



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA

“Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO

DOCENTE TUTOR:

BLGO. XAVIER PIGUAVE PRECIADO, M.SC.

PERIODO ACADÉMICO

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA

“Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO

DOCENTE TUTOR:

BLGO. XAVIER PIGUAVE PRECIADO, M.SC.

PERIODO ACADÉMICO

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "**Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena**", elaborado por **Del Pezo Tumbaco Kerly Nohemy**, estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, reading "Xavier Piguave Preciado", is written over a horizontal line.

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.


DOCENTE TUTOR

C.I. 0913435046

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena.”**, elaborado por **Del Pezo Tumbaco Kerly Nohemy**, estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ing. César Roca Quirumbay MSc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. (915967707)

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía permanente; por iluminar mi andar en los momentos difíciles y por darme la suficiente fuerza para alcanzar aquel sueño que ya hoy se ha cumplido.

A mis padres, Jacinta Tumbaco Pita y Alberto Del Pezo Hermenejildo, por su amor sincero, por su ejemplo de trabajo y lucha, y por su enseñanza de que, de alguna manera, los verdaderos logros se alcanzan luchando, con fe y voluntad. Este triunfo también es de ustedes, porque sin su apoyo nada de esto hubiera podido hacerse posible.

A mi familia, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida. Gracias por estar siempre ahí, por sus palabras de ánimo, por ceder su fe, por estar a mi lado en los momentos de cansancio y alegría. Cada uno de ustedes ha sido un estímulo para seguir adelante y llegar hasta aquí.

A la memoria de mi hermano Tommy Joel Del Pezo Tumbaco, quien ya hace 8 años partió al cielo. Su partida dejó un vacío inmenso, pero también me dio fuerzas para seguir adelante. Aunque no esté físicamente, su presencia vive en mí y en cada meta que logro. Este triunfo también es para él, porque sé que, desde lo alto, me acompaña, me cuida y celebra conmigo cada uno de mis logros.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) por abrirme las puertas del saber y brindarme la oportunidad de formarme en lo profesional. Gracias por hacer brotar en mí el compromiso con la ciencia, la investigación y conservación de nuestros ecosistemas, pilares fundamentales que guiarán mi vida tanto profesional como particular.

Mis agradecimientos más sinceros a Blgo. Xavier Piguave Preciado M.Sc., docente tutor, por la orientación, paciencia y acompañamiento durante el proceso de la presente investigación. Sus enseñanzas, sus aportes científicos y su gestión constante de la motivación fueron clave para superar y culminar con éxito este trabajo.

A la Comuna Dos Mangas y a su presidente Danilo Vera, por abrirme las puertas de su territorio. Les agradezco su cálida hospitalidad, su apoyo incondicional y su entusiasmo para con esta investigación; sin su colaboración, hubiese sido difícil llegar a interpretar y valorar la riqueza natural de tan maravilloso paraje.

A mis amigos (Sulay, Valeria, Eduardo, Isaías...) que han sido compañía, refugio y alegría en cada etapa de la carrera universitaria; gracias por su apoyo y su paciencia. Y cómo no agradecer de manera especial al biólogo del grupo Lucas González, por su amistad sincera y por estar en esos momentos de vulnerabilidad. Gracias por esas conversaciones llenas de lágrimas y risas, me devolvieron la calma; por esas palabras alentadoras cuando más las necesitaba; por recordarme lo que soy capaz y por hacerme ver que rendirse nunca fue una opción. Sus presencias fueron un apoyo invaluable.

A Wilson y Karina, por acompañarnos en los monitoreos y compartir conmigo jornadas que, aunque difíciles y lluviosas, se hicieron más llevaderas gracias a nuestras conversaciones y apoyo mutuo. Cada momento compartido fue un aprendizaje y un aliento que nunca olvidaré.

Y a mis hermanas, Ludy y Kenia, por ayudarme en los monitoreos, por su compañía constante y por estar a mi lado en cada etapa del proceso. Gracias por su paciencia, su cariño y por convertir los desafíos en momentos de colaboración y apoyo mutuo. Este logro también es de ustedes.


TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO**, como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular APROBADO el: 9/12/2025 Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

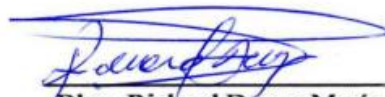


Ing. César Roca Quirumbay MSc.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Xavier Piguave Preciado, MSc.

DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marin, Mgr.

DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgr.

SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en el Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena”**, me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma está compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



Del Pezo Tumbaco Kerty Nohemy

CI: 2450005315

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	22
2. PROBLEMÁTICA	26
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. OBJETIVOS:	30
4.1. OBJETIVO GENERAL:	30
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	30
5. HIPÓTESIS	31
6. MARCO TEORICO	32
6.1. Generalidades de los ríos y su influencia ecológica	32
6.1.1. Definición de río	32
6.1.2. Factores bióticos y abióticos que influyen en los ríos.....	33
6.2. Características biológicas del orden Decapoda	34
6.2.1. Decapoda	34
6.2.2. Morfología externa y adaptaciones funcionales	35
6.2.3. Ciclo de vida y estrategias reproductivas	36
6.3. Morfología y ecología de <i>Atya innocous</i>	36
6.3.1. Hábitat preferido y distribución geográfica	37

6.4. Calidad del agua y su evaluación mediante el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF)	38
6.4.1. Parámetros incluidos en el índice ICA-NSF	39
6.4.2. Aplicaciones del ICA en estudios ecológicos	42
6.5. Parámetros fisicoquímicos y su influencia en ecosistemas acuáticos	42
6.5.1. Efectos del oxígeno disuelto, pH y temperatura	43
6.5.2. Impacto de nutrientes y turbidez en la biodiversidad	44
6.6. Ciclo reproductivo y maduración gonadal en crustáceos	44
6.6.1. Factores ambientales que regulan la reproducción	44
6.6.2. Procesos fisiológicos de maduración gonadal	45
6.7. Índice Gonadosomático (IGS) indicador de madurez.....	45
6.7.1. Definición y fórmula del IGS	45
6.7.2. Aplicaciones del IGS en estudios reproductivos.....	46
6.8. Relación entre calidad del agua y reproducción en especies bioindicadores	46
6.8.1. Efectos de la contaminación sobre la reproducción.....	46
6.8.2. <i>Atya innocous</i> como especie indicadora.....	47
7. MARCO LEGAL.....	48
8. METODOLOGÍA.....	51

8.1.	Enfoque de estudio y tipo de investigación	51
8.2.	Ubicación geográfica área de estudio	51
8.3.	Diseño de estaciones de muestreo.....	53
8.4.	FASE DE CAMPO	55
8.4.1.	Población y Muestra	55
8.4.2.	Recolección de ejemplares de <i>Atya innocous</i>	56
8.4.3.	Recolección de muestras de agua.....	57
8.4.4.	Análisis físicos químicos de la calidad del agua	58
8.4.5.	Transporte y conservación de muestras.....	60
8.4.6.	Procedimiento de transporte al laboratorio	61
8.5.	FASE DE LABORATORIO.....	62
8.5.1.	Mediciones morfométricas y peso.....	62
8.5.2.	Extracción de Gónadas.....	63
8.5.3.	Determinación de madurez	64
8.5.4.	Análisis de agua	65
8.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	67
8.6.1.	Índice gonadosomático (IGS).....	67
8.6.2.	ANOVA	68
8.6.3.	CORRELACIÓN	69

9. ALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	71
9.1. Calidad De Agua.....	71
9.1.1. Parámetros constituyentes del ICA	71
9.1.2. Análisis ICA	88
9.1.2.1. ICA Geométrico.....	88
9.2. ÍNDICE GONADOSOMATICO (IGS).....	91
9.3. Frecuencia de proporción sexual.	91
9.4. MADUREZ SEXUAL	93
9.4.1. ANOVA	94
9.5. Correlación entre el IGS y los parámetros fisicoquímicos	96
9.6. Correlación entre el IGS y el ICA.....	114
10. DISCUSIÓN	116
10.1. Calidad del agua e influencia de los parámetros fisicoquímicos	116
10.2. Correlación entre los parámetros ambientales y la maduración gonadal	117
10.3. Proporción sexual de <i>Atya innocous</i>	118
10.4. Aspectos ecológicos complementarios.....	120
11. CONCLUSIONES	122
12. RECOMENDACIONES	124

BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos ideales de parámetros fisicoquímicos para ríos.....	34
Tabla 2. Coordenadas de las estaciones donde se extrajeron los camarones y las muestras de agua.	53
Tabla 3. Parámetros del Índice de Calidad del Agua (NSF-WQI).....	59
Tabla 4. Parámetros estimados in situ.....	60
Tabla 5. Estado de madurez gonadal en Hembras de <i>Cryphiops caementariu</i>	64
Tabla 6. Estadio de madurez gonadal en machos <i>Cryphiops caementarius</i>	65
Tabla 7. Parámetros de calidad de agua en laboratorio.....	66
Tabla 8. Clasificación del "ICA" propuesto por Brown.....	67
Tabla 9. Valores mensuales de manganeso.....	82
Tabla 10. Tabla de proporción de sexos de camarones.....	91
Tabla 11. Estado de madurez en camarones <i>Atya</i> hembras.....	93
Tabla 12. Estadios de madurez de camarones <i>Atya machos</i>	94
Tabla 13. Datos de mediciones de las muestras de camarón de río	142
Tabla 14. Datos de E3 del mes de julio para análisis ICA.	149
Tabla 15. Datos de E5 del mes de agosto para análisis ICA.....	149
Tabla 16. Pruebas de normalidad de los parámetros, aplicadas con el software Past versión 4.17	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del camarón	37
Figura 2. Mapa de distribución del género <i>Atya</i>	38
Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio	52
Figura 4. Estaciones de monitoreo del sendero Pozas (Piscinas)	54
Figura 5. Red de mano utilizada para la captura de camarones.....	56
Figura 6. Toma de parámetros.	57
Figura 7. Ubicación y morfología externa e interna del ovario.	63
Figura 8. Valores mensuales del pH.	72
Figura 9. Valores mensuales de S.D.T.....	73
Figura 10. Valores mensuales de DO.....	74
Figura 11. Valores mensuales de temperatura.	75
Figura 12. Valores mensuales de Turbidez.....	76
Figura 13. Valores mensuales de Calcio.....	77
Figura 14. Valores mensuales de nitratos.	78
Figura 15. Valores mensuales de nitrógeno total.....	79
Figura 16. Valores mensuales de fósforo.....	80
Figura 17. Valore mensuales de Hierro	81
Figura 18. Valores mensuales de Magnesio.....	82
Figura 19. Valores mensuales de sodio.....	84
Figura 20. Valores mensuales de Coliformes Fecales	85

Figura 21. Valores mensuales de DBO.....	86
Figura 22. Valores mensuales de fosfatos.....	87
Figura 23. Valores mensuales del ICA por estación / Método aditivo.	89
Figura 24. Valores mensuales del ICA por estación / Método multiplicativo.....	90
Figura 25. Proporción sexual de <i>Atya</i>	92
Figura 26. Análisis gráfico de residuos de los valores IGS y (Hierro, Sodio, C.F, DBO, Fosfato).	95
Figura 27. Análisis gráfico de residuos de los valores IGS y (pH, SDT, DO, Turbidez, Calcio, Nitratos, Nitrógeno total y fósforo).....	96
Figura 28. Correlación de IGS y parámetros físicos y químicos.	96
Figura 29. Correlación de IGS y temperatura.	99
Figura 30. Correlación de IGS y pH.....	100
Figura 31. Correlación de SDT y IGS.....	101
Figura 32. Correlación IGS y DO.	102
Figura 33. Correlación IGS y turbidez.....	103
Figura 34. Correlación entre IGS y calcio.	104
Figura 35. Correlación de IGS y nitratos.	105
Figura 36. Correlación de IGS y nitrógeno total.....	106
Figura 37. Correlación con IGS y fósforo.....	107
Figura 38. Correlación de IGS y hierro.....	108
Figura 39. Correlación de IGS y magnesio.....	109
Figura 40. Correlación IGS y manganeso.....	110

Figura 41. Correlación de IGS y sodio	111
Figura 42. Correlación de IGS y Coliformes Fecales	112
Figura 43. Correlación IGS y DBO.	113
Figura 44. Correlación de IGS y fosfato.	114
Figura 45. Correlación del IGS y ICA.....	115

ABREVIATURAS

ICA - Índice de Calidad del Agua

NSF - National Sanitation Foundation

IGS - Índice Gonadosomático

OD - Oxígeno Disuelto

DBO₅ - Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días

SDT - Sólidos Disueltos Totales

NTU - Unidades Nefelométricas de Turbidez

PT - Fósforo Total

NT - Nitrógeno Total

NO₃⁻ - Nitratos

PO₄³⁻ - Fosfatos

Fe - Hierro

Na - Sodio

Ca - Calcio

Mg - Magnesio

Mn - Manganeseo

LT - Longitud Total

LC - Longitud Cefalotorácica

LA - Longitud de Abdomen

COM-600 - Equipo multiparamétrico digital 7 en 1

EPA - Environmental Protection Agency

INEN - Instituto Ecuatoriano de Normalización

APHA - American Public Health Association

CF - Coliformes Fecales

ANOVA - Análisis de Varianza

ρ (rho) - Coeficiente de correlación de Spearman

RESUMEN

Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena

Autor: Kerly Nohemy Del Pezo Tumbaco

Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado, MSc.

La investigación planteó la posible relación entre la maduración gonadal de *Atya innocous* y las concentraciones de nutrientes en el ecosistema acuático, para cuyo fin se aplicó el Índice de Calidad del Agua (ICA) y la correspondiente relación con el índice gonadosomático (IGS) en cuerpos hídricos de la comuna de Dos Mangas, Santa Elena. Se utilizó una metodología cuantitativa, correlacional y descriptiva, que incluía recoger los parámetros fisicoquímicos en cinco ubicaciones del sendero Las Piscinas, estimar el ICA bajo técnicas aditivas y multiplicativas y evaluar el IGS de machos y hembras. Las relaciones entre las variables reproductivas y ambientales se lograron asociando variables bajo el coeficiente de correlación de Spearman, observándose que, en la estación E4, los coliformes fecales, el hierro y la turbidez alcanzaron niveles críticos; los otros factores se situaron en el rango óptimo, tales como temperatura (19.8–20.7 °C), sólidos disueltos totales (151–278 ppm), oxígeno disuelto (6.8–9.14 mg/L) y pH (7.01–8.58). El IGS presentó correlaciones positivas con el sodio ($\rho = 0,60$), la DBO₅ ($\rho = 0,80$) y el fosfato ($\rho = 0,63$), e inversas con la turbidez ($\rho = -0,80$), el hierro ($\rho = -0,40$) y la temperatura ($\rho = -0,80$). Esto indica que la calidad del agua influye directamente en el proceso de maduración gonadal. Se concluye que la estabilidad fisicoquímica del agua favorece el desarrollo reproductivo de *A. innocous*, mientras que la presencia de contaminantes puede limitar su madurez sexual, lo que refuerza su valor como bioindicador y la necesidad de conservar sus hábitats acuáticos.

Palabras claves: *Atya innocous*, Índice Gonadosomático (IGS), Índice de Calidad del Agua (ICA), Madurez gonadal.

1. INTRODUCCIÓN

Los crustáceos tienen una importancia mundial, no solo por su aporte biológico y ecológico a los ecosistemas, sino también por la satisfacción de las necesidades de alimentación del hombre, ya sea como producto alimenticio directo de la pesca, como recurso fundamental en las cadenas tróficas de otros recursos bióticos y pesqueros, y como organismos de cultivo. De cualquier manera, directa o indirectamente, generan un beneficio nutrimental y/o económico a todos los usuarios en los diferentes niveles en que estos intervienen (Espinosa-Chaurand et al., 2011; Rodríguez-Uribe et al., 2014).

Desde diversas perspectivas biológica, taxonómica, ecológica, biogeográfica, económica y médica, los crustáceos decápodos de agua dulce representan un grupo de notable relevancia. Su valor ecológico radica en su papel fundamental dentro de las cadenas tróficas acuáticas, ya que, en su mayoría, actúan como saprófagos, facilitando la descomposición y el reciclaje de materia orgánica. Otro aspecto ecológico relevante es el hecho de que algunos grupos se consideran como bioindicadores de la calidad del agua (Campos, 2014).

El orden Decapoda proviene del griego déka "diez" y pûs, podós "pie" (Oxford Dictionaries, 2015). Es un orden que se ubica dentro del filo Arthropoda, sin embargo, presenta características comunes que los distinguen de otros artrópodos como: un caparazón que suele ser calcificado, cinco pares de pereiópodos que usan para desplazarse y la presencia de la larva nauplio en alguna etapa de su vida

(Hendrickx, 2012). Se le considera un grupo principalmente acuático (marinos y de agua dulce), aunque existen especies adaptadas a vivir en ambientes terrestres. Los decápodos de agua dulce se pueden encontrar en ríos, lagos, pantanos, aguas estancadas, en los arroyos de montañas y unas pocas especies que se han adaptado a vivir en cuevas (Yeo et al., 2008; De Grave et al., 2008; Ábrego & Cornejo, 2015).

En particular, los camarones de la familia Atyidae han sido objeto de varios estudios de morfología funcional debido a la singular estructura quelar de sus 2 primeros pares de pereiópodos (Felgenhauer & Abele, 1895; Fryer, 1977). Los característicos abanicos quelípedos componen un aparato de alimentación que se orienta en contra de la corriente en ambientes lóticos para capturar partículas de alimento y también puede utilizarse para raspar el sustrato en busca de pequeños organismos epífitos adheridos en charcas o masas de agua sin corriente (Bailey-Brock & Brock, 1993; Felgenhauer & Abele, 1895). En las especies del género *Atya*, organismos reófilos adaptados a vivir en zonas de corriente, otras características morfológicas y comportamentales complementan este modo de alimentación, como la orientación del cuerpo contra la corriente y los fuertes pereiópodos 3–5 con dácilios en forma de garra, que permiten al organismo mantenerse fijo en el sustrato (Ventura et al., 2023).

El sendero Las Piscinas se encuentra entre las montañas a una altitud de 190 m a 270 m de la Cordillera Chongón-Colonche, por lo cual presenta un clima de bosque húmedo. Su nombre nace porque mientras se camina a través de él se pueden encontrar algunas piscinas de formación natural, a partir de la condensación del

agua que retienen los bosques. No se ha establecido un número exacto de piscinas, ya que arriba se puede encontrar con más de ellas, el acceso hasta aquellos sitios resulta complejo.

La calidad de los recursos hídricos es muy importante para el medioambiente, la salud humana y el desarrollo sostenible, en este trabajo se definirá con precisión la calidad del agua en el sendero las piscinas, que pertenece a la Comuna Dos Mangas. Esto se hará utilizando el índice de Calidad de Agua (ICA) establecido por Peñaranda et al. 2023, perteneciente a la National Sanitation Foundation (NSF).

La calidad del agua, en particular la cantidad de nutrientes y otros componentes fisicoquímicos, tiene la capacidad de alterar los ciclos reproductivos de los camarones dulceacuícolas. Estos son de utilidad para la ecología de la especie, además de ser bioindicadores. Por lo tanto, se considera relevante para determinar su biología reproductiva, evaluar su potencial reproductivo natural y tener en cuenta en la formulación de la dirección futura de conservación y/o manejo el nivel en que estos factores ambientales modifican la maduración gonadal de la especie.

Por tanto, se lo considera importante para conocer su biología reproductiva, estimar su potencial reproductivo natural y tener en cuenta en la formulación de la dirección futura de conservación y/o manejo, conocer en qué grado estos factores ambientales alteran la maduración gonadal de la especie. De ahí que el presente estudio tiene como objetivo establecer una relación entre la calidad del agua (estimada mediante el Índice de Calidad de Agua - ICA) y la condición de maduración gonadal de A.

innocous en el sendero Las Piscinas, en la comuna Dos Mangas. El estudio del índice gonadosomático y su correlación con los parámetros ambientales permitirán aportar información que puede ser clave sobre los factores que inciden en el desarrollo reproductivo de la especie y que ampliará el conocimiento ecológico de los crustáceos dulceacuícolas en la provincia de Santa Elena.

2. PROBLEMÁTICA

La calidad del agua no es sólo un número en un informe; es la esencia misma de la vida que fluye a través de nuestros ríos y arroyos, determinando qué organismos pueden vivir y prosperar en ellos. En la Provincia de Santa Elena, particularmente en el área de Dos Mangas, los ríos albergan macroinvertebrados acuáticos, organismos que son visibles a simple vista (mayores a 0.5 mm). Estos organismos cumplen un rol ecológico importante ya que permiten comprender la dinámica de flujo de energía y nutrientes, así como las relaciones tróficas en los ecosistemas; a su vez, actúan como bioindicadores eficaces de la calidad del agua.

Entre ellos destacan los camarones filtradores del género *Atya*, considerados como los silenciosos protectores de los ríos, manteniendo las cosas equilibradas y limpias. Pero, como suele ser el caso, su mundo está constantemente amenazado: la contaminación, los cambios estacionales y las alteraciones en su dieta pueden transformar su hábitat y, por tanto, afectar profundamente su biología reproductiva.

El sendero Las Piscinas es otro ejemplo de cómo la presencia humana puede dejar huella. Es un lugar encantador, sí, pero también muy concurrido por turistas. Cada visitante altera, sin darse cuenta, la calidad del agua: aumenta los sólidos disueltos, sube los nutrientes como el fósforo y los nitratos. Estos cambios, aunque parecen mínimos, pueden tener consecuencias enormes en la vida de *A. innocous* afectando su hábitat y procesos reproductivos.

La maduración gonadal y la reproducción de estos camarones pueden verse afectadas, y con ello, todo el delicado tejido del ecosistema. A pesar de la relevancia ecológica de *Atya innocous*, el conocimiento sobre la calidad del agua y los nutrientes influye en su capacidad reproductiva sigue siendo limitado.

En este caso, el objetivo principal es establecer la relación entre el desarrollo reproductivo del *A. innocous* y los niveles de nutrientes, empleando para ello el Índice de Calidad del Agua (ICA) y su correlación con el Índice Gonadosomático (IGS). Este análisis permitirá la conexión entre la calidad del agua y la reproducción de la especie, portando información clave para la conservación y el manejo sostenible de los ecosistemas acuáticos.

¿De qué manera la concentración de nutrientes en el agua influye en la maduración gonadal de *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena?

3. JUSTIFICACIÓN

La calidad del agua es fundamental para la reproducción de los seres acuáticos, ya que la cantidad de nutrientes afecta de manera directa sus procesos biológicos. En la localidad de Dos Mangas, en la provincia de Santa Elena, habita el camarón de agua dulce *Atya innocous*, una especie que reside en ríos de corriente veloz y se nutre filtrando el agua a lo largo de su existencia (Jiménez-Rojo et al., 2007). La química de las fuentes de agua puede ser modificada por la intervención humana, como el turismo, y por procesos naturales; estos crustáceos son dependientes de estas aguas. No obstante, el efecto de estas modificaciones en los nutrientes sobre el crecimiento de las gónadas todavía se desconoce.

Esta investigación analiza cómo la calidad del agua afecta la reproducción de *A. innocous*. Para ello, se emplearán de manera complementaria el Índice de calidad de agua (ICA) y el índice gonadosomático (IGS) juntos. El estudio analizará el efecto de nutrientes como nitratos, fósforo, hierro, sodio, nitrógeno y calcio, junto con los parámetros esenciales como pH, la temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos disueltos, coliformes fecales. Estos factores son importantes para mantener saludable el ecosistema y comprender cómo las variaciones ambientales afectan el desarrollo gonadal de la especie.

La composición química de los cuerpos acuáticos puede ser modificada por acciones humanas, como el turismo, y por efectos naturales; estos crustáceos

dependen de dichos cuerpos. Aunque todavía se desconoce el grado en que estos cambios en los nutrientes afectan su desarrollo gonadal.

Los habitantes de Dos Mangas se verán favorecidos por los resultados de esta investigación. Esta proporcionará información clave sobre cómo la calidad del agua afecta a los organismos de agua dulce. Dado que es factible gracias al acceso a las fuentes de agua donde se halla *A. innocous* y a los recursos para tomar muestras y hacer mediciones fisicoquímicas. Por ende, esto hará posible una valoración completa de la salud del medio acuático y sus efectos en la biología de la especie estudiada.

Además, se aplicará una metodología rigurosa para el cálculo del ICA y el IGS, basada en protocolos estandarizados que garantizan la fiabilidad de los datos. Esto no solo asegura la validez científica del estudio, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones en ecología y conservación de ecosistemas acuáticos

4. OBJETIVOS:

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Relacionar los niveles de nutrientes presentes en el ecosistema acuático con la maduración gonadal de *Atya innocous*, mediante el índice de calidad del agua y la correlación con el índice gonadosomático, para un diagnóstico en la biología reproductiva de la especie.

4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar los niveles de nutrientes y otras variables fisicoquímicas mediante monitoreos en las diferentes estaciones del sendero Las Piscinas a través del método ICA.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos y los estadios de maduración gonadal en *A. innocous* en las estaciones de muestreo.
- Comparar el índice gonadosomático con los índices de calidad del agua y factores fisicoquímicos registrados en cada estación estableciendo posibles patrones reproductivos en los camarones.

5. HIPÓTESIS

H1: Los niveles de nutrientes y los parámetros físicosquímicos influyen en la maduración gonadal de la especie *Atya innocous* en la comuna Dos Mangas

6. MARCO TEORICO

6.1.Generalidades de los ríos y su influencia ecológica

6.1.1. Definición de río

Un río, desde el punto de vista de la ecología fluvial, es un sistema complejo y dinámico que se identifica por la interacción constante entre sus elementos químicos, físicos y biológicos. Es un ecosistema que fluye por una cuenca hidrográfica, se ha formado a través del agua y está vinculado con los ecosistemas de tierra que lo rodean. La composición y el funcionamiento de la biota, así como la calidad del agua y del cauce, son factores que determinan su estructura. Los ríos no solo transportan agua, sino también energía, nutrientes y organismos, lo que los convierte en corredores ecológicos esenciales para la biodiversidad y el equilibrio ambiental (Elosegi & Sabater, 2009).

Los ríos constituyen ecosistemas en cambio constante, intrincados y supletarios extensos en el marco de otros medios naturales. Se caracterizan por los vínculos continuos de su propio recorrido (de las fuentes a la desembocadura); por los vínculos transversales (con la cuenca vecina y la vegetación junto a sus márgenes); por los relacionados con las correspondencias verticales (con las reservas acuíferas submarginales y las lluvias) (Encalada, 2010).

Según Peñaranda et al. (2023), los ríos constituyen ecosistemas dinámicos que cumplen una función crucial como mediadores de la biodiversidad, reguladores del ciclo hidrológico y sostén del bienestar humano. Estos sistemas funcionan como

corredores ecológicos que facilitan el flujo de energía, nutrientes y organismos entre distintos ambientes. Además de su papel fundamental en el ciclo del agua, los ríos proveen hábitat esencial para numerosas especies, influyen en las condiciones climáticas locales y suministran recursos hídricos para consumo doméstico y actividades agrícolas. En Ecuador, ríos como Dos Mangas y Ayampe, localizados en la provincia de Santa Elena, albergan especies vulnerables como *Atya innocous*, cuyo éxito reproductivo depende críticamente del mantenimiento de condiciones ambientales estables en estos ecosistemas acuáticos.

6.1.2. Factores bióticos y abióticos que influyen en los ríos

Los factores físicos (temperatura, pH, turbidez, oxígeno disuelto, corriente, sustrato) y bióticos (macroinvertebrados, vegetación ribereña) influyen directamente en la calidad del agua y en los procesos biológicos de las especies acuáticas (Robledo-Hernández, 2023). Los macroinvertebrados dan cuenta del estado ecológico de un río, mientras que la vegetación ribereña es un regulador de temperatura y un filtro natural de contaminantes. El éxito reproductivo de las especies bioindicadoras depende de la interacción entre estos factores, para proteger la salud de los ecosistemas acuáticos, es preciso que ciertos índices químicos, físicos y biológicos de la calidad del agua se mantengan dentro de rangos ideales.

Tabla 1.

Rangos ideales de parámetros fisicoquímicos para ríos.

PARÁMETRO	RANGO IDEAL	IMPORTANCIA ECOLÓGICA
PH	6.5 – 8.5	Mantiene equilibrio químico y disponibilidad de nutrientes.
OXÍGENO DISUELTO (OD)	> 5 mg/L	Esencial para la respiración de organismos acuáticos.
TEMPERATURA	20 – 26 °C	Influye en metabolismo, reproducción y solubilidad de gases.
TURBIDEZ	< 10 NTU	Afecta la penetración de luz y la fotosíntesis.
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	300 – 500 mg/L	Relacionados con la salinidad y la osmorregulación.
NITRATOS (NO₃⁻)	< 10 mg/L	En exceso causan eutrofización.
FOSFATOS (PO₄³⁻)	< 0.5 mg/L	Elevados niveles favorecen proliferación de algas.
DBO₅	< 3 mg/L	Indica baja carga orgánica y buena calidad del agua.
COLIFORMES FECALES	<100NMP/100mL	Indicador de contaminación microbiológica.

Nota: Adaptado de "Aplicación del índice de calidad del agua (ICA) caso de estudio: río Jubones, Ecuador", por C. D. Peñaranda et al., 2023, Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), p. 1269.

6.2. Características biológicas del orden Decapoda

6.2.1. Decapoda

El orden Decapoda se refiere a los crustáceos con diez patas, caparazón calcificado y abdomen segmentado como: los camarones, cangrejos y langostinos. El orden Decapoda está caracterizado por tener un cuerpo segmentado de cefalotórax y abdomen y por tener estructuras reproductivas especializadas. En algunas especies, por ej., *M. rosenbergii*, hay un marcado dimorfismo sexual y, además, hay una

glándula androgénica que juega un papel fundamental en la diferenciación sexual (Tan et al., 2020).

En el caso de *Atya* se pueden apreciar adaptaciones tales como las setas denticuladas para el forraje de alimento y las estructuras reproductivas diferenciales. La morfología del telson, el rostrum y los apéndices característicos permite distinguir entre especies. Estas características mencionadas anteriormente suponen un reflejo de su adaptación a los hábitats húmedos de agua dulce con un alto oxígeno disuelto (Hobbs & Hart, 1982).

6.2.2. Morfología externa y adaptaciones funcionales

Los decápodos presentan un exoesqueleto calcificado, cefalotórax fusionado, abdomen segmentado y apéndices especializados. Sus cinco pares de patas torácicas (pereiópodos) que funcionan tanto en la captura como en la locomoción, mientras que los pleópodos se han adaptado para la natación o a la incubación de huevos (Martin & Davis, 2001; Huys, 2003).

En todo caso, los cangrejos y camarones su ciclo de vida incluye varias etapas de desarrollo, cada una con requerimientos ambientales específicos para un crecimiento adecuado. A su vez tienen formas corporales especiales. Estas formas incluyen patas para nadar y pinzas fuertes. Esto les ayuda a moverse y a tener crías de forma buena.

6.2.3. Ciclo de vida y estrategias reproductivas

El ciclo vital de los decápodos incluye diversas etapas larvales como el nauplio, la zoea y el mysis, junto con una fase adulta que se desenvuelve en el fondo marino. Algunas especies eligen un crecimiento directo, mientras que otras requieren desplazarse a entornos salinos durante su etapa larvaria para finalizar su desarrollo (Meruane et al., 2006; Pereira et al., 2009; Acevedo & Lasso, 2017). Estas tácticas de desarrollo se ven afectadas por elementos del entorno como la temperatura, la salinidad y el fotoperiodo.

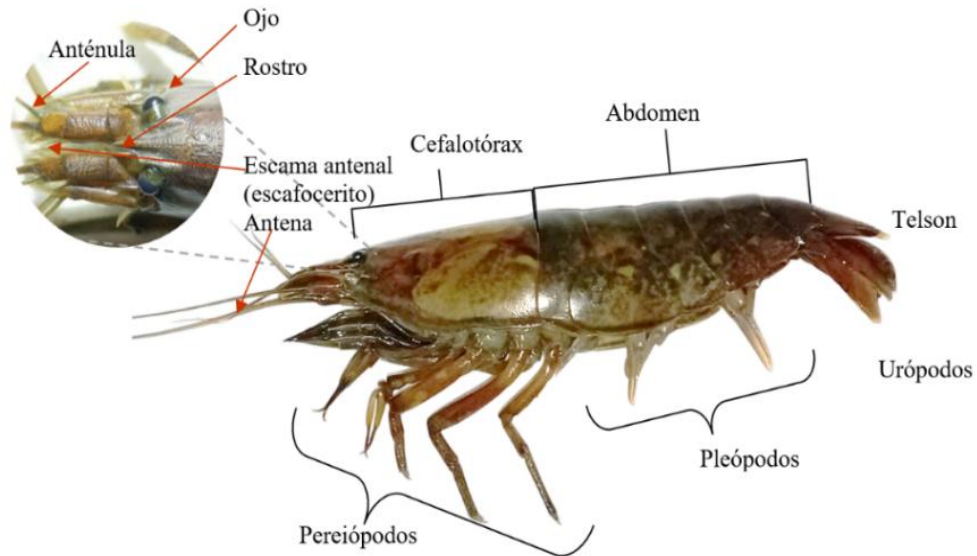
6.3. Morfología y ecología de *Atya innocous*

Un camarón de agua dulce de la familia *Atyidae*. Su cuerpo tiene una forma que le permite filtrar partículas orgánicas en ambientes lóticos. Su cuerpo tiene un cefalotórax fuerte, un abdomen dividido en segmentos y apéndices que se adaptan a la vida bentónica. Hunte (1979) dice que esta especie pasa por 12 estadios larvales en condiciones de laboratorio, y su ciclo de desarrollo puede durar entre 76 y 119 días, lo que muestra que depende mucho de condiciones ambientales estables.

Atya innocous se distingue por poseer un cuerpo más pequeño en el que se presenta un rostrum corto, un telson largo y los apéndices filtradores portan unas setas especializadas. Este tipo de animal de aguas dulces vive de forma exclusiva en los ríos tropicales con aguas de corriente rápida, así como en los sustratos rocosos y aguas oxigenadas. Su distribución se extiende desde Centroamérica hasta el norte de Sudamérica, ocupando también algunas islas del Caribe (Hobbs & Hart, 1982).

Figura 1.

Morfología del camarón



Nota: Elaboración propia. Representación esquemática de la morfología externa de *Atya innocous* basada en la observación directa de especímenes recolectados.

Atya innocous posee apéndices filtradores con plumas setíferas, que le permiten capturar partículas orgánicas suspendidas en el agua. A diferencia de *Atya scabra*, presenta una coloración más blanca y tiene un número de espinas rostrales inferior (Hobbs & Hart, 1982). En consecuencia, estas características son importantes para su identificación taxonómica.

6.3.1. Hábitat preferido y distribución geográfica

Con respecto a su hábitat, *Atya innocous* habita en ríos tropicales de corriente rápida, con fondos rocosos y aguas ricas en oxígeno disuelto. Su distribución geográfica comprende gran parte del Caribe, extendiéndose desde Brasil hasta

México. De acuerdo con Hunte (1979) y Hernández-Vergara & Jiménez-Rojo (2008), se ha registrado en Ecuador en ríos de la región costera, como Ayampe y Dos Mangas. Su existencia está vinculada a ecosistemas saludables y a la conexión entre ambientes estuarinos y de agua dulce.

Figura 2.

Mapa de distribución del género Atya.



Nota: Recuperado de iNaturalist Ecuador.

6.4. Calidad del agua y su evaluación mediante el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF)

El Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) es una herramienta que permite evaluar el estado ambiental de los cuerpos de agua mediante el uso de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Este índice clasifica la calidad del agua al combinar diversas variables, aplicando valores

numéricos a factores como turbidez, pH, coliformes fecales y oxígeno disuelto (Campins et al., 2020). El Índice de Calidad del Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) es una herramienta que permite evaluar el estado ambiental de los cuerpos de agua mediante el uso de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Este índice clasifica la calidad del agua al combinar diversas variables, aplicando valores numéricos a factores como turbidez, pH, coliformes fecales y oxígeno disuelto.

6.4.1. Parámetros incluidos en el índice ICA-NSF

El ICA-NSF considera nueve elementos: coliformes fecales, nitratos, fosfatos, temperatura, pH, turbidez, sólidos disueltos totales, DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno) y oxígeno disuelto. Cada individuo se transforma en un subíndice mediante curvas de calidad y es ponderado de acuerdo con su importancia ecológica (Brown et al., 1970). La ponderación total genera un valor final que clasifica la calidad del agua en cinco categorías.

Carrillo & Uriglés (2016) indican que el modelo NSF contempla un análisis de nueve parámetros para determinar el grado de contaminación del recurso hídrico y reconocer de una manera práctica el deterioro o la mejora de la calidad de un cuerpo de agua.

Los 9 parámetros son los siguientes:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5, en mg/l):** Se denomina así a la determinación de la cantidad de oxígeno que necesitarían los microorganismos para el proceso de descomposición de la materia

orgánica presente en el agua durante 5 días. En caso de que sea excesiva, se correspondería con la contaminación orgánica, como es el caso de la que provocan determinadas aguas residuales de origen doméstico, provocando la alteración del oxígeno disponible para las especies como *Atya innocous*, pudiendo interferir tanto en su metabolismo como en su reproducción (Samboni-Ruiz et al., 2007).

- **Oxígeno Disuelto (OD, mg/l):** El oxígeno disuelto es un componente esencial de la respiración celular de los seres vivos acuáticos que habitan en el medio, ya que un porcentaje bajo de saturación comenzaría a provocar estrés en *Atya innocous* (en adelante la especie), así como interferir en su desarrollo y en la tasa de reproducción. Este tipo de análisis nos permite conocer si el agua se encuentra bien oxigenada para soportar la vida (Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca, 2021).
- **Potencial de hidrógeno pH:** El pH es entendido en términos de cuán ácida o básica puede ser el agua. Los organismos acuáticos como la especie son muy sensibles a los cambios bruscos de pH, ya que valores considerados inadecuados pueden interferir en las funciones biológicas, interferir o alterar la madurez de sus órganos reproductivos, o el daño en su exoesqueleto (Samboni-Ruiz et al., 2007).
- **Turbidez (NTU):** La turbidez muestra cuán clara o turbia es el agua a causa de la presencia de partículas en suspensión. Niveles altos de turbidez en las muestras permitidas para poder llegar a los objetivos del presente trabajo,

puede ser un impedimento para la penetración de luz, al influir de forma negativa tanto en la fotosíntesis de las plantas acuáticas, como alterar el hábitat natural de la especie; además puede estar relacionado este parámetro, con contaminación a causa de sedimentos o desechos (Arratia Chambi, 2024).

- **Fosfatos (PO_4^{3-} , en mg/l):** El exceso de fosfatos, originados en la mayoría de los casos por detergentes o fertilizantes, puede tener como consecuencia la eutrofización (crecimiento excesivo de las algas), ya que disminuirá el oxígeno disuelto y alterará el equilibrio de la cadena trófica, afectando en última instancia la forma de reproducción de la especie (Samboni-Ruiz et al., 2007).
- **Nitratos (NO_3^- , en mg/l):** Son uno de los tipos de nutrientes, pero a elevadas concentraciones pueden ser tóxicos para los organismos acuáticos (Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca, 2021). También afectan a la calidad del agua y pueden modificar de forma negativa los procesos fisiológicos de *Atya innocous*, la maduración gonadal, por ejemplo.
- **Temperatura (T), como la desviación de la T del equilibrio (ΔT):** el análisis de temperatura hace posible calibrar, dentro de ciertos límites, si el agua está en el rango térmico considerado óptimo para el desarrollo de *Atya innocous*; los cambios bruscos en la temperatura y/o prolongados pueden alterar el metabolismo, el crecimiento y la reproducción (Arratia Chambi, 2024).

- **Coliformes Fecales (Coli. F, en NMP/100 ml):** Según Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca (2021), indicadores microbiológicos de la contaminación fecal que pueden ayudar a reflejar si hay contaminación fecal y que pueden ir asociados a otras formas de la contaminación orgánica que pueden resultar en una disminución del estado ecológico y poner en peligro la supervivencia de las especies más sensibles como *Atya innocous*.
- **Sólidos Disueltos Totales (SDT, en mg/l) (Brown R. M., 1970):** mide la cantidad total de los sólidos disueltos en el agua (sales, minerales, materia orgánica); altas concentraciones pueden afectar la osmorregulación de los organismos de agua dulce, alterando su fisiología, y/o pueden determinar la calidad del hábitat (Samboni-Ruiz et al., 2007).

6.4.2. Aplicaciones del ICA en estudios ecológicos

El ICA-NSF ha demostrado ser una herramienta de gran valor para analizar la salud de los ríos, tanto en zonas urbanas como rurales. En Ecuador, ha contribuido a determinar zonas con peligro ecológico y a orientar las políticas de conservación (Campins et al., 2020). El hecho de que sea simple y fácil de integrar lo convierte en una opción ideal para investigadores, técnicos y administradores ambientales.

6.5. Parámetros fisicoquímicos y su influencia en ecosistemas acuáticos

El pH, la turbidez, la conductividad, el O₂ disuelto y los nutrientes (nitratos y fosfatos) que se encuentran en el agua forman parte de las condiciones

fisicoquímicas, que forman, a su vez, parte de lo que hay que tener en cuenta para poder mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuáticos, así cuando las condiciones fisicoquímicas se alteran, eventualmente acaban condicionando la disponibilidad de oxígeno, la productividad primaria y la estructura de las comunidades biológicas (por ejemplo, un incremento en la turbidez puede provocar una disminución de la penetración de la luz solar, lo que limita la fotosíntesis y disminuye la calidad del oxígeno del agua (Campins et al., 2020). En el mismo sentido, los cambios en el pH y en la conductividad también pueden alterar la fisiología de los organismos acuáticos, afectando los procesos de reproducción y la supervivencia (Coello et al., 2013).

6.5.1. Efectos del oxígeno disuelto, pH y temperatura

El oxígeno disuelto fue un factor crítico para los camarones y otros organismos acuáticos, ya que cuando los niveles descendieron por debajo de 5 mg/L, se afectó seriamente la supervivencia de algunas especies, incluso provocando mortalidad. El pH desempeñó un papel esencial en la disponibilidad de nutrientes y metales, y para mantener condiciones adecuadas para la biota acuática, se requirió que se encontrara entre 6.5 y 8. Además, la temperatura influyó en la cantidad de oxígeno que se disolvió en el agua y en la velocidad de los procesos metabólicos, incluyendo el crecimiento y la reproducción de los organismos (Wetzel, 2001; Hussain et al., 2021).

6.5.2. Impacto de nutrientes y turbidez en la biodiversidad

Cuando hay un exceso de fosfatos y nitratos, puede ocurrir la eutrofización, que a su vez reduce la transparencia del agua y el oxígeno disponible. Estos organismos filtradores, como *Atya innocous*, se ven afectados por esta turbidez y su fotosíntesis se ve limitada. Estas modificaciones cambian la estructura de las comunidades acuáticas y benefician a las especies que tienen mayor tolerancia (Gamarra et al., 2012; Campins et al., 2020).

6.6. Ciclo reproductivo y maduración gonadal en crustáceos

En los crustáceos, la maduración de las gónadas y la producción de gametos están determinadas por elementos del entorno, como la temperatura, la salinidad o su dieta. La espermatogénesis y la diferenciación sexual son funciones esenciales de la glándula androgénica en especies como *Macrobrachium rosenbergii* (Tan et al., 2020). Por otra parte, investigaciones realizadas acerca de *Atya scabra* han evidenciado que la salinidad tiene un impacto importante en el desarrollo gonadal y la supervivencia de las larvas, lo cual indica una sensibilidad destacada a las condiciones ambientales (Hernández-Vergara & Jiménez-Rojo, 2008).

6.6.1. Factores ambientales que regulan la reproducción

Las condiciones ambientales tales como la temperatura, la salinidad, el tiempo de exposición a la luz o la disponibilidad de alimento determinan notablemente la producción de los crustáceos, todo ello como señales fisiológicas que inician procesos hormonales cruciales para la maduración de los órganos reproductivos.

Un ejemplo de esta clase de influencia es el *Macrobrachium rosenbergii*. Tan et al. (2020) informan que sus órganos reproductivos solo maduran a temperaturas entre 28 y 31 °C. Asimismo, la salinidad tiene el potencial de afectar tanto la viabilidad de los gametos como una fertilización exitosa, particularmente en las especies que presentan etapas larvales en estuarios. Hunte (1979) afirma lo siguiente sobre género *Atya* depende de condiciones ambientales estables para completar su ciclo reproductivo, lo que evidencia su sensibilidad a las variaciones en la calidad del agua.

6.6.2. Procesos fisiológicos de maduración gonadal

La maduración gonadal en los crustáceos implica una serie de cambios tanto morfológicos como bioquímicos en las gónadas, todo regulado por el eje neuroendocrino. En las hembras, se puede observar el desarrollo progresivo de los ovocitos, la acumulación de vitelo y la vascularización del ovario. En los machos, por otro lado, la espermatogénesis se estimula mediante la glándula androgénica, que produce péptidos reguladores como la hormona androgénica análoga a la insulina (IAG) (Tan et al., 2020). La histología, la observación macroscópica o índices como el IGS son métodos para evaluar estos procesos.

6.7. Índice Gonadosomático (IGS) indicador de madurez

6.7.1. Definición y fórmula del IGS

El Índice Gonadosomático (IGS), una herramienta cuantitativa que estima la madurez sexual de un organismo. Este índice relaciona el peso de las gónadas con

el peso total del individuo, se calcula mediante la siguiente fórmula: $IGS = \frac{\text{Peso de las gonodas}}{\text{Peso Total}} * 100$. Se emplea con frecuencia en estudios de crustáceos como *Cryphiops caementarius* y *Macrobrachium spp.*, lo que permite identificar los períodos de mayor actividad reproductiva (Medina et al., 2019).

6.7.2. Aplicaciones del IGS en estudios reproductivos

El IGS ayuda a identificar patrones estacionales en la reproducción. También nos permite comparar la madurez entre los sexos. El IGS está relacionado con la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad. Su método es sencillo, lo cual le permite ser accesible para investigaciones en zonas rurales. También es posible emplear el IGS en zonas con escasos recursos (Medina et al., 2019; Tan et al., 2020).

6.8. Relación entre calidad del agua y reproducción en especies bioindicadores

6.8.1. Efectos de la contaminación sobre la reproducción

La reproducción de las especies acuáticas puede verse perjudicada por la contaminación de las aguas. Esto podría tener un impacto en la gametogénesis, disminuir la fertilidad y causar irregularidades en los embriones. De acuerdo con Gonzabay y Reyes (2023), el sistema endocrino de los crustáceos puede ser modificado por elementos como plaguicidas, metales pesados y un exceso de nutrientes, lo cual impacta negativamente su madurez gonadal. Asimismo, se considera que la reproducción es un indicador sensible de la calidad medioambiental.

6.8.2. *Atya innocous* como especie indicadora

Atya innocous ha sido reconocida como una especie bioindicadora del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos. Esta condición se debe a su alta sensibilidad a las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua y a sus requerimientos ambientales específicos para completar su ciclo de vida. Adicionalmente, Hobbs y Hart (1982) señalan que la presencia de hembras ovígeras y el éxito reproductivo de esta especie constituyen indicadores confiables de la salud del ecosistema. Por lo tanto, la reproducción efectiva de *A. innocous* refleja condiciones ambientales estables y una adecuada conectividad ecológica, evidenciando la integridad funcional del hábitat que ocupa.

7. MARCO LEGAL

Esta investigación sobre la calidad del agua y su efecto en el desarrollo gonadal de *Atya innocous* se fundamenta legalmente gracias a un marco normativo que garantiza la protección de los ecosistemas acuáticos en Ecuador. La legislación nacional establece principios y regulaciones orientadas a la conservación del recurso hídrico y la biodiversidad. En seguida se describen las herramientas legales más importantes que sustentan la investigación.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su artículo 12 que "el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable", siendo un recurso estratégico de uso público, en el sentido de que la gestión del recurso agua tendrá que asegurar su disponibilidad y calidad para los seres vivos. En el marco de esta investigación, el principio del "derecho humano al agua" permite legitimar el análisis de los cuerpos de agua como una asignación de responsabilidad colectiva.

El artículo 71, por su parte, se refiere a los derechos de la naturaleza, señalando que "La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos." La protección de la naturaleza quiere decir que los ecosistemas acuáticos, como los ríos donde habitan decápodos, deben resguardarse íntegramente, con condiciones necesarias para la reproducción y supervivencia de las especies.

De la misma forma, el artículo 397 señala que el Estado debe evitar la contaminación ambiental, recuperar ecosistemas deteriorados y castigar las violaciones a las regulaciones ambientales.

En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con decápodos y la calidad del agua en ríos son principalmente dos: el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) hace énfasis en la gestión sostenible del recurso hídrico, así como también la protección de ríos y de la especie bioindicadora *Atya innocous*. Por otro lado, también el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) busca la conservación de la biodiversidad, lo cual implica incluir los ecosistemas acuáticos donde se registran ciclos reproductivos sensibles al estado de calidad del agua.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), en su Artículo 64, establece que “la naturaleza tiene derecho a la conservación de las aguas con todas sus propiedades naturales como soporte de toda forma de vida”.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del MAATE (TULSMA) establece en el Anexo 1 del Libro VI los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos a aplicar en la calidad del agua, legitimando así el uso de técnicas como ICA-NSF y el análisis de nutrientes (nitratos, fosfatos, coliformes fecales, etc.) para los cuerpos de agua dulce (MAATE, 2015).

Finalmente, el Código Orgánico Integral Penal (COIP, 2021) establece sanciones para quienes contaminen el agua, el aire o el suelo, cuando dichas acciones pongan en riesgo la salud humana o afecten la integridad de los ecosistemas. Esta

disposición refuerza la relación entre la normativa ambiental y la investigación científica, otorgando respaldo legal al uso de indicadores como el Índice Gonadosomático (IGS) para evaluar el impacto de la contaminación en especies bioindicadoras y garantizar la protección de los recursos naturales.

8. METODOLOGÍA

8.1. Enfoque de estudio y tipo de investigación

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo porque se fundamenta en la recolección y el análisis de datos numéricos que se obtienen a través de evaluaciones biológicas de las muestras de *Atya* y mediciones fisicoquímicas del agua. Esta visión permite establecer vínculos estadísticos entre la calidad del agua y la maduración gonadal de la especie, utilizando herramientas como el Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice de Calidad del Agua (ICA).

La investigación es de tipo correlacional y descriptivo. Es descriptivo porque describe las condiciones fisicoquímicas del agua y los grados de madurez gonadal de los camarones en diferentes épocas del sendero Las Piscinas. La razón de que sea correlacional es que intenta determinar la relación entre las variables biológicas y ambientales a través de análisis estadísticos, como ANOVA y la correlación de Spearman (Hernández-Sampieri et al., 2014).

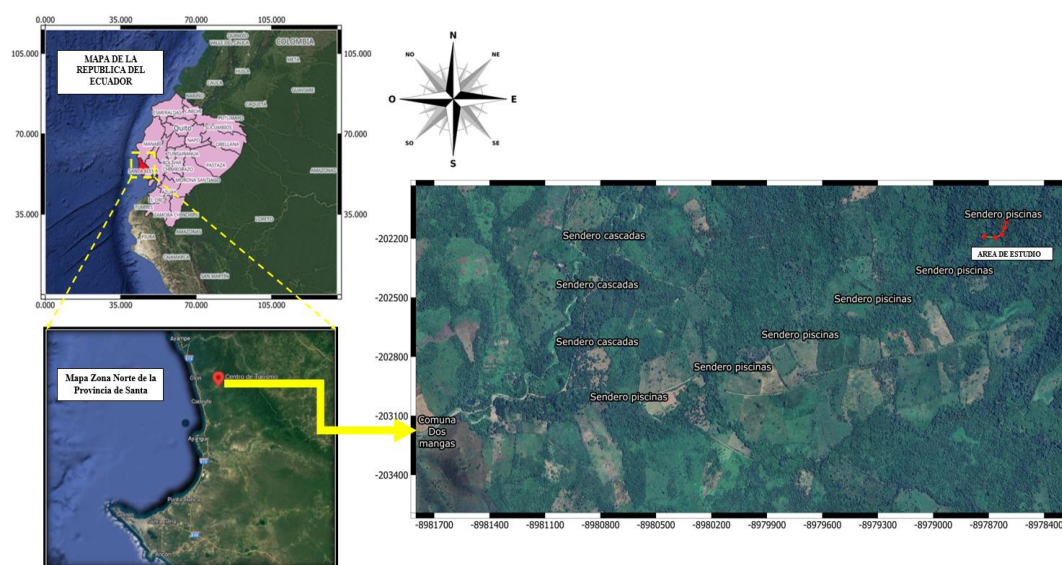
8.2. Ubicación geográfica área de estudio

El estudio se desarrolló en la comuna de Dos Mangas, Provincia de Santa Elena, específicamente en el sendero Las Piscinas, perteneciente a la cordillera Chongón-Colonche localizada en la Ruta de Spondylus a 7 km al noreste de la parroquia Manglaralto; sus coordenadas geográficas son (02° 07'S, 80° 18'W). El área de estudio está en el sendero de las piscinas a una elevación de 636 ft, a una distancia

de 32.4 min y con la localización S 01°48.956' de latitud y W 080°39.414' de longitud.

Figura 3.

Ubicación geográfica del área de estudio



Nota: Localización del sendero Las Piscinas dentro de la cordillera Chongón-Colonche y la distribución de los cuerpos de agua evaluados.

Fuente: QGIS 3.38.0 (2025), modificado por Del Pezo (2025).

La comuna Dos Mangas tiene un área de alrededor de 4945 hectáreas, de las cuales 2480 están bajo régimen de conservación. El nombre “Dos Mangas” proviene de la unión de dos cursos fluviales, hoy en día llamados el sendero Las Piscinas (Pozas), que mide 3,8 km, y el sendero Las Cascadas, que cuenta con una longitud de 5,2 km. La presencia de especies representativas de ambientes lénticos y lóticos y la formación de ecosistemas acuáticos fueron favorecidas por un clima tropical húmedo y una diversidad topográfica significativa en esta área (Saénz et al., 2017).

8.3. Diseño de estaciones de muestreo

La investigación se llevó a cabo a lo largo de la ruta Las Piscinas, con una longitud de 3.8 km, ubicada en la comuna de Dos Mangas. Durante esta ruta se determinaron cinco estaciones de muestreo, georreferenciadas, seleccionadas por la accesibilidad y las condiciones ambientales que presentaban estas últimas. Al hacer el trabajo en el campo, las paradas sirvieron para tomar muestras de agua. También sirvieron para atrapar camarones. El objetivo fue medir parámetros fisicoquímicos esenciales del agua, como oxígeno disuelto, pH y temperatura, los cuales son determinantes para evaluar la calidad del hábitat y su influencia en la biología reproductiva de *Atya innocous*.

La Tabla 2 presenta un resumen de las localizaciones de muestreo, indicando las coordenadas geográficas precisas (X, Y) de cada estación establecida. Estos puntos fueron registrados mediante sistemas de información geográfica (SIG) utilizando equipos de georreferenciación especializados, lo que garantiza la precisión en la ubicación de los sitios de estudio.

Tabla 2.

Coordenadas de las estaciones donde se extrajeron los camarones y las muestras de agua.

ESTACIONES	COORDENADAS	
	X	Y
1	-8978725.54	-202188.92
2	-8978663.53	-202194.96
3	-8978628.40	-202179.05
4	-8978615.78	-202145.02
5	-8978605.90	-202110.99

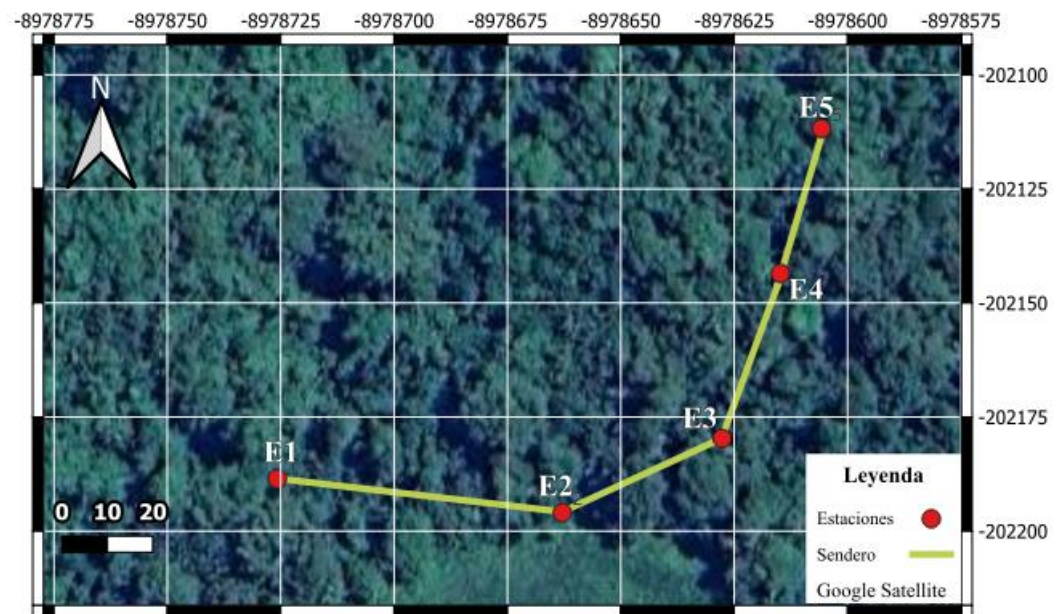
Nota: Elaboración propia basada en los datos de georreferenciación recolectados durante el trabajo de campo.

Coordenadas obtenidas con GPS Garmin eTrex 10.

El mapa muestra cinco puntos de toma de muestras. Cada punto usa un color diferente. Vea esto en la Figura 4. En esa figura se puede ver la ubicación. Cada estación tiene sus propios valores X e Y. Estos datos se anotaron con un sistema de coordenadas. Usamos un plano de tipo cartesiano. Esto puede ser UTM. También puede ser un plano que usamos en el sitio. Este tipo de representación es útil para visualizar la disposición de los puntos de muestreo y su relación dentro del área de estudio.

Figura 4.

Estaciones de monitoreo del sendero Pozas (Piscinas)



Nota. Elaboración propia basada en QGis 3.38.0 (2025). Distribución de las estaciones de monitoreo en el sendero Pozas (Piscinas).

8.4. FASE DE CAMPO

8.4.1. Población y Muestra

La población de la especie *A. innocous* que se encuentra presente en los cuerpos de agua del sendero Las Piscinas, en la comuna Dos Mangas. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), la población es el conjunto total de elementos que poseen las características que se desean estudiar.

El muestreo se realizó a partir de la colecta de 24 individuos cada 15 días, durante tres meses, acumulando un total de 144 individuos para el estudio; se llevó a cabo un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que se consideraron la facilidad de acceso a los diversos sitios y la posibilidad de existencia de organismos.

Esta estrategia es habitual en las investigaciones de campo basadas en especies acuáticas, tal como lo demuestran los trabajos de Sánchez Palacios et al. (2008), que recolectaron 542 individuos de *Atya margaritacea* en cinco puntos del río Presidio, México, con criterios de selección en función de los criterios morfológicos y reproductivos.

Los criterios de inclusión:

- Organismos con talla adecuado.
- Organismos completos.
- Organismos en óptimas condiciones morfológicas.

Los criterios de exclusión consideraban:

- Individuos con daño visible o con apéndices faltantes.
- Individuos muertos o enfermos.

8.4.2. Recolección de ejemplares de *Atya innocous*

Como se muestra en la Figura 5, se hicieron muestreos semanales durante tres meses seguidos, usando redes manuales con una malla de aproximadamente 1/50" a 1/25" (0,5 a 1 mm). Cada espécimen recolectado fue colocado en bolsas Ziploc debidamente rotuladas con las coordenadas geográficas obtenidas mediante un GPS Garmin eTrex 10. Además, se registró el número de estación, la fecha y los parámetros fisicoquímicos correspondientes, garantizando la trazabilidad y correcta identificación de cada muestra.

Figura 5.

Red de mano utilizada para la captura de camarones.



La meta fue garantizar la adecuada conservación de las muestras para preservar la integridad morfológica y el color de las gónadas. Para ello, se utilizaron cajas isotérmicas de 30 × 40 × 26 cm, acondicionadas con hielo para mantener la temperatura entre 4 y 8 °C. Los ejemplares se colocaron en bolsas separadas y se

dispusieron de manera que no tuvieran contacto directo con el hielo, evitando daños por congelación.

8.4.3. Recolección de muestras de agua

Las muestras de agua se tomaron en el camino Las Piscinas (Pozas) de la comuna Dos Mangas, cerca de 4.5 km del centro poblacional. La recolección se llevó a cabo en agua superficial, a una profundidad de alrededor de 30–40 cm. Al mismo tiempo, se registraron parámetros en el lugar con un equipo multiparamétrico COM-600; entre ellos, la temperatura, el pH y los sólidos disueltos totales (TDS). Se utilizó un oxímetro portátil DO850 para medir el oxígeno disuelto (Jiménez Sánchez, 2013).

Figura 6.

Toma de parámetros.



Nota: Sendero las piscinas (Pozas), toma de parámetros fisicoquímicos con equipo oxígeno metro portátil DO850 y un multiparámetro (7 en 1) COM-600.

Las muestras destinadas al análisis en laboratorio se conservaron en botellas de 1.5L, siguiendo protocolos específicos según el punto de muestreo. Posteriormente, se evaluaron parámetros nutricionales y fisicoquímicos clave: fósforo total, nitrógeno total, hierro, sodio, calcio, magnesio y manganeso. Estos análisis se

realizaron mediante técnicas estandarizadas, como espectrofotometría UV-Vis (para fósforo, hierro y manganeso), volumetría (para calcio y magnesio), destilación (para nitrógeno total) e ICP (para sodio), conforme a los métodos descritos en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA., 2023). La turbidez se determinó por electrometría y los coliformes fecales mediante fermentación en tubo (SM 24 9221 E). Todo el procedimiento se efectuó en las instalaciones del laboratorio Lazo utilizando equipos especializados.

8.4.4. Análisis físicos químicos de la calidad del agua

Para evaluar la calidad del agua en los cuerpos hídricos habitados por especies del orden Decapoda, se aplicó el modelo de la National Sanitation Foundation (NSF-WQI), el cual contempla nueve parámetros fundamentales que permiten determinar el grado de contaminación o el estado de conservación del recurso hídrico. Esta metodología fue desarrollada conforme a lo propuesto por Carrillo y Urgilés (2016), y sirvió como base para correlacionar los resultados obtenidos con el Índice Gonadosomático (IGS) de los ejemplares de *Atya innocous*.

Los parámetros considerados en el cálculo del índice fueron presentados de acuerdo con la Tabla 3, donde se detallaron las variables fisicoquímicas utilizadas, sus rangos de valoración y ponderaciones respectivas. Durante la fase de campo, algunos parámetros fisicoquímicos fueron registrados directamente en el sitio de muestreo mediante el uso de un equipo multiparamétrico digital modelo COM-600 (7 en 1). Los instrumentos utilizados fueron previamente calibrados siguiendo los protocolos técnicos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

(INEN), la American Public Health Association (APHA) y la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos.

Tabla 3.

Parámetros del Índice de Calidad del Agua (NSF-WQI).

Parámetro	Descripción	Importancia ecológica
Oxígeno Disuelto (OD)	Cantidad de oxígeno libre en el agua, expresada en mg/l u % de saturación.	Esencial para la respiración acuática; niveles bajos afectan la vida de especies sensibles.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para descomponer materia orgánica.	Indicador de contaminación orgánica; niveles altos reducen el oxígeno disponible.
pH	Mide la acidez o alcalinidad del agua (rango ideal: 6.5 – 8.5).	Alteraciones del pH afectan procesos fisiológicos y la toxicidad de otros compuestos.
Nitratos (NO₃⁻)	Concentración de compuestos nitrogenados.	En exceso causan eutrofización, afectando la calidad del hábitat.
Fosfatos (PO₄³⁻)	Derivados del fósforo, presentes en detergentes o fertilizantes.	Elevados niveles favorecen el crecimiento excesivo de algas y disminuyen el OD.
Temperatura (AT)	Variación térmica respecto a una referencia ambiental.	Influye en la solubilidad del oxígeno y en la reproducción de especies acuáticas.
Turbidez (NTU)	Mide la cantidad de partículas suspendidas.	Reduce la penetración de luz y afecta la alimentación de organismos filtradores.
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Concentración de sales, minerales y materia orgánica disuelta.	Afectan la osmorregulación de los organismos y la calidad general del agua.
Coliformes Fecales	Bacterias indicadoras de contaminación fecal (expresadas en NMP/100 ml).	Su presencia representa riesgo sanitario y deterioro ambiental.

Fuente: (Campins et al., 2020)

Sobre las cosas medidas allí, se anotó el calor. Se midió también el nivel de acidez, el oxígeno que estaba dentro y todo lo sólido disuelto. Estos números ayudaron mucho. Ellos mostraron en ese momento cómo estaba el agua en cada sitio de control. Los resultados fueron muy importantes. Sirvieron para saber el índice de calidad del agua (NSF-WQI). También sirvieron para ver la conexión con las señales de vida (Hansen & Márquez, 2012). Por último, la Tabla 4 presenta el listado de parámetros estimados in situ, junto con sus respectivas unidades de medida y el instrumento utilizado en cada uno.

Tabla 4.

Parámetros estimados in situ.

Parámetros		Rangos	Procedimiento
Físicos	Oxígeno disuelto (mg/l)	6.5-9.0	El oxígeno disuelto se midió in situ utilizando un oxígenómetro digital portátil, calibrado previamente conforme a los protocolos técnicos establecidos por el INEN, APHA y EPA. Las mediciones se expresaron en mg/l
	Sólidos totales disueltos	0-500	Estos parámetros se determinan en campo con un medidor multiparamétrico digital 7 en 1 (modelo COM-600), calibrado según normas técnicas oficiales.
	Temperatura	22-26	
Químico	Potencial de hidrogeno (pH)	6.8-7.5	

8.4.5. Transporte y conservación de muestras

Las muestras de *Atya inocuas* fueron transportadas durante el trabajo de campo en refrigeradores hechos de espuma flexible con hielo a entre 4 y 8°C. Este procedimiento de enfriamiento aseguró que no hubiera contacto directo entre los organismos y el hielo para evitar la congelación. Si las muestras tomadas por la tarde no pueden enviarse inmediatamente al laboratorio, se conservan congeladas a

-18°C durante un máximo de 12 horas. Se utilizaron envases herméticos para evitar que las muestras se deshidraten.

8.4.6. Procedimiento de transporte al laboratorio

Las muestras que fueron refrigeradas o congeladas se llevaron en hieleras térmicas que tenían el hielo necesario para mantener la cadena de frío durante el trayecto hacia la UPSE, que es de 63,1 km desde la zona de estudio hasta el laboratorio. Antes del análisis, las muestras congeladas fueron descongeladas, con el fin de garantizar que las propiedades morfológicas y gonadales se mantengan en su mejor estado hasta el análisis.

8.5.FASE DE LABORATORIO

En el laboratorio se llevaron a cabo diversas actividades, entre ellas: la morfometría de los organismos, la evaluación del estado de las gónadas, el cálculo del Índice Gonadosomático (IGS) y el análisis de la calidad del agua. En cuanto a los aspectos biológicos, se registraron datos como la longitud total (LT), la longitud cefalotorácica (LC), la longitud de abdomen (LA) y el peso total (PT) considerando la ausencia de apéndices y la presencia o ausencia de hembras ovígeras (Incio-Pérez et al., 2020).

8.5.1. Mediciones morfométricas y peso

Cada ejemplar recolectado fue lavado con agua destilada para eliminar sedimentos y restos adheridos al exoesqueleto, garantizando condiciones óptimas para la medición. Las dimensiones morfométricas se determinaron mediante un calibrador vernier (pie de rey) previamente calibrado, registrando las siguientes medidas:

- Longitud total (LT): desde la punta del rostro hasta el extremo distal del telson.
- Longitud cefalotorácica (LC): desde la base del rostro hasta el margen posterior del caparazón en la línea media dorsal.

El peso del organismo y de la gónada se obtuvo mediante una balanza analítica de alta precisión ($\pm 0,0001$ g), asegurando exactitud en la estimación del peso corporal y gonadal.

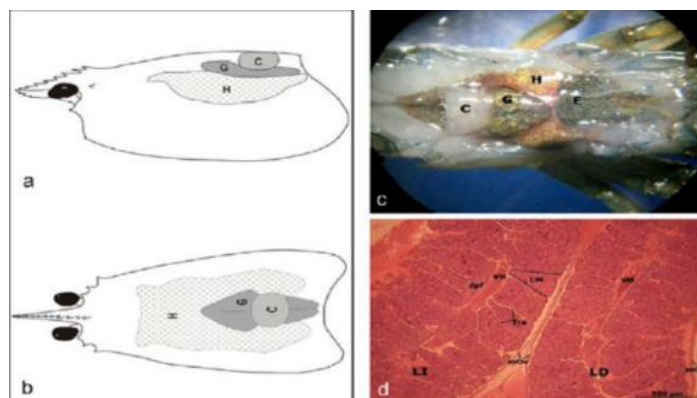
8.5.2. Extracción de Gónadas

El ovario consta de dos lóbulos alargados paralelos, situados en posición dorsal sobre la hepatopáncreas y bajo el corazón, cuyos extremos anteriores se encuentran interconectados (Figura 7).

La extracción se realizó utilizando instrumental de disección estéril y pinzas metálicas. Cada ejemplar fue colocado en una caja Petri rotulada, retirando cuidadosamente el tejido conectivo para exponer las gónadas sin aplicar presión excesiva que alterara su estructura. Posteriormente, las gónadas se conservaron en cajas Petri estériles para su observación bajo estereomicroscopio, con el fin de determinar su morfología y asignar la fase de madurez correspondiente.

Figura 7.

Ubicación y morfología externa e interna del ovario.



Nota: a) Vista lateral, b) vista dorsal, c) vista dorsal de una hembra después de remover el caparazón, d) corte longitudinal del ovario tenido con H-E. C: Corazón, G: gónada, H: hepatopáncreas, E: estómago, LI: lóbulo izquierdo del ovario, LD: lóbulo derecho del ovario, mOv: membrana ovárica, Zpf: zona de proliferación, VH: vaso hemolinfático, Tra: trabécula y CM: cono de maduración. Fuente: (Moreno et al., 2012)

8.5.3. Determinación de madurez

Los ejemplares recolectados en las estaciones del sendero Las Piscinas fueron sometidos a observación gonadal para establecer su estado reproductivo. La clasificación se realizó aplicando la escala macroscópica propuesta por Viacava et al. (1978), que considera cinco fases de desarrollo para hembras y cuatro para machos. Cada gónada fue examinada bajo estereomicroscopio y registrada en tablas diseñadas para este propósito, asegurando la trazabilidad de los datos.

Tabla 5.

Estado de madurez gonadal en Hembras de Cryphiops caementarius

<i>Estado</i>	<i>Morfología externa</i>
<i>0 (inmaduro)</i>	Ovarios muy reducidos, blanquecinos o cremosos, ubicados bajo el seno pericárdico. Lóbulos retraídos y poco visibles; activa producción de ovocitos I y algunos II.
<i>I (maduración incipiente)</i>	Ovario ligeramente desarrollado, color cremoso a anaranjado claro, sobresale del corazón. Lóbulos visibles a contraluz; predominan ovocitos II y aparecen los primeros III.
<i>II (maduración intermedia)</i>	Ovario anaranjado intenso, desarrollado hasta $\frac{3}{4}$ del cefalotórax. Lóbulos laterales bien engrosados; ovocitos III ocupan la mayor parte del ovario.
<i>III (máxima madurez)</i>	Ovario rojo brillante que ocupa casi todo el cefalotórax hasta el rostrum. Lóbulos basales y terminales engrosados; ovocitos IV listos para la ovulación.
<i>IV (post-desovantes)</i>	Ovario muy reducido, flácido, blanco cremoso, con lóbulos poco definidos. Presencia de espacios vacíos y ovocitos residuales; zona de proliferación desorganizada.

Fuente: (Viacava et al., 1978; Moreno et al., 2012)

Tabla 6.

Estadio de madurez gonadal en machos Cryphiops caementarius.

<i>Estado</i>	<i>Morfología externa</i>
<i>I (inmaduro)</i>	El testículo es pequeño pero consistente y bien formado de color blanquecino; los gonocitos delgados de color blanquecino.
<i>II (en maduración)</i>	Testículo medianamente desarrollado, lechoso; espermiductos visibles, alargados y con enrollamiento incipiente.
<i>III (maduro)</i>	Testículo muy desarrollado, blanco-lechoso y sobresaliente; espermiductos gruesos, largos y fuertemente enrollados.
<i>IV (post expulsante)</i>	Testículo muy pequeño, flácido y transparente; espermiductos delgados, vacíos y difíciles de visualizar.

Fuente: (Viacava et al., 1978; Incio-Pérez et al., 2020)

8.5.4. Análisis de agua

Las muestras de agua fueron procesadas en el laboratorio siguiendo protocolos estandarizados internacionales para garantizar la fiabilidad de los resultados. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se determinó mediante el método Winkler modificado, incubando las muestras en botellas de vidrio ámbar a una temperatura constante de 20 °C ±1 °C durante cinco días. La medición final del oxígeno disuelto se realizó con el oxímetro portátil DO850, previamente calibrado. De forma complementaria, se cuantificaron nitratos (NO₃⁻) y fosfatos (PO₄³⁻) mediante espectrofotometría utilizando el espectrofotómetro Iris HI801-01. Para la determinación de hierro, sodio y calcio, se empleó el mismo equipo bajo técnicas de absorción atómica. Finalmente, la turbidez se midió con electrometría asegurando la calibración previa de todos los instrumentos.

Tabla 7.

Parámetros de calidad de agua en laboratorio.

Parámetros		Rangos	Procedimiento
Físicos	Oxígeno disuelto (mg/l)	5 mg/L	El oxígeno disuelto se midió in situ utilizando un oxígeno metro digital portátil, calibrado previamente conforme a los protocolos técnicos establecidos por el INEN, APHA y EPA. Las mediciones se expresaron en mg/l
	Turbidez	0-10 NTU	Se determinará con Electrometría
Químico	Nitratos, fosfatos	NO3- 10 mg/L	Se analizarán por espectrofotometría
		PO4 – 0,5 mg/L	
Metales	Fe, Ca, K, Mn, Na, Mg	< 0.3 mg/L (límite estético en agua potable)	Se realizará mediante Espectrometría UV- Vis pero el sodio mediante ICP Y EL Magnesio por volumetría
		< 200 mg/L (agua potable)	
		20–100 mg/L (no hay límite, pero es indicador de dureza)	
		< 12 mg/L (recomendado en agua potable)	
		< 50 mg/L (en agua potable)	

El Servicio Nacional de Estados Territoriales (SNET) establece el Índice de Calidad del Agua (ICA) con un valor máximo de 100, que representa condiciones óptimas. A medida que aumenta la contaminación del cuerpo hídrico, el valor del ICA disminuye proporcionalmente respecto a este ideal. Una vez obtenido el ICA, la calidad del agua se clasifica en la escala específica que se presenta en la Tabla 8 de esta memoria.






El ICA se calcula mediante un procedimiento multiplicativo y ponderado, asignando pesos específicos a cada parámetro según su importancia ecológica. Este enfoque fue desarrollado por Brown et al. en 1970, basado en el uso de una media geométrica ponderada para obtener una representación precisa de la calidad del agua analizada.

$$ICA = \prod_{i=1}^n [Q_i^{W_i}]$$

Donde W_i son los pesos específicos asignados a cada parámetro (i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno. Q_i es la calidad del parámetro (i), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100, PI representa la operación multiplicativa de las variables Q elevadas a la W (León-Vizcaíno, 1992)

Tabla 8.

Clasificación del "ICA" propuesto por Brown.

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

Fuente: (Brown R. et al., 1972)

8.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

8.6.1. Índice gonadosomático (IGS)

El Índice Gonadosomático (IGS) se utilizó para estimar el grado de desarrollo reproductivo de los ejemplares, calculando la relación entre el peso de la gónada y el peso total del organismo. La fórmula aplicada fue:

$$IGS = \left(\frac{GonW}{BodW} \right) * 100$$

Donde: GonW= peso de la gónada

BodW = peso seco del cuerpo

Este procedimiento se aplicó tanto a hembras como a machos, siguiendo la metodología propuesta por Santos et al. (2020).

8.6.2. ANOVA

Se aplicó un análisis de varianza de un factor (ANOVA) para evaluar las diferencias en la calidad del agua entre las estaciones de muestreo. Esta prueba permitió comparar las medias del Índice de Calidad del Agua (ICA) en más de dos grupos independientes, cada uno correspondiente a una estación. Según las recomendaciones metodológicas del software JMP (2024), el ANOVA es adecuado para determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

El ICA se consideró como variable dependiente y la estación de muestreo como variable independiente. Cuando el valor de p fue menor a 0.05, se rechazó la hipótesis nula, indicando diferencias significativas en la calidad del agua entre al menos dos estaciones.

Antes del análisis, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk. En caso de incumplimiento, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Esta metodología permitió identificar variaciones en la calidad del agua y establecer su relación con el Índice Gonadosomático (IGS) de *Atya innocous*, confirmando asociaciones significativas entre la calidad del agua y el estado reproductivo de la especie.

8.6.3. CORRELACIÓN

8.6.3.1. Correlación de Spearman

Para analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y el IGS se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), adecuado para datos no normales o relaciones no lineales. Este método utiliza rangos para estimar la dirección e intensidad de la asociación entre dos variables (Santander-Montes & Ruiz-Vaquero, 2004; Martínez-Ortega et al., 2009).

La ecuación aplicada fue:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

- r_s es el coeficiente de correlación de Spearman.
- d_i es la diferencia entre los rangos de cada pareja de valores.
- $\sum d_i^2$ es la suma de los cuadrados de la diferencia de los rangos.
- n es el número de observaciones o número de pares de valores.

(Mondragón-Barrera, 2014; Apaza-Zúñiga et al., 2022)

8.6.3.2. ANOVA unidireccional para comparar el IGS entre estaciones

Se aplicó ANOVA unidireccional para comparar los valores del IGS entre estaciones, considerando:

- Variable dependiente: IGS
- Variable independiente: Estación de muestreo

Antes de realizar el análisis, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene. En caso de incumplimiento de estos supuestos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis como alternativa robusta para garantizar la validez de los resultados.

8.6.3.3. Correlaciones y regresión múltiple

Se evaluó la relación entre el IGS y los parámetros de calidad del agua mediante coeficientes de Spearman o Pearson, según el cumplimiento de normalidad. Además, se aplicaron modelos de regresión lineal múltiple para cuantificar el efecto de variables como temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD) y sólidos disueltos totales sobre el desarrollo gonadal, proporcionando una visión integral de la influencia ambiental en la fisiología reproductiva de *Atya innocous*.

9. ALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

9.1. Calidad De Agua

9.1.1. Parámetros constituyentes del ICA

Se examinaron parámetros fisicoquímicos del agua en cinco estaciones a lo largo de la observación realizada entre julio y octubre en el sendero Las Piscinas. La temperatura fluctuó entre 19.8 °C y 20.7 °C, en el rango ideal para los crustáceos de agua dulce. El oxígeno disuelto fue de 9.14 a 6.8 mg/L y el pH estuvo entre 8.58 y 7.01; estas condiciones fueron beneficiosas para *Atya innocous*. La turbidez en E4 llegó a 78.5 NTU en octubre, superando el límite ideal, y los sólidos disueltos totales oscilaron entre 151 y 278 ppm. Durante el periodo, los nutrientes como el fósforo, los nitratos y la DBO₅ se mantuvieron en niveles apropiados; sin embargo, E4 exhibió valores críticos para la turbidez, los coliformes fecales y el hierro. Según el ICA, su calidad fue regular.

9.1.1.1. pH

El parámetro del pH mostró cifras que se situaron en el rango neutro y ligeramente alcalino, característico de ecosistemas acuáticos dulces sanos. Los registros estuvieron en un intervalo de 7.01 a 8.58 desde julio hasta octubre.

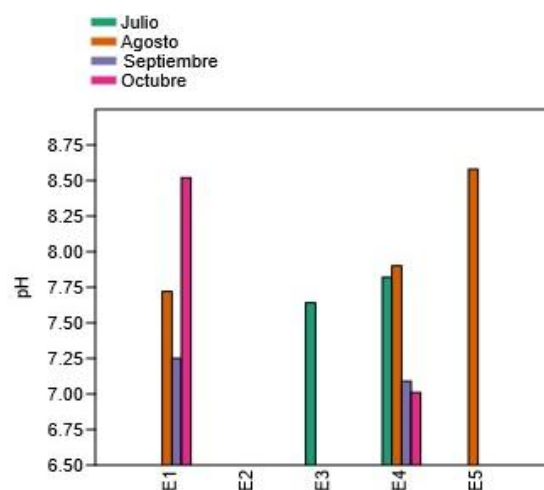
Los promedios mensuales calculados fueron 7.73 para julio, 8.07 para agosto, 7.20 para septiembre y 7.77 para octubre. Estas variaciones se relacionaron con procesos como la fotosíntesis y la respiración, además de la cantidad de nutrientes y oxígeno en el agua.

Se observó el valor más elevado en agosto (E5 = 8.58), probablemente vinculado con una actividad biológica más intensa que disminuyó la cantidad de dióxido de carbono disuelto y creó condiciones más alcalinas. En septiembre, por el contrario, el pH se redujo, lo cual pudo estar relacionado con una mayor cantidad de materia orgánica y con una menor tasa de renovación del agua; estos factores tienden a acidificar el medio.

En todas las estaciones y tiempos de muestreo, los valores se mantuvieron en el rango ideal del Índice de Calidad del Agua (ICA), entre 6.5 y 8.5, lo que indicó que el sistema acuático presentó una buena calidad química, favorable para *Atya innocous*. La estabilidad del pH reflejó la capacidad del ecosistema para resistir cambios ambientales.

Figura 8.

Valores mensuales del pH.



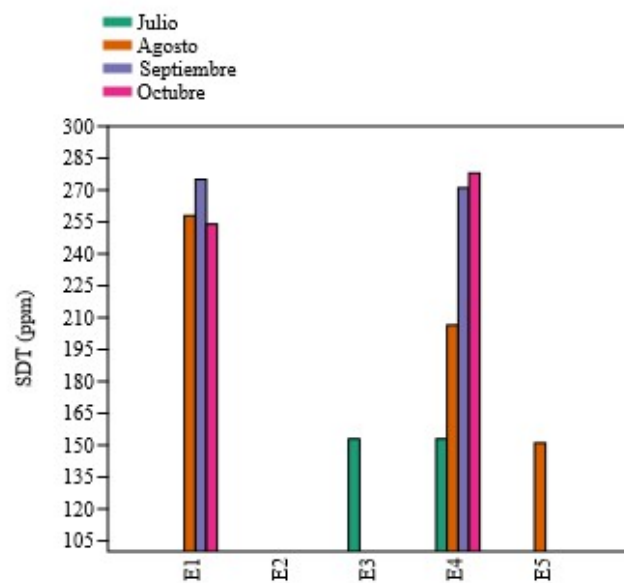
Nota: se consideraron los datos del pH solo de las estaciones donde se encontraron los organismos.

9.1.1.2. Sólidos Disueltos Totales

Durante tres meses de monitoreo, los sólidos disueltos totales (SDT) variaron entre 151 ppm y 278 ppm, con promedios mensuales de 153 ppm en julio, 205.17 ppm en agosto, 273 ppm en septiembre y 266 ppm en octubre. Se produjo un incremento importante en agosto, sobre todo en la estación E1 con 258 ppm, probablemente debido a la evaporación y acumulación de minerales. En septiembre, los niveles de E1 y E4 llegaron a 275 ppm y 271 ppm, respectivamente, lo que se atribuyó a la escasa renovación del agua. Los datos en E4, en octubre, mostraron una tendencia ascendente al superar los 278 ppm. El Índice de Calidad del Agua (ICA) indicó que, pese a estos niveles, los SDT fueron apropiados para ecosistemas fluviales, lo que sugiere condiciones propicias para *Atya innocous* sin intrusión salina.

Figura 9.

Valores mensuales de S.D.T.

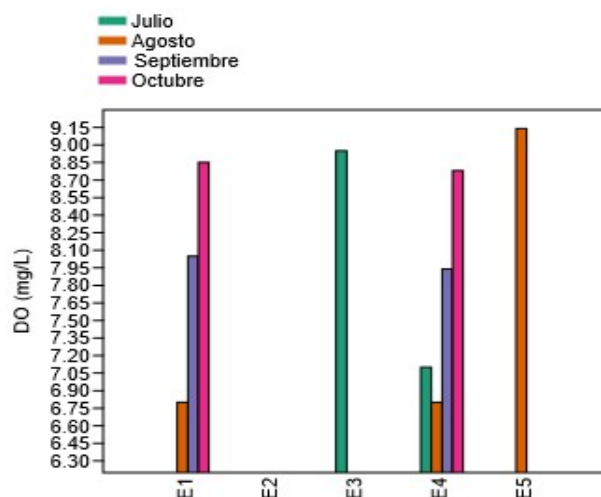


9.1.1.3. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) presentó valores entre 6.8 y 9.14 mg/L, adecuados para la vida acuática. Las estaciones E3 y E5 registraron las concentraciones más altas; por otro lado, las estaciones E1 y E4 mostraron concentraciones bajas durante julio y agosto. En octubre se observó un aumento en el OD que alcanzó 8.85 mg/L en E1 y 8.78 mg/L en E4, posiblemente asociado a una mejor circulación del agua y mayor fotosíntesis. Según el ICA, niveles superiores a 5 mg/L indican condiciones favorables para especies como *Atya innocous*, que requieren altos niveles de oxígeno para vivir y reproducirse.

Figura 10.

Valores mensuales de DO



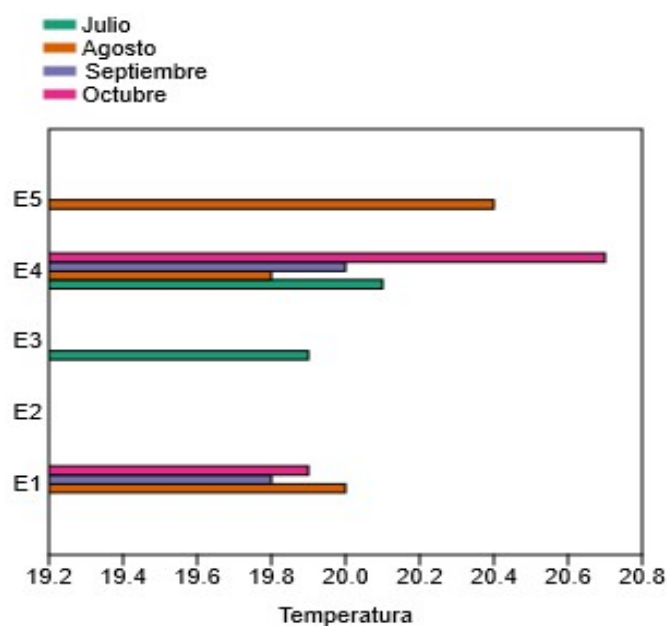
9.1.1.4. Temperatura

La temperatura se mantuvo entre 19.8 °C y 20.7 °C, evidenciando estabilidad durante el periodo de monitoreo. En julio y agosto fluctuó entre 19.9 °C y 20.4 °C,

mientras que en septiembre y octubre se observaron valores similares, con un leve aumento en E4 (20.7 °C), el máximo registrado.

Figura 11.

Valores mensuales de temperatura.

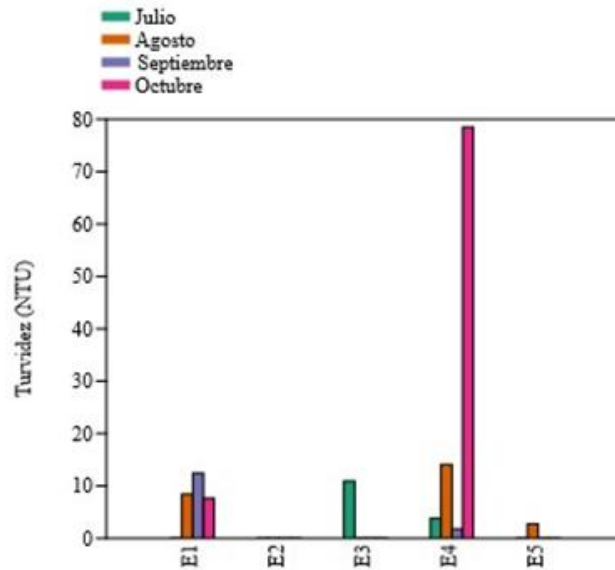


9.1.1.5. Turbidez (NTU)

Los valores de turbidez oscilaron entre 1.79 NTU y 78.5 NTU, con un pico en la estación E4 durante octubre (78.5 NTU), asociado a la sedimentación por lluvias y tránsito turístico. La estación E5 presentó los niveles más bajos (≤ 10 NTU), lo que reflejó condiciones más estables, mientras que E1 y E4 mostraron mayor variabilidad. Aunque la mayoría de los valores fueron inferiores al límite permitido (< 10 NTU), los registros elevados en E4 podrían afectar la penetración de luz y la fotosíntesis, impactando a organismos como *Atya innocous*.

Figura 12.

Valores mensuales de Turbidez



9.1.1.6. Calcio (mg/L)

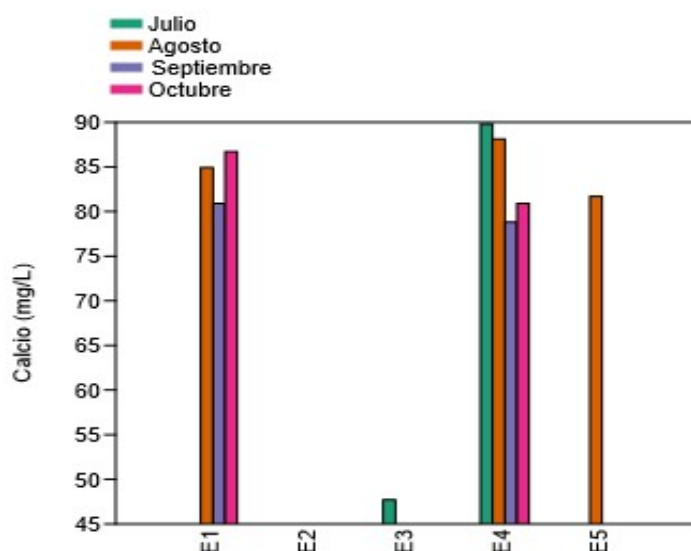
En la mayoría de las estaciones, las concentraciones de calcio se mantuvieron dentro de rangos estables, fluctuando entre 47.7 mg/L y 89.8 mg/L. Las estaciones E1 y E4 registraron los valores más altos durante todo el periodo; por ejemplo, en julio, E4 alcanzó 89.8 mg/L, manteniéndose posteriormente por encima de 78 mg/L, lo que sugiere una mayor interacción con el sustrato rocoso y procesos de lixiviación que incrementaron la disponibilidad del mineral.

Por el contrario, el valor mínimo se observó en E3 (47.7 mg/L, julio), posiblemente asociado a la composición geológica local y a la dinámica del flujo hídrico. En E5, se registró 81.7 mg/L en agosto, evidenciando una tendencia similar a las estaciones con mayor aporte mineral.

Estos niveles se encuentran dentro del rango natural esperado para ecosistemas fluviales, indicando que el calcio desempeña un papel esencial en la fisiología de *Atya innocous*, particularmente en la calcificación del exoesqueleto y en procesos reproductivos. En consecuencia, la disponibilidad de este ion fue adecuada en todas las estaciones, sin condiciones que limitaran la maduración gonadal.

Figura 13.

Valores mensuales de Calcio



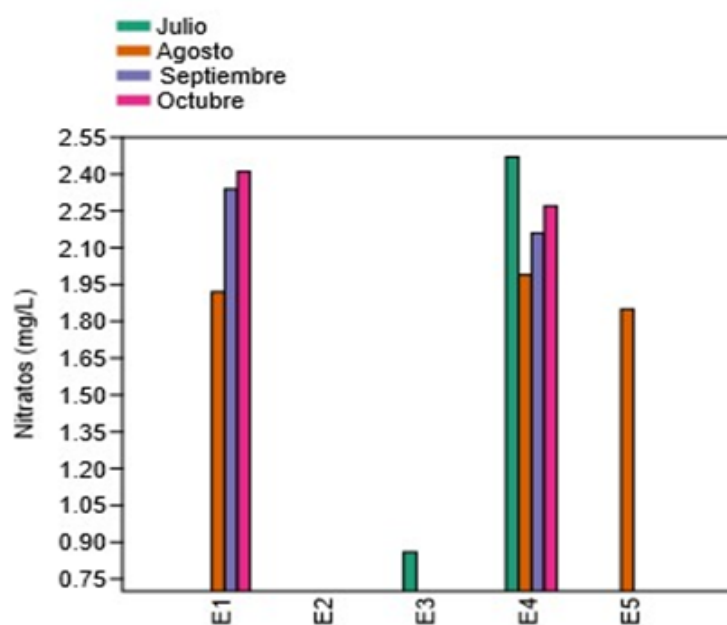
9.1.1.7. Nitratos (mg/L)

Las concentraciones de nitratos se mantuvieron por debajo del límite regulatorio de 10 mg/L durante todo el período de estudio, registrando valores entre 0.86 mg/L y 2.47 mg/L. El valor máximo (2.47 mg/L) se documentó en la estación E4 durante julio, mientras que el mínimo (0.86 mg/L) se observó en E3 en el mismo mes. Las estaciones E1 y E5 presentaron concentraciones intermedias, sin fluctuaciones

significativas a lo largo del monitoreo. Estas condiciones, caracterizadas por bajos niveles de nitrógeno inorgánico, resultaron adecuadas para el desarrollo de *Atya innocous*, indicando que el ecosistema mantuvo un estado trófico favorable y una limitada influencia antropogénica en lo referente a nutrientes nitrogenados. La estabilidad temporal y espacial de estos parámetros refleja la preservación de las condiciones naturales del hábitat, lo que favorece los procesos biológicos de esta especie bioindicadora.

Figura 14.

Valores mensuales de nitratos.



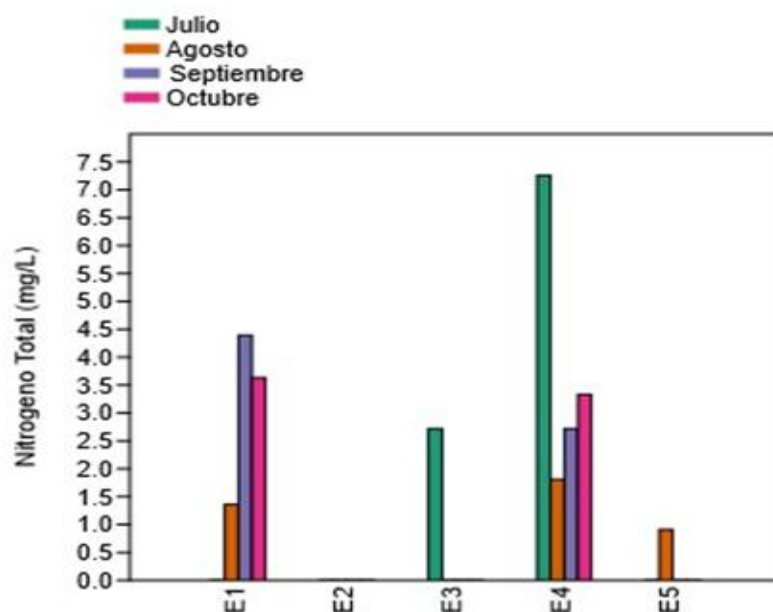
9.1.1.8. Nitrógeno Total (mg/L)

Los niveles de nitrógeno total variaron entre meses y estaciones, oscilando entre 0.91 mg/L y 7.26 mg/L. El valor más alto se registró en la estación E4 en julio (7.26

mg/L), lo que indicó un fuerte ingreso de compuestos nitrogenados, posiblemente por lixiviación del suelo o transferencia de materia orgánica. El valor más bajo se observó en E5 en agosto (0.91 mg/L), lo que reflejó condiciones más estables y menor aporte de nutrientes. En E3 se registró 2.72 mg/L en julio, mientras que E1 aumentó de 1.36 mg/L en agosto a 4.39 mg/L en septiembre.

Figura 15.

Valores mensuales de nitrógeno total.



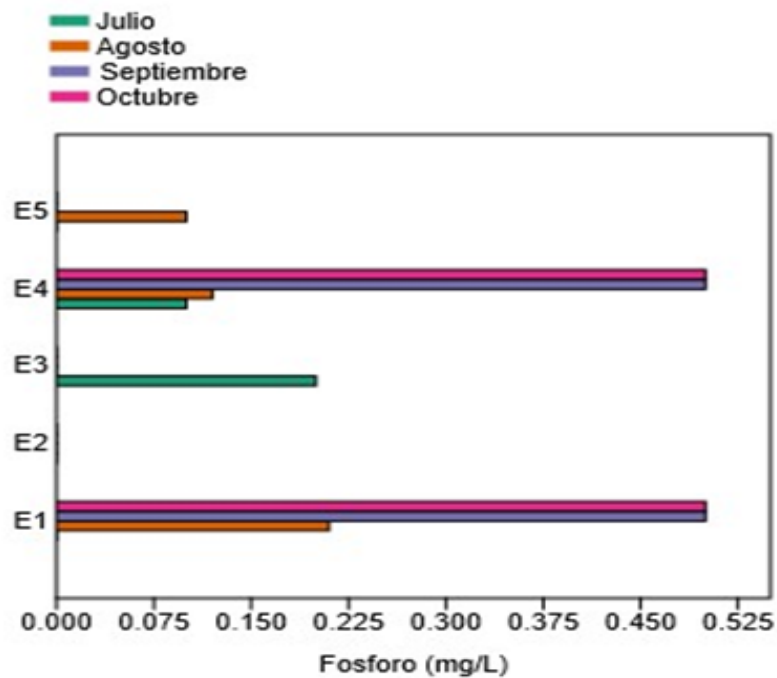
9.1.1.9. Fósforo (mg/L)

Las concentraciones de fósforo oscilaron entre 0.10 mg/L y 0.21 mg/L, valores que no alcanzaron el límite eutrófico (<0.5 mg/L), lo que indicó excelente calidad química y ausencia de contaminación por detergentes o fertilizantes. La estación E1 presentó la concentración más alta (0.21 mg/L) en agosto, mientras que E4 mostró

lecturas estables entre 0.10 y 0.12 mg/L. Las estaciones E3 y E5 también reportaron concentraciones bajas, confirmando la estabilidad del sistema con valores inferiores a 0.5 mg/L durante septiembre y octubre.

Figura 16.

Valores mensuales de fósforo.



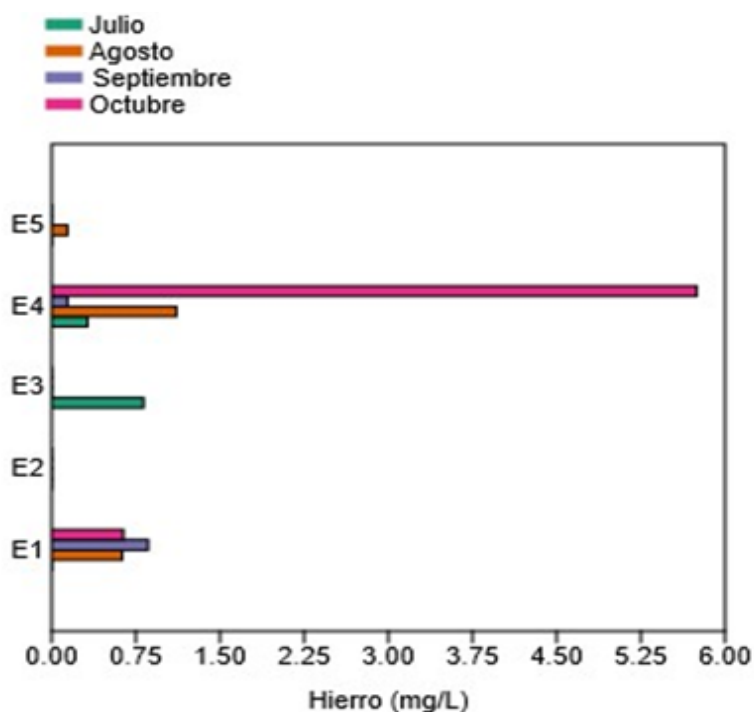
9.1.1.10. Hierro (mg/L)

Se observaron diferencias significativas en la concentración de hierro entre 0.14 mg/L y 5.75 mg/L. La concentración más alta (5.75 mg/L) se registró en la estación E4 en octubre, posiblemente por lixiviación, transporte de sedimentos o infiltración de materia orgánica durante la temporada de lluvias. En las estaciones E1, E3 y E5 se mantuvieron concentraciones bajas y estables (0.14 a 0.86 mg/L), lo que

representó niveles seguros para los ecosistemas acuáticos. El valor elevado en E4 podría comprometer la calidad del agua y suponer un riesgo de toxicidad para organismos sensibles.

Figura 17.

Valore mensuales de Hierro



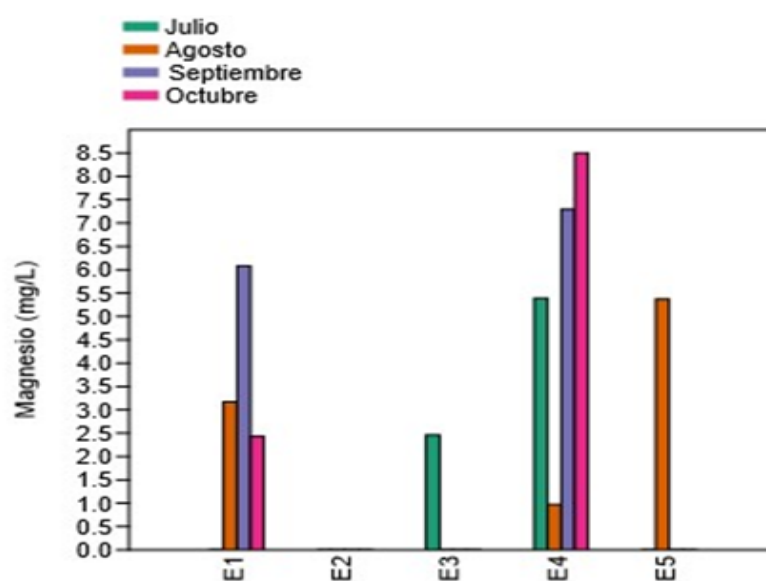
9.1.1.11. Magnesio (mg/L)

Los niveles de magnesio fluctuaron entre 0.97 mg/L y 8.50 mg/L. El valor más alto se observó en octubre (8.50 mg/L) en E4, seguido de septiembre (7.29 mg/L), lo que indicó un aumento constante en esta estación, posiblemente asociado a procesos de lixiviación del sustrato rocoso y reducción del caudal. En comparación, E1 mostró cifras más bajas y estables (2.43–6.08 mg/L), mientras que E3 solo registró

2.46 mg/L en julio. En agosto, la estación E5 alcanzó 5.37 mg/L, reflejando condiciones similares a E4, aunque sin incrementos tan marcados.

Figura 18.

Valores mensuales de Magnesio



9.1.1.12. Manganeso (mg/L)

Tabla 9.

Valores mensuales de manganeso.

Estaciones	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
E1	-	<0.005	<0.005	<0.005
E2	-	-	-	-
E3	<0.005	-	-	-
E4	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
E5	-	<0.005	-	-

Tal como se expresa en la Tabla 9, los lugares donde se detectó la presencia de *Atya innocous* presentaron concentraciones muy bajas de manganeso, ya que en todos los puntos de muestreo y meses de análisis se obtuvieron valores por debajo del límite de 0.005 mg/L, muy inferior al valor máximo admitido para aguas naturales, lo que indicó una excelente calidad química en este aspecto.

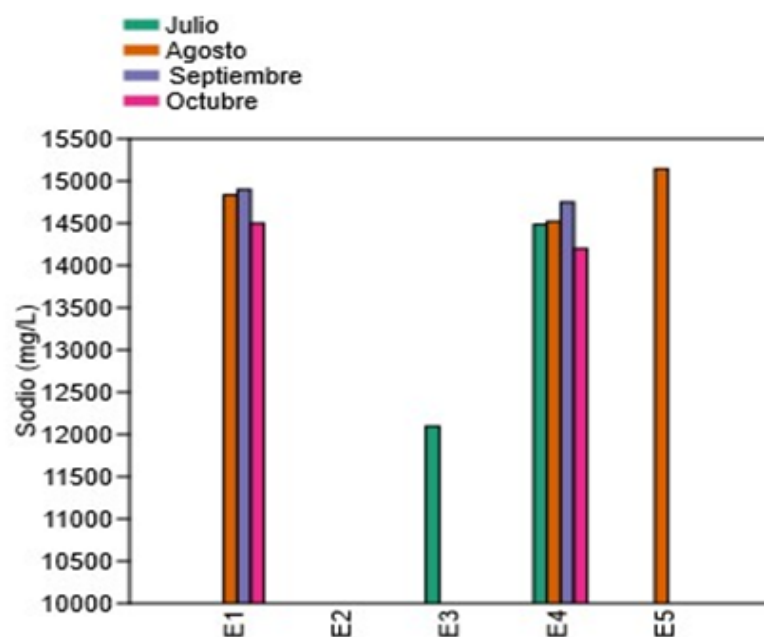
Respecto a los metales pesados, las estaciones E3, E4 y E5, que contenían la presencia de camarón, ofrecieron trazas mínimas en sus concentraciones en julio y agosto, mientras que septiembre y octubre mantuvieron valores similares. Las estaciones E1 y E2, por el contrario, no ofrecieron registros útiles, lo que confirma la estabilidad del sistema en cuanto a la concentración de estos elementos.

9.1.1.13. Sodio ($\mu\text{g/L}$)

Los valores de sodio se mantuvieron altos y constantes en todos los meses y estaciones, con concentraciones entre 12098.4 $\mu\text{g/L}$ y 15143.2 $\mu\text{g/L}$. El valor máximo se registró en la estación E5 en agosto (15143.2 $\mu\text{g/L}$), seguido por E1 y E4 con concentraciones superiores a 14000 $\mu\text{g/L}$ en cada mes de control. La estación E3 mostró el valor más bajo (12098.4 $\mu\text{g/L}$ en julio), lo que refleja diferencias mínimas en la composición mineral del agua entre los sitios de muestreo.

Figura 19.

Valores mensuales de sodio.



9.1.1.14. Recuento de Coliformes Fecales (NMP/100ml)

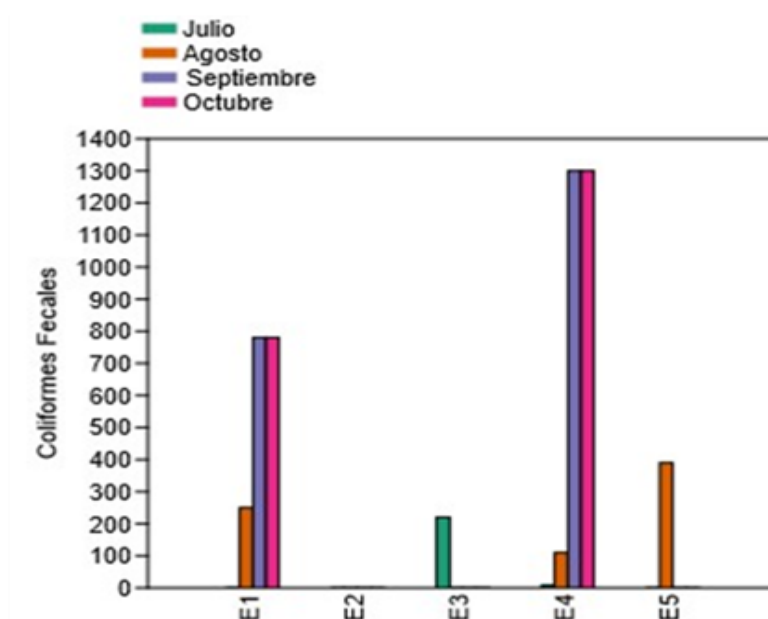
Se encontraron diferencias significativas en los coliformes fecales según la época y el mes de muestreo. El valor máximo se obtuvo en la estación E4 con 13×10^2 NMP/100 ml en septiembre y octubre, lo que indica un alto grado de contaminación microbiológica. En contraste, los valores más bajos se registraron en E3 (7.8 NMP/100 ml en julio).

Las estaciones E1 y E5 presentaron incrementos en septiembre y octubre, indicando una tendencia hacia contaminación moderada. La presencia de coliformes fecales no solo afecta la calidad del hábitat, sino que también representa un riesgo para la salud pública y puede alterar la fisiología de *Atya innocous*. Estos resultados

subrayan la importancia de mantener medidas continuas de monitoreo y control en el ecosistema.

Figura 20.

Valores mensuales de Coliformes Fecales



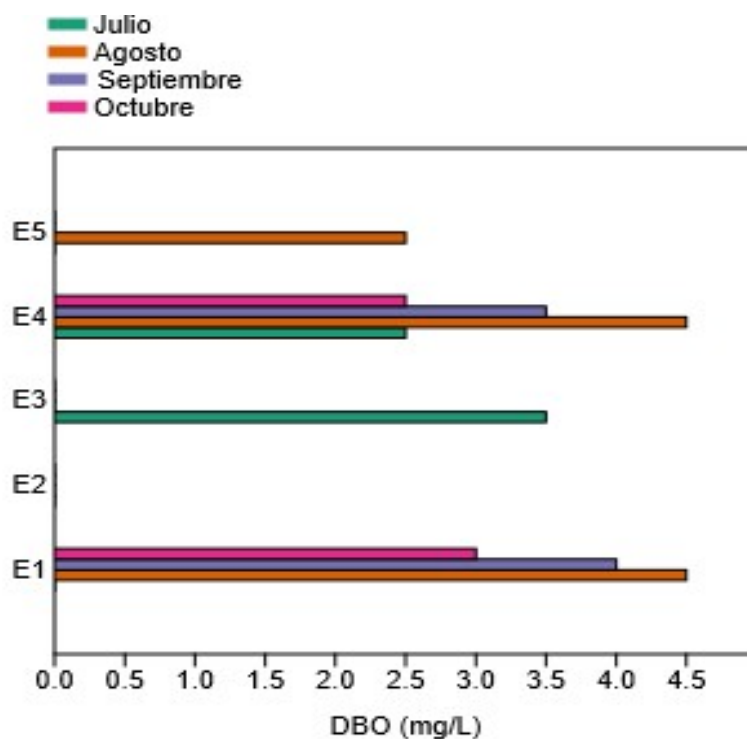
9.1.1.15. DBO (mg/L)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) mostró variaciones ligeras entre meses y estaciones, situándose entre 2.5 mg/L y 4.5 mg/L. En agosto, E1 y E4 presentaron los valores más altos (4.5 mg/L), lo que sugiere mayor carga de materia orgánica, posiblemente por acumulación de desechos y menor circulación del agua. Las estaciones E3 y E5 mostraron valores más homogéneos y bajos (2.5–3.5 mg/L), lo que indica mejor calidad del agua. Al final del muestreo, se observó una mejora general: E1 disminuyó de 4.5 mg/L a 3 mg/L en octubre, y E4 de 4.5 mg/L a 2.5 mg/L.

Aunque algunos valores superaron el estándar óptimo (<3 mg/L) propuesto por el ICA (2008), no se consideran nocivos para la biota acuática. Sin embargo, los picos en E1 y E4 podrían afectar el oxígeno disuelto, influyendo negativamente en la reproducción de *Atya innocous*.

Figura 21.

Valores mensuales de DBO.



9.1.1.16. Fosfato (mg/L)

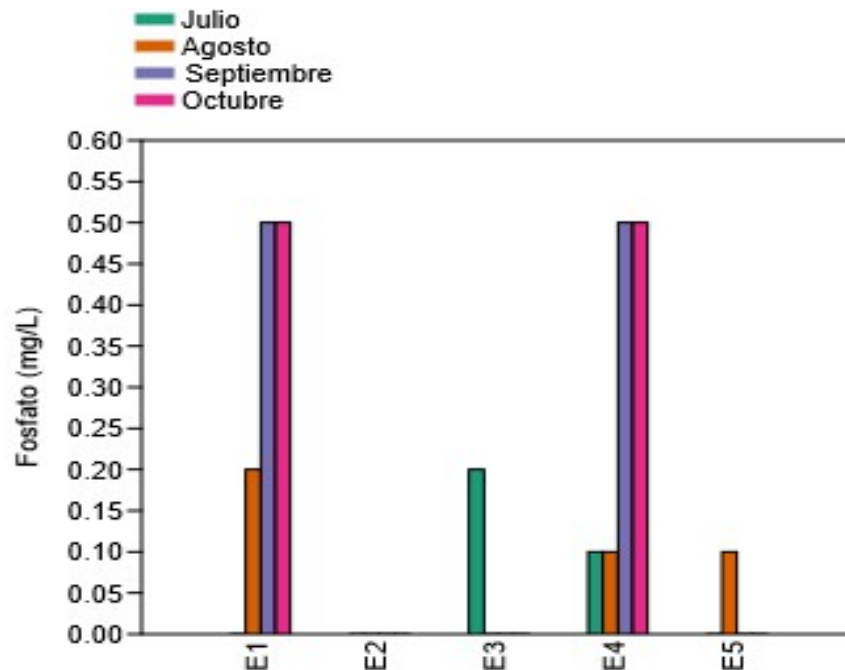
El fosfato se mantuvo bajo en todas las estaciones donde se documentó la presencia de camarón, con valores entre 0.1 mg/L y 0.5 mg/L. En septiembre y octubre, la concentración más alta (0.5 mg/L) se registró en E4 y E1, lo que indica un leve incremento hacia el final del periodo, posiblemente por acumulación de materia

orgánica y reducción del caudal. Las estaciones E3 y E5 mantuvieron valores bajos y estables (0.1–0.2 mg/L), lo que refleja condiciones favorables. En julio, E3 reportó 0.2 mg/L, mientras que E5 presentó 0.1 mg/L en agosto, sin cambios significativos posteriores.

Estos valores se encuentran por debajo del umbral ideal (<0.5 mg/L) fijado por el ICA, lo que indica excelente calidad química y baja probabilidad de eutrofización. La estabilidad del ecosistema y la baja proliferación de algas son factores clave para el desarrollo y reproducción de *Atya innocous*.

Figura 22.

Valores mensuales de fosfatos.



9.1.2. Análisis ICA

Se aplicó el Índice de Calidad del Agua (ICA), basado en dos enfoques: geométrico y aditivo, para evaluar la calidad del agua en los ríos del Camino de Las Piscinas. El objetivo fue proporcionar una valoración clara y representativa del estado ecológico de estos cuerpos de agua. Se establecieron subíndices y se asignaron pesos a parámetros esenciales. En total, se seleccionaron nueve indicadores: pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, turbidez, nitratos, fosfatos, DBO₅ y coliformes fecales, lo que permitió calcular el ICA en cada punto de muestreo.

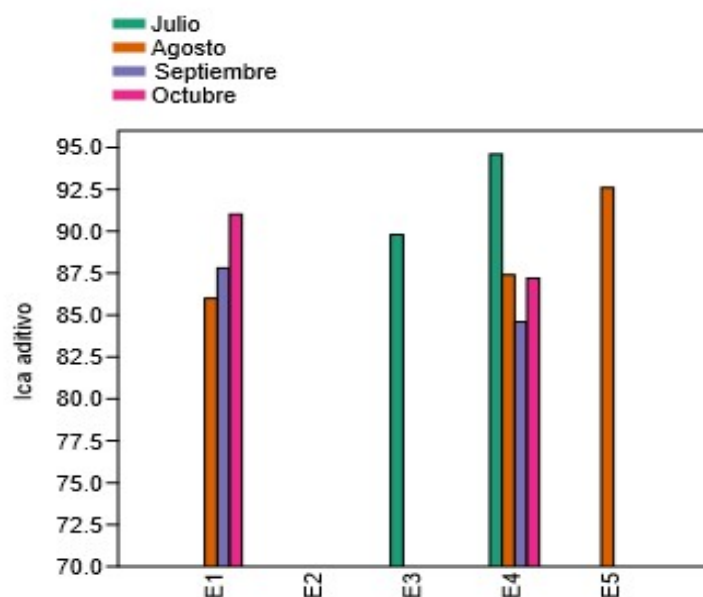
9.1.2.1. ICA Geométrico

9.1.2.1.1. ADITIVO

La gráfica muestra el comportamiento del ICA obtenido mediante el método aditivo en las cinco estaciones entre julio y octubre. En julio, los valores más altos fueron E3 (89.8) y E4 (94.6), indicando calidad excelente. E1 y E5 se mantuvieron por encima de 87, clasificadas como buenas. En septiembre, los valores disminuyeron a un rango entre 84.6 y 86, lo que señala una leve reducción en la calidad, probablemente por menor caudal y acumulación de nutrientes. En octubre, E1 y E4 (91 y 87.2, respectivamente) mostraron recuperación parcial, aunque el promedio siguió siendo inferior al de julio.

Figura 23.

Valores mensuales del ICA por estación / Método aditivo.



El método aditivo evidenció una tendencia estacional: julio y agosto presentaron la mejor calidad, mientras que septiembre y octubre mostraron valores más bajos, aunque dentro de la categoría “buena”. Esto indica que el ecosistema mantuvo condiciones favorables para la vida acuática, aunque con variaciones que podrían afectar procesos biológicos como la reproducción de *Atya innocous*.

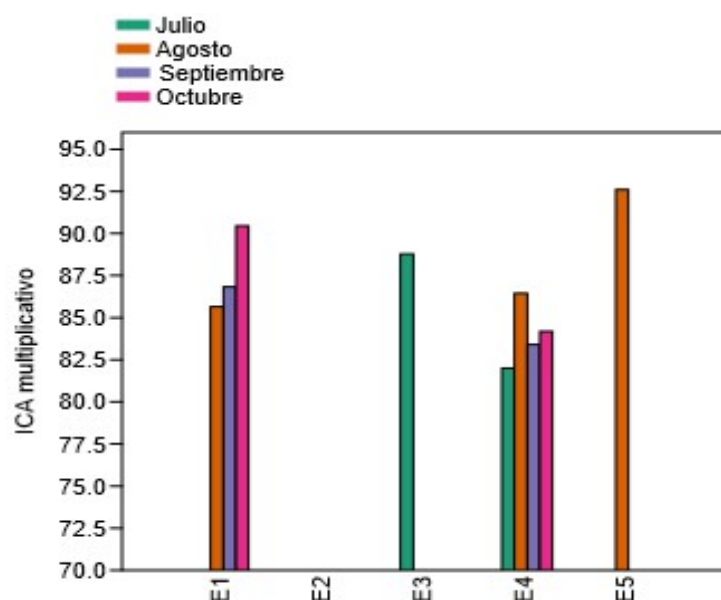
9.1.2.1.2. MULTIPLICATIVO

Los valores del método multiplicativo fueron ligeramente menores que los del aditivo, lo que demuestra mayor sensibilidad a parámetros críticos como DBO₅ y coliformes fecales. En julio, E3 registró 88.78, mientras que E1 obtuvo 85.64, ambas dentro de la categoría “buena”, y E4 descendió a 82, reflejando impacto por

parámetros desfavorables. En agosto, E5 alcanzó 90.6, manteniéndose en la categoría “excelente”. Sin embargo, en septiembre y octubre se observó una disminución, con valores entre 83.4 y 90.45, siguiendo la tendencia del método aditivo, aunque con mayor variabilidad.

Figura 24.

Valores mensuales del ICA por estación / Método multiplicativo.



Este enfoque penalizó con mayor rigor las fluctuaciones críticas, ofreciendo una valoración más conservadora de la condición hídrica. A pesar de ello, los datos permanecieron dentro de rangos aceptables, indicando que el entorno acuático continuó siendo apto para la fauna, aunque con señales de estrés. La reducción observada en septiembre y octubre resalta la necesidad de monitoreo continuo para garantizar la estabilidad del hábitat y prevenir procesos de eutrofización.

9.2. ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

Los resultados del Índice Gonadosomático (IGS) evidenciaron variaciones mensuales que reflejan las diferentes etapas de maduración gonadal. Los valores más altos se registraron en octubre y agosto, meses en los que las condiciones de pH y oxígeno disuelto fueron óptimas, favoreciendo el desarrollo reproductivo de *Atya innocous*.

Las estaciones E1 y E5 presentaron los mayores porcentajes de hembras en estadios avanzados (III y IV), lo que indica un ambiente propicio para la maduración. En contraste, la estación E4 mostró una mayor proporción de individuos inmaduros, lo que sugiere un efecto negativo asociado a parámetros fisicoquímicos alterados en esa zona.

9.3. Frecuencia de proporción sexual.

Tabla 10.

Tabla de proporción de sexos de camarones.

Mes	TOTAL DE INDIVIDUOS	HEMBRAS (N)	MACHOS (N)	PROPORCIÓN HEMBRA:MACHO	% HEMBRAS	% MACHOS
JULIO	24	19	5	3.8 : 1	79%	21%
AGOSTO	48	39	9	4.3 : 1	81%	19%
SEPTIEMBRE	48	38	10	3.8 : 1	79%	21%
OCTUBRE	24	18	6	3:01	75%	25%

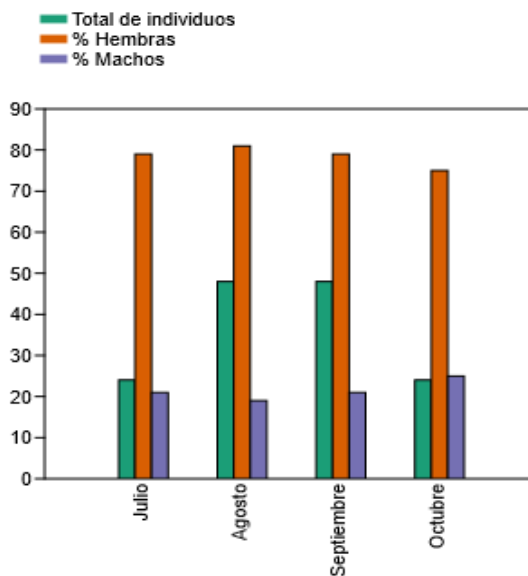
El análisis del valor de frecuencia mensual de la proporción sexual de *Atya innocous* muestra la evidente dominancia de hembras para la totalidad de la serie analizada (de julio a octubre), con porcentajes que oscilaban entre 75 % y 81 %; mientras que

los machos representaron entre el 19 % y el 25 % de la población total. La proporción global fue de un valor promedio de 3.9:1 (hembra: macho), lo que evidencia un cierto sesgo hacia hembras. En los meses de julio y septiembre, la proporción resultante fue de 3.8:1; en agosto fue el mes más marcado (4.3:1) y en octubre, la proporción fue de 3.0:1, señalando con esto una modificación de dicha estructura temporalmente.

Se puede notar que la tendencia se mantiene constante y está dominada por hembras durante todo el período analizado, observándose la variación porcentual mensual de machos y hembras en la Figura 25 y los valores de frecuencia absoluta y relativa en la Tabla 10

Figura 25.

Proporción sexual de Atya.



9.4. MADUREZ SEXUAL

La evaluación de la madurez sexual de *Atya innocous* se realizó mediante el examen de las gónadas y el cálculo del Índice Gonadosomático (IGS), identificándose cinco etapas en hembras (desde inmaduras hasta post-desovantes) y cuatro en machos (desde inmaduros hasta post-expulsantes). Se observó una amplia dispersión de los estadios gonadales, con predominio del estadio II durante los meses de julio y agosto y picos de estadios más avanzados en el mes de octubre, lo que indica un aumento en la actividad reproductiva. La estación E4 mostró un gran número de individuos inmaduros, lo que se volcó en condiciones fisicoquímicas adversas.

Tabla 11.

Estado de madurez en camarones Atya hembras






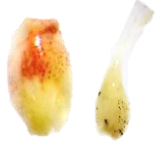



Estado	Morfología externa	Imagen
0 (inmaduro)	Ovarios pequeños, blanquecinos o crema, poco visibles bajo el seno pericárdico. Lóbulos retraídos y sin vascularización.	
I (maduración incipiente)	Ovarios ligeramente agrandados, color crema a naranja claro. Lóbulos visibles a contraluz, con inicio de diferenciación.	
II (maduración intermedia)	Ovarios naranjas intensos, ocupan $\frac{3}{4}$ del cefalotórax. Lóbulos laterales engrosados y bien definidos.	
III (máxima madurez)	Ovarios rojo brillante, llenan casi todo el cefalotórax. Lóbulos terminales prominentes, listos para ovulación.	
IV (post-desovantes)	Ovarios flácidos, blanco-crema, con lóbulos poco definidos. Presencia de espacios vacíos y tejido residual.	

Tabla 12.

Estadios de madurez de camarones Atya machos.

Estado	Morfología externa	Imagen
I (inmaduro)	Testículos pequeños, blanquecinos y consistentes. Espermioductos delgados, rectos y poco visibles.	
II (en maduración)	Testículos medianamente desarrollados, de color lechoso. Espermioductos alargados con enrollamiento incipiente.	
III (maduro)	Testículos grandes, prominentes y de color blanco-lechoso brillante. Los espermioductos son gruesos, largos y presentan múltiples enrollamientos. La estructura interna es compacta, con alta densidad celular, lo que indica capacidad reproductiva activa.	
IV (post expulsante)	Testículo muy pequeño, flácido y transparente; espermioductos delgados, vacíos y difíciles de visualizar.	

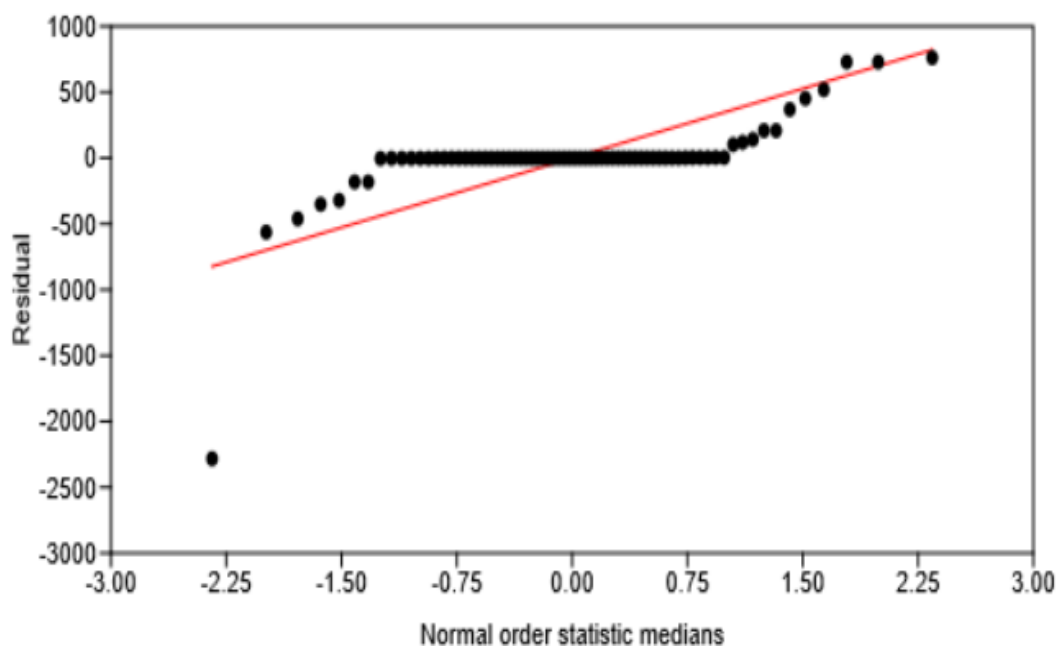
9.4.1. ANOVA

El análisis de varianza (ANOVA) indicó que los grupos presentaban diferencias con un significado estadístico muy alto ($p = 1,5636E-70$), lo que sugiere que no son aleatorias. Un análisis de permutación ($p = 0,00001$) corroboró esta conclusión. No obstante, los datos no satisfacen el supuesto de normalidad según la prueba de Shapiro-Wilk ($W = 0.4976$, $p = 2.656E-14$). Un análisis de la figura 26 de la probabilidad normal confirmó que no había normalidad en los datos. Debido a este motivo se llevó a cabo la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual dio como resultado un $H = 64,13$ ($H_c = 64,15$; $p = 2,224 \times 10^{-11}$) y mostró que había

diferencias significativas entre las medianas de los grupos estudiados, es decir, que las diferencias eran auténticas y coherentes.

Figura 26.

Análisis gráfico de residuos de los valores IGS y (Hierro, Sodio, C.F, DBO, Fosfato).

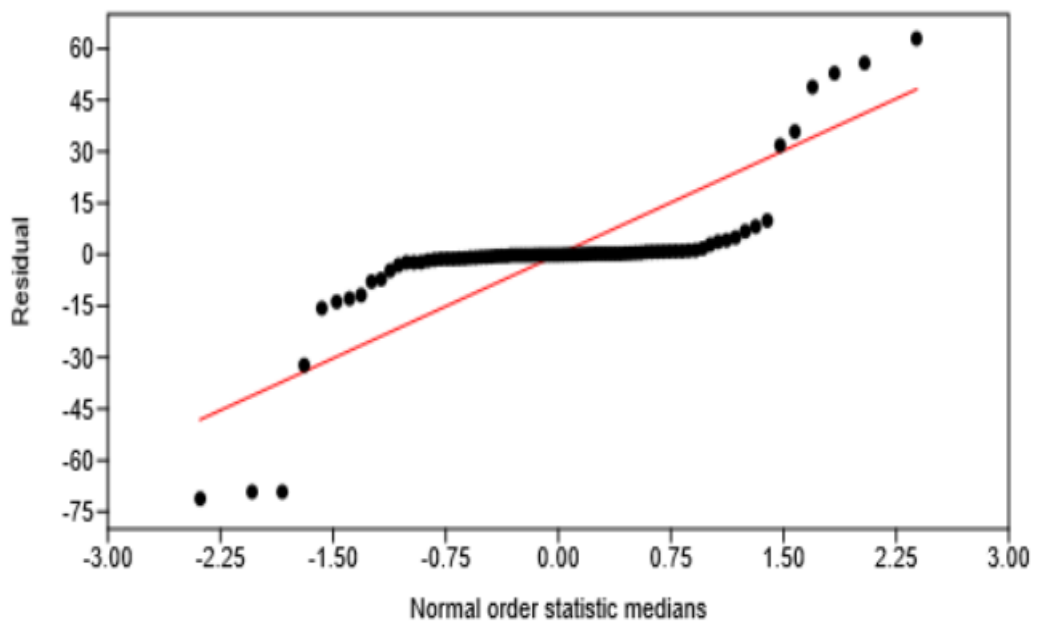


El ANOVA, en cambio, mostró que existían diferencias significativas en el grupo ($p = 2.183 \times 10^{-37}$), como comprobó el análisis por permutación ($p = 0.00001$), pero la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostró que no había normalidad de los datos ($W = 0.6318$; $p = 6,067 \times 10^{-13}$), de ahí que sea necesaria la realización de pruebas no paramétricas que garanticen una correcta interpretación. Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual mostró diferencias significativas entre las medianas ($H = 70.33$; $p = 4.191E-12$). Estos descubrimientos

demuestran que, a pesar de la anomalía en los datos, las fluctuaciones observadas son efectivas y no se producen al azar.

Figura 27.

Análisis gráfico de residuos de los valores IGS y (pH, SDT, DO, Turbidez, Calcio, Nitratos, Nitrógeno total y fósforo).



9.5. Correlación entre el IGS y los parámetros físicoquímicos

La prueba de Spearman detectó vínculos significativos entre diversos parámetros hídricos y el Índice Gonadosomático (IGS). Se halló una correlación fuerte y negativa entre el IGS y el oxígeno disuelto ($\rho = -0.80$). Esto indica una relación inversa: a mayor concentración de oxígeno, menor valor del IGS.

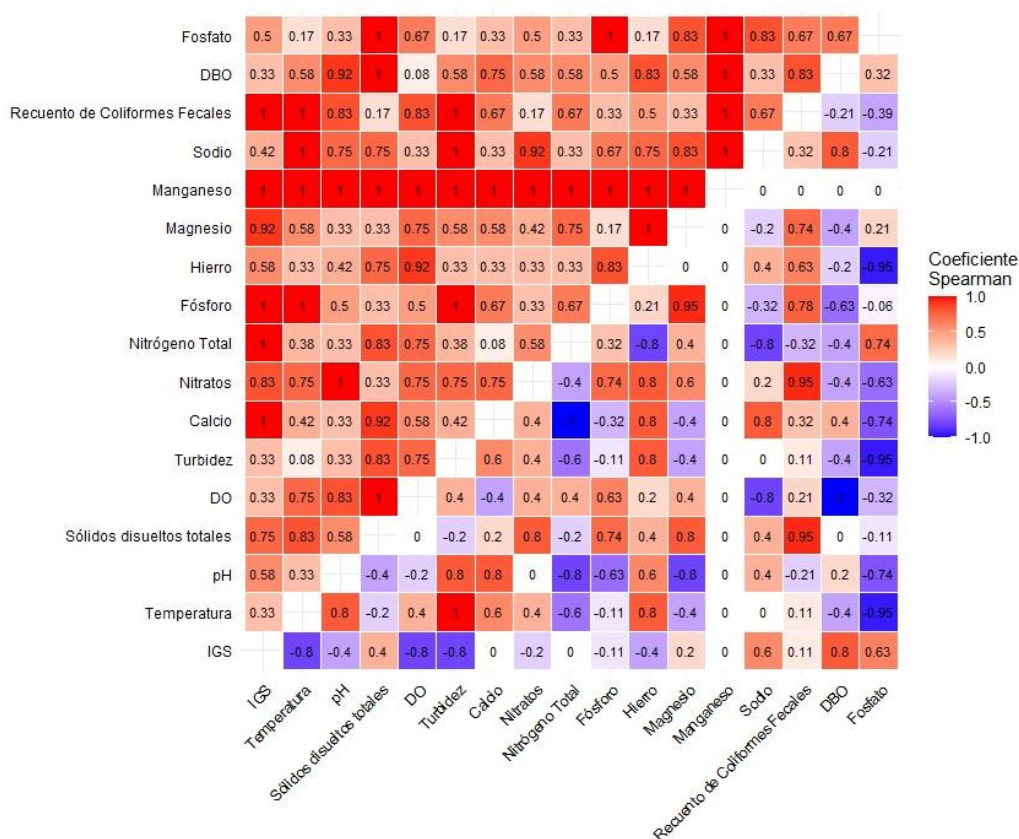
El pH también mostró una correlación negativa moderada con el IGS ($\rho = -0.4$), lo que sugiere que un valor de pH más bajo dentro del rango estudiado (es decir, agua menos alcalina) se asocia con una mayor madurez gonadal. En contraposición, el IGS evidenció correlaciones negativas más débiles con el nitrito ($\rho = -0.2$) y el fósforo ($\rho = -0.11$).

Esta tendencia se corroboró espacialmente. Las estaciones E1 y E5, con agua de mejor calidad (altos niveles de oxígeno y bajas concentraciones de elementos nocivos), presentaron una mayor proporción de hembras en los estadios III y IV de maduración. Por el contrario, en la estación E4, caracterizada por concentraciones elevadas de hierro y una calidad del agua comprometida, solo se registraron individuos en estadios iniciales de desarrollo gonadal.

Estos resultados demuestran el impacto directo que tiene la calidad del agua en la biología reproductiva de los camarones, lo cual subraya la necesidad de conservar condiciones adecuadas en los cuerpos hídricos para propiciar la maduración y el mantenimiento de las poblaciones.

Figura 28.

Correlación de IGS y parámetros físicos y químicos.



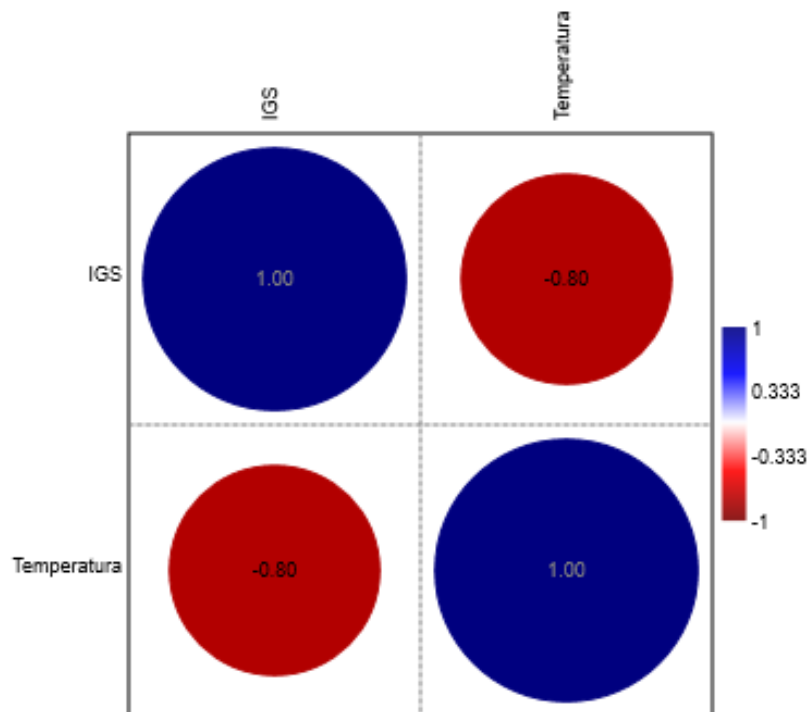
9.5.1. IGS y Temperatura

Se evidenció una correlación negativa significativa entre el Índice Gonadosomático (IGS) y la temperatura del agua ($\rho = -0,80$). Esta relación inversa indica que incrementos en la temperatura se asocian con una disminución en el desarrollo gonadal de *Atya innocous*. Los resultados sugieren que, a pesar de que el rango térmico registrado (19,8-20,7 °C) se mantuvo dentro de niveles adecuados para la especie, las variaciones dentro de este intervalo afectan significativamente los procesos de maduración gonadal. Esto refuerza la hipótesis de que *A. innocous*

requiere condiciones térmicas estables para optimizar su desarrollo reproductivo, destacando su sensibilidad como bioindicador de cambios ambientales en el ecosistema acuático.

Figura 29.

Correlación de IGS y temperatura.

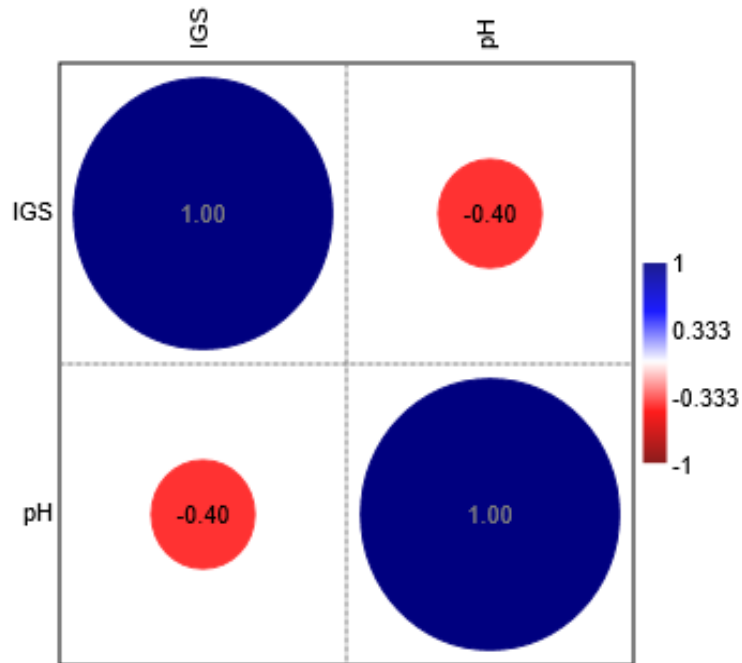


9.5.2. IGS y pH

Se notó que tener un nivel más alcalino no ayuda a las gónadas a madurar. Hay una conexión en sentido opuesto, pero no tan fuerte, entre el pH y el IGS ($\rho = -0.4$). Los tiempos con un pH más alto tuvieron valores de IGS menores. Esto indica que tener niveles estables y neutros es mejor para que se reproduzcan.

Figura 30.

Correlación de IGS y pH

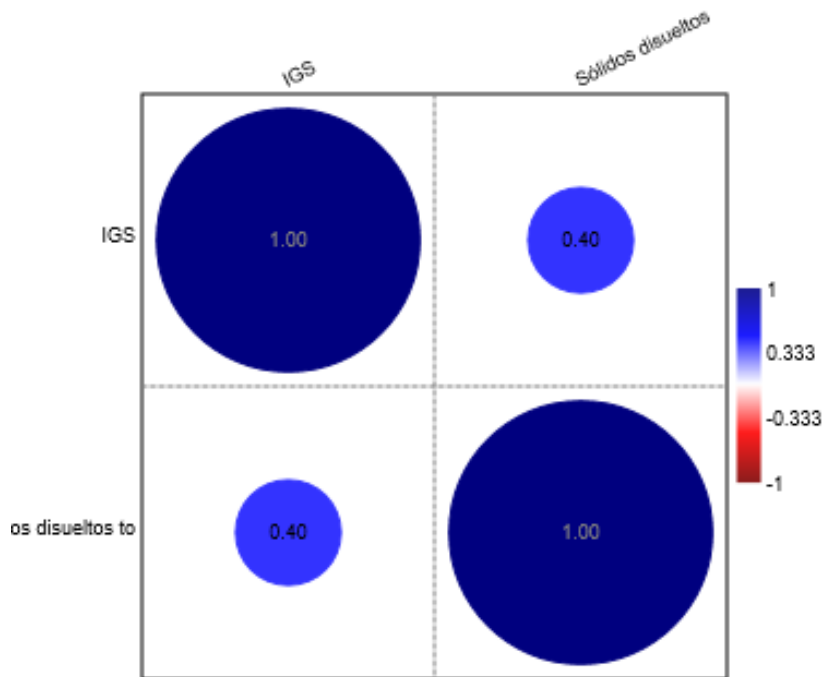


9.5.3. IGS y Sólidos disueltos Totales

El análisis de Spearman reveló una relación directa y positiva. Esto se dio entre el IGS y los sólidos totales disueltos. Se obtuvo un valor de rho de 0,40. Este resultado indica algo relevante. El nivel de sólidos no tiene un impacto significativo en el desarrollo de las gónadas, a pesar de la conexión presentada. El IGS experimentó un leve aumento en los períodos con mayor SDT. Esta información podría influir de manera ligera en el organismo. Es posible que sea el efecto de los metales hallados en el líquido.

Figura 31.

Correlación de SDT y IGS.

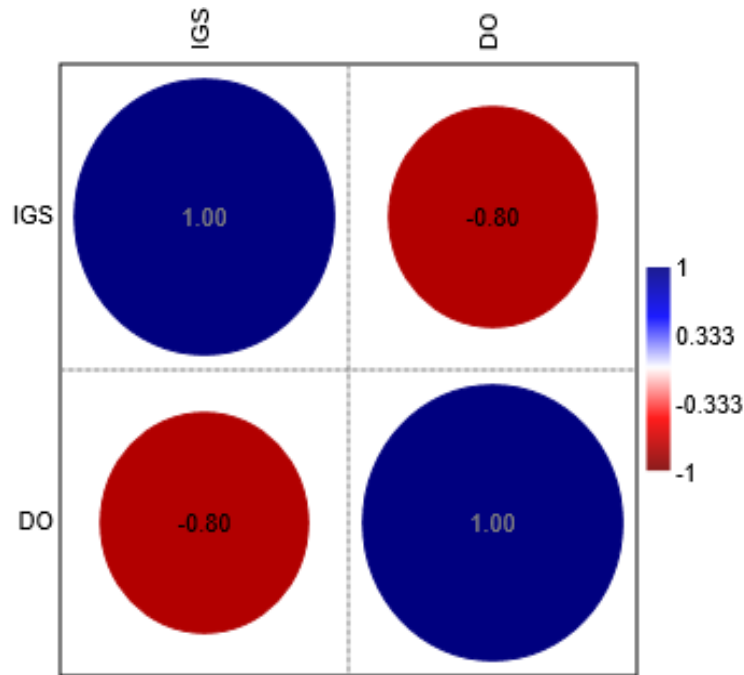


9.5.4. IGS y DO

El oxígeno disuelto se relacionó con el Índice Gonadosomático (IGS), obteniéndose una correlación negativa significativa ($\rho = -0,80$), sugiriendo una relación inversa entre dichas variables. Es decir, se observó que a mayor cantidad de oxígeno disuelto menor era el crecimiento gonadal. Se habían obtenido los valores más altos de IGS en estaciones con un oxígeno disuelto por debajo de 8 mg/l, lo que hace pensar que, en condiciones de oxigenación moderadas, el proceso de maduración gonadal en *Atya* se encuentra favorecido sin ningún tipo de daño.

Figura 32.

Correlación IGS y DO.

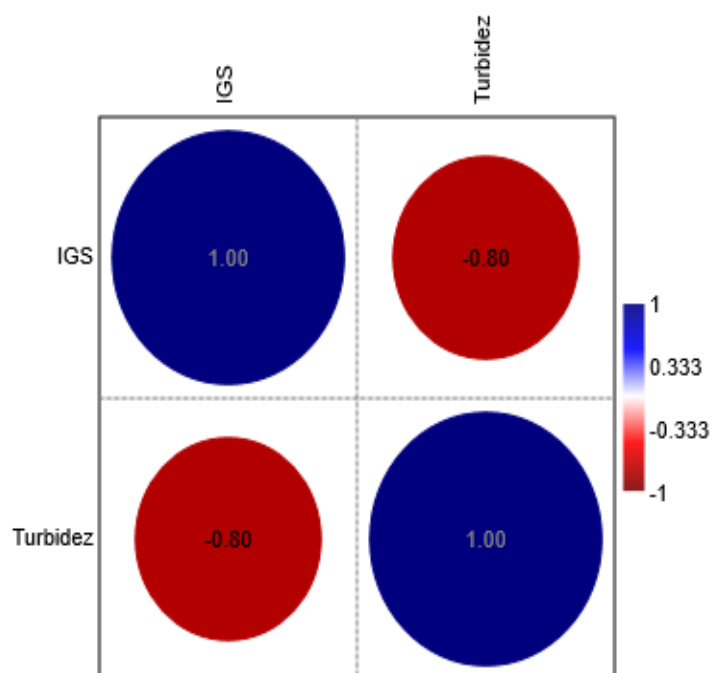


9.5.5. IGS y Turbidez

En lo que respecta a la turbidez, el Índice Gonadosomático (IGS) arrojó una correlación negativa significativa ($\rho = -0,80$), lo que implica la existencia de una relación inversa entre ambos. Es decir, a mayor turbidez de agua, menores son los índices de crecimiento gonadal. Sin embargo, la mayor concentración de turbidez se registró precisamente en las estaciones con los valores de IGS más altos, lo que podría indicar que otros factores ambientales o biológicos también influyen en el proceso de maduración gonadal de *Atya innocous*.

Figura 33.

Correlación IGS y turbidez.

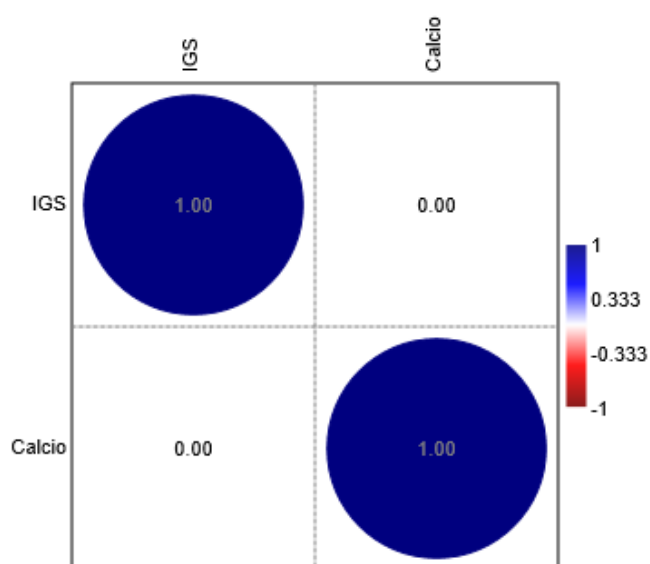


9.5.6. IGS y Calcio

El IGS ($\rho = 0,00$) no mostró correlación con el calcio, lo que indica que el desarrollo gonadal no depende de la concentración de este mineral en el agua. Los valores de IGS se distribuyeron de manera independiente respecto a los niveles de calcio.

Figura 34.

Correlación entre IGS y calcio.

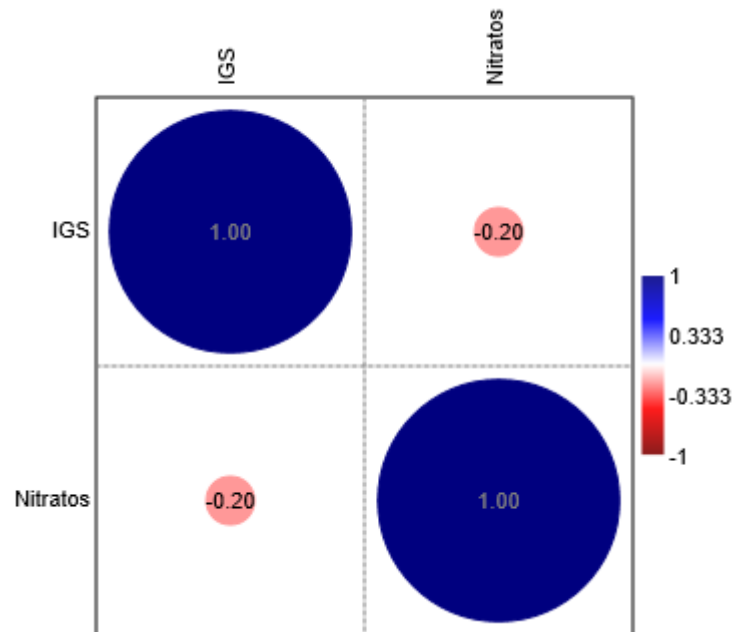


9.5.7. IGS y Nitratos

La correlación de Spearman entre el nivel de nitratos en el agua y el índice gonadosomático (IGS) es débilmente negativa ($\rho = -0,20$), lo que sugiere que la presencia elevada de nitratos podría estar relacionada con una disminución sutil del crecimiento gonadal. A pesar de que esta relación no es significativa, indica que la eutrofización se relaciona con concentraciones elevadas de nitratos y que estas podrían afectar negativamente las condiciones de reproducción. No obstante, como la correlación es baja y esto muestra que los nitratos no son un elemento determinante en la maduración gonadal, se recomienda considerar la interacción de los nitratos con otros parámetros fisicoquímicos para entender mejor su influencia sobre la fisiología reproductiva.

Figura 35.

Correlación de IGS y nitratos.

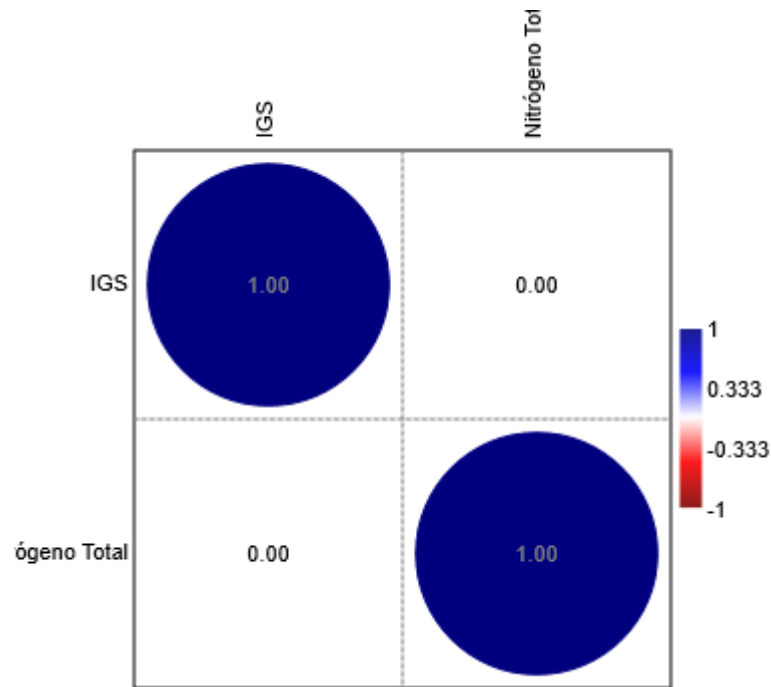


9.5.8. IGS y Nitrógeno total

El nitrógeno total también mostró una correlación nula con el IGS ($\rho = 0,00$), es decir, este factor no tendría un efecto significativo en la maduración de las gónadas. Aunque el nitrógeno total se muestra en la cantidad producida, no se ha demostrado que tenga un efecto sobre la reproducción de *Atya innocous*, por lo que el nitrógeno total es más un indicador del nivel de fertilidad en el área donde se produce que un componente inmediato que afecta el proceso reproductivo.

Figura 36.

Correlación de IGS y nitrógeno total.

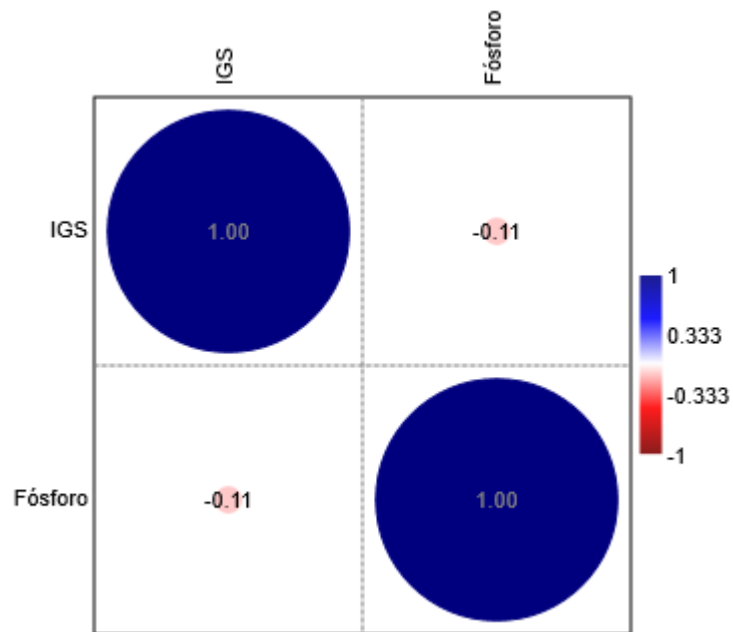


9.5.9. IGS y Fósforo

Los resultados del estudio muestran una correlación negativa de muy baja intensidad ($\rho = -0,11$) entre la concentración de fósforo en el agua y el índice gonadosomático (GIS). Por tanto, está claro que el aumento de fósforo no afecta significativamente la reducción de IGS en *Atya*. Esto explica que, aunque el fósforo es un nutriente esencial, su efecto sobre la maduración gonadal es indirecto y puede estar más relacionado con la eutrofización y cambios en la calidad del agua. Aunque no se considera un elemento vital, por tanto hay que controlarlo para evitar posibles efectos indirectos sobre el medio natural.

Figura 37.

Correlación con IGS y fósforo.

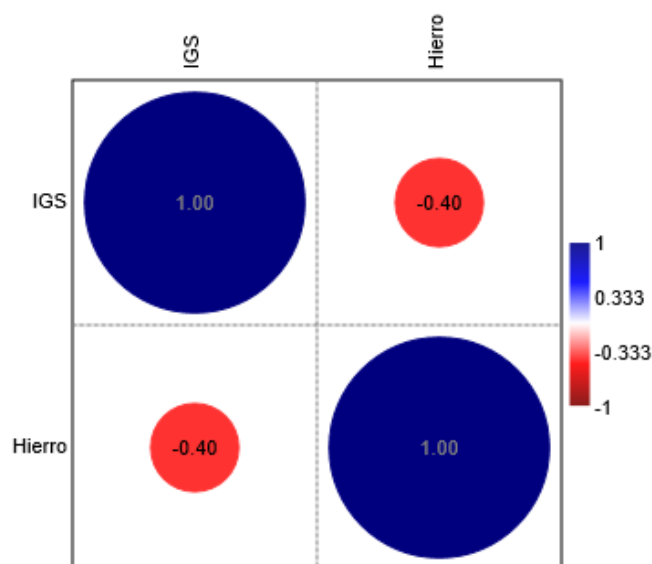


9.5.10. IGS y Hierro

La correlación resultante es moderada con un valor de -0,40. Los niveles elevados de hierro pueden afectar el desarrollo reproductivo a través de la toxicidad o efectos en la calidad del agua, lo que puede estresar a los organismos; Las condiciones del agua también reducen el oxígeno y afectan la reproducción. Recomiendo controlar los niveles de hierro, que no alteran la función reproductiva.

Figura 38.

Correlación de IGS y hierro.



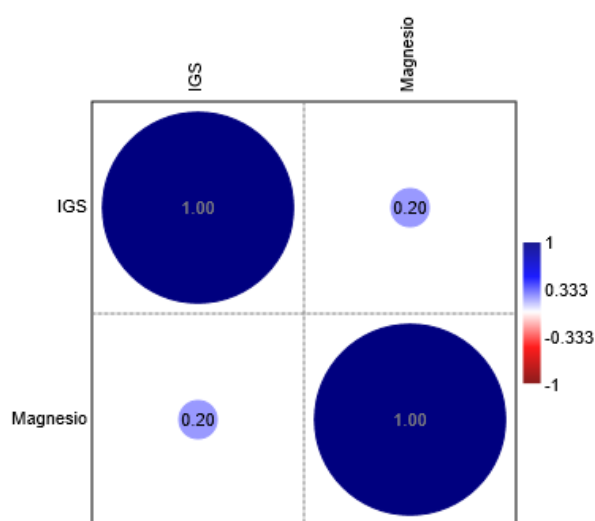
9.5.11. IGS y Magnesio

Los resultados del análisis de la concentración de magnesio en el agua y el Índice Gonadosomático (IGS) fueron positivos, aunque débiles ($\rho = 0,20$), es decir, que a medida que aumentó el contenido del magnesio también se incrementaba, aunque levemente, el IGS. Sin embargo, aunque el magnesio es un elemento esencial que participa activamente en el desarrollo del exoesqueleto y diversos procesos metabólicos, su efecto sobre la maduración de las gónadas en *Atya inocous* es relativamente bajo. Por esta razón, se recomienda que la dieta sea la principal fuente de magnesio, lo que disminuiría los efectos directos de este elemento que proviene del entorno acuático. En este contexto, aunque el magnesio no se clasifique como

un factor reproductivo, su control sigue siendo crucial para preservar la calidad del agua y la salud del ecosistema.

Figura 39.

Correlación de IGS y magnesio.

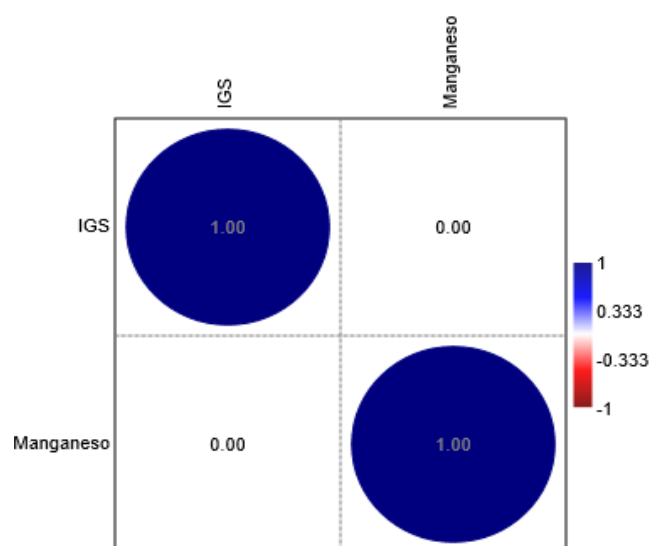


9.5.12. IGS y Manganeso

En cuanto al manganeso, los resultados muestran que no existió correlación significativa entre su concentración en agua e IGS ($\rho = 0,00$) considerando así que este oligoelemento no tiene una influencia directa en la maduración de las gónadas de *Atya innocous*. Lo anterior puede deberse a que este oligoelemento podría existir principalmente en la alimentación y no por la concentración en la columna de agua, de allí su ausencia de relación; sin embargo, esto no quiere decir que el manganeso no sea importante en la reproducción, sino que su monitoreo es primordial para obtener agua de calidad y evitar, de alguna manera, toxicidad en la especie analizada.

Figura 40.

Correlación IGS y manganeso.



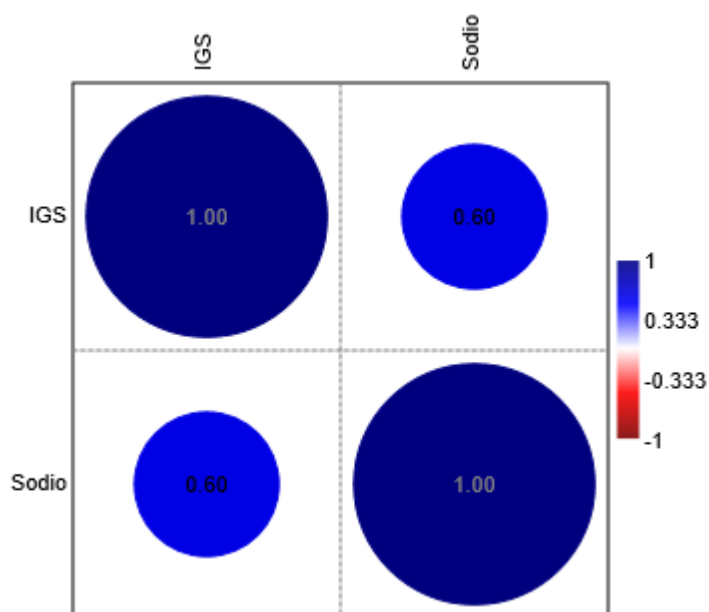
9.5.13. IGS y Sodio

Los resultados evidenciaron una correlación positiva moderada ($\rho = 0,60$) entre la concentración de sodio en el agua y el Índice Gonadosomático (IGS). Este hallazgo sugiere que, en *Atya innocous*, el incremento de sodio se asocia con una mayor maduración gonadal. Este comportamiento confirma la relevancia del sodio en el mantenimiento del equilibrio iónico y la regulación osmótica, así como su posible influencia en la sincronización del ciclo reproductivo.

Aunque la correlación es moderada, el IGS se consolida como un indicador adecuado para evaluar la calidad del agua y la reproducción. Por ello, se recomienda considerar la concentración de sodio en los análisis ambientales para prevenir alteraciones en la homeostasis del organismo.

Figura 41.

Correlación de IGS y sodio



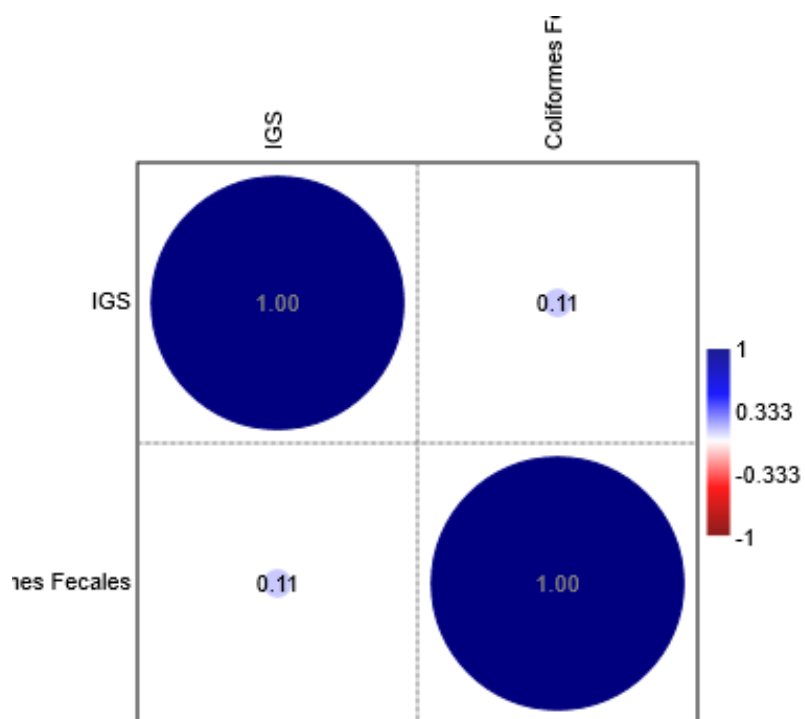
9.5.14. IGS y Coliformes Fecales

En relación con los coliformes fecales, la correlación con el Índice Gonadosomático (IGS) fue muy baja ($\rho = 0,11$), lo que indica que el incremento de contaminación fecal no ejerce una influencia directa sobre la maduración gonadal de *Atya innocous*.

No obstante, la presencia de coliformes constituye un indicador crítico de alteración microbiológica, por lo que su monitoreo regular es esencial para garantizar la calidad del agua y prevenir riesgos ecológicos que puedan afectar indirectamente la salud y el bienestar de la especie.

Figura 42.

Correlación de IGS y Coliformes Fecales

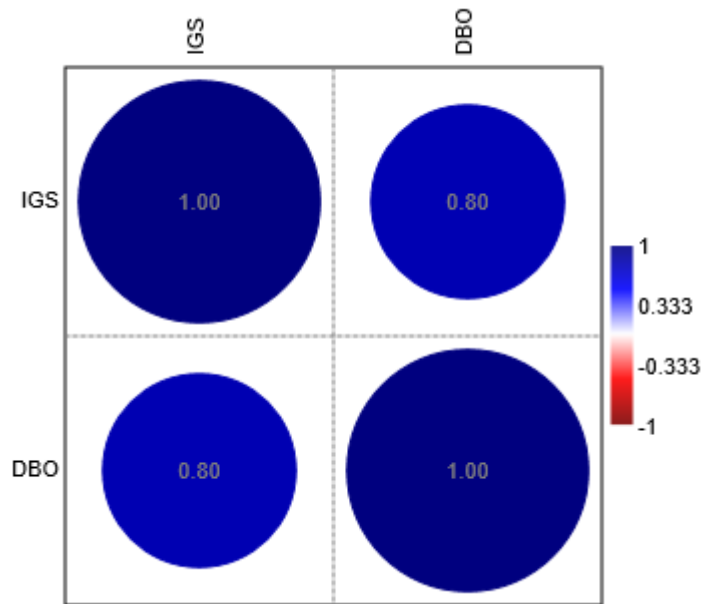


9.5.15. IGS y DBO

En consecuencia, el resultado de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) reveló una fuerte correlación positiva ($\rho = 0,80$) con el índice gonadosomático (GSI), lo que indica que el aumento de DBO en *Atya innocous* está asociado con un mayor desarrollo gonadal. Esto puede deberse a que el aumento de la carga orgánica promueve la disponibilidad de nutrientes que estimulan el crecimiento gonadal.

Figura 43.

Correlación IGS y DBO.

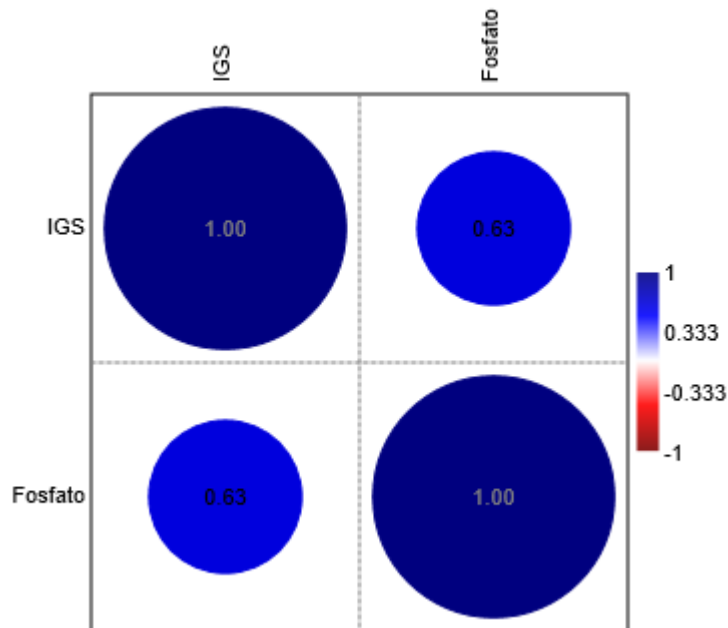


9.5.16. IGS y Fósforo

Los resultados del estudio muestran que existe una relación positiva moderada entre la concentración de fósforo en el agua y el Índice Gonadosomático (IGS) ($\rho = 0,63$). Esto indica que el IGS en *Atya innocous* podría aprovechar un incremento en la cantidad de fósforo, puesto que se facilitaría el acceso a alimento y energía para la maduración gonadal. Sin embargo, se indica que una cantidad elevada de fósforo puede provocar eutrofización. Por esa razón, es fundamental mantener un balance para proteger la calidad del agua y la fisiología reproductiva.

Figura 44.

Correlación de IGS y fosfato.



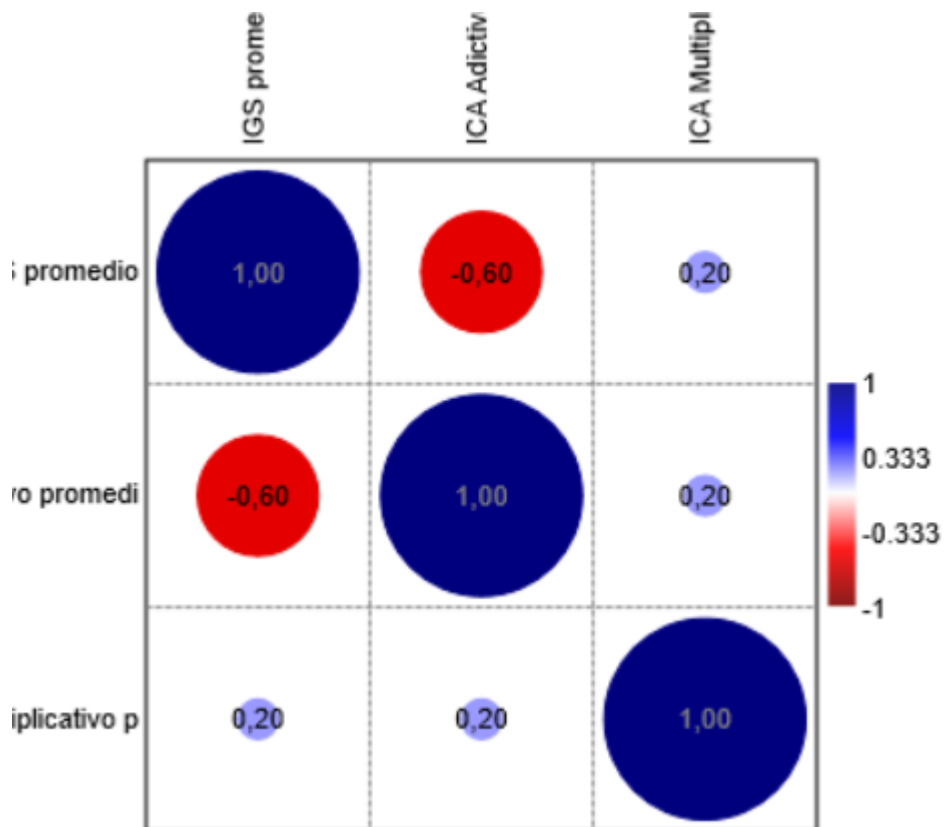
9.6. Correlación entre el IGS y el ICA

Los resultados muestran que existe una correlación negativa moderada entre el Índice Gonadosomático (IGS) y el ICA calculado por el método aditivo ($\rho = -0,60$). Esto indica que, a medida que la calidad del agua mejora según el ICA aditivo, el IGS tiende a disminuir, lo que sugiere que la maduración gonadal no depende únicamente de la calidad global del agua, sino de parámetros específicos como nutrientes y minerales. Por otro lado, la correlación entre el IGS y el ICA multiplicativo fue positiva pero débil ($\rho = 0,20$), lo que evidencia que este método tiene poca capacidad para explicar la variabilidad reproductiva en *Atya innocous*. En conjunto, estos resultados confirman que el ICA, aunque útil para evaluar la

salud del ecosistema, no es un predictor directo del estado reproductivo, por lo que se recomienda considerar parámetros individuales para comprender mejor la relación entre calidad del agua y maduración gonadal.

Figura 45.

Correlación del IGS y ICA



10. DISCUSIÓN

La calidad del agua constituye un factor determinante en los procesos fisiológicos y reproductivos de los organismos acuáticos, especialmente en especies sensibles como *Atya innocous*. Los resultados obtenidos confirman que los parámetros fisicoquímicos influyen directamente en la maduración gonadal, lo cual se evidenció mediante el análisis del Índice de Calidad del Agua (ICA) y su relación con el Índice Gonadosomático (IGS). La aplicación del coeficiente de Spearman permitió identificar asociaciones significativas entre variables ambientales y reproductivas, respaldando la hipótesis planteada: la calidad del agua interviene de manera directa en la maduración gonadal de *A. innocous* en el sistema fluvial de la comuna Dos Mangas.

10.1. Calidad del agua e influencia de los parámetros fisicoquímicos

Los parámetros esenciales se mantuvieron dentro de rangos óptimos: oxígeno disuelto (6,8–9,14 mg/L), pH (7,01–8,58), temperatura (19,8–20,7 °C) y sólidos disueltos totales (151–278 ppm), cumpliendo con los estándares TULSMA (2015) y EPA (2001). Estos valores son comparables a los reportados por Campins et al. (2020) en arroyos de Argentina (OD > 6 mg/L, pH 6,5–8,5) y por Robledo-Hernández (2023) en ríos tropicales de Guatemala, donde el ICA osciló entre 71 y 90, clasificando la calidad como “buena”. Sin embargo, la estación E4 presentó turbidez extrema (78,5 NTU), hierro (5,75 mg/L) y coliformes fecales (13×10^2

NMP/100 mL), superando los límites propuestos por Brown et al. (1970) y los valores críticos (>50 NTU) descritos por Morell-Bayard et al. (2015), lo que refleja una influencia antropogénica similar a la descrita por Arias & Seminario (2022) en ríos turísticos de Ecuador.

El ICA clasificó el sistema como “bueno” (82–94), aunque con disminución en septiembre y octubre, tendencia que coincide con estudios de Mosquera-Restrepo & Peña-Salamanca (2021), quienes observaron deterioro estacional por reducción del caudal y acumulación de sedimentos. Esta vulnerabilidad puede afectar la penetración de luz y la fotosíntesis, limitando la disponibilidad de oxígeno, tal como señalan Samboni-Ruiz et al. (2007). En conjunto, la estabilidad de pH y OD confirma resiliencia, pero la presencia de contaminantes en E4 evidencia presiones ambientales que podrían comprometer la reproducción.

10.2. Correlación entre los parámetros ambientales y la maduración gonadal

El análisis de correlación mostró asociaciones significativas entre el IGS y parámetros específicos: sodio ($\rho = 0,60$), DBO₅ ($\rho = 0,80$) y fosfato ($\rho = 0,63$), lo que sugiere que nutrientes y compuestos orgánicos favorecen la maduración gonadal al incrementar la disponibilidad energética. Estos resultados son consistentes con Medina et al. (2019), quienes reportaron correlaciones positivas entre IGS y nutrientes en *Cryphiops caementarius* (IGS hembras 0,97–8,28%) y con Tan et al. (2020), que destacan la influencia de factores ambientales en la fisiología

reproductiva de decápodos. En *Macrobrachium rosenbergii*, por ejemplo, la madurez óptima ocurre a temperaturas de 28–31 °C, lo que evidencia la sensibilidad térmica de los crustáceos.

Por el contrario, turbidez ($\rho = -0,80$), hierro ($\rho = -0,40$) y temperatura ($\rho = -0,80$) mostraron correlaciones negativas, indicando que condiciones adversas limitan la reproducción. La alta turbidez reduce la penetración de luz y afecta la productividad primaria, mientras que el exceso de hierro puede generar toxicidad, tal como señalan Campins et al. (2020). Aunque la temperatura registrada estuvo en rango óptimo (19,8–20,7 °C), variaciones mínimas afectaron el IGS, lo que coincide con Wetzel (2001) sobre la sensibilidad térmica en crustáceos.

El ICA aditivo presentó correlación negativa moderada con el IGS ($\rho = -0,60$), mientras que el multiplicativo mostró correlación positiva débil ($\rho = 0,20$). Este hallazgo confirma lo indicado por Souza-Ferreira-de-Barros et al. (2020): la calidad global del agua no predice directamente la maduración gonadal, ya que parámetros específicos tienen mayor influencia.

10.3. Proporción sexual de *Atya innocous*

La proporción sexual evidenció un marcado predominio de hembras (3,9:1), lo que concuerda con Hernández-Vergara & Jiménez-Rojo (2008), quienes reportaron sesgo hacia hembras en *Atya scabra* en ambientes tropicales (proporción 2–3:1). Este patrón también coincide con Villalobos-Figueroa et al. (2016), que lo atribuyen a estrategias reproductivas para asegurar la continuidad poblacional. En contraste,

especies como *Macrobrachium amazonicum* presentan proporciones cercanas a 1:1 en ambientes estables (Nogueira et al., 2020), lo que indica que el sesgo observado en *Atya innocous* podría estar relacionado con la dinámica del hábitat y la disponibilidad de recursos. La presencia de hembras ovígeras durante todo el periodo sugiere un ciclo reproductivo continuo, similar al descrito por Souza-Ferreira-de-Barros et al. (2020) en Brasil. Este comportamiento adaptativo refuerza la importancia de conservar la calidad del hábitat, ya que alteraciones en la proporción sexual pueden reflejar desequilibrios ecológicos.

La dominancia de hembras en la población puede estar asociada a factores ecológicos como la disponibilidad de refugios y alimento, que favorecen la permanencia de individuos reproductivos en áreas seguras. Asimismo, la mayor longevidad de las hembras y su capacidad para producir varias puestas durante el ciclo anual contribuyen a mantener la estructura poblacional. Este patrón reproductivo continuo es una ventaja adaptativa en ambientes tropicales, donde las condiciones de temperatura y disponibilidad de nutrientes son relativamente estables (Meruane et al., 2006).

Desde una perspectiva de manejo, la proporción sexual y la presencia constante de hembras ovígeras son indicadores de un sistema reproductivo activo, lo que refuerza la importancia de conservar la calidad del hábitat. Alteraciones en la proporción sexual pueden reflejar desequilibrios ecológicos y afectar la dinámica poblacional, por lo que se recomienda monitorear este parámetro junto con la calidad del agua para garantizar la sostenibilidad de la especie (Medina et al., 2019).

10.4. Aspectos ecológicos complementarios

Aunque la salinidad no se incluyó en el ICA, su influencia en la reproducción de decápodos es ampliamente reconocida (Tan et al., 2020). Los valores de sólidos disueltos totales (151–278 ppm) sugieren condiciones estables que favorecen la osmorregulación y la fisiología reproductiva, en concordancia con Hernández-Vergara & Jiménez-Rojo (2008). Además, la heterogeneidad del sustrato y la cobertura vegetal en Dos Mangas proporcionan refugios y alimento, factores clave para la supervivencia y éxito reproductivo, tal como señalan Ventura et al. (2023). La correlación positiva pero débil entre ICA multiplicativo e IGS ($\rho = 0,20$) indica que *Atya innocous* es un bioindicador sensible, pero su respuesta depende más de parámetros específicos que de la calidad global del agua.

La estructura del hábitat no solo influye en la distribución espacial de los individuos, sino también en la protección contra depredadores y en la disponibilidad de recursos tróficos. Ambientes con mayor complejidad estructural tienden a albergar poblaciones más estables y con mayor diversidad, lo que favorece la reproducción y el reclutamiento. En este sentido, la conservación de la vegetación ribereña y la reducción de la sedimentación son medidas esenciales para mantener la integridad del ecosistema (Gamarra et al., 2012).

Finalmente, la correlación positiva pero débil entre el ICA multiplicativo y el IGS ($\rho = 0,20$) indica que, aunque *Atya innocous* puede aportar información sobre el estado ecológico de los ríos tropicales, su capacidad como bioindicador no depende únicamente de la calidad global del agua. Este hallazgo refuerza la necesidad de

implementar estrategias de conservación, monitoreo permanente y control de actividades humanas para garantizar la sostenibilidad del ecosistema y la preservación de esta especie. La integración de indicadores biológicos y fisicoquímicos proporciona una visión integral del estado del sistema, lo que resulta fundamental para la gestión adaptativa de los recursos hídricos (Peñaranda et al., 2023).

11. CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron que la temperatura (19.8–20.7 °C), el pH (7.01–8.58), los sólidos disueltos totales (151–278 ppm) y el oxígeno disuelto (6.8–9.14 mg/L) se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la EPA (2001) y el TULSMA (2015), lo que indica condiciones adecuadas para la vida acuática. Sin embargo, la estación E4 presentó valores críticos de turbidez, hierro y coliformes fecales, confirmando variaciones en la calidad del agua y evidenciando la influencia de actividades humanas como el turismo y descargas domésticas sobre el ecosistema fluvial.
- El análisis del Índice Gonadosomático (IGS) permitió establecer una relación directa entre la maduración gonadal de *Atya innocous* y los factores fisicoquímicos del medio acuático. Las estaciones con mejor calidad de agua (E1 y E5) registraron mayor proporción de individuos en fases avanzadas de madurez, mientras que E4 concentró organismos inmaduros, lo que demuestra que la contaminación limita el desarrollo reproductivo y que la estabilidad ambiental favorece la maduración gonadal.
- Índice de Calidad del Agua (ICA) mostró variaciones según el método aplicado: el ICA aditivo presentó una correlación negativa moderada ($\rho = -0.60$), mientras que el multiplicativo evidenció una correlación positiva débil ($\rho = 0.20$), lo que indica que la calidad global del agua no predice directamente la maduración gonadal. Las correlaciones con turbidez ($\rho = -0.80$), la temperatura ($\rho = -0.80$) y el hierro ($\rho = -0.40$), confirman que la

calidad del agua influye directamente en los procesos fisiológicos reproductivos de *A. innocous*. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada (H1), ya que los datos evidencian que los niveles de nutrientes y parámetros fisicoquímicos influyen significativamente en la maduración gonadal de la especie. Estos resultados ratifican su uso como bioindicador ecológico, por lo que se debe poner de manifiesto la necesidad de mantener la calidad de sus hábitats acuáticos mediante el control de la contaminación y la monitorización continua de las condiciones ambientales, para así asegurar la estabilidad ecológica del sistema Dos Mangas.

12. RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo un monitoreo constante de la calidad del agua en el sendero Las Piscinas, empleando además el Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice Gonadosomático (IGS) como indicadores complementarios. Así, se podrán comparar y establecer relaciones entre los resultados obtenidos y las condiciones fisicoquímicas del entorno, así como con la condición reproductiva de *Atya innocous*. Esto reforzará la comprensión de la relación entre los elementos ambientales y biológicos que determinan el equilibrio ecológico de un ecosistema.
- Fortalecer la gestión ambiental de las zonas más contaminadas, especialmente en la estación E4, así como gestionar la reducción de descargas irracionales, la regulación del turismo y la realización de programas de educación ambiental a nivel comunitario, con respecto a la conservación del ecosistema fluvial y sus especies asociadas.
- Incluir análisis histológicos de las gónadas y controles de las variaciones temporales estacionales en futuras investigaciones para realizar un mayor análisis en la dinámica reproductiva de la especie a partir de su respuesta ante cambios ambientales, y así favorecer las condiciones de bioindicador de la calidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Ábrego, T., & Cornejo, A. (2015). *Listado de especies de decápodos dulceacuícolas de Panamá. Puente Biológico, 7, 15-35.*

[https://www.researchgate.net/profile/Aydee-](https://www.researchgate.net/profile/Aydee-Cornejo/publication/303097884_Listado_de_especies_de_decapodos_dulceacuicolas_de_Panama/links/5737302b08ae9ace840bef1e/Listado-de-especies-de-decapodos-dulceacuicolas-de-Panama.pdf)

[Cornejo/publication/303097884_Listado_de_especies_de_decapodos_dulceacuicolas_de_Panama/links/5737302b08ae9ace840bef1e/Listado-de-especies-de-decapodos-dulceacuicolas-de-Panama.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aydee-Cornejo/publication/303097884_Listado_de_especies_de_decapodos_dulceacuicolas_de_Panama/links/5737302b08ae9ace840bef1e/Listado-de-especies-de-decapodos-dulceacuicolas-de-Panama.pdf)

Ábrego, T., & Cornejo, A. (2015). *Listado de especies de decápodos dulceacuícolas de Panamá. Puente Biológico, 7, 15-35.* <https://scispace.com/pdf/pb-listado-de-especies-de-decapodos-dulceacuicolas-de-panama-1d6jfql7d.pdf>

Acevedo, A., & Lasso, C. A. (2017). *Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia. Biota Colombiana, 18(1), 206-216.*

https://www.researchgate.net/publication/321082590_Primeros_registros_de_cuatro_especies_de_camarones_de_agua_dulce_Palaemonidae_para_Colombia

Apaza-Zúñiga, E., Cazorla-Chambi, S., Condori-Carbajal, C., Arpasi-Meléndez, F. R., Tumi-Figueroa, I., Yana-Viveros, W., & Quispe-Coaquira, J. E. (2022). *La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 33(3), e22908.*

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172022000300009

APHA., A. P. (2023). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (24th ed.)*. APHA, AWWA, WEF.
<https://www.wef.org/publications/publications/books/StandardMethods/>

Arias, & Seminario. (2022). *Impalmpacto del turismo y las aguas residuales.cto del turismo y aguas residuales en la calidad del agua de ríos costeros de Ecuador*. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales*, 5(2).

Arratia Chambi, A. (2024). *Parámetros fisicoquímicos del agua y su relación con macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023*. *Revista De Investigaciones*, 13(3), 147-158.
<https://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/6302>

AWW., APHA., & WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (22nd ed.)*. American Public Health Association.

Bailey-Brock, J. H., & Brock, R. E. (1993). *Feeding, reproduction, and sense organs of the Hawaiian anchialine shrimp Halocaridina rubra (Atyidae)*.
<https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/2b2c27dc-2369-43f9-bff7-fe3dd19beff0>

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). *A water quality index-do we dare*. *Water and sewage works*, 117(10).
https://www.researchgate.net/profile/Paul-Hernandez-Romero/post/Brown_et_al_1970A_Water_Quality_Index_Do_We_Dare/attach

ment/5c74aa66cfe4a781a5834c0c/AS%3A730388808880129%40155114967006
0/download/A-Water-Quality-Index-Do-we-dare-BROWN-RM-1970.pdf

Brown, R., McClelland, N., Deininger, R., & O'Connor, M. (1972). *A Water Quality Index — Crashing the Psychological Barrier*.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-2856-8_15

Campins, M., Rampi, M. G., Cuestas, N. R., & Maggiore, M. A. (2020). *Determinación de Parámetros Físicoquímicos y Aplicación del Índice de Calidad NSF en Los Arroyos La Totorá y La Carolina del Partido de Gral. Alvarado, Prov. de Buenos Aires, Argentina*. *Revista Tecnología y Ciencia*, (38), 127-141.
https://www.researchgate.net/publication/343407219_Determinacion_de_Parametros_Fisicoquimicos_y_Aplicacion_del_Indice_de_Calidad_NSF_en_Los_Arroyos_La_Totorá_y_La_Carolina_del_Partido_de_Gral_Alvarado_Prov_de_Buenos_Aires_Argentina/fulltext/64f2bf0c4c7068

Campos, M. R. (2014). *Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia*. Editorial UNAL - Universidad Nacional de Colombia. <https://ulibros.com/crustaceos-decapodos-de-agua-dulce-de-colombia-h9awu.html>.

Carrillo Alvarado, M. S., & Urgilés Calle, P. D. (2016). *Deteminación del índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig*.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/08315a5d-6da4-4b65-a09a-5a76395fd015>.

- Castillo, M. (Abril de 03 de 2014). *DECAPODA, CARIDEA) DE PANAMÁ. Versión 1.0 preliminar: Melquiades Castillo -Biólogo Animal*.
https://www.researchgate.net/publication/379537076_CLAVE_DE_CAMARONES_DULCEACUICOLAS_CRUSTACEA_DECAPODA_CARIDEA_DE_PANAMA_Version_10_preliminar_Melquiades_Castillo_-Biologo_Animal
- COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*.
https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Coello, M., Cueva, J., & Cueva, M. (2013). *Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocha. Revista del Instituto de Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 15(30), 66–71.*
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Derechos del buen vivir. Ministerio de Educación*.
<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- DATAtab. (2025). *Coeficiente de correlación de Spearman*.
<https://datatab.es/tutorial/spearman-correlation>
- De Grave, S., Cai, Y., & Anker, A. (2008). *Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. Hydrobiologia 595: 287–293.*
https://www.researchgate.net/publication/227117731_Global_diversity_of_shrimps_Crustacea_Decapoda_Caridea_in_freshwater

- Elena, P. D. (2010). *Dos Mangas*. <https://www.santaelena.gob.ec/index.php/senderos-tur%C3%ADsticos>.
- Elosegi, A., & Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_conceptos_ecologia_fluvial.pdf
- Encalada, A. (2010). *Funciones eco sistémicas y diversidad de los ríos: Reflexiones sobre el concepto de caudal ecológico y su aplicación en el Ecuador*. *Polémica*, 2(5). <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/polemika/article/view/370>
- Espinosa-Chaurand, L. D., Vargas-Ceballos, M., Guzmán-Arroyo, M., Nolasco-Soria, H., Carrillo-Farnés, O., Chong-Carrillo, O., & Vega-Villasante, F. (2011). *Biología y cultivo de Macrobrachium tenellum: Estado del arte*. *Hidrobiológica* 21(2): 99-117.
- Espinosa-Paz, T. ..., & Rodriguez, C. (2016). *Nota técnica: Determinación del índice de calidad del agua (ICA), de los ríos Morón y Patanemo del Estado Carabobo, en Venezuela*. *Revista INGENIERÍA UC*, 23(2), 204-215. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70746634011.pdf>
- Felgenhauer, B. E., & Abele, L. G. (1895). *Feeding structures of two atyid shrimps, with comments on caridean phylogeny*. *Journal of Crustacean Biology*, 5, 397-419. <https://www.jstor.org/stable/1547911>
- Fernández-Holguín, M. H. (2024). *Evaluación de la Calidad de Agua mediante Organismos Acuáticos en la Cuenca Baja del Río Portoviejo (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum)*. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6670>

- Fryer, F. R. (1977). *Studies on the functional morphology and ecology of the atyid prawns of Dominica. Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*, 277, 8–128.
- Gamarra, Y., Restrepo, R., & Cajigas, A. (2012). *Guía de campo de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Menzuly – Santander – Colombia. Primera edición. Ediciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 154pp.*
https://www.academia.edu/6031723/Gu%C3%ADa_de_campo_de_los_macroinvertebrados_acu%C3%A1ticos_de_la_quebrada_Menzuly_Santander_Colombia
- Gonzabay López, A. E., & Reyes Muñoz, A. I. (2023). *Macroinvertebrados como bioindicadores del estado biológico de las aguas del río de San Vicente de Loja, Olón (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.* <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9646>
- Guanquiza-Tello, L., & Antúnez-Sánchez, A. (2019). *La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. Necesidad de su reversión desde las políticas públicas con enfoque bioético.*
<https://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941756001/html/#:~:text=Se%20estima%20que%2C%20por%20debajo,et%20al>
- Gutiérrez-Acuña, S. (2019). *Aspectos poblacionales y ecológicos de los camarones de agua dulce (Decapoda: Caridea): como aporte para la gestión del ecosistema acuático en los ríos Parismina y Dos Novillos, Limón, Costa Rica.*
<https://repositorio.una.ac.cr/items/c6d7e864-c5e9-443b-9636-66e6ed658eea>

Hansen, A. M., & Márquez, H. (2012). *Procedimiento para evaluar cargas internas de nutrientes en cuerpos de agua. Revista mexicana de ciencias geológicas, 29(1), 265-275.* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1026-87742012000100018&script=sci_abstract&tlng=pt

Hendrickx, M. (2012). *Crustáceos decápodos (Arthropoda: Crustacea: Decapoda) de aguas profundas del Pacífico mexicano: Lista de especies material recolectado durante el proyecto TALUD. p. 283-317.* En: Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano. Zamorano, P.; M.E. Hendrickx & M. Caso (eds.). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE). 468 p.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.* https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Hernández-Vergara, M. P., & Jiménez-Rojo, S. (2008). *Desarrollo larval y supervivencia de Atya scabra (Crustacea: Decapoda: Atyidae), a diferentes salinidades de cultivo. Ciencia Pesquera, (16), 15–22.* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/542183/CP16-02_Desarrollo_larval_y_supervivencia_de_Atya_scabra__Crustacea_Dec_poda_Atyidae__a_diferentes_salinidades_de_cultivo.pdf

Herrera González, D., & Solano Satoba, M. N. (2022). *Revisión del estado de conocimiento de los decápodos neostrengeria macropa y procambarus clarkii (crustacea:*

decapoda) en la sabana de Bogotá.

<https://repository.udistrital.edu.co/items/03ab8f70-607b-4e3f-bf47-2e93bbb858f8>

Hobbs, H. H., & Hart, C. W. (1982). *The shrimp genus Atya (Decapoda: Atyidae)*. *Smithsonian Contributions to Zoology*, (364), 1–143.
<https://decapoda.nhm.org/pdfs/10994/10994-001.pdf>

Hunte, W. (1979). *The complete larval development of the freshwater shrimp Atya innocous (Herbst) reared in the laboratory (Decapoda, Atyidae)*. *Crustaceana, Suppl.*, 5, 231–242.
https://brill.com/edcollchap/book/9789004629349/B9789004629349_s030.xml

Hussain, M., Jamir, L., & Singh, M. (2021). *Assessment of physico-chemical parameters and trace heavy metal elements from different sources of water in and around institutional campus of Lumami, Nagaland University, India*. *Appl Water Sci* 11, 76
. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-021-01405-5>

Huys, R. (2003). *An updated classification of the recent Crustacea*.
<https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/23/2/495/2679973>

iNaturalisEc. (n.d.). *Camarón Cestillo (Atya innocous)*.
<https://ecuador.inaturalist.org/taxa/260246-Atya-innocous>

Incio-Pérez, A., Campos-León, S., Pinazo, K., & Quiroz-Ruiz, M. (2020). *amarón de río Cryphiops caementarius (Molina, 1782) condición reproductiva durante diciembre*

2017-abril 2018 en ríos de Arequipa. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 35(1), 49-59. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/288/275>

Jiménez Sánchez, D. A. (2013). *Estimación de la concentración de nutrientes en aguas superficiales del río Daule y validación del método de cuantificación de aniones en agua por cromatografía iónica (Bachelor's thesis, Español)*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24956>

Jiménez-Rojo, S., Hernández-Vergara, M., & Pérez-Rostro, C. I. (2007). *ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Atya scabra* LEACH, 1815 (DECAPODA, ATYIDAE) EN EL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ, MÉXICO*. https://www.researchgate.net/profile/Martha-Hernandez-14/publication/273756159_ASPECTOS_REPRODUCTIVOS_DE_Atya_scabra_LEACH_1815_DECAPODA_ATYIDAE_EN_EL_RIO_LA_ANTIGUA_VERACRUZ_MEXICO/links/550a5b530cf20ed529e2e65c/ASPECTOS-REPRODUCTIVOS-DE-Atya-scabra-LEAC

JMP. (2024). *One-Way ANOVA: Qué es, cuándo usarla y cómo interpretarla*. <https://www.jmp.com/es/statistics-knowledge-portal/one-way-anova>

León-Vizcaíno, L. F. (1992). *Índices de calidad del agua (ICA), forma de estimarlos y aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala. In Trabajos presentados en el VIII Congreso Nacional*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6147/1/ICA%20Forma%20de%20estimarlos.pdf>

Ley Orgánica de Recursos Hídricos. . (2014). *Registro Oficial Suplemento 305. Agencia de Regulación y Control del Agua*. <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>

MAATE. (2015). *REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA*. <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>

Martin, J. W., & Davis, G. E. (2001). *An updated classification of the recent Crustacea (Vol. 39, p. 129)*. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/121258.pdf>

Martínez-Ortega, R. M., Tuya-Pendás, L. C., Martínez-Ortega, M., Pérez Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). *El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización*. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), 0-0. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1804/180414044017.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1804/180414044017.pdf)

Medina, M., Espinoza, Y., & Reyes, W. (2019). *Índices gonadosomático y hepatosomático en relación con la maduración y muda del camarón *Cryphiops caementarius* del río Pativilca (Perú)*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3), 1018-1029. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300004

Meruane, J. A., Morales, M. C., Galleguillos, C. A., Rivera, M. A., & Hosokawa, H. (2006).

Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte Cryphiops caementarius (Molina 1782)(Decapoda: Palaemonidae): historia natural y cultivo. Gayana (Concepción), 70(2), 280-292.
https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Vega-Villasante/publication/371158799_Lucidum_Ciencia_num_1_enero-junio_2022/links/6476370b6a3c4c6efbf269c7/Lucidum-Ciencia-num-1-enero-junio-2022.pdf#page=28

Mondragón-Barrera, M. A. (2014). *Uso de la correlación de Spearman en un estudio de*

intervención en fisioterapia.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5156978>

Moreno, Méndez, C. A., Meruane, J. A., & Morales, M. C. (2012). *Descripción histológica y*

caracterización de los estados de madurez gonadal de hembras de Cryphiops caementarius (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae). Latin american journal of aquatic research, 40(SpecIssue), 668-678.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2012000300015&script=sci_arttext&tlng=pt

Mosquera-Restrepo, D., & Peña-Salamanca, E. (2021). *Evaluación de la calidad del agua*

de un río tropical usando índices bióticos, fisicoquímicos y de diversidad. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 1(33), 46-59.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/73751843/Mosquera_y_Pena_2021_Rio_tropical-libre.pdf?1635428876=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DWater_quality_assessment_of_a_tropical_s
.pdf&Expires=1763922139&Signature=OMF5FWcf9FR38izWzLV4V1W4NBBE

Nogueira, C. S., Perroca, J. F., Batista, A. C., & Costa, R. C. (2020). *Reproductive traits of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in an isolated water reservoir. Revista Mexicana de Biodiversidad, 91, e913387. .*
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532020000100327

Oxford Dictionaries. (2015). *Decápodo*.
<http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/dec%C3%A1podo>.

Peñaranda, C. D., Carrasco, V. H., Pucha, H. D., Celi, B. A., Pérez, C. A., & Acosta, A. R. (2023). *Aplicación del índice de calidad del agua (ICA) caso de estudio: río Jubones, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 1264-1277.*
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6953>

Pereira, G., Lasso, C. A., Mora-Day, J., Magalhães, C., Morales-Betancourt, M. A., & Campos, M. (2009). *Lista de los crustáceos decápodos de la cuenca del río Orinoco (Colombia-Venezuela). Biota Colombiana, 10(1 y 2).*
<https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/218>

Robledo-Hernández, J. A. (2023). *Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala, Centroamérica. Revista Tecnología en Marcha, 36(1), 106-116.*

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822023000100106

Rodríguez-Uribe, M.-C., Vega-Villasante, F., Guzmán-Arroyo, M., & Espinosa-Chaurand, L.-D. (2014). *Efectos de una barrera antrópica sobre la migración río arriba del langostino anfídromo *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871) (Decapoda: Palaemonidae) en la costa del Pacífico mexicano. Gayana (Concepción), 78(1), 1-9.* https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-65382014000100002&script=sci_arttext

Roldán-Pérez, G. A. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia.* <https://books.google.com.co/books?id=ZEjgIKZTF2UC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Romero-Beltrán, J., Arana-Figueroa, D., & Mendoza-Alfaro, R. (2021). *Variación estacional de la reproducción de *Macrobrachium americanum* en el sistema fluvial del Pacífico sur de México. Hidrobiología, 3(34), 234-245.*

Saénez, C., Olives Maldonado, J., Solórzano Méndez, V., Laínez Quinde, A., Mera Cedeño, M., Parrales Loor, G., . . . Valencia Cruzatty, L. (2017). *Plan de desarrollo Endógeno. Enfoque económico, biofísico, sociocultural, asentamientos humanos, movilidad energética y conectividad, político institucional y participación ciudadana. Estudio de caso: Dos Mangas, Santa Elena, Ecuador.* Ecorfan: <https://www.ecorfan.org/libros/Plan%20de%20desarrollo%20end%C3%B3geno.pdf>

- Samboni-Ruiz, N. E., Carvajal-Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). *Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Ingeniería e investigación*, 27(3), 172-181. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0120-56092007000300019&script=sci_arttext
- Sánchez-Palacios, J., Beltrán-Álvarez, R., & Ramírez-Lozano, J. P. (2008). *Crecimiento y reproducción del camarón Atya margaritacea (Decapoda: Atyidae) en el río Presidio, Sinaloa, México. Revista de Biología Tropical*, 56(2), 513-522. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200009
- Santander-Montes, A. J., & Ruiz-Vaquero, R. (2004). *Relación entre variables cuantitativas. Cuba:[CD].Informática Médica II. Editorial ECIMED; 2004, p.1-30.*
- Santos, R. A., Silva, A. R., Moraes, I. R., Antunes, M., Lopes, A. E., Costa, R. C., & Castilho, A. L. (2020). *Gonadosomatic index and weight/length relationship in females of three penaeoidean shrimps impacted by fisheries on the southeastern Brazilian coast. Nauplius*, 28, e2020045. <https://www.scielo.br/j/nau/a/mH5rF86PstgGW8TsxzpDnZt/?format=html&lang=en>
- Seguí, D. (2011). *Taller de animales invertebrados.* [https://www.slideserve.com/emily/taller-de-animales-invertebrados.](https://www.slideserve.com/emily/taller-de-animales-invertebrados)

SET. (2000). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA"*.
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet28b9.html

Souza-Ferreira-de-Barros, M., Dos-Santos-Calado, T. C., Vieira-dos-Santos, E., Santos-Silva, A., & Gomes-de-Andrade-Albuquerque, L. (2020). *Population biology and sexual dimorphism in the freshwater prawn *Atya scabra* (Decapoda: Atyidae) in the Contas River, Bahia, Brazil. Revista de Biología Tropical, 68(3), 743-751.*
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000300743&script=sci_arttext&tlng=en

Tan, K., Jiang, H., Jiang, D., & Wang, W. (2020). *Sex reversal and the androgenic gland (AG) in *Macrobrachium rosenbergii*: A review. Aquaculture and Fisheries, 5(6), 283–288.*
<https://pdf.sciencedirectassets.com/315459/1-s2.0-S2468550X20X00074/1-s2.0-S2468550X19301959/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHMaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQC73qTPT6nGTpY%2B6JWpeZht%2BgXuoJc4RWQPv7eFHR%2FPDAIhAL7GmmZ3kd2FSv0y%2FuW%2BK4AEOLDW0pv5MJ>

Ventura, I. T., Armendáriz, G., Hiriart, J. L., & Álvarez, F. (2023). *Morfología del aparato de alimentación de los camarones de cueva del género *Typhlatya* (Decapoda: Atyidae) de la península de Yucatán y comparación con especies epigeas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 94(2), 2.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9254262>

- Ventura, T., Manor, R., Aflalo, E. D., Weil, S., Khalaila, I., Rosen, O., & Sagi, A. (2011). *Expression of an Androgenic Gland-Specific Insulin-Like Peptide during the Course of Prawn Sexual and Morphotypic Differentiation. ISRN endocrinology, 2011, 476283.* <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3262648/>
- Viacava, M., Aitken, R., & Llanos, J. (1978). *Estudio del camarón en el Perú 1975-1976.* <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/977>
- Wasiw, J., & Yépez, V. (2015). *Evaluación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en ríos de la costa sur del Perú. Revista de investigaciones veterinarias del Perú, 26(2), 166-181.* http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172015000200002&script=sci_arttext&tlng=en
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems (3rd ed.). Academic Press. San Diego.* [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=no2hk5uPUcMC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Wetzel,+R.+G.+\(2001\).+Limnology:+Lake+and+river+ecosystems+\(3rd+ed.\).+Academic+Press.&ots=iHRIkXLWDU&sig=jtB86X6X6eQncIHpMtTpu7FI4Y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=no2hk5uPUcMC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Wetzel,+R.+G.+(2001).+Limnology:+Lake+and+river+ecosystems+(3rd+ed.).+Academic+Press.&ots=iHRIkXLWDU&sig=jtB86X6X6eQncIHpMtTpu7FI4Y#v=onepage&q&f=false)
- Yeo, D., Ng, P., Cumberlidge, N., Magalhaes, C., Daniels, S., & Campos, M. (2008). *Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. Hydrobiologia 595: 275–286.* <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008HyBio.595..275Y/abstract>

ANEXOS

REVISIÓN DEL ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES FRÍAS O CÁLIDAS, Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Amoníaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Difeniles policlorinados (PCBs)	Concentración total de PCBs.	µg/l	1,0	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01	0,01
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	200	200	200
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	> 80% OD Saturación	> 60% OD Saturación	> 60% OD Saturación
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Potencial de Hidrógeno	pH		6,5 – 9	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Temperatura	°C		Condiciones naturales +5	Condiciones naturales +5	Condiciones naturales +5
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5

Anexo 2

Tabla 13.

Datos de mediciones de las muestras de camarón de río

Mes	Muestras	Peso (g)	Longitud total (cm)	Longitud Cefalotórax (cm)	Longitud Abdomen	Gónadas (g)	IGS (%)	Madures sexual	sexo
Julio	M1	0,403	2,9	0,5	1,4	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M2	0,272	2,2	0,3	1,2	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M3	0,701	3,1	0,7	1,9	0,027	3,85164051	II (intermedia)	Hembra
	M4	0,532	3	0,6	1,4	0,021	3,94736842	II (intermedia)	Macho
	M5	0,585	2,6	0,7	1,7	0,02	3,41880342	II (intermedia)	Hembra
	M6	0,378	2,3	0,5	1,6	0,01	2,64550265	II (intermedia)	Hembra
	M7	0,283	2	0,6	1,4	0,009	3,18021201	II (intermedia)	Hembra
	M8	0,435	2,5	0,6	1,7	0,01	2,29885057	II (intermedia)	Hembra
	M9	0,369	2,3	0,7	1,7	0,016	4,33604336	III (máxima)	Macho
	M10	0,44	2,4	0,8	1,6	0,016	3,63636364	II (intermedia)	Hembra
	M11	0,439	2,3	0,7	1,7	0,013	2,96127563	II (intermedia)	Hembra
	M12	0,261	2	0,6	1,4	0,006	2,29885057	II (intermedia)	Hembra
	M13	1,88	4	1,3	2,8	0,02	1,06382979	I (incipiente)	Hembra
	M14	3,162	4,7	1,5	3,3	0,243	7,68500949	IV (post-desovante)	Hembra
	M15	4,801	5,3	1,8	3,5	0,246	5,12393251	III (máxima)	Hembra
	M16	2,93	4,5	1,5	3	0,073	2,49146758	II (intermedia)	Hembra
	M17	0,587	2,6	1,6	1,8	0,025	4,25894378	III (máxima)	Hembra
	M18	0,662	2,6	0,7	1,7	0,01	1,51057402	I (incipiente)	Hembra
	M19	0,661	2,7	0,7	2	0,09	13,6157337	IV (post-desovante)	Macho
	M20	0,709	2,7	0,7	2	0	0	0 (inmaduro)	Macho
	M21	0,418	2,3	0,6	1,5	0	0	0 (inmaduro)	Macho
	M22	0,532	2,5	0,6	1,5	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M23	0,734	2,6	0,6	1,5	0,009	1,22615804	I (incipiente)	Hembra
	M24	0,464	2,3	0,6	1,5	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
AGOSTO	M25	6,953	6,6	2	4,6	0,181	2,60319287	II (intermedia)	Hembra
	M26	4,33	5,2	1,7	3,5	0,063	1,45496536	I (incipiente)	Hembra
	M27	3,82	4,8	1,7	3	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M28	1,944	3,8	1,3	2,5	0,042	2,16049383	II (intermedia)	Hembra
	M29	4,156	5	1,7	3,3	0,1	2,40615977	II (intermedia)	Hembra
	M30	5,149	5,5	1,8	3,5	0,119	2,31112837	II (intermedia)	Macho
	M31	6,441	6	2,1	3,9	0,2	3,1051079	II (intermedia)	Hembra
	M32	2,93	4,5	1,5	3	0,073	2,49146758	II (intermedia)	Hembra
	M33	0,587	2,6	1,6	1,8	0,025	4,25894378	III (máxima)	Macho
	M34	0,662	2,6	0,7	1,7	0,01	1,51057402	I (incipiente)	Macho
	M35	0,661	2,7	0,7	2	0,09	13,6157337	IV (post-desovante)	Hembra
	M36	0,997	3	1	2	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M37	0,839	2,6	0,8	1,8	0,021	2,50297974	II (intermedia)	Hembra
	M38	0,742	2,9	1	1,9	0,01	1,34770889	I (incipiente)	Hembra
	M39	0,552	2,7	0,8	1,9	0,01	1,8115942	I (incipiente)	Macho
	M40	1,621	3,7	1,2	2,5	0,034	2,0974707	II (intermedia)	Hembra
	M41	1,768	3,7	1,2	2,5	0,018	1,01809955	I (incipiente)	Hembra
	M42	1,201	3,3	1	2,3	0,023	1,91507077	I (incipiente)	Hembra

septiembre	M73	0,44	2,4	0,8	1,6	0,016	3,63636364	II (intermedia)	Hembra
	M74	0,439	2,3	0,7	1,7	0,013	2,96127563	II (intermedia)	Hembra
	M75	0,261	2	0,6	1,4	0,006	2,29885057	II (intermedia)	Hembra
	M76	1,88	4	1,3	2,8	0,02	1,06382979	I (incipiente)	Hembra
	M77	3,162	4,7	1,5	3,3	0,243	7,68500949	IV (post-desovante)	Hembra
	M78	4,801	5,3	1,8	3,5	0,246	5,12393251	III (máxima)	Macho
	M79	2,899	3,3	0,8	2,5	0,213	7,34736116	IV (post-desovante)	Hembra
	M80	1,218	3,9	0,5	3,4	0,202	16,5845649	IV (post-desovante)	Hembra
	M81	0,838	4,2	1,1	3,1	0,078	9,30787589	IV (post-desovante)	Hembra
	M82	4,438	2,6	0,9	1,7	0,254	5,72329878	III (máxima)	Hembra
	M83	4,349	4,5	1,1	3,4	0,051	1,17268338	I (incipiente)	Hembra
	M84	1,28	4	0,9	3,1	0,076	5,9375	III (máxima)	Hembra
	M85	4,552	2,5	0,4	2,1	0,184	4,04217926	III (máxima)	Hembra
	M86	2,526	3,2	1,4	1,8	0,25	9,89707047	IV (post-desovante)	Hembra
	M87	1,872	2,9	1,5	1,4	0,248	13,2478632	IV (post-desovante)	Hembra
	M88	1,302	2,5	1	1,5	0,154	11,827957	IV (post-desovante)	Macho
	M89	1,954	3,5	1	2,5	0,032	1,63766633	I (incipiente)	Hembra
	M90	0,984	4,6	1,3	3,3	0,139	14,1260163	IV (post-desovante)	Hembra
	M91	3,953	1,8	0,4	1,4	0,161	4,07285606	III (máxima)	Hembra
	M92	3,081	4	1,8	2,2	0,086	2,79130153	II (intermedia)	Hembra
M93	0,416	3,5	0,8	2,7	0,158	37,9807692	IV (post-desovante)	Hembra	
M94	0,283	2	0,6	1,4	0,009	3,18021201	II (intermedia)	Hembra	
M95	0,435	2,5	0,6	1,7	0,01	2,29885057	II (intermedia)	Macho	
M96	0,369	2,3	0,7	1,7	0,016	4,33604336	III (máxima)	Macho	
M97	10,9	7,1	2,4	4,7	0,331	3,03669725	II (intermedia)	Hembra	
M98	5,454	5,7	1,7	4	0,079	1,44847818	I (incipiente)	Macho	
M99	4,915	5,6	1,7	3,9	0,119	2,42115972	II (intermedia)	Macho	
M100	3,768	4,8	1,5	3,3	0,073	1,9373673	I (incipiente)	Hembra	
M101	2,074	3,9	1,2	2,7	0,034	1,63934426	I (incipiente)	Hembra	
M102	4,06	6,9	1,4	5,5	0,1028	2,5320197	II (intermedia)	Hembra	
M103	2,86	4,3	1,7	2,6	0,02	0,6993007	I (incipiente)	Hembra	
M104	3,081	4	1,8	2,2	0,086	2,79130153	II (intermedia)	Hembra	
M105	0,416	3,5	0,8	2,7	0,158	37,9807692	IV (post-desovante)	Hembra	
M106	3,155	5,3	1,8	3,5	0,163	5,16640254	III (máxima)	Hembra	
M107	3,003	3,7	0,9	2,8	0,014	0,46620047	I (incipiente)	Hembra	
M108	2,707	4,6	1,8	2,8	0,187	6,90801625	IV (post-desovante)	Hembra	
M109	1,302	2,5	1	1,5	0,154	11,827957	IV (post-desovante)	Hembra	
M110	1,954	3,5	1	2,5	0,032	1,63766633	I (incipiente)	Macho	
M111	0,984	4,6	1,3	3,3	0,139	14,1260163	IV (post-desovante)	Macho	
M112	2,68	2,3	0,6	1,7	0,192	7,1641791	IV (post-desovante)	Hembra	
M113	3,019	3,4	1,7	1,7	0,131	4,33918516	III (máxima)	Hembra	
M114	4,23	3,3	0,7	2,6	0,138	3,26241135	II (intermedia)	Macho	
M115	4,145	3,1	0,7	2,4	0,045	1,08564536	I (incipiente)	Macho	
M116	3,61	4,1	1,1	3	0,055	1,52354571	I (incipiente)	Hembra	
M117	1,486	4,2	0,7	3,5	0,14	9,42126514	IV (post-desovante)	Hembra	
M118	2,953	4,9	1,7	3,2	0,154	5,21503556	III (máxima)	Hembra	
M119	4,642	4,5	1,7	2,8	0,072	1,55105558	I (incipiente)	Hembra	
M120	2,356	3,7	0,5	3,2	0,199	8,44651952	IV (post-desovante)	Hembra	

octubre	M121	1,101	3,4	1,3	2,1	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M122	0,966	3,2	1,2	2	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M123	0,897	3,2	1,2	2	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M124	1,605	3,9	1,4	2,5	0,019	1,18380062	I (incipiente)	Macho
	M125	1,861	4,1	1,5	2,6	0,016	0,85975282	I (incipiente)	Hembra
	M126	13,6	7,9	3	4,9	0,355	2,61029412	III (máxima)	Macho
	M127	8,52	6,9	2,5	4,4	0,059	0,69248826	I (incipiente)	Macho
	M128	1,94	3,5	1,3	2,2	0,014	0,72164948	I (incipiente)	Hembra
	M129	1,6	3,7	1,4	2,3	0,006	0,375	I (incipiente)	Hembra
	M130	1,7	3,8	1,5	2,3	0,014	0,82352941	II (intermedia)	Hembra
	M131	6,1	6,2	2,3	3,9	0,069	1,13114754	I (incipiente)	Macho
	M132	1,4	3,6	1,3	2,3	0,023	1,64285714	II (intermedia)	Hembra
	M133	1,2	3,6	1,3	2,3	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M134	1	3,4	1,2	2,2	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M135	1	3,4	1,2	2,2	0,017	1,7	I (incipiente)	Macho
	M136	0,7	3	1,1	1,9	0,01	1,42857143	II (intermedia)	Macho
	M137	0,5	2,8	1	1,8	0	0	0 (inmaduro)	Hembra
	M138	3,31	5	1,9	3,1	0,012	0,36253776	II (intermedia)	Hembra
	M139	2,707	4,6	1,8	2,8	0,187	6,90801625	IV (post-desovante)	Hembra
	M140	1,954	3,5	1	2,5	0,032	1,63766633	I (incipiente)	Hembra
	M141	1,486	4,2	0,7	3,5	0,14	9,42126514	IV (post-desovante)	Hembra
	M142	0,984	4,6	1,3	3,3	0,139	14,1260163	IV (post-desovante)	Hembra
	M143	1,954	3,5	1	2,5	0,032	1,63766633	I (incipiente)	Hembra
	M144	2,356	3,7	0,5	3,2	0,199	8,44651952	IV (post-desovante)	Hembra



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.



Acreditación N° SAE LEN 06-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

Informe de Ensayo	
Orden N° 1047 - Muestras N° 2025 - 10033 *Datos del Cliente	
Cliente:	SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO
Dirección:	SANTA ELENA, LA LIBERTAD, ECUADOR

Solicitado por: SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO	Toma de Muestra realizada por: Cliente	
Fecha de Recepción de Muestra: 2025 - 09 - 19	Inicio de Ensayo: 2025 - 09 - 19	Término de Ensayo: 2025 - 10 - 06

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua Natural	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración
*Identificación de la muestra: Agua Natural - Agua de Fío Muestreo 1 Estación 4 - 26/07/2025 Manjalarillo Dos Mangas	

Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidades	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	7.8	SM 24 9021 E

Análisis Físico - Químico				
Parámetros	Unidades	Resultados	Incertidumbre U (k=2)	Métodos de Referencia
Calcio	mg / L	89.8	7 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 3500 B
Nitrato	mg / L	2.47	19 %	Standard Methods, Ed.24, 2023, 4500, NDS-B
Nitrógeno Total	mg / L	7.26	7 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023 4500 N-org B
Turbidez	NTU	3.75	10 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 2130
Fósforo *	mg / L	< 0.1	-----	SM 24, 4500 P - F
Hierro *	mg / L	0.32	-----	SM 24, 3500 Fe
Magnesio *	mg / L	5.39	-----	SM 24, 3500 Mg B
Manganeso *	mg / L	< 0.005	-----	SM 24, 3500 Mn
Sodio ⁽¹⁾	ug / L	14483.3	± 12.24 %	EPA 6020, ICP-MS

Durán, 08 de Octubre del 2025

MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
 Firmado digitalmente por MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
 Fecha: 2025.10.08 12:33:55 -05'00'

C.P. Mario Alava, Msc.
Director Técnico

Observaciones:

- a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
- c) Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Lazo Acreditación N° SAE LEN 06-002 y Acreditación A2LA CERT # 5524.01, CERT # 5524.02.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.
Página 1 de 1



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 06 - 001.

Informe de Ensayo				
Orden N° 1047 - Muestras N° 2025 - 10034 *Datos del Cliente				
Cliente: SRITA, KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO				
Dirección: SANTA ELENA, LA LIBERTAD, ECUADOR				
Solicitado por: SRITA, KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO		Toma de Muestra realizada por: Cliente		
Fecha de Recepción de Muestra: 2025 - 09 - 19		Inicio de Ensayo: 2025 - 09 - 19	Término de Ensayo: 2025 - 10 - 06	
Datos de la Muestra				
Tipo: Agua Natural		Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
*Identificación de la muestra: Agua Natural - Agua de Río Estación 5 - 30/08/2025 Agua Río Manglaño Dos Mangas				
Análisis Microbiológico				
Parámetros	Unidades	Resultados	Métodos de Referencia	
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	390	SM 24 9021 E	
Análisis Físico - Químico				
Parámetros	Unidades	Resultados	Incertidumbre U (k=2)	Métodos de Referencia
Calcio	mg / L	81.7	7 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 3500 B
Nitrato	mg / L	1.85	10 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 4500, NOS-B
Nitrógeno Total ^(*)	mg / L	0.91	-----	Standard Methods, Ed. 24, 2023 4500 N-org B
Turbidez	NTU	2.71	10 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 2130
Fósforo *	mg / L	< 0.1	-----	SM 24, 4500 P - F
Hierro *	mg / L	0.14	-----	SM 24, 3500 Fe
Magnesio *	mg / L	5.37	-----	SM 24, 3500 Mg B
Manganeso *	mg / L	< 0.005	-----	SM 24, 3500 Mn
Sodio ^(*)	ug / L	15143.2	± 12.24 %	EPA 8020, ICP-MS

Durán, 08 de Octubre del 2025

MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Firmado digitalmente por MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Fecha: 2025.10.08 12:35:02 -05'00'
C.F. Mario Alava, Msc.
Director Técnico

Observaciones:

- Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
 - Parámetros acreditados, los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación del SAE.
 - Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Lazo Acreditación N° SAE LEN 06-002 y Acreditación A2LA CERT # 5524.01, CERT # 5524.02.
- Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 06 - 001.

Informe de Ensayo	
Orden N° 1047 - Muestras N° 2025 - 10032 *Datos del Cliente	
Cliente: SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO	
Dirección: SANTA ELENA, LA LIBERTAD, ECUADOR	

Solicitado por: SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO	Toma de Muestra realizada por: Cliente	
Fecha de Recepción de Muestra: 2025 - 09 - 19	Inicio de Ensayo: 2025 - 09 - 19	Término de Ensayo: 2025 - 10 - 06

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua Natural	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración
*Identificación de la muestra: Agua Natural - Agua de Río Muestreo 1 Estación 3 - Agua Río Manglarito Dos Mangas	

Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidades	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	220	SM 24 9221 E

Análisis Físico - Químico				
Parámetros	Unidades	Resultados	Incertidumbre U (k=2)	Métodos de Referencia
Calcio	mg / L	47.7	7 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 3500 B
Nitrato	mg / L	0.86	4 %	Standard Methods, Ed.24, 2023, 4500. NDS-B
Nitrógeno Total ^(*)	mg / L	2.72	-----	Standard Methods, Ed. 24, 2023 4500 N-org B
Turbidez	NTU	10.91	10 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 2130
Fósforo *	mg / L	0.2	-----	SM 24, 4500 P - F
Hierro *	mg / L	0.82	-----	SM 24, 3500 Fe
Magnesio *	mg / L	2.46	-----	SM 24, 3500 Mg B
Manganeso *	mg / L	< 0.005	-----	SM 24, 3500 Mn
Sodio ^(*)	ug / L	12098.4	± 12.24 %	EPA 6020; ICP-MS

Durán, 08 de Octubre del 2025

MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Firmado digitalmente por MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Fecha: 2025.10.08 12:32:09 -0500'

Q.F. Mario Alava, Msc.
Director Técnico

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.

Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

b) Parámetros acreditados, los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación del SAE.

c) Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Lazo Acreditación N° SAE LEN 06-002 y Acreditación AZLA CERT # 5524.01, CERT # 5524.02.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 06 - 001.

Informe de Ensayo	
Orden N° 1047 - Muestras N° 2025 - 10035 *Datos del Cliente	
Cliente:	SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO
Dirección:	SANTA ELENA, LA LIBERTAD, ECUADOR

Solicitado por: SRTA. KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO	Toma de Muestra realizada por: Cliente	
Fecha de Recepción de Muestra: 2025 - 09 - 19	Inicio de Ensayo: 2025 - 09 - 19	Término de Ensayo: 2025 - 10 - 06

Datos de la Muestra	
Tipo: Agua Natural	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración
*Identificación de la muestra: Agua Natural - Agua de Río Estación 4 - 30/08/2025 Agua Río Manglaño Dos Mangas	

Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidades	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	110	SM 24 9221 E

Análisis Físico - Químico				
Parámetros	Unidades	Resultados	Incertidumbre U (k=2)	Métodos de Referencia
Calcio	mg / L	88.1	7 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 3500 B
Nitrato	mg / L	1.99	19 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 4500. NCS-B
Nitrógeno Total ^(*)	mg / L	1.81	----	Standard Methods, Ed. 24, 2023 4500 N-org B
Turbidez	NTU	14.1	10 %	Standard Methods, Ed. 24, 2023, 2130
Fósforo *	mg / L	0.12	----	SM 24, 4500 P - F
Hierro *	mg / L	1.11	----	SM 24, 3500 Fe
Magnesio *	mg / L	0.97	----	SM 24, 3500 Mg B
Manganeso *	mg / L	< 0.025	----	SM 24, 3500 Mn
Sodio ^(*)	ug / L	14522.5	± 12.24 %	EPA 8020, ICP-MS

Durán, 08 de Octubre del 2025

MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Firmado digitalmente por MARIO ENRIQUE ALAVA BOZA
Fecha: 2025.10.08 12:36:26 -0500

G.F. Mario Alava, Msc.
Director Técnico

Observaciones:

- Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. U = Incertidumbre.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
- Parámetros acreditados, los resultados de los ensayos están fuera del alcance de acreditación del SAE.
- Parámetros subcontratados acreditados. Laboratorio Lazo Acreditación N° SAE LEN 06-002 y Acreditación AZLA CERT # 5524.01, CERT # 5524.02.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.
Página 1 de 1

Tabla 14.*Datos de E3 del mes de julio para análisis ICA.*

Parametros	valores	subi	wi	subi*wi	subi^wi
C.F	220	80	0,15	12	1,93
pH	7,64	100	0,12	12	1,74
DBO5	3,5	80	0,1	8	1,55
Nitratos	0,86	100	0,1	10	1,58
Fosfatos	0,2	80	0,1	8	1,55
Temperatura	19,9	100	0,1	10	1,58
Turvidez	10,91	60	0,08	4,8	1,39
S.DT.	153	100	0,08	8	1,45
O.D	8,94	100	0,17	17	2,19
Total	-	-	1	89,8	88,78
				Buena	Buena

Tabla 15.*Datos de E5 del mes de agosto para análisis ICA.*

Parametros	valores	subi	wi	subi*wi	subi^wi
C.F	390	80	0,15	12	1,93
pH	8,58	80	0,12	9,6	1,69
DBO5	2,5	100	0,1	10	1,58
Nitratos	1,85	80	0,1	8	1,55
Fosfatos	0,1	100	0,1	10	1,58
Temperatura	20,4	100	0,1	10	1,58
Turvidez	2,71	100	0,08	8	1,45
S.DT.	151	100	0,08	8	1,45
O.D	9,14	100	0,17	17	2,19
Total	-	-	1	92,6	92,60
				Excelente	Excelente



Tabla 16.

Pruebas de normalidad de los parámetros, aplicadas con el software Past versión 4.17

	IGS	Temperatura	pH	Sólidos disueltos totales	DO	Turbidez	Calcio	Nitratos	Nitrógeno Total	Fósforo	Hierro	Magnesio	Manganeso	Sodio	Recuento de Coliformes Fecales	DBO	Fosfato
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Shapiro-Wilk W	0,7677	0,8858	0,9247	0,8967	0,9102	0,6562	0,8468	0,9309	0,9374	0,7631	0,7171	0,9176	0,8218	0,7909	0,8623	0,8481	
p(normal)	0,05579	0,3638	0,5635	0,415	0,4835	0,00316	0,216	0,5999	0,6384	0,0508	0,01802	0,5235	0,1475	0,08691	0,2687	0,22	
Anderson-Darling A	0,5656	0,3355	0,3031	0,2982	0,3307	0,7688	0,3928	0,2468	0,2891	0,5175	0,6516	0,3195	0,4274	0,4706	0,3542	0,3775	
p(normal)	0,05056	0,2828	0,3576	0,3704	0,293	0,01093	0,1844	0,518	0,3951	0,07272	0,02643	0,3177	0,1415	0,1036	0,2464	0,2072	
p(Monte Carlo)	0,0466	0,3391	0,4421	0,4684	0,3618	0,0025	0,2112	0,648	0,4983	0,0772	0,0193	0,3971	0,158	0,1062	0,2902	0,2469	
Lilliefors L	0,389	0,2758	0,2977	0,27	0,3132	0,4257	0,2784	0,2469	0,2853	0,3064	0,4018	0,3069	0,2639	0,3053	0,2807	0,2705	
p(normal)	0,03431	0,3622	0,2521	0,3951	0,1895	0,01283	0,3479	0,539	0,3114	0,2155	0,02462	0,2132	0,4312	0,2199	0,3354	0,392	
p(Monte Carlo)	0,0355	0,3615	0,2278	0,4022	0,1688	0,0038	0,3486	0,5919	0,3007	0,191	0,0169	0,187	0,4537	0,192	0,3363	0,41	
Jarque-Bera JB	0,8473	0,5978	0,3641	0,4677	0,3954	0,9583	0,6587	0,4519	0,2584	0,6578	0,9222	0,3583	0,6412	0,6352	0,5746	0,534	
p(normal)	0,6546	0,7416	0,8335	0,7915	0,8206	0,6193	0,7194	0,7977	0,8788	0,7197	0,6306	0,836	0,7257	0,7279	0,7503	0,7657	
p(Monte Carlo)	0,0579	0,2517	0,737	0,5259	0,69	0,0026	0,1632	0,5762	0,893	0,1651	0,0161	0,751	0,1871	0,1862	0,2808	0,3498	



Facultad de
Ciencias del Mar
Biología

La Libertad, 28 noviembre del 2025

Señor
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
Director de la Carrera Biología
Facultad de Ciencias del Mar
En su despacho.

De mi consideración,

Por medio del presente le expreso un cordial saludo y al mismo tiempo aprovecho la oportunidad para informarle de las revisiones del trabajo de Integración Curricular II para la titulación de la estudiante KERLY NOHEMY DEL PEZO TUMBACO, con el tema "INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE INTERVIENE EN LA MADURACIÓN GONADAL DE *Atya innocous* EN LA COMUNA DOS MANGAS, SANTA ELENA". Dejo constancia que el documento ha sido revisado y corregido en su totalidad, lo encomendado por los evaluadores y confirmó el aval para que la estudiante continúe con su trámite correspondiente.

Agradezco la atención prestada.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
XAVIER VICENTE
PIGUAVE PRECIADO

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.
Docente
Facultad de Ciencia del Mar
Universidad Península de Santa Elena

Somos lo que el mundo necesita

La Libertad, 05 de Julio del 2025

Sr. Danilo Vera

Presidente de la Comuna Dos Mangas

En su Despacho.

De mi consideración

Yo, Del Pezo Tumbaco Kerly Nohemy, con C.I. 2450005315, estudiante de Octavo semestre de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar, me dirijo a usted con el fin de solicitar su autorización para llevar a cabo actividades de investigación dentro del territorio de la comuna Dos Mangas, como parte de mi trabajo de titulación de la asignatura Unidad Curricular II.


El proyecto lleva por título: "Influencia de la calidad del agua que interviene en la maduración gonadal de *Arya innocous* en la comuna Dos Mangas, Santa Elena", y tiene como objetivo principal analizar cómo los parámetros fisicoquímicos del agua inciden en el desarrollo gonadal de este camarón.

Las actividades previstas incluyen la recolección de muestras de agua y de organismos en puntos específicos previamente establecidos, cumpliendo con las normas ambientales vigentes y sin causar afectaciones al ecosistema ni a las actividades de la comunidad. Esta investigación tiene fines exclusivamente académicos.


Agradezco de antemano su atención y quedo atenta a una respuesta favorable.

Esperando que mi petición sea aceptada, le anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,


Del Pezo Tumbaco Kerly Nohemy
C.I. 2450005315
Estudiante de Biología
Facultad de Ciencias del Mar
Teléfono: 0960585215
Correo: kerlydelpezo03@gmail.com



Fecibiob
03/07/2025
04:27 PM


AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA No. 656

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2025-0656

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2025-08-23	2026-02-23

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0913435046	PIGUAVE PRECIADO XAVIER VICENTE	Ecuatoriana	1006-02-108709	DOCENCIA	Malacostraca
2450005315	DEL PEZO TUMBACO KERLY NOHEMY	Ecuatoriana	N/A	ESTUDIANTE	Malacostraca

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Influencia de la calidad del agua que intervien en la maduración gonodal de *Atya Innocous* en la comuna Dos Mangas Santa Elena

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Relacionar los niveles de nutrientes presentes en el ecosistema acuático con la maduración gonadal de <i>Atya innocous</i> , mediante el Índice de calidad de agua y la correlación con el índice gonadosomático, para un diagnóstico en la biología reproductiva de la especie.
Comparar el índice gonadosomático con los índices de calidad del agua y factores físicos-químicos registradas en cada sitio de muestreo estableciendo posibles patrones reproductivos en los camarones.
Relacionar los parámetros físicos-químicos y los estadios de maduración gonadal en <i>A. innocous</i> en las estaciones de muestreo.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	NA	CORDILLERA CHONGON COLONCHE

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Malacostraca	Decapoda	Atyidae	Atya	NA	organismo Completo	144	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Se realizaron muestreos quincenales durante tres meses, recolectando 144 ejemplares de <i>Atya innocous</i> con redes de mano (1/4" a 3/8" de malla). Cada individuo fue identificado, georreferenciado y almacenado en bolsas etiquetadas, conservándose en coolers con hielo sin contacto directo para preservar su estado y coloración gonadal.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Los ejemplares de <i>Atya innocous</i> se transportarán en coolers con hielo a 4–8°C sin contacto directo con el hielo. Si el traslado al laboratorio no es inmediato, se conservarán en congelación doméstica (-18°C) por un máximo de 12 horas en envases herméticos. Se recolectarán 144 individuos durante tres meses.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Las muestras serán transportadas a la UPSE en hieleras térmicas manteniendo la cadena de frío. En el laboratorio, se realizarán mediciones morfométricas (longitud total, cefalotorácica, peso total y abdominal), y se calculará el Índice Gonadosomático (IGS). Cada ejemplar será enjuagado, medido con calibrador vernier y pesado con balanza de precisión. Las gónadas se extraerán cuidadosamente con pinzas metálicas, se colocarán en cajas Petri y se observarán con estereomicroscopio. Finalmente, se determinará la fase de madurez gonadal según una escala macroscópica de cinco etapas.
---	---

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Malacostraca	- BOLSAS ZIPLOC - NEVERAS DE ESPUMA FLEX - TERMÓMETRO - REPELENTE - BOTAS PLÁSTICAS - KIT DE PRIMEROS AUXILIOS - RECIPIENTES PLÁSTICOS - MATERIAL DE REGISTRO (HOJAS, LÁPIZ, TABLERO)	Material en Campo
Malacostraca	- BALANZA ANALÍTICA DE PRECISIÓN - MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO (NEXIUS ZOOM) - ESPECTROFOTÓMETRO IRIS HI801-01 - ESPECTRÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Equipo en Laboratorio
Malacostraca	CAJA PETRI - FRASCOS ÁMBAR - CAJA DE GUANTES - KIT DE PRUEBA API (FOSFATO Y NITRITO) - EQUIPO DE DISECCIÓN - BISTURÍ QUIRÚRGICO	Material en Laboratorio
Malacostraca	MULTIPARÁMETRO COM-600 (PH, T°, OD, SDT) - OXIGENÓMETRO DO850 - GPS GARMIN ETREX 10	Equipo en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Malacostraca	Museo Universidad de Guayaquil
--------------	--------------------------------

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se prevén diferencias en la calidad del agua entre estaciones, con ICA más alto en zonas menos intervenidas. Se espera una correlación positiva entre buenos parámetros fisicoquímicos (como oxígeno disuelto >6 mg/L, pH 6.8–7.4 y temperatura 22–26°C) y estadios avanzados de madurez gonadal. Asimismo, se anticipa que individuos con IGS >4% se encuentren en sitios con ICA >70, confirmando mediante análisis estadísticos la influencia del oxígeno disuelto y otros factores en la reproducción de *Atya innocous*.

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta04.19.01 Para el 2021, el Ecuador implementa a agenda nacional de investigaciones, con el involucramiento de la academia, sector público, privado, pueblos y nacionalidades.	Este estudio aporta al conocimiento ecológico de <i>Atya innocous</i> , especie nativa de los ríos ecuatorianos, al vincular su reproducción con la calidad del agua. Sus resultados permitirán identificar factores críticos que afectan su ciclo de vida, generando información clave para el monitoreo ambiental y la conservación de ecosistemas dulceacuícolas, fortaleciendo así las estrategias de preservación de la biodiversidad en la región costera del Ecuador.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: DEL PEZO TUMBACO KERLY NOHEMY

2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2026/02/08**
4. Valoración técnica del proyecto: **LATORRE HURTADO ERIKA GABRIELA**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **DEL PEZO TUMBACO KERLY NOHEMY**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
ALAVA CASTILLO JOEL FERNANDO
2025-08-05



Firmado electrónicamente por:
**JOEL FERNANDO ALAVA
CASTILLO**

Validar únicamente con FirmaEC



30. Del Pezo Tumbaco Kerly - COMPILATIO

3%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

1% Idiomas no reconocidos

1% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: 30. Del Pezo Tumbaco Kerly -COMPILATIO.pdf ID del documento: dad6763dd59f8ab4c24d698e27d9d1f07f8d888d Tamaño del documento original: 610,76 kB	Depositante: XAVIER VICENTE PIGUAVE PRECIADO Fecha de depósito: 6/11/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 6/11/2025	Número de palabras: 16.232 Número de caracteres: 103.984
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	UI 1- Anteproyecto Atya innocous 2025.docx UI 1- Anteproyecto Atya i... #8ae738 Viene de de mi grupo 2 fuentes similares	8%		Palabras idénticas: 8% (1235 palabras)
2	AVANCE 2 OBJETIVOS Y Metodologia.pdf AVANCE 2 OBJETIVOS Y Meto... #a6153d Viene de de mi grupo 2 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (686 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.esPOCH.edu.ec Evaluación de la calidad del agua del río Yuquipa, tramo ... http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15442/3/236T0583.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	ulibros.com Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia - Libros de Univ... https://ulibros.com/crustaceos-decapodos-de-agua-dulce-de-colombia-h9awu.html	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	bibdigital.epn.edu.ec https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/25635/1/CD_14240.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	PRACTICA 4- MADURACIÓN GONODAL.pdf PRACTICA 4- MADURACIÓ... #b31bb0 Viene de de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	dspace.ucuenca.edu.ec Deteminación del índice de calidad de agua ICA-NSF de... http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/3/tesis.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)