium enrichment in freshwater animals. *Journal of Food Composition and Analysis* [en línea]. 2021, vol. 101, p. 103953 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103953>

POLO, Carlos y SULCA, Liduvina. Metales pesados: fuentes y su toxicidad sobre la salud humana. *Ciencias* [en línea]. 2018, vol. 2, no 1, p. 20-36 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.33326/27066320.2018.1.842>

QUANZ, M. E.; WALKER, T. R.; OAKES, K. y WILLIS, Rob. Effects of industrial effluent on wetland macroinvertebrate community structures near a wastewater treatment facility. *Ecological Indicators* [en línea]. 2021, vol. 127, p. 107709 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107709>

QUINTEROS CARABALÍ, Joffre, et al. Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglhuayco. *Siembra* [en línea]. 2019, vol. 6, no 2, p. 46-57 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>

RODRÍGUEZ CASTILLO, Andrés; ROLDÁN RODRÍGUEZ, Judith; BOPP VIDAL, Geiner Manuel. Macroinvertebrados Bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad-Perú. *REBIOL* [en línea]. 2021, vol. 41, no 1, p. 91-101 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.09>

ROSADO ORMAZA, Rosa Katherine; PERALTA ZAMBRANO, Zandy Patricia. Evaluación de contaminación ambiental por aluminio en sedimentos del río Carrizal en descargas de lodos residuales de la planta potabilizadora EMMAP-EP. Tesis (Titulo en Ing. Ambiental). Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López [en línea]. 2022 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1902/1/TIC_IA25D.pdf

SALAS-MERCADO, Dante; HERMOZA-GUTIÉRREZ, Marián y SALAS-ÁVILA, Dante. Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química* [en línea]. 2020, vol. 37, no 4, p. 185-193 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.4.1>

SÁNCHEZ ARAUJO, Víctor Guillermo. Calidad del agua del río Ichu en zonas urbanas del distrito de Huancavelica. Tesis (Doctorado en ciencias ambientales). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica [en línea]. 2020 [fecha de consulta: 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8f4790a9-29f3-4b4e-ab05-41af556f4c2e/content>

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Alvaro Holger. Restauración de los canales eutrofizados de abastecimiento de agua a los Pantanos de Villa. Tesis (Magíster en desarrollo ambiental). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú [en línea]. 2020 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17439>

SANI, A., IDRIS, K. M., ABDULLAHI, B. A., y DARMA, A. I. Bioaccumulation and health risks of some heavy metals in *Oreochromis niloticus*, sediment and water of Challawa river, Kano, Northwestern Nigeria. *Environmental Advances* [en línea]. 2022, vol. 7, p. 100172 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100172>

SOLANO, Folleto Informativo Conductividad Eléctrica/Salinidad [en línea]. 2005 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf

SOUTY-GROSSET, Catherine, et al. The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica* [en línea]. 2016, vol. 58, p. 78-93 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.03.003>

THAKUR, M. P.; BAKKER, E. S.; VEEN, G. y HARVEY, J. A. Climate extremes, rewilding, and the role of microhabitats. *One Earth* [en línea], 2020, vol. 2, no 6, p. 506-509 [fecha de consulta: 17 de Junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.05.010>

TCHOUNWOU, P.B.; YEDJOU, C.G.; PATLOLLA, A.K. y SUTTON, D.J. Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular, clinical and environmental toxicology* [en línea]. 2012, p. 133-164 [fecha de consulta: 12 de marzo del 2022]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6

TURLURE, Camille, et al. Suitability and transferability of the resource-based habitat concept: a test with an assemblage of butterflies. *Frontiers in Ecology and Evolution* [en línea]. 2019, vol. 7, p. 127 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00127>

WALTER, Pablo. Controversias sobre el origen de la contaminación por boro (B). Subcuenca del río Calchaquí. Provincia Salta. Argentina. *Idesia* [en línea]. 2020, vol. 38, no 2, p. 31-39 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200031>

Weiperth A., Gál B., Kuříková, P., Langorova, I., Kouba, A., Patoka, J. Risk assessment of pet-traded decapod crustaceans in Hungary with evidence of *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the wild. *North-Western Journal of Zoology*

[en línea]. 2017, vol. 15, no 1, p. 42-47 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: https://biozoojournals.ro/nwjz/content/v15n1/nwjz_e171303_Weiperth.pdf

XIA, P.; MA, L.; YI, Y. y LIN, T. Assessment of heavy metal pollution and exposure risk for migratory birds-A case study of Caohai wetland in Guizhou Plateau (China). *Environmental Pollution* [en línea]. 2021, vol. 275, p. 116564 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116564>

YU, Jixin, et al. Effects of stocking density and artificial macrophyte shelter on survival, growth and molting of juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) under experimental conditions. *Aquaculture* [en línea]. 2020, vol. 521, p. 735001 [fecha de 05 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735001>

ZHANG, Yu, et al. Cadmium-induced oxidative stress, histopathology, and transcriptome changes in the hepatopancreas of freshwater crayfish (*Procambarus clarkii*). *Science of the Total Environment* [en línea]. 2019, vol. 666, p. 944-955 [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.159>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz Operacional Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en *Procambarus clarkii*, de la zona de amortiguamiento en Pantanos de Villa

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES DE MEDIDA
Bioacumulación de elementos traza en <i>Procambarus clarkii</i>	Proceso de acumulación de sustancias químicas, en los tejidos de los organismos vivos y en los alimentos, de forma que estos alcanzan concentraciones elevadas mayores que las normales. (Ariano et al., 2021), así mismo los elementos traza se hallan en concentraciones bajas de 1mg/kg en el medio ambiente. Son de gran valor en el metabolismo de los seres vivos, altas concentraciones por ingesta, inhalación y contacto podrían resultar altamente tóxicos. (Díaz et al, 2016)	Se realizó la colecta biológica de la especie <i>Procambarus clarkii</i> , donde se hicieron las medidas biométricas, luego se diseccionó a los individuos capturados, cuyos tejidos seleccionados fueron llevados a un laboratorio para luego ser analizados y someterlos a los estudios respectivos para determinar la presencia y concentración de elementos traza.	Elementos traza Tejidos (<i>P. clarkii</i>)	P	RAZÓN	mg/kg
				Na	RAZÓN	mg/kg
				Mg	RAZÓN	mg/kg
				B	RAZÓN	mg/kg
				Ti	RAZÓN	mg/kg
				Ni	RAZÓN	mg/kg
				Al	RAZÓN	mg/kg
				Pb	RAZÓN	mg/kg
				Cu	RAZÓN	mg/kg
				Zn	RAZÓN	mg/kg
				Talla	RAZÓN	cm
				Peso	RAZÓN	g
				Caracterización del microhábitat de <i>P. clarkii</i>	El microhábitat de <i>Procambarus clarkii</i> se constituye por factores bióticos y abióticos, estos son: vegetación circundante, el tipo de sustrato; grava, arena y limo/arcilla. (Choi, et al, 2021)	Se realizó el muestreo de agua y sedimentos para el análisis de la concentración de elementos traza en el laboratorio y se utilizó el multiparámetro para obtener los datos fisicoquímicos del agua.
Na	RAZÓN	mg/kg				
Mg	RAZÓN	mg/kg				
B	RAZÓN	mg/kg				
Ti	RAZÓN	mg/kg				
Ni	RAZÓN	mg/kg				
Al	RAZÓN	mg/kg				
Pb	RAZÓN	mg/kg				
Cu	RAZÓN	mg/kg				
Zn	RAZÓN	mg/kg				
Elementos traza Agua	P	RAZÓN	mg/L			
	Na	RAZÓN	mg/L			
	Mg	RAZÓN	mg/L			
	B	RAZÓN	mg/L			
	Ti	RAZÓN	mg/L			
	Ni	RAZÓN	mg/L			
	Al	RAZÓN	mg/L			
	Pb	RAZÓN	mg/L			
Parámetros fisicoquímicos	temperatura	INTERVALO	C°			
	conductividad eléctrica	RAZÓN	µS/cm			
	Elevación	RAZÓN	m			
	O2 disuelto	RAZÓN	mg/l			
	pH	RAZÓN	grado			
	Profundidad	RAZÓN	cm			
	Residuos sólidos (RS)	NOMINAL	1/0			
	Color	RAZÓN	pto			
	Cobertura	NOMINAL	1/0			
TDS	RAZÓN	mg/l				

Anexo 2: Validación de instrumentos



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información

Ing. Correa Arellano Cesar Enrique

Yo Quispesucso Durand Cesar Frank, identificado con DNI N° 43792562 y mi compañero de tesis Espinoza Paucar Víctor Jesús con DNI N° 41830877, alumnos del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto.

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para tesis que vengo elaborando titulado: "Bioacumulación de metales pesados por *Procambarus clarkii* (Girard) en aguas residuales contaminadas en Pantanos de Villa, 2022", solicito a Ud. se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización

Por tanto

A usted, ruego acceder a mi petición

Lima, 13 de octubre del 2022



Quispesucso Durand Cesar Frank
DNI No 43792562



Espinoza Paucar Víctor Jesús
DNI No 41830877

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: CORREA ARELLANO CÉSAR ENRIQUE
- 1.2. Cargo o institución donde labora: DTC UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
- 1.3. Especialidad : BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
- 1.4. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento **SÍ** cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento **NO** cumple con los requisitos para su aplicación.

 X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

 98



 Mg. César E. Correa Arellano
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CBP 3915

Lima, 13 de octubre del 2022

Nombres y Apellidos: César Correa Arellano
 CBP:3915

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo o institución donde labora: DOCENTE DE LA UCV
- 1.3. Especialidad : HIDROLOGO AMBIENTAL
- 1.4. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

SI

90%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Juan Julio Ordoñez Galvez

Nombres y Apellidos: CIP: 89972

Lima, 12 de octubre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: Quijano Pacheco Wilber Samuel
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente
- 1.3. Especialidad : Zootecnista
- 1.4. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 11 de octubre del 2022



Ing. Quijano Pacheco Wilber Samuel
CIP: 90140

	FORMATO PARA LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL <i>PROCAMBARUS CLARKII</i>, DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE PANTANOS DE VILLA										Instrumento 01
TÍTULO	Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en <i>Procambarus clarkii</i> , de La Zona de Amortiguamiento en Pantanos de Villa										
AUTOR	Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.										
ASESOR	Dr. Ordoñez Sánchez Luis Alberto										
DEPART.	Lima										
PROVINCIA	Lima										
LOCALIDAD	Chorrillos-Villa Baja										
FECHA											
Canal	Descripción	Coordenadas		Nasa	N° Individuos	Peso Total (g)	Peso Hepatopáncreas (g)	Peso Músculo abdominal (g)	Peso Branquias (g)	Longitud (cm)	Sexo (M/H)
		Norte	Este								


 V°B° Asesor de Tesis
 Dr. Ordoñez Sánchez Luis A.
 CIP: 23306


 Mg. César E. Correa Arellano
 INGENIERO MICROBIÓLOGO
 CIP 3015



 José Pacheco
 INGENIERO QUÍMICO TECNISTA
 Reg. CIP. N° 90140


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres del experto: CORREA ARELLANO CÉSAR ENRIQUE
 1.6. Cargo o institución donde labora: DTC UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.7. Especialidad : BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 1.8. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

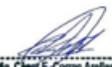
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación.

 X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Mg. César E. Correa Arellano
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CBP 3915

Lima, 13 de octubre del 2022

Nombres y Apellidos: César Correa Arellano
 CBP:3915

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres del experto: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 1.6. Cargo o institución donde labora: DOCENTE DE LA UCV
 1.7. Especialidad : HIDROLOGO AMBIENTAL
 1.8. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

90%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Nombres y Apellidos: CIP: 89972

Lima, 12 de octubre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.5. Apellidos y Nombres del experto: Quijano Pacheco Wilber Samuel
 1.6. Cargo o institución donde labora: Docente
 1.7. Especialidad : Zootecnista
 1.8. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 11 de octubre del 2022




 Ing. Quijano Pacheco
 Reg. CIP: 90140

Ing. Quijano Pacheco Wilber Samuel
CIP: 90140

		FORMATO PARA LA IDENTIFICACION DE ELEMENTOS TRAZA EN <i>PROCAMBARUS CLARKII</i> DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO EN PANTANOS DE VILLA											Instrumento 02			
TÍTULO		Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en <i>Procambarus clarkii</i> , de La Zona de Amortiguamiento en														
AUTORES		Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.														
ASESOR		Dr. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto														
DEPART.		Lima														
PROVINCIA		Lima														
LOCALIDAD		Chorrillos-Villa Baja														
Muestra	Descripción	Coordenadas		Fecha	Hora	Tipo de Matriz	P	Na	Mg	Zn	Cu	Al	B	Ti	Ni	Pb
		Este	Norte													
PC1																
PC2																
PC3																


 V°B° Asesor de Tesis
 Dr. Ordóñez Sánchez Luis A.
 CIP: 23306


 Mg. César E. Correa Arellano
 INGENIERO MICROBIÓLOGO
 CIP 3915


 Wladimir Pacheco
 INGENIERO QUÍMICO TECNISTA
 Reg. CEP. N° 90140


 Juan Julio Ordóñez Galeaz
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.9. Apellidos y Nombres del experto: CORREA ARELLANO CÉSAR ENRIQUE
 1.10. Cargo o institución donde labora: DTC UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.11. Especialidad : BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 1.12. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación. X
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Mg. César E. Correa Arellano
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CBP 3915

Lima, 13 de octubre del 2022

Nombres y Apellidos: César Correa Arellano
 CBP:3915

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.9. Apellidos y Nombres del experto: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 1.10. Cargo o institución donde labora: DOCENTE DE LA UCV
 1.11. Especialidad : HIDROLOGO AMBIENTAL
 1.12. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
 - El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

SI

90%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 Nombres y Apellidos: CIP: 89972

Lima, 12 de octubre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.9. Apellidos y Nombres del experto: Quijano Pacheco Wilber Samuel
 1.10. Cargo o institución donde labora: Docente
 1.11. Especialidad : Zootecnista
 1.12. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 11 de octubre del 2022



Ing. Quijano Pacheco Wilber Samuel
 CIP: 90140

	FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS TRAZA EN AGUA Y SEDIMENTO EN EL MICROHÁBITAT DEL <i>PROCAMBARUS CLARKII</i>, DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE PANTANOS DE											Instrumento 03				
TÍTULO	Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en <i>Procambarus clarkii</i> , de La Zona de Amortiguamiento en Pantanos de Villa															
AUTOR	Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.															
ASESOR	Dr. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto															
DEPART.	Lima															
PROVINCIA	Lima															
LOCALIDAD	Chorrillos-Villa Baja															
Punto de Muestreo	Descripción	Coordenadas		Elevación (msnm)	Fecha	Hora	P	Na	Mg	Zn	Cu	Al	B	Ti	Ni	Pb
		Este	Norte													
AR-1																
AR-2																
AR-3																
SED-1																
SED-2																
SED-3																



V°B° Asesor de Tesis
Dr. Ordóñez Sánchez Luis A.
CIP: 23306



Mg. César E. Correa Arellano
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
CIP 3915



Ing. Jorge Pacheco
INGENIERO TECNISTA
Reg. CIP. N° 90140

Asentamiento



Juan Julio Ordóñez Galvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

1.13. Apellidos y Nombres del experto: CORREA ARELLANO CÉSAR ENRIQUE

1.14. Cargo o institución donde labora: DTC UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1.15. Especialidad : BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

1.16. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesusco Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

98


 Mg. César E. Correa Arellano
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 CBP 3915

Lima, 13 de octubre del 2022

Nombres y Apellidos: César Correa Arellano
 CBP:3915

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.13. Apellidos y Nombres del experto: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 1.14. Cargo o institución donde labora: DOCENTE DE LA UCV
 1.15. Especialidad : HIDROLOGO AMBIENTAL
 1.16. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

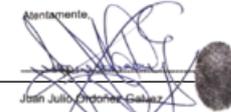
SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 12 de octubre del 2022

Nombres y Apellidos: CIP: 89972


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.13. Apellidos y Nombres del experto: Quijano Pacheco Wilber Samuel
 1.14. Cargo o institución donde labora: Docente
 1.15. Especialidad : Zootecnista
 1.16. Autor (es) del instrumento: Espinoza Paucar Víctor J. - Quispesucso Durand Cesar F.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

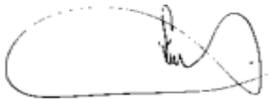
Lima, 11 de octubre del 2022




 Quijano Pacheco
 WILBER SAMUEL
 Ing. CIP. N° 90140

Ing. Quijano Pacheco Wilber Samuel
CIP: 90140

	FORMATO PARA LA CARACTERIZACION EN EL MICROHABITAT DEL <i>PROCAMBARUS CLARKII</i> , DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE PANTANOS DE VILLA											Instrumento 04				
TÍTULO	Bioacumulación de elementos traza y caracterización del microhábitat en <i>Procambarus clarkii</i> , de La Zona de Amortiguamiento en Pantanos de Villa															
AUTOR	Espinoza Paucar Víctor J. - Quispeucos Durand Cesar F.															
ASESOR	Dr. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto															
DEPART.	Lima															
PROVINCIA	Lima															
LOCALIDAD	Chorrillos-Villa Baja															
Fecha																
Canal	N°	Nasa	Número de P. clarkii (N_Pc)	Elevación (msnm)	T° (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (mg/L)	TDS (mg/L)	Salinidad (g/kg)	Color (Pt/Co)	Profundidad (cm)	RS	Cobertura	Vegetación Circundante	Fauna Acompañante


 V°B° Asesor de Tesis
 Dr. Ordóñez Sánchez Luis A.
 CIP: 23306


 Mg. César E. Correa Avilano
 INGENIERO MICROBIÓLOGO
 CIP 9113



 Wiliam Pacheco
 INGENIERO QUÍMICO TECNISTA
 Reg. CIP. N° 90140


 Juan Julio Ordóñez Galvez
 DNI: 08447308

Anexo 3: Resultado de laboratorio: Agua y Sedimento



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 173345-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : V.A. ENVIRO CONSULTORES E.I.R.L.
DOMICILIO LEGAL : MZA. H LOTE 16 COO. EL NARANJAL - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : CESAR FRANK QUIPESUCSO DURAND
REFERENCIA : ANÁLISIS DE AGUA Y SEDIMENTO
PROCEDENCIA : ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-05-31
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-05-31 AL 2023-06-08
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-05-31
MUESTREO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
AGUA			
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4. 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
SEDIMENTO			
Metales: Aluminum (Al), Antimony (Sb), Arsenic (As), Barium (Ba), Boron (B), Beryllium (Be), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chromium (Cr), Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Lithium (Li), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo) Nickel (Ni), Phosphorus (P), Potassium (K), Selenium (Se), Silica (SiO2), Silver (Ag), Sodium (Na), Strontium (Sr), Thallium (Tl), Estaño, Titanium (Ti), Vanadium (V), Zinc (Zn), Thorium (Th), Uranium (U), Tungsten (W)	EPA 3050-B (1996) Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils // SW-846 Method EPA 6010D, Rev. 5, 2018. Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry (ICP-OES).	---	mg/kg

L.C.: limite de cuantificación.

ING. TELLO PAUCAR
MARILU
SERVICIOS ANALITICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA y del Organismo Internacional de Acreditación-IAS, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.
OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.
IMPORTANTE: • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clip sobre la firma, saldrá un aviso: Validez de firma: firma válida, de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: INACAL-DA (Sede Lima 1) y Organismo Internacional de Acreditación (IAS-829): Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima y INACAL-DA (Sede Lima 2) : Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Rios Norte - Lima.

• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 173345-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2023-05-31	2023-05-31	2023-05-31
Hora de inicio de muestreo (h)	10:38	11:50	13:03
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente	AR-1	AR-2	AR-3
Código del Laboratorio	23052173	23052174	23052175
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.19675
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00006
Boro (B)	0.0002	mg/L	1.6902
Sodio (Na)	0.003	mg/L	>400
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	89.702
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.020
Silicio (Si)	0.004	mg/L	15.314
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	32.771
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	41.50
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.041
Potasio (K)	0.007	mg/L	20.587
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	462.572
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00056
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00336
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0005
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.02825
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.05774
Cobalto (Co)	0.00006	mg/L	0.000181
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00043
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0098
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00632
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	<0.00002
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00004
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00184
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0136
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00759
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	5.96462
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00018
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00010
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00225
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00040
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00017
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0002
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00020
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.09327
Lantano (La)	0.00002	mg/L	0.00027
Cerio (Ce)	0.00004	mg/L	0.00089
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.00001	mg/L	<0.00001
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00005
Wolframio (W) Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00021
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00022
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0004
Bismuto (Bi)	0.00004	mg/L	<0.00004
Torio (Th)	0.00005	mg/L	0.00059
Uranio (U)	0.00002	mg/L	0.003581

L.D.M.: límite de detección del método.

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA y del Organismo Internacional de Acreditación-IAS, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.

IMPORTANTE: • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso: 'Validez de firma: firma válida', de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: INACAL-DA (Sede Lima 1) y Organismo Internacional de Acreditación (IAS-829): Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y INACAL-DA (Sede Lima 2) : Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima.

• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 2 de 3

Cod. FI 004 / Versión: 04/ F.E.: 06/2023



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 173345-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Sedimento		
Matriz analizada	Sedimento	Sedimento	Sedimento
Fecha de muestreo	2023-05-31	2023-05-31	2023-05-31
Hora de inicio de muestreo (h)	10:58	12:02	13:15
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Cliente	SED-1	SED-2	SED-3
Código del Laboratorio	23052176	23052177	23052178
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-829			
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales			
Plata (Ag)	0.06	mg/kg	<0.06
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	11704.8
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	8.70
Boro (B)	0.2	mg/kg	17.5
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	50.33
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	<0.021
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	30961.7
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	2.07
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	21.8
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	5.43
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	11.86
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	36.53
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	>20000
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	<0.10
Potasio (K)	3.5	mg/kg	995.7
Litio (Li)	0.3	mg/kg	14.7
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	7521.7
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	326.54
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	0.30
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	2150.1
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	3.84
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	1332.7
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	21.29
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	0.74
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4
Silice (SiO ₂)	1.7	mg/kg	3585.1
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	0.92
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	210.52
Torio (Th)	0.20	mg/kg	<0.20
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	398.55
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	<0.4
Uranio (U)	0.3	mg/kg	<0.3
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	38.08
Wolframio (W)/Tungsteno	0.20	mg/kg	<0.20
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	78.13

L.D.M.: límite de detección del método.
Resultados de Sedimento reportados en base seca.

Lima, 13 de Junio del 2023.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA y del Organismo Internacional de Acreditación-IAS, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.

IMPORTANTE: • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso: "firma válida", de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: INACAL-DA (Sede Lima 1) y Organismo Internacional de Acreditación (IAS-829); Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y
INACAL-DA (Sede Lima 2) : Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima.

• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3

Anexo 4: Resultado de laboratorio: Tejido animal.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829**



**INFORME DE ENSAYO N° 173216-2023
CON VALOR OFICIAL**

RAZÓN SOCIAL	: V.A. ENVIRO CONSULTORES E.I.R.L.
DOMICILIO LEGAL	: MZA. H LOTE 16 COO. EL NARANJAL - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR	: CESAR FRANK QUISEPESUCO DURAND
REFERENCIA	: ANÁLISIS DE TEJIDO ANIMAL, ESPECIE PROCAMBARUS CLARKII
PROCEDENCIA	: ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LOS PANTANOS DE VILLA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2023-05-29
FECHA(S) DE ANÁLISIS	: 2023-05-24 AL 2023-06-02
FECHA(S) DE MUESTREO	: 2023-05-24 AL 2023-05-26
MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIbió.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Total Metals (Biological Tissues) Aluminum (Al), Antimony (Sb), Arsenic (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chromium (Cr), Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Lithium (Li), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo), Nickel (Ni), Phosphorus (P), Potassium (K), Selenium (Se), Silver (Ag), Sodium (Na), Strontium (Sr), Thallium (Tl), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn).	EPA Method 200.3, Rev. 1, April, 1991. Metals, Total Recoverable in Biological Tissues / EPA Method 200.7, Rev.4.4, EMMC Version 1994.	---	mg/Kg

L.C.: límite de cuantificación.

17025



**ING TELLO PAUCAR
MARILU
SERVICIOS ANALITICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe**

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

Cod. FI.005 / Versión: 03 / E.E.: 06/2023

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del Organismo Internacional de Acreditación-IAS, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.

IMPORTANTE: • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puede comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso: Validez de firma: firma válida*, de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.
 Laboratorio: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 1 de 2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



**INFORME DE ENSAYO N° 173216-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal
Matriz analizada	Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal
Fecha de muestreo	2023-05-24	2023-05-25	2023-05-26
Hora de inicio de muestreo (h)	12:20	12:50	14:00
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	PC 1	PC 2	PC 3
Código del Laboratorio	23051842	23051843	23051844

ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-829			
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Silver / Plata (Ag)	0.05	mg/kg	0.15
Aluminium / Aluminio (Al)	0.7	mg/kg	1.5
Arsenic / Arsénico (As)	0.07	mg/kg	<0.07
Boron / Boro (B)	0.10	mg/kg	0.48
Barium / Bario (Ba)	0.09	mg/kg	0.59
Beryllium / Berilio (Be)	0.04	mg/kg	<0.04
Calcium / Calcio (Ca)	1.4	mg/kg	2243.0
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	<0.04
Cerium / Cerio (Ce)	0.14	mg/kg	<0.14
Cobalt / Cobalto (Co)	0.04	mg/kg	<0.04
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	<0.04
Copper / Cobre (Cu)	0.05	mg/kg	12.52
Iron / Hierro (Fe)	0.12	mg/kg	19.18
Mercury / Mercurio (Hg)	0.05	mg/kg	<0.05
Potassium / Potasio (K)	1.8	mg/kg	1232.9
Lithium / Litio (Li)	0.14	mg/kg	<0.14
Magnesium / Magnesio (Mg)	1.9	mg/kg	344.4
Manganese / Manganeso (Mn)	0.04	mg/kg	5.12
Molybdenum / Molibdeno (Mo)	0.07	mg/kg	<0.07
Sodium / Sodio (Na)	1.6	mg/kg	1022.8
Nickel / Niquel (Ni)	0.05	mg/kg	0.07
Phosphorus / Fósforo (P)	0.15	mg/kg	1780.80
Lead / Plomo (Pb)	0.04	mg/kg	0.05
Antimony / Antimonio (Sb)	0.10	mg/kg	<0.10
Selenium / Selenio (Se)	0.16	mg/kg	0.94
Tin / Estaño (Sn)	0.05	mg/kg	0.06
Strontium / Estroncio (Sr)	0.04	mg/kg	18.98
Titanium / Titanio (Ti)	0.04	mg/kg	0.40
Tallium / Talio (Tl)	0.15	mg/kg	<0.15
Vanadium / Vanadio (V)	0.05	mg/kg	<0.05
Zinc (Zn)	0.14	mg/kg	14.13
Uranium / Uranio (U)	0.15	mg/kg	<0.15

L.D.M.: Límite de detección del método

Lima, 07 de Junio del 2023.

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

Cod. FI 005 / Versión: 03 / FE.: 06/2023

Este informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del Organismo Internacional de Acreditación-IAS, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.
OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego será eliminadas.
IMPORTANTE: • Este documento fue emitido con firma electrónica de valor legal en formato PDF. Debe solicitar su documento electrónico para verificar la autenticidad. Puedes comprobar la validez del mismo haciendo clic sobre la firma, saldrá un aviso. Validez de firma: firma válida*, de no validarse el documento es falso. Notifique al correo: laboratorio@sagperu.com si su informe ha sido adulterado.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2

Anexo 5: Certificado de calibración del multiparámetro HACH – HQ40d



Certificado de Calibración OHLFQ-031-2023

1.- SOLICITANTE

Nombre: GREENLAB PERU S.A.C.

Dirección: CAL. SANTA ANGELICA NRO. 285 URB. SANTA LUISA
(A UNA CUADRA DE LA UCV) LIMA - LIMA - SAN
MARTIN DE PORRES

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Multiparámetro

Marca : HACH
Modelo : HQ40d
N° de Serie : 100900046484
Procedencia : Estados Unidos
Código: GL-OPE-009-13

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales (INACAL) y/o internacionales. OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú. OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

* El instrumento se calibró el 2023-01-25

* La calibración se realizó en el Área de Físico-química del Laboratorio OHLAB S.A.C.

4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	23,1 °C	± 0,2 °C
Humedad	59,6 % HR	± 0,6 % HR
Presión	1005,6 hPa	± 0,2 hPa

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C.. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciere de este certificado.

Fecha de emisión: 2023-01-25

Sello



Miguel A. Zacarias Zamudio
Metrólogo

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Laboratorio de Metrología
Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
Email: comercial@ohlaboratory.com
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 3
FGC-144/MAYO2019/Rev.00

Certificado de Calibración OHLFQ-031-2023

5.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Según el PC-020 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE pH" del INACAL/DM.
Según el PC-022 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE CONDUCTIMETROS" del INACAL/DM.
Según el PC-017 : "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" del INDECOPI.

6.- TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM , en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo	Lote / SN	Fecha de Vencimiento
LT-077-2022 INACAL DM	Termometro Digital con una resolución de 0,001 °C	TRACEABLE®	4000	200097352	No aplica
HI7040L Hanna Instruments	Solucion Buffer de 0,0 % O ₂	HANNA Instruments	HI7040L	S0076/20	may-25

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado del 95%.

7.- RESULTADOS

Sensor de DO%	Temperatura de Referencia °C	Valor Certificado mg/L	Lectura del Instrumento mg/L	Error mg/L	Incertidumbre mg/L
LDO SN: 161532597004	24,927	0,00	0,08	0,08	0,3

(Fin del documento)



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 029



Registro N° LC - 029

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLTH-017-2023

1.- SOLICITANTE

Razón social: GREENLAB PERU S.A.C.
Dirección: CAL.SANTA ANGELICA NRO. 285 URB. SANTA LUISA (A UNA CUADRA DE LA UCV) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
OTI : LC-030

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Multiparámetro

Marca: HACH COMPANY
Modelo: HQ40D
Número de serie: 100900046484
Numero de serie sensor: 212582563332
Tipo de sensor : Termistor
Resolución 0,1 °C
Procedencia : Estados Unidos

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales (INACAL) y/o internacionales. OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en áreas con condiciones ambientales controladas , realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú. OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El instrumento fue calibrado el 2023 - 01 - 25
- * La calibración se realizó en el Área de Temperatura del Laboratorio OHLAB.

4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	22,5 °C	±	0,1 °C
Humedad	58,8 % HR	±	0,3 % HR

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se refieren exclusivamente a los ítems recibidos, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Fecha de emisión: 2023 - 01 - 25



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC

Juan Diego Arribasplata
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Laboratorio de Metrología
Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
Email: comercial@ohlaboratory.com
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 3

FGC-042/ENERO 2023/Rev.05

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLTH-017-2023

5.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó según el PC-017: "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda Edición – diciembre 2012 del Servicio Nacional de Metrología del Perú.

6.- TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM , en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo
LT-087-2022	Termometro de Indicación Digital con una incertidumbre máxima de 0,02°C	TRACEABLE	4000
INACAL DM			
LT-077-2022	Termometro de Indicación Digital con una incertidumbre máxima de 0,02°C	TRACEABLE	4000
INACAL DM			

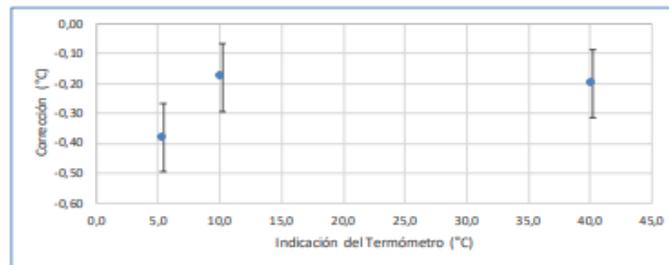
OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLTH-017-2023

7.- RESULTADOS

Indicación del Termómetro (°C)	Temperatura convencionalmente verdadera (°C)	Corrección (°C)	Incidumbre (°C)
5,4	5,02	-0,38	0,11
10,2	10,02	-0,18	0,11
40,2	40,00	-0,20	0,11



Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor es 4 cm aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

(Fin del documento)

Anexo 6: Certificado de acreditación Servicios Analíticos Generales S.A.C



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C.

AV. NACIONES UNIDAS 1565, CHACRA RIOS NORTE
LIMA 1, PERU

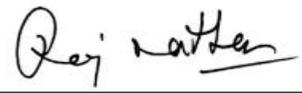
Testing Laboratory TL-829

has met the requirements of AC89, *IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories*, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date January 5, 2022



IAS is an ILAC MRA Signatory



President

Visit www.iasonline.org for current accreditation information.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco
de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación a:

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de cercado de Lima, departamento de Lima.
Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el
DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 25 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 24 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:44:02
Motivo:Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0135-2021-INACAL
Contrato N° : N° 012-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-047

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 7: Carta de consentimiento de Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa (PROHVILLA)



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



CARTA DE CONSENTIMIENTO

La suscrita, DANIELA CHANGANAQUI ALFARO, en mi calidad de Jefe de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo de Proyectos de la Autoridad Municipal de Los Pantanos de Villa – PROHVILLA, emito la presente **Carta de Consentimiento de Ingreso a la Propiedad del SERPAR** bajo nuestra **administración** a favor del Sr. **VÍCTOR JESÚS ESPINOZA PAUCAR** y del Sr. **CÉSAR FRANK QUISPESUCSO DURAND** identificados con DNI 41830877 y DNI 43792562, responsables de la tesis *"Bioacumulación de metales pesados en Procamburus clarkii (Girard) por aguas residuales contaminadas en Pantanos de Villa, 2022"*.

El ingreso a la propiedad bajo nuestra administración el Humedal Pantanos de Villa se efectuará con la presentación de la **Carta de Autorización para Realizar Investigaciones dentro del ANP de los Pantanos de Villa**, emitida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP¹.

Atentamente,

Chorrillos, 24 de octubre del 2022

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA
AUTORIDAD MUNICIPAL DE LOS
PANTANOS DE VILLA

DANIELA CHANGANAQUI ALFARO
JEFE DE LA OFICINA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y DESARROLLO DE PROYECTOS
PROHVILLA

¹ D.S. N° 010-2015-MINAM, que promueve el desarrollo de investigaciones al interior de las áreas naturales protegidas (23/09/2015).