



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**ESTADIOS GONADALES Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y PH
DEL AGUA EN *CHITON STOKESII* EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE
ANCONCITO, SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

STEFANNY RAQUEL SILVA RICARDO

TUTOR:

BLGO. XAVIER VICENTE PIGUAVE PRECIADO, M. SC.

LA LIBERTAD-ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**ESTADIOS GONADALES Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y PH
DEL AGUA EN *CHITON STOKESII* EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE
ANCONCITO, SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

STEFANNY RAQUEL SILVA RICARDO

DOCENTE TUTOR:

BLGO. XAVIER PIGUAVE PRECIADO, M.Sc

LA LIBERTAD-ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Estadios gonadales y su relación con la temperatura y pH del agua en *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, Santa Elena.” elaborado por **Stefanny Raquel Silva Ricardo** estudiante 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 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



Blgo. Xavier Piguave Preciado M.Sc.

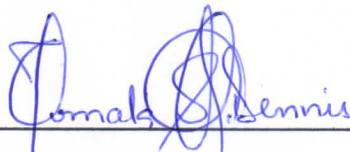
DOCENTE TUTOR

C.I. 0913435046

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular **“ESTADIOS GONADALES Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y PH DEL AGUA EN *CHITON STOKESII* EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE ANCONCITO, SANTA ELENA.”** elaborado por **STEFANNY RAQUEL SILVA RICARDO** estudiante 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 el cual declaro que se encuentra apto para su sustentación

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dennis Tomalá Solano', is written over a horizontal line.

Blga. Dennis Tomalá Solano M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 092258498-2

DEDICATORIA

A Dios, por haberme brindarme sabiduría, fortaleza y perseverancia necesarias en todo el transcurso de este proceso hasta culminar este propósito.

A mis seres queridos por sus palabras de aliento, confianza, su apoyo incondicional y comprensión los cuales fueron fundamentales a lo largo de todo este proceso y me motivaron en todo este transcurso hasta completar esta meta sin rendirme ante las dificultades.

De igual manera a todas aquellas personas que me supieron brindar su apoyo en todo este trayendo de mi formación profesional.

STEFANNY RAQUEL SILVA RICARDO

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por haberme brindado fortaleza, sabiduría necesaria y por haberme guiado en todo este transcurso de la investigación.

A mi familia, por su paciencia, por haberme brindado su apoyo incondicional y por motivarme constante en todo este transcurso de mi proceso académico.

A mi tutor, por su orientación, paciencia, por sus valiosos aportes y su experiencia los cuales contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por abrirme las puertas y permitirme formarme profesionalmente, asimismo, agradezco a todos los docentes y a las personas que me supieron colaboraron en toda la ejecución de esta investigación.

STEFANNY RAQUEL SILVA RICARDO

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Silva Ricardo Stefanny Raquel**, como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

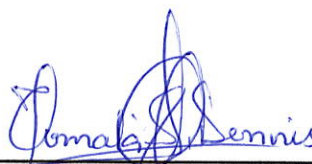
Trabajo de integración curricular **APROBADO** el: 12/08/2026.



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, Mgtr.

DOCENTE GUÍA DE LA UIC II

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.

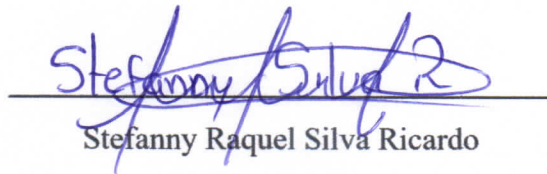
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Stefanny Raquel Silva Ricardo me hago responsable por los datos y resultados obtenidos en mi Trabajo de Integración Curricular.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de auditoria y propiedad intelectual de este trabajo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad, reglamento y normativa intelectual vigente.

Atentamente



Stefanny Raquel Silva Ricardo

C.I. 2400352411

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	X
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PROBLEMÁTICA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos.....	4
5. HIPÓTESIS.....	4
6. MARCO TEÓRICO.....	5
6.1. Zona intermareal rocosa como ecosistema de estudio.....	5
6.1.1. zona intermareal rocosa.....	5
6.1.2. Dinámica ambiental de la zona intermareal rocosa.....	5
6.1.3. Cambios térmicos diarios y estacionales.....	5
6.1.4. Variación del potencial de hidrogeno.....	6
6.1.5. Estrés ambiental intermareal.....	6
6.2. Mollusca y Polyplacophora: características biológicas del grupo.....	6
6.2.1. Phylum Mollusca.....	6
6.2.2. Clase Polyplacophora	7
6.2.3. <i>Chiton stokesii</i> descripción, distribución e importancia.....	8
6.2.4. Clasificación Taxonómica.....	9
6.3. Reproducción en Polyplacophora.....	9
6.3.1. Estrategias reproductivas en quitones (fecundación, liberación de gametos).....	9
6.3.2. Anatomía del sistema reproductivo.....	10
6.3.3. Control hormonal de la gametogénesis.....	11
6.3.4. Influencia de señales ambientales en la maduración gonadal.....	11
6.3.5. Ciclo reproductivo.....	12
6.3.6. Estacionalidad reproductivo en moluscos marinos.....	13

6.4. Estadios gonadales como indicadores reproductivos.....	13
6.4.1. Estadio I – Goniogénesis.....	13
6.4.2. Estadio II – Desarrollo.....	14
6.4.3. Estadio III – Madurez.....	15
6.4.4. Estadio IV – Desove.....	15
6.4.5. Estadio V – Reposo.....	16
6.4.6. Índice gonadosomático (IGS).....	17
6.4.7. Proporción sexual (sex ratio).....	17
6.4.8. Medidas morfométricas.....	17
6.5. Factores ambientales físicos y químicos.....	18
6.5.1. Temperatura del agua.....	18
6.5.2. Efectos de la temperatura sobre los estadios gonadales.....	18
6.5.3. pH y acidificación oceánica.....	19
6.5.4. Influencia del pH sobre la reproducción.....	19
6.6. Consideraciones éticas.....	19
7. METODOLOGÍA.....	21
7.1. Descripción del área de estudio.....	21
7.2. División del área de estudio.....	22
7.3. Descripción metodológica.....	23
7.3.1. Tipo de investigación y enfoque.....	23
7.3.2. Población y muestra.....	23
7.4. Reconocimiento y recorrido del área de estudio.....	23
7.5. Duración de monitoreo.....	24
7.6. Validación metodológica.....	24
7.7. Técnica e instrumentos para la recolección de datos.....	24
7.7.1. Instrumentos de recolección.....	24
7.8. Fase de campo.....	25
7.8.1. Recolección de organismos	25
7.8.2. Obtención de variables ambientales físicos químicos.....	25
7.9. Fase de laboratorio.....	26
7.9.1. Morfometría.....	26
7.9.2. Proceso de relajación y fijación.....	27
7.9.3. Proceso de disección.....	27
7.9.4. Proceso de histología.....	27

7.9.5.	Observación de los estadios de desarrollo de la gónada.....	28
7.9.6.	Descripción de los estadios de maduración del Chitón.....	28
7.10.	Técnicas e instrumentos para el procesamiento y análisis de datos.....	30
7.10.1.	Índices ecológicos.....	30
8.	RESULTADOS	35
9.	DISCUSIÓN.....	54
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
10.1.	CONCLUSIONES.....	57
10.2.	RECOMENDACIONES.....	58
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
12.	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas UTM del área de estudio.....	22
Tabla 2.	Instrumentos para la recolección de datos.....	24
Tabla 3.	Proporción de machos y hembras – Índice Sex ratio (SR).....	35
Tabla 4.	Talla promedio de los organismos colectados en los meses de monitoreo.....	36
Tabla 5.	Tabla promedio de los organismos machos y hembras colectados en los meses de muestreo.....	38
Tabla 6.	Número de individuos por estadios gonadales de machos y hembras registrados durante el periodo de muestreo.....	43
Tabla 7.	Promedio mensual de parámetros ambientales registrados durante los muestreos.....	50
Tabla 8.	Promedio mensual del índice gonadosomático obtenido de hembras y machos registrados durante el periodo de muestreo.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Clases del Phylum Mollusca.....	7
Figura 2.	Descripción de la clase Polyplacóphora.....	8
Figura 3.	Descripción de la cochinilla de mar (<i>Chiton stokesii</i>).....	9

Figura 4. Estructura interna de la gónada de un quitón hembra (1) Placas, 2) Ubicación de la aorta, 3) Pared gonadal dorsal, 4) Epitelio ciliado, 5) Ovocito con folículo, 6) Ovocito maduro, 7) Oviducto, 8) Ubicación del pericardio, 9) Gonópodo, 10) Epitelio germinal y/o placas de tejido germinal, 11) Pliegues del tejido germinal, 12) Pared gonadal ventral, 13) Ovocitos secundarios, 14) Lumen ventral, 15) Lumen dorsal, 16) Músculo dorso ventral)...10

Figura 5. Corte trasversal de la estructura interna de la gónada de un quitón macho (a) Aorta dorsal, EG) epitelio germinal, LD) Lumen dorsal, LV) Lumen ventral, PG) Pared gonadal, vsc) Vasos sanguíneos ciliados, vsnc) vasos sanguíneos no ciliados.....11

Figura 6. Metamorfosis de un poliplacophoro desde larva trocófora a juvenil...12

Figura 7. Secuencia de los estadios gonadales de maduración gonádica en quitón hembra.....12

Figura 8. Secuencia de los estadios gonadales de maduración gonádica en quitón macho.....13

Figura 9. Estadio gonadal I Goniogénesis: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Em) Espermátidas, Ep) Espermatoцитos primarios, Et) Espermatoгонias, Og) Ovogonias, Op) Ovocitos primarios, Pg) Pared gonadal.....14

Figura 10. Estadio gonadal II Desarrollo: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Em) Espermátidas, Ep) Espermatoцитos primarios, Ez) Espermatozoides, Of) Ovocitos foliculogénicos, Og) Ovogonias, Op) Ovocitos primarios, Os) Ovocitos secundarios, Pg) Pared gonadal.....14

Figura 11. Estadio gonadal III Madurez: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, C) Prolongaciones del casco del ovocito maduro, Eg) Epitelio germinal, Em) Espermátidas, Ep) Espermatoцитos primarios, Ez) Espermatozoides, Ld) Lúmen dorsal, Om) Ovocitos maduros con casco, vsnc) Vasos sanguíneos no ciliados.....15

Figura 12. Estadio gonadal IV Desove: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, C) Prolongaciones del casco del ovocito maduro, Eg) Epitelio germinal,

Ez) Espermatozoides, Ld) Lúmen dorsal Of) Ovocitos foliculogénicos, Om) Ovocitos maduros con casco, Pg) Pared gonadal, Os) Ovocitos secundarios, vsnc) Vasos sanguíneos no ciliados.....	16
Figura 13. Estadio gonadal IV Desove: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Ez) Espermatozoides, Pg) Pared gonadal.....	16
Figura 14. Medidas morfométricas del Quitón (LT) Longitud total de la concha incluyendo el cinturón del manto, LC) Longitud de la concha sin el cinturón del manto, AT) Ancho de la concha incluyendo el cinturón del manto, AC) Ancho de la concha sin el cinturón del manto.....	18
Figura 15. Área de estudio en la zona rocosa de Anconcito.....	21
Figura 16. División del área de estudio.....	22
Figura 17. Forma de recolecta del Chiton.....	25
Figura 18. Termómetro digital y potenciómetro portátil.....	26
Figura 19. Datos morfométricos del <i>Chiton stokesii</i>	26
Figura 20. Secuencia histológica del desarrollo del ovocito del Chitón.....	29
Figura 21. Porcentaje de la proporción sexual de (<i>Chiton stokesii</i>) registrados durante el periodo de estudio.....	35
Figura 22. Distribución de las tallas mensual de los organismos colectados. Las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	37
Figura 23. Distribución de las tallas promedio por sexo de los organismos colectados en los muestreos. Azul: enero, Naranja: Febrero, Verde: Marzo. Las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	38
Figura 24. Dispersión de los datos entre longitud total y peso en las hembras colectados durante los muestreos.....	39
Figura 25. Dispersión de los datos entre longitud total y peso en los machos colectados durante los muestreos.....	40
Figura 26. Peso promedio mensual de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no	

existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	41
Figura 27. Peso promedio mensual de las gónadas extraídas de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	41
Figura 28. Peso promedio por sexo de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	42
Figura 29. Peso promedio por sexo de las gónadas extraídas de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	43
Figura 30. Número de individuo por estadios gonadales de los organismos machos y hembras colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	44
Figura 31. Diferenciación macroscópica de las gónadas de <i>Chiton stokesii</i> . A). Gónada de macho, B). Gónada de hembra.....	45
Figura 32. Diferenciación macroscópica de las gónadas macho en maduración y desove en de <i>Chiton stokesii</i> . A). Gónada madura, B). Gónada en desove.....	45
Figura 33. Diferenciación macroscópica de las gónadas hembra en maduración de <i>Chiton stokesii</i>	46
Figura 34. Estadio III – Maduración de <i>Chiton stokesii</i> – Gónada hembra, Observación microscópica, Ov) Ovocitos; E-int) Espacios interfoliculares; T-co) Tejido conectivo denso.....	47
Figura 35. Estadio III – Maduración de <i>Chiton stokesii</i> – Gónada hembra, Observación microscópica, F-Ov) Folículos ováricos; Ov-M) Ovocito maduros listo para desovar, E-int) espacios interfoliculares; T-co) Tejido conectivo denso.....	48

Figura 36. Estadio III – Maduración de <i>Chiton stokesii</i> - Gónada macho, Observación microscópica, S-int) Septos interlobulillar; Lum) Lúmenes.....	49
Figura 37. Estadio IV – Desove de <i>Chiton stokesii</i> , Observación microscópica, L) Lumenes; T-co) Tejido conectivo; L-test) Lobulillos testiculares.....	50
Figura 38. Parámetros ambientales registrados durante el periodo de muestreo, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	51
Figura 39. Promedio mensual del índice gonadosomático en hembras y machos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).....	52
Figura 40. Correlación entre parámetros ambientales y reproductivos mediante un análisis de componentes principales.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Morfometría promedio mensual registrada en los organismos colectados de <i>Chiton stokesii</i>	66
Anexo 2. Morfometría promedio mensual por sexo registrada en los organismos colectados de <i>Chiton stokesii</i>	67
Anexo 3. Peso promedio mensual de los organismos colectados y gónadas extraídas de <i>Chiton stokesii</i>	68
Anexo 4. Peso mensual por sexo de los organismos colectados y las gónadas extraídas de los de <i>Chiton stokesii</i>	68
Anexo 5. Estadios gonadales registrados en los organismos macho y hembra colectados de <i>Chiton stokesii</i>	69
Anexo 6. Parámetros ambientales registrados en el periodo de muestreo.....	70
Anexo 7. Índice gonadosomático (IGS) registrado durante el periodo de muestreo.....	70
Anexo 8. Correlación entre las variables ambientales, estadios gonadales e índice gonadosomático.....	71
Anexo 9. Tallas y pesos de los individuos colectados	72

Anexo 10. Pesos promedio mensuales de los organismos y gónadas extraídas durante el periodo de muestreo	73
Anexo 11. Pesos mensuales de los organismos y gónadas extraídas durante el periodo de muestreo.....	73
Anexo 12. Toma de parámetros ambientales, proceso de colecta, extracción y disección de los organismos	74
Anexo 13. Permiso de investigación.....	7

ABREVIATURAS

IGS: Índice Gonadosomático
pH: Potencial de hidrogeno
Tº: Temperatura
LT: Longitud total del organismo incluyendo el manto:
LC: Largo de la concha total con manto el
AC: Ancho de la concha
AT: Ancho total del manto
PT: Peso corporal total del organismo
Ov: Ovocitos
E-int: Espacios interfoliculares
T-co: Tejido conectivo denso
F-Ov: Folículos ováricos
Ov-M: Ovocito maduros
Lum: Lúmenes
L-test: Lobulillos testiculares.

GLOSARIO

Estadios gonadales: Son las fases de desarrollo y maduración de las gónadas durante el ciclo reproductivo del organismo.

Análisis histológico: Es una de las técnicas utilizadas en el laboratorio en la cual se emplean tinciones y cortes, para observar mediante microscopio los tejidos biológicos y así ver los estadios gonadales.

Índice gonadosomático: Este índice se lo utiliza para evaluar el grado de desarrollo y madurez relacionando el peso de la gónada y el peso total del organismo.

Gónadas: Son los órganos que se encargan de producir gametos durante la reproducción tanto en hembras como en machos.

Ovocito: El ovocito es la célula reproductiva femenina en proceso de desarrollo y maduración.

Ovogonia: Son células germinales femeninas inmaduras que dan origen a los ovocitos.

Microtomo rotatorio Es uno de los equipos utilizado para realizar cortes histológicos extremadamente delgados en tejidos incluidos en parafina.

Goniogénesis: En el proceso reproductivo la Goniogénesis es el primer estadio del desarrollo gonadal donde ocurre la formación de las células sexuales inmaduras dentro de las gónadas, aquí predominan ovogonias en hembras y espermatogonias en machos.

Estadios gonadales y su relación con la temperatura y pH del agua en *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, Santa Elena.

RESUMEN

Los polyplacophoros son un grupo de moluscos marinos conocidos comúnmente como quitones, los cuales cumplen funciones de gran importancia dentro de los ecosistemas marinos como por ejemplo el control de la biomasa algal y contribuyen a la estabilidad de los sustratos rocosos al disminuir los efectos del oleaje. El presente estudio tuvo como objetivo analizar los estadios gonadales relacionados con la temperatura y pH hasta la fase de madurez del *Chiton stokesii*, mediante análisis histológico, estableciendo la madurez de las gónadas. Para la obtención de datos se realizaron muestreos mensuales en los cuales se tomaron parámetros ambientales y se colectaron los organismos para su posterior análisis histológico y observación de los estadios gonadales. Se colectó un total de 60 organismos distribuidos en 26 hembras y 34 machos durante el periodo de enero a marzo del 2026, obteniendo como resultado una proporción sexual donde los machos presentaron una dominancia marcada general de 1.31 de sex ratio, adicionalmente se registró dos estadios gonadales durante el periodo de estudio, el estadio III de maduración y el estadios IV de desove, siendo el más frecuente el estadio III de maduración , así mismo el índice gonadosomático (IGS) evidenció variaciones en el grado de desarrollo gonadal entre ambos sexos analizados, por último la correlación realizada mediante análisis de componentes principales reflejó una asociación entre las variables ambientales registradas como temperatura y pH, el índice gonadosomático y los estadios gonadales observados, lo que quiere decir que las condiciones ambientales si influyen en la actividad reproducción del *Chiton stokesii* ya sea de manera positiva o negativa cada proceso como por ejemplo en la etapa de maduración gonadal o el desove.

Palabras claves: Polyplacophora, Estadios gonadales, reproducción, gónadas

Estadios gonadales y su relación con la temperatura y pH del agua en *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, Santa Elena.

ABSTRACT

Polyplacophorans are a group of marine mollusks commonly known as chitons, which perform highly important functions within marine ecosystems, such as controlling algal biomass and contribute to the stability of rocky substrates by reducing the effects of wave action. The present study aimed to analyze the gonadal stages related to temperature and pH up to the maturity phase of *Chiton stokesii*, thru histological analysis, establishing the maturity of the gonads. For data collection, monthly sampling was conducted in which environmental parameters were taken and the organisms were collected for subsequent histological analysis and observation of the gonadal stages. A total of 60 organisms were collected, distributed into 26 females and 34 males, during the period from January to March 2026, resulting in a sex ratio where males showed a marked general dominance of 1.31. Additionally, two gonadal stages were recorded during the study period: stage III of maturation and stage IV of spawning, with stage III of maturation being the most frequent. Furthermore, the gonadosomatic index (GSI) showed variations in the degree of gonadal development between both sexes analyzed. Finally, the correlation performed thru principal component analysis reflected an association between the recorded environmental variables such as temperature and pH, the gonadosomatic index, and the observed gonadal stages, indicating that environmental conditions do influence the reproductive activity of *chiton stokesii*, either positively or negatively, in each process, such as in the gonadal maturation stage or spawning.

Keywords: Polyplacophora, gonadal stages, reproduction, gonads

1. INTRODUCCIÓN

La costa ecuatoriana, alberga una amplia diversidad de ecosistemas entre aquellos se encuentran los estuarios, zonas rocosas y playas, en los cuales habitan diferentes especies (Quimi, Andrade, González, Vera , & Rios, 2023), entre aquellas especies se registra una elevada diversidad de moluscos de gran interés comercial y ecológico debido a que cumplen un rol fundamental en los ecosistemas acuáticos (Cruz, 2019).

La zona intermareal rocosa corresponde a la parte que se encuentra ubicado entre los niveles de las máximas y mínimas mareas, es decir altamar y bajamar, en estos ecosistemas se encuentran zonas rocosas, playas ya sea de arena o Guijarros y estuarinas, las cuales pueden someter a diferentes organismos entre ellos a los polyplacophoros a estrés fisiológico, debido a la variabilidad ambiental que se pueden presentar en estas zonas (Caiche & Cornejo, 2017).

El filo Mollusca se encuentra entre los más numerosos del reino animal después de los insectos (Ramírez, 2021), entre ellos se encuentra la clase polyplacophora conocidos comúnmente como quitones, los cuales se caracterizan por presentar ocho placas dorsales y una alta capacidad de adaptación a estos ambientes, además de ello desempeñan múltiples funciones importantes como el control de la biomasa algal y la reducción de la erosión del sustrato lo que los convierte en unos componentes clave para los ecosistemas acuáticos (Eernisse 2007; García, Flores, Flores, Violante, Valdés & Olea, 2013).

Las características reproductivas de los polioplacóforos han sido estudiadas en diferentes organismos a nivel mundial, principalmente por su relevancia en la filogenia del grupo, la mayoría de estos trabajos se han centrado en la morfología gonadal y la forma de los gametos, utilizando microscopía óptica y electrónica, y enfocándose en individuos adultos (Ávila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013).

Sin embargo, existe un vacío de información sobre cómo los factores ambientales, como la temperatura y el pH, pueden influir en los estadios gonadales de los quitones durante su desarrollo, en el caso de *Chiton stokesii*, especie presente en la zona intermareal rocosa de Anconcito, aún no se han realizado estudios que relacionen su ciclo reproductivo con las

variables fisicoquímicos del ambiente lo que hace necesario generar información científica en este aspecto.

Por este motivo, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los estadios gonadales relacionados con la temperatura y pH hasta la fase de madurez del *Chiton stokesii*, mediante análisis histológico, estableciendo la madurez de las gónadas.

2. PROBLEMÁTICA

Los quitones (Polyplacophora), son considerados organismos clave en los ecosistemas intermareales, debido al rol que desempeñan en los ecosistemas como el control de la biomasa algal y la estabilidad del sustrato rocoso, sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y su amplia distribución, los estudios reproductivos sobre estas especies son aún escasos en comparación con otros moluscos como bivalvos o Gasterópodos gasterópodos (Ibáñez, Pardo & Sellanes, 2016).

Cabe mencionar que existen diversos estudios, elaborados por investigadores como Ávila-Poveda & Abadía-Chanona (2013) y Abadía-Chanona et al. (2016), los cuales enfocaron sus estudios en la morfología gonadal y los procesos reproductivos en *Chiton articulatus* y *Chiton albolineatus*, donde observaron que la temperatura y distintos factores ambientales fisicoquímicos si están relacionados con la maduración de las gónadas. Sin embargo, en la especie *Chiton stokesii* actualmente no existen estudios que indique la relación que existe entre su ciclo reproductivo con variables ambientales, por lo tanto, se evidencia un vacío de información.

Debido a esta limitante se genera la necesidad de formular la siguiente interrogante de investigación: ¿De qué manera los factores ambientales como la temperatura y el pH influyen en los estadios gonadales de *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito?

3. JUSTIFICACIÓN

Desde una perspectiva ecológica los quitones cumplen funciones esenciales en los ecosistemas intermareales, entre ellos se encuentra el control de la biomasa algal y la estabilidad de los sustratos rocosos la cual es causada por el oleaje, debido a ello su presencia es considerada un bioindicador de la calidad ambiental en zonas costeras, lo que resalta su importancia para el monitoreo ecológico y el bienestar de los ecosistemas marinos.

En este contexto, resulta de gran importancia comprender como los factores ambientales fisicoquímicos, entre ellos la temperatura y pH, afectan o benefician al ciclo reproductivo de *Chiton stokesii*, debido a que al comprenderlo permite predecir diferentes respuestas fisiológicas que le ocurra a la especie, frente a diferentes escenarios a causa del cambio climático, contaminación y acidificación oceánica, por lo tanto determinar la proporción de sexos, identificar los estadios gonadales y analizar la relación con variables ambientales, resulta relevante para tomar decisiones.

Por esta razón, el presente estudio pretende contribuir con información valiosa sobre la ecología reproductiva de los quitones, en la cual se ofrece insumos que puedan ser aplicados en un futuro a diferentes programas de conservación y control.

4. OBJETIVOS

4.1.Objetivo general

Analizar los estadios gonadales relacionados con la temperatura y pH del *Chiton stokesii*, mediante análisis histológico, estableciendo la madurez de las gónadas.

4.2.Objetivos específicos

- Estimar la proporción de machos y hembras de *Chiton stokesii* mediante la disección y el cálculo del índice sexual (sex ratio).
- Identificar los estadios gonadales de *Chiton stokesii* mediante análisis histológico y observación directa.
- Correlacionar temperatura y pH con el estadio de madurez gonadal e índice gonadosomático, mediante análisis estadístico.

5. HIPÓTESIS

(H₁): La Temperatura, influyen en el desarrollo de maduración gonadal de *Chiton stokesii*

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Zona intermareal rocosa como ecosistema de estudio

6.1.1. Zona intermareal rocosa

Las zonas intermareales rocosas comprenden un tercio de las costas oceánicas a nivel mundial, se caracteriza por su formación en líneas costeras que poseen poca acumulación de sedimentos (Johnson, 2024). En consecuencia la mayoría de los organismos que habitan en este entorno se mantienen incrustados en la roca para evitar ser afectados por la radiación y el oleaje (Quijije, Kuonqui, Delgado, Ochoa & Morales, 2025).

6.1.2. Dinámica ambiental de la zona intermareal rocosa

La zona intermareal rocosa son uno de los ecosistemas marinos que poseen una alta diversidad de organismos, además de ser uno de los más dinámicos debido a la interacción constante de los factores físicos químicos, debido a ello los organismos que habitan estos ambientes están sometidos a una constante variación ambiental provocada por diferentes factores como el oleaje y la radiación, estas fluctuaciones pueden influir en el comportamiento y fisiología de estos organismos (Johnson, 2024; Quijije et al., 2025).

6.1.3. Cambios térmicos diarios y estacionales

Los cambios térmicos que se den en estos ecosistemas marinos como la temperatura, pueden tener diferentes variaciones las cuales pueden ser diarias como estacionales relacionadas con la radiación solar y las mareas, así como diferentes condiciones climáticas que se den en el lugar, diferentes estudios han señalado que estas variaciones térmicas pueden influir en diferentes procesos reproductivos como el desarrollo gonadal y maduración de los gametos (López, 2024; Abadía-Chanona, 2015).

6.1.4. Variación del potencial de hidrógeno

En los ecosistemas marinos, el pH es un parámetro fisicoquímico muy importante, debido a que ayuda a regular diferentes procesos fisiológicos que realizan distintos organismos, entre ellos los quitones ya que al ser organismos con estructuras calcáreas, variaciones en este potencial de hidrógeno puede interferir en la formación y mantenimiento de sus conchas, así como un gasto innecesario en procesos metabólicos y reproductivos (Pavón, 2017; IUCN, 2017).

6.1.5. Estrés ambiental intermareal

Los distintos organismos que habitan en la zona intermareal rocosa, entre ellos los quitones están constantemente sometidos a estrés, debido a diferentes factores como el oleaje, las variaciones climáticas entre ellos la temperatura y el pH, las cuales alteran distintos procesos fisiológicos que realizan estos organismos, en el caso de los quitones influyen en el desarrollo gonadal y maduración de los gametos lo que podría ocasionar una disminución en su población (Johnson, 2024; Pavón, 2017).

6.2. Mollusca y Polyplacophora: características biológicas del grupo

6.2.1. Phylum Mollusca.

El filo Mollusca es una de los grupos más numerosos del reino animal después del grupo de los insectos, se los encuentra en ambientes marinos, salobres, agua dulce y terrestres, la mayoría de estas especies viven desde la zona intermareal hasta el mar a una profundidad de 7000 m, actualmente se conoce un aproximado de 52 000 a 100 000 especies vivas en todo el mundo, mismas que se clasifican en ocho clases: Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Polyplacophora, Monoplacophora, Scaphopoda, Solenogastres y Caudofoveata (Figura 1) (Domínguez, 2023; Ramírez, 2021).

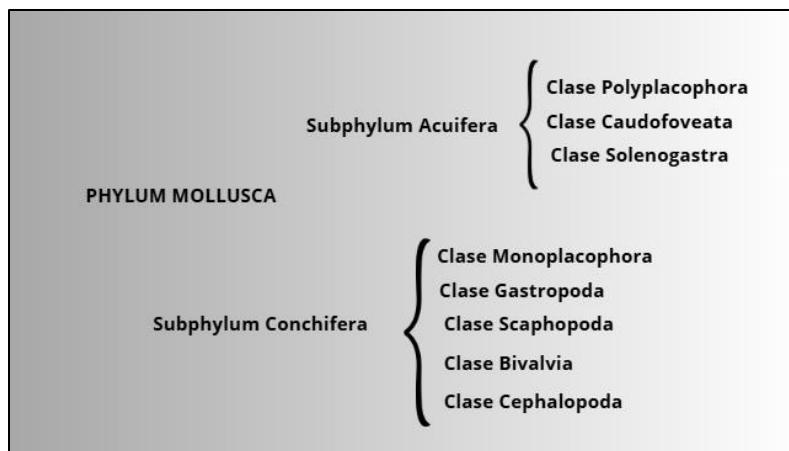


Figura 1. Clases del Phylum Mollusca

Fuente. Elaboración propia con base en Brusca et al., (2023).

6.2.2. Clase Polyplacophora.

Los polyplacophoros es un grupo marino y bentónico, se encuentra en aguas cálidas, generalmente viven adheridos a sustratos rocosos, sin embargo, se los puede encontrar asociados a macroalgas (López, 2024), esta clase está constituida por un grupo de moluscos denominados quitones, su morfología se ha mantenido constante por más de 500 000 de años, cumpliendo diferentes funciones en los ecosistemas como el control de la biomasa algal y la reducción de la erosión del sustrato causado por el oleaje, lo que lo convierte en un componente esencial para los ecosistemas costeros (García, Flores, Flores, Violante, Valdés & Olea, 2013).

Estos organismos son cosmopolitas y viven desde la zona intermareal hasta profundidades de 2 000 metros (García, Flores et al., 2013), hasta la actualidad se conoce que existen alrededor de 390 especies vivas a nivel mundial; considerando que en el registro fósil se indica que existían 430 especies ya extintas (Ibáñez et al., 2016), conviene señalar que estos organismos son de simetría bilateral y se caracterizan por poseer una concha calcárea con forma de óvalo dorso-ventralmente aplanado, la cual está conformada por ocho placas imbricadas que brindan protección de depredadores, la primera ubicada en la parte anterior del organismo denominada valva cefálica, seguida de seis valvas intermedias y por último la denominada valva caudal o anal ubicada en la parte posterior del organismo, ventralmente se observa la cabeza y boca en la parte anterior, seguido del pie con fuerte

musculatura y branquias, finalmente en la parte posterior se encuentra el ano (Figura 2)(Valencia, 2020; Villao, Panimboza & Cornejo, 2022).

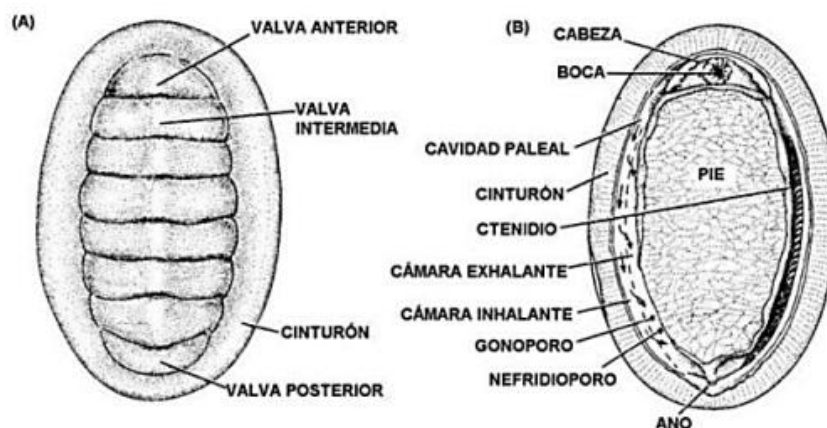


Figura 2. Descripción de la clase Polyplacóphora
Fuente. (Rodríguez, 2024)

6.2.3. *Chiton stokesii* descripción, distribución e importancia.

El *Chiton stokesii* conocido comúnmente como cucaracha de mar o cochinilla de mar, presentan una coloración café oscura, rojizo a negro grisáceo con líneas de color blanco en el centro de su concha, mientras que en su cinturón presentan bandas de color negro grisáceo o verduzco claro a tonos oscuros, esta especie puede tener un tamaño de 90 mm de longitud y un ancho de 60mm (Ramírez, 2021), son organismos de cuerpo blando que poseer una concha calcárea conformada por placas imbricadas, poseen un tejido que resguarda los órganos internos llamado manto y un pie musculoso que sirve para la locomoción (Figura 3) (Rodríguez, 2024).

Esta especie se distribuye en diferentes áreas costeras formando parte de las comunidades bentónicas, habita en zonas intermareales rocosas, adherida a diferentes sustratos duros los cuales se encuentran expuestos al oleaje (Ramírez, 2021).

Estos organismos son un grupo de suma importancia para los ecosistemas marinos debido a que cumplen diversas funciones entre ella el control de la biomasa algal y la reducción de la erosión de sustratos rocosos causados por el oleaje, lo que los convierte en un bioindicador de los ecosistemas marinos (Cruz, 2019).



Figura 3. Descripción de la cochinilla de mar (*Chiton stokesii*)

Fuente. (Arkfeld, 2022)

6.2.4. Clasificación Taxonómica

A continuación, se detalla la clasificación taxonómica de la especie en estudio (MolluscaBase eds, 2026).

Reino: Animalia

Filo: Moluscos

Clase: Polyplacophora

Orden: Quitonida

Familia: Quitonidae

Género: *Chiton*

Especie: *Chiton stokesii* (Broderip, 1832)

6.3. Reproducción en Polyplacophora

6.3.1. Estrategias reproductivas en quitones (fecundación, liberación de gametos).

Los quitones son organismos dioicos presentan diferentes estrategias reproductivas, empezando desde que presentan una fecundación externa, es decir deberán sus gametos en

el agua donde ocurre la fertilización, posterior a ello los huevos dan lugar a larvas trocóforas nadadoras, culminando esta etapa experimentan una metamorfosis hasta llegar a juveniles (López, 2024; Dávila et al., 2024; Obadia-Chanona, 2015).

6.3.2. Anatomía del sistema reproductivo.

Los polyplacophoros son organismos dioicos en algunos casos raramente son hermafroditas, presentan dimorfismo gonadal, ya que carecen de órgano copulador por ello su fertilización es externa, poseen una gónada en una sola estructura lobulada en la región dorsal media del quitón, situada exactamente en frente de la cavidad pericárdica y la fecundación se lleva a cabo en el agua (Dávila, Meza & Rivas. 2024; Abadía-Chanona, 2015).

Debido a que no presentan dimorfismo sexual externo, la coloración de su gónada es un claro indicio de dimorfismo sexual interno, en el caso de las hembras su gónada es de color verde (Figura 4), mientras que la de la macho es de color naranja a salmón (Figura 5) (López, 2024).

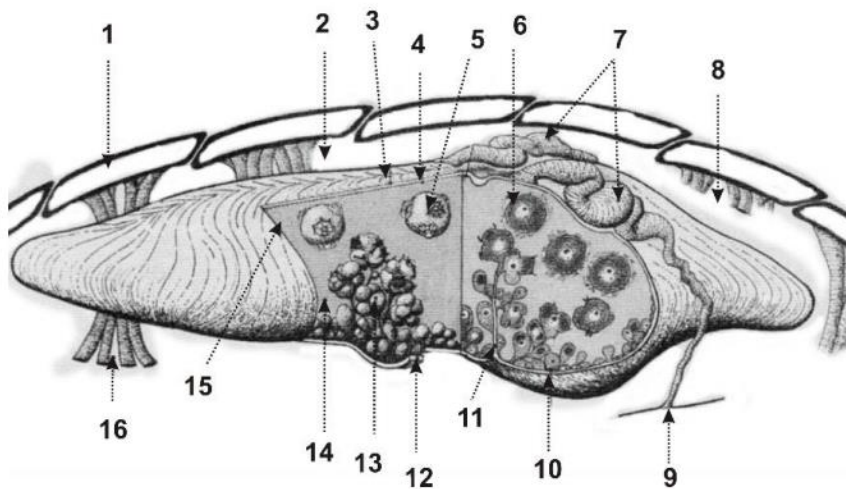


Figura 4. Estructura interna de la gónada de un quitón hembra (1) Placas, 2) Ubicación de la aorta, 3) Pared gonadal dorsal, 4) Epitelio ciliado, 5) Ovocito con folículo, 6) Ovocito maduro, 7) Oviducto, 8) Ubicación del pericardio, 9) Gonópodo, 10) Epitelio germinal y/o placas de tejido germinal, 11) Pliegues del tejido germinal, 12) Pared gonadal ventral, 13) Ovocitos secundarios, 14) Lumen ventral, 15) Lumen dorsal, 16) Músculo dorso ventral).

Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

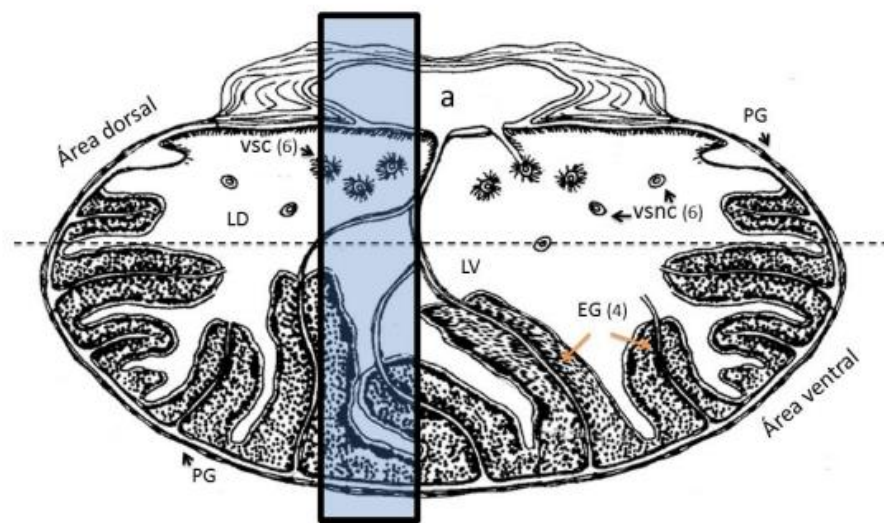


Figura 5. Corte trasversal de la estructura interna de la gónada de un quitón macho (a) Aorta dorsal, EG) epitelio germinal, LD) Lumen dorsal, LV) Lumen ventral, PG) Pared gonadal, vsc) Vasos sanguíneos ciliados, vsnc) vasos sanguíneos no ciliados
Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.3.3. Control hormonal de la gametogénesis.

En la clase de los polyplacophoros la gametogénesis se encuentra regulada por distintos mecanismos fisiológicos y hormonales, los cuales corresponde a la formación y maduración de sus gametos dentro de las gónadas, durante este proceso ocurre la diferenciación entre hembras y machos, las células germinales se diferencian en ovocitos maduros y en espermatozoides funcionales, sin embargo los conocimientos endocrinos aun siguen siendo limitados (Avila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013; Dávila et al., 2024).

6.3.4. Influencia de señales ambientales en la maduración gonadal.

En cuanto a las señales durante la maduración gonadal, existen estudios que han demostrado que la actividad gonadal puede variar en el proceso de maduración debido a diferentes factores ambientales como una variación de la temperatura, pH y acidificación oceánica, las cuales pueden actuar como señales que pueden ayudar a estimular o a inhibir el proceso (Avila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013; Dávila et al., 2024).

6.3.5. Ciclo reproductivo

Los polyplacophoros carecen de órgano copulador por lo que la mayoría de las especies depositan sus gametos en el agua, lugar donde ocurre la fecundación, posterior a ello los huevos dan lugar a larvas trocóforas nadadoras por un corto periodo de vida libre, luego de ello las larvas pasar por un proceso de metamorfosis para convertirse en juveniles (Figura 6) (Villao, Panimboza & Cornejo. 2022), resulta importante indicar que algunas especies de quitones incuban sus huevos hasta completar el desarrollo embrionario y larvario dentro del surco paleal (López, 2024). Con respecto al ciclo reproductivo de los polyplacóphoros se conocen diferentes estadios de maduración gonádica los cuales son: I – Goniogénesis, II – Desarrollo, III – Madurez, IV – Desove, V – Reposo (Figura 7 y 8) (Abadía-Chanona, 2015).

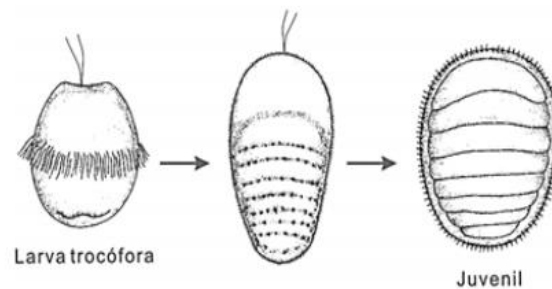


Figura 6. Metamorfosis de un poliplacóforo desde larva trocófora a juvenil
Fuente. (Villao, Panimboza & Cornejo, 2022)

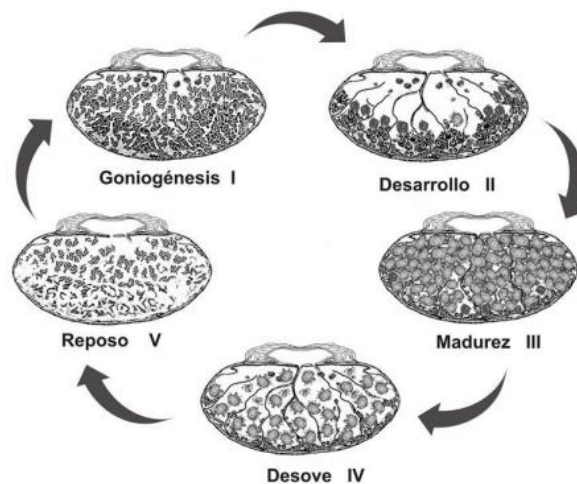


Figura 7. Secuencia de los estadios gonadales de maduración gonádica en quitón hembra
Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

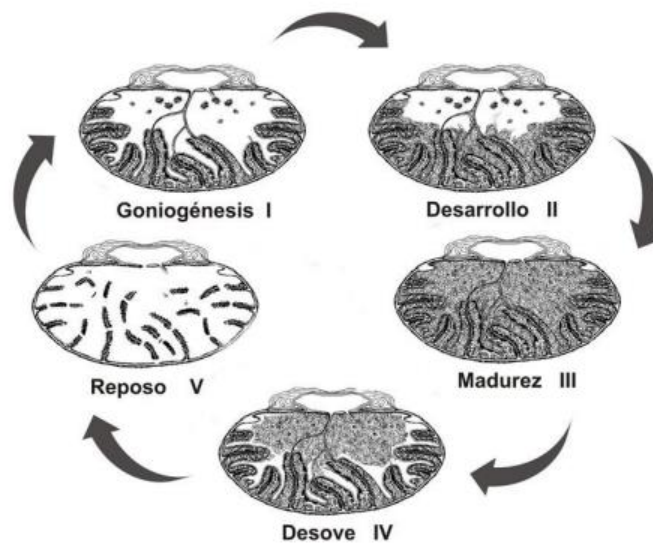


Figura 8. Secuencia de los estadios gonadales de maduración gonádica en quitón macho
Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.3.6. Estacionalidad reproductiva en moluscos marinos.

La estacionalidad reproductiva en las diversas especies de moluscos marinos se encuentra influenciados por los diferentes factores ambientales como la temperatura, pH, los cuales favorecen o afectan a los diferentes procesos fisiológico que realizan estos organismos, en el caso de los polyplacophoros los periodos reproductivos suelen coincidir con las condiciones ambientales favorables, lo que permite tener un adecuado desarrollo gonadal (Gallardo, 2019; López, 2024).

6.4. Estadios gonadales como indicadores reproductivos

6.4.1. Estadio I - Goniogénesis

En el primer estadio, se observa en la parte ventral el lumen gonadal tiene presencia de ovogonias en las hembras y espermatogonias en los machos, mientras que en la parte dorsal el lumen se encuentra vacío, resulta relevante indicar que en el caso de las hembras las ovogonias están completamente formadas y comienzan a aparecer ovocitos primarios con vacuolas y ovocitos secundarios granuloso, mientras que en los machos las espermatogonias, espermatocitos y espermáticas se distinguen completamente bordeando el epitelio germinal (Figura 9) (Gallardo, 2019; Abadía-Chanona, 2015).

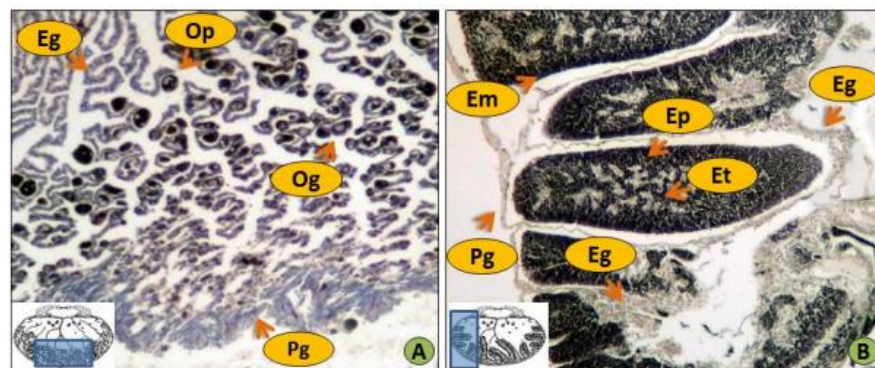


Figura 9. Estadio gonadal I Goniogénesis: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Em) Espermatídas, Ep) Espermatocitos primarios, Et) Espermatogonias, Og) Ovogonias, Op) Ovocitos primarios, Pg) Pared gonadal

Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.4.2. Estadio II - Desarrollo

En el segundo estadio, se puede observar que en las hembras la parte ventral del lumen gonadal se encuentra lleno de ovogonias, ovocitos primarios, secundarios y ovocitos más granulados con un núcleo más definido y pequeñas prolongaciones del casco del ovocito, mientras que, en los machos las espermatogonias, espermatocitos y espermatídas comienzan a acumularse del epitelio germinal hacia el lumen ventral, además se observa un epitelio germinal más grueso y voluminoso en ambos (Figura 10) (Gallardo, 2019; Abadía-Chanona, 2015).

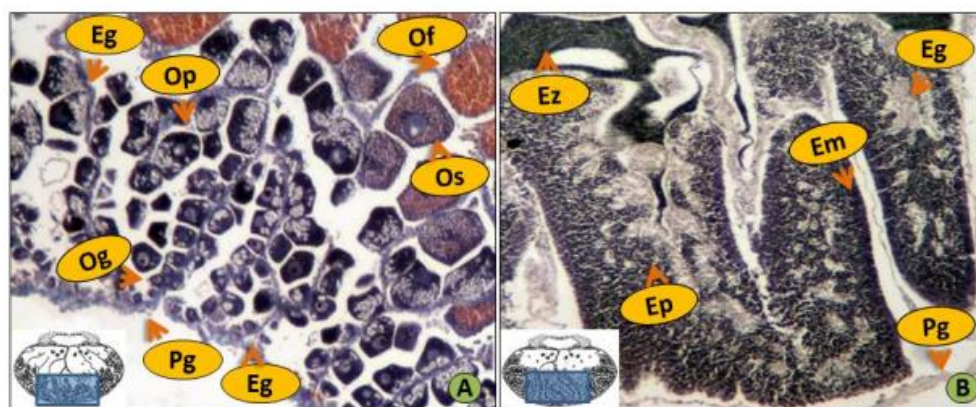


Figura 10. Estadio gonadal II Desarrollo: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Em) Espermatídas, Ep) Espermatocitos primarios, Ez) Espermatozoides, Of) Ovocitos foliculogénicos, Og) Ovogonias, Op) Ovocitos primarios, Os) Ovocitos secundarios, Pg) Pared gonadal.

Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.4.3. Estadio III - Madurez

En el tercer estadio, se observa que el epitelio germinal es poco visible y delgado, así mismo se visualiza vasos sanguíneos ciliados en hembras y no ciliados en machos, en las hembras la gónada está totalmente llena de ovocitos maduros con casco desde la parte ventral a la dorsal, mientras que en los machos la gónada está totalmente llena de espermatozoides ubicados del lumen ventral al dorsal muy juntos entre sí (Figura 11) (Gallardo, 2019; Abadía-Chanona, 2015).

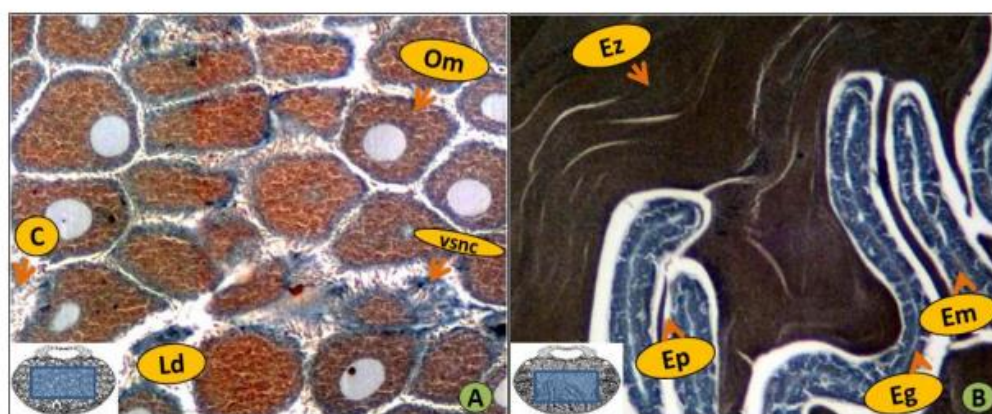


Figura 11. Estadio gonadal III Madurez: (A) Gónada de hembra, (B) Gónada de macho, (C) Prolongaciones del casco del ovocito maduro, (Eg) Epitelio germinal, (Em) Espermatidas, (Ep) Espermatocitos primarios, (Ez) Espermatozoides, (Ld) Lumen dorsal, (Om) Ovocitos maduros con casco, (vsnc) Vasos sanguíneos no ciliados. Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.4.4. Estadio IV – Desove

En el cuarto estadio, el epitelio germinal comienza a separarse y se observa escaso, discontinuo y muy delgado en hembras, mientras que en los machos se mantiene continuo, abundante y grueso, además de ello, en la parte ventral la gónada se encuentra vacía y en la parte dorsal presenta remanentes de ovocitos secundarios, y en algunos casos, primarios en hembras, mientras que en machos la parte dorsal se encuentra únicamente rodeada por espermatozoides sin presencia de espermatocitos o espermatidas, sin embargo la cantidad de vasos sanguíneos es más notoria en este estadio (Figura 12) (Gallardo, 2019; Abadía-Chanona, 2015).

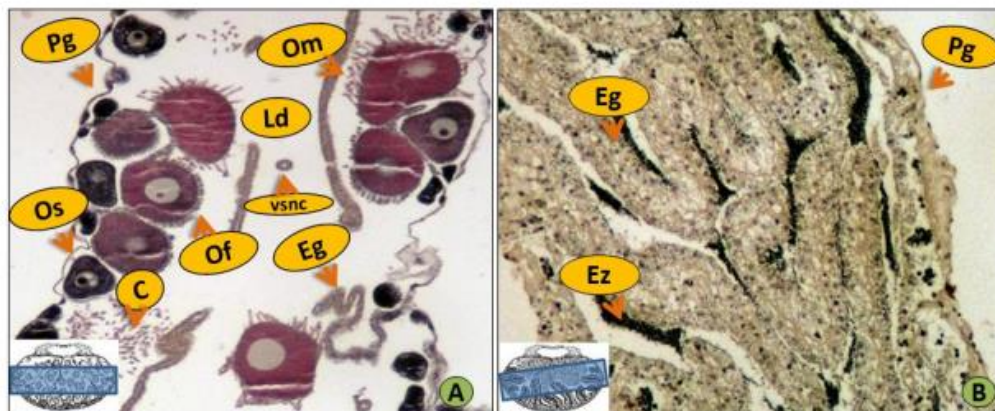


Figura 12. Estadio gonadal IV Desove: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, C) Prolongaciones del casco del ovocito maduro, Eg) Epitelio germinal, Ez) Espermatozoides, Ld) Lumen dorsal Of) Ovocitos foliculogénicos, Om) Ovocitos maduros con casco, Pg) Pared gonadal, Os) Ovocitos secundarios, vsnc) Vasos sanguíneos no ciliados.

Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.4.5. Estadio V - Reposo

En el quinto estadio, el epitelio germinal en hembras es escaso, roto o discontinuo, mientras que en los machos es muy abundante y continuo, además el lumen dorsal y ventral en hembras y machos está vacío, sin embargo, suele haber pocos remantes de ovocitos maduros en hembras o espermatozoides maduros en machos, es relevante destacar que los vasos sanguíneos no ciliados y algunos ciliados son muy notorios hacia la parte dorsal de la gónada (Figura 13) (Abadía-Chanona, 2015).

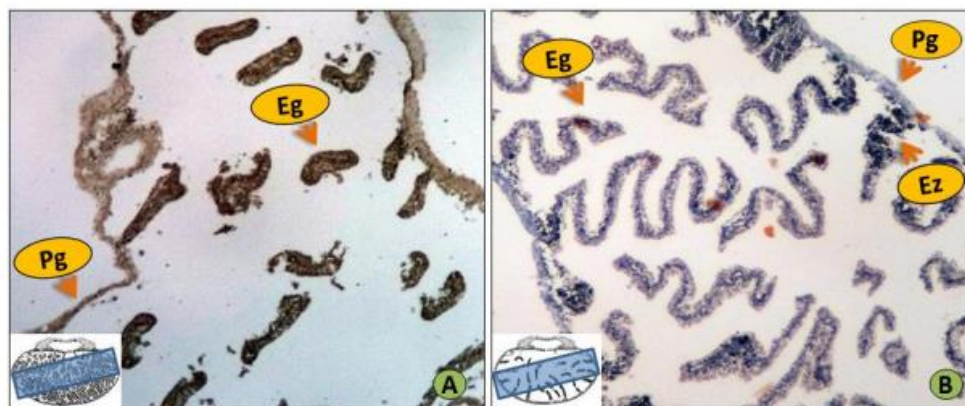


Figura 13. Estadio gonadal IV Desove: (A) Gónada de hembra, B) Gónada de macho, Eg) Epitelio germinal, Ez) Espermatozoides, Pg) Pared gonadal.

Fuente. (Obadia, 2015).

Con respecto a las diferencias histológicas entre los estadios gonadales mismas que se observan mediante las variaciones del espesor, continuidad del epitelio germinal, densidad celular el grado del lumen y el desarrollo de los ovocitos y espermatozoides (Abadía-Chanona et al., 2016).

6.4.6. Índice gonadosomático (IGS)

$IGS = (\text{Peso de la gónada} / \text{Peso corporal}) \times 100$. Este índice es uno de los indicadores más usados en estudios reproductivos de organismos marinos, debido a que ayuda a estimar el grado de desarrollo gonadal relacionando el peso de la gónada y el peso total del organismo, además de facilitar la identificación de los diferentes periodos reproductivos, ya que si el índice da valores elevados suelen relacionarse con estadios avanzados como madurez gonadal y acumulación de gametos, mientras que valores bajos suelen relacionar periodos de reposo o desove (Abadía-Chanona, 2015; López, 2024).

6.4.7. Proporción sexual (sex ratio)

La proporción sexual resulta ser un componente importante para obtener información de cómo se encuentra la salud poblacional del Quitón, esto no es más que la cantidad de individuos de cada sexo en la población, por lo que un desbalance entre macho y hembras podría ocasionar una pérdida en la variabilidad genética y por lo tanto, un aumento en el riesgo de extinción sobre todo en poblaciones pequeñas, entre aquellos riesgos los cambios ambientales drásticos como la temperatura podrían estar afectando aún más (López, 2024).

6.4.8. Medidas morfométricas

Con respecto a las medidas morfométricas los quitones presentan contracción corporal, esto debido a la reacción a causa del estrés y manipulación, por lo tanto, es muy importante realizar el protocolo de relajación, fijación, conservación y disección del organismo para tomar las medidas necesarias y obtener la gónada completa sin pérdida de estructura, las medidas morfométricas son las siguientes: (LT) Longitud total de la concha incluyendo el cinturón del manto, (LC) Longitud de la concha sin el cinturón del manto, (AT) Ancho de la concha incluyendo el cinturón del manto, (AC) Ancho de la concha sin el cinturón del manto, además del (PT) peso corporal del organismo (Figura 14) (Abadía-Chanona, 2015).

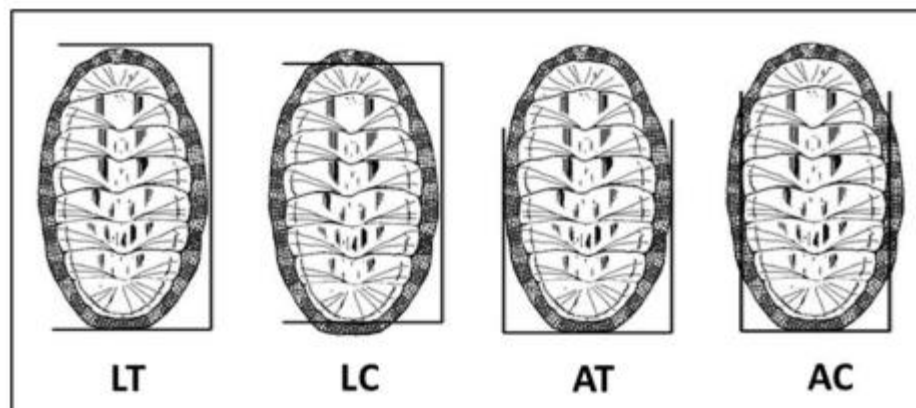


Figura 14. Medidas morfométricas del Quitón (LT) Longitud total de la concha incluyendo el cinturón del manto, (LC) Longitud de la concha sin el cinturón del manto, (AT) Ancho de la concha incluyendo el cinturón del manto, (AC) Ancho de la concha sin el cinturón del manto

Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

6.5. Factores ambientales físicos y químicos

Todos los factores que alteran la pérdida de energía de un organismo, afectan directamente el esfuerzo reproductivo (López, 2024). Entre ellos se encuentran los siguientes:

6.5.1. Temperatura del agua.

La temperatura del agua es uno de los factores ambientales de gran importancia para los ecosistemas acuáticos, ya que puede favorecer o afectar a los distintos procesos biológicos entre ellos los procesos reproductivos, que realizan los diversos organismos bentónicos en la zona intermareal rocosa, la temperatura puede variar debido a diferentes factores como la radiación solar, las mareas y las distintas condiciones climáticas que se presentan en el lugar (López, 2024).

6.5.2. Efectos de la temperatura sobre los estadios gonadales.

Este factor influye directamente en el desarrollo reproductivo de los quitones, entre ellos regula los procesos relacionados con la maduración gonadal y la liberación de los gametos, sin embargo, a temperaturas elevadas puedes causar un estrés fisiológico en el organismo, causando un gasto de energía innecesario, afectando negativamente el esfuerzo reproductivo y el desarrollo gonadal (López, 2024).

6.5.3. pH y acidificación oceánica.

El pH es uno de los factores físicos químicos de gran importancia para los ecosistemas marinos, debido a que ayuda a los diferentes procesos fisiológicos que realizan los distintos organismos marinos, debe señalarse que, la disminución de este factor se encuentra relacionado con la acidificación oceánica, fenómeno que se da debido al incremento del dióxido de carbono en el agua, en consecuencia, estas variaciones afectan directamente a la calcificación de los diferentes organismos (Pavón, 2017; IUCN, 2017).

6.5.4. Influencia del pH sobre la reproducción.

Las variaciones de este factor influye en los procesos reproductivos de los diferentes organismos, entre ellos los polyplacóphoros, afectando los procesos de calcificación e integridad estructural de sus placas, el aumento del carbono disuelto y la disminución del pH pueden generar respuestas fisiológicas negativas, que se pueden ver reflejadas en el comportamiento y funcionalidad de los tejidos calcáreos de estos organismos, así mismo generaría un gasto innecesario de energía, afectando el desarrollo gonadal y la producción de los gametos (Pavón, 2017; IUCN, 2017).

6.6 Consideraciones éticas

Marco Legal de la República del Ecuador

A continuación, se detallan los artículos obtenidos de la normativa vigente de constitución de la República del Ecuador, así como el código orgánico del ambiente y de la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca

a) Constitución de la República del Ecuador (2008)

Título II. Derechos

Segundo capítulo. Derechos del Buen Vivir

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir (Sumak

Kawsay). Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Séptimo capítulo. Derechos de la Naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, así como el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

b) Código Orgánico del Ambiente (2017)

Libro III. Del Patrimonio Natural

Título I. De la Conservación de la Biodiversidad

Art. 44.- Investigación para la conservación de la biodiversidad.

El Estado promoverá la investigación científica in situ y ex situ sobre la biodiversidad, incluyendo actividades de investigación, colección, recolección, movilización y disposición temporal de especímenes biológicos, de conformidad con la normativa ambiental vigente y bajo criterios de conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

c) Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (2020)

Título I. Disposiciones Generales

Art. 7.- Recursos hidrobiológicos.

La presente Ley reconoce como recursos hidrobiológicos a los organismos que habitan permanentemente en ambientes acuáticos continentales y marinos, incluyendo peces, crustáceos, moluscos, equinodermos, algas y demás organismos de interés pesquero, acuícola o científico.

Permiso de investigación obtenido para la ejecución del estudio (Anexo 10).

7. METODOLOGÍA

7.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Santa Elena del cantón Salinas parroquia Anconcito, la cual presentó una extensión territorial aproximada de 9.74 km² (González, 2024).

Con respecto al área de estudio, denominada 2 de febrero, la cual se encuentra localizada a la Bajada de la playa desde el malecón en la zona rocosa de Anconcito, ubicada en las siguientes coordenadas UTM X = 512570, Y = 9742924, esta zona cuenta con una extensión total de 1.875 m², lugar donde se puede observar una alta diversidad de moluscos Polyplacophora (Figura 15).

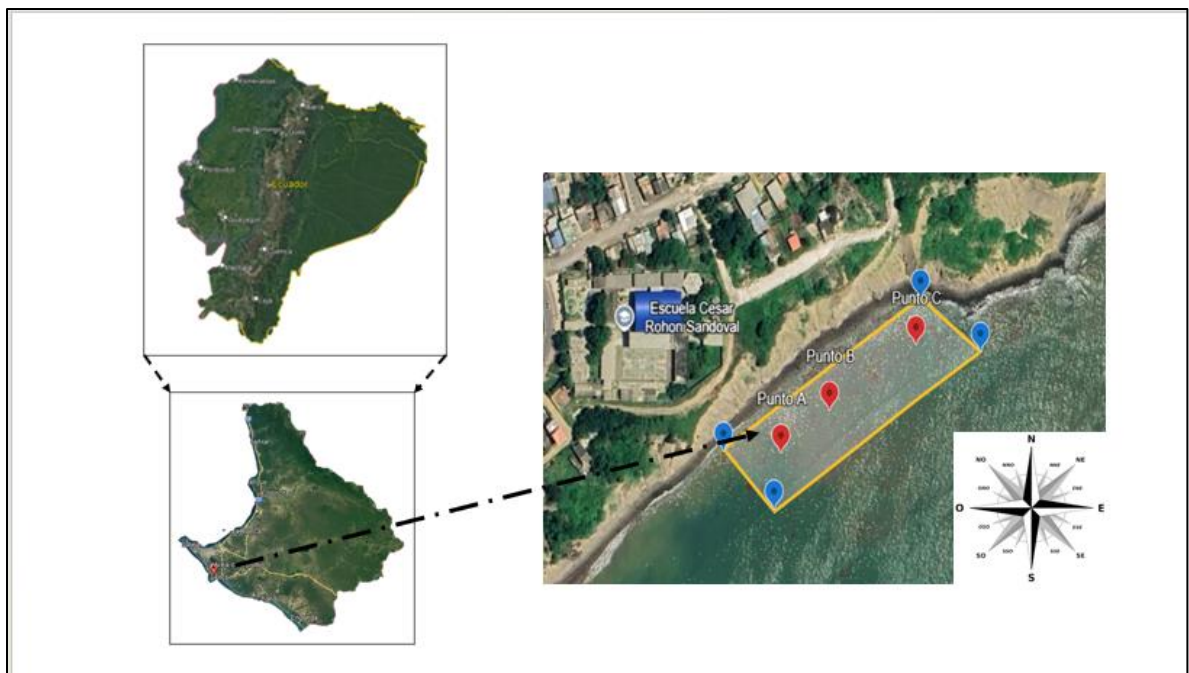


Figura15: Área de estudio en la zona rocosa de Anconcito
Fuente: (Google Earth, 2025; modificado por Silva, 2025)

7.2 División del área de estudio

En cuanto al área de estudio, la cual fue dividida en tres puntos (A, B y C) (Figura 16), ubicado en las siguientes coordenadas UTM (Tabla 1), mismas que fueron obtenidas utilizando el sistema de referencia geodésico WGS84, expresadas en coordenadas UTM correspondientes a la zona 17 Sur, los organismos fueron extraídos al azar de cada punto de muestreo ubicados en la zona intermareal rocosa de Anconcito.



Figura 16. División del área de estudio
Fuente. Google Earth (2025), modificado por Silva, 2025).

Tabla 1. Coordenadas UTM del área de estudio

Puntos de muestreo	Coordenadas x	Coordenadas y
Punto A	512663	9742985
Punto B	512694	9743016
Punto C	512755	9743077
Lateral superior izquierda	512602	9742986
Lateral inferior izquierda	512638	9742951
Lateral superior derecha	512740	9743075

Lateral inferior derecha	512786	9743045
---------------------------------	--------	---------

7.3 Descripción metodológica

7.3.1. Tipo de investigación y enfoque

El presente estudio se llevó a cabo de manera directa, aplicando la investigación de campo *in situ*, mismo que consistió en la recolección y extracción de los especímenes de *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, se desarrolló mediante un diseño no experimental, debido a que las variables ambientales solo fueron observadas y registradas sin manipulación por parte del investigador, de igual manera, este estudio fue de tipo descriptiva la cual consistió en describir los estadios gonadales observados mediante análisis histológico, al igual que correlacional porque se relacionó las variables ambientales e IGS con el desarrollo gonadal de los organismos analizados, también fue observacional longitudinal, debido a que las variables ambientales y biológicas fueron registradas en diferentes tiempos sin manipulación.

Así mismo, este estudio presento un enfoque mixto (Cualitativo y cuantitativo), cuantitativo el cual se basó en la toma de datos ambientales, medidas morfométricas, peso gonadal e IGS, mismas que fueron analizadas mediante análisis estadístico, cualitativo debido a que se basó en observación e identificación de los estadios gonadales del *Chiton stokesii* mediante histología (Sampieri, Fernández & Baptista, 2018; Arias, 2020).

7.3.2. Población y muestra

En este estudio la población estuvo constituida por todos los individuos de *Chiton stokesii* presentes en la zona intermareal rocosa de Anconcito, por lo tanto, la muestra estuvo conformada por un total de 60 individuos adultos, colectados un total de 20 individuos por mes durante el periodo de enero a marzo del 2026, a través de un muestreo no probabilístico, intencional por conveniencia, lo que indica que los organismos fueron seleccionados únicamente adultos con una longitud máxima de 5 cm, mismos que fueron colectados manualmente durante la bajamar como lo indica Avila-Poveda & Abadia-Chanona, (2013).

7.4 Reconocimiento y recorrido del área de estudio

Esta actividad se realizó en diciembre antes de ejecutar los monitoreos, con la finalidad de tener una perspectiva del lugar y de las especies y condiciones de la zona de estudio.

7.5 Duración de monitoreo

Los monitoreos se llevaron a cabo desde enero a marzo del 2026, en la zona intermareal rocosa de Anconcito, Salinas – Ecuador, los horarios de cada monitoreo se realizaron en baja mar de acuerdo con la Tabla de Mareas del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR 2025), garantizando así el acceso al lugar de estudio.

7.6 Validación metodológica

Esta técnica fue estandarizada por (Delgado & Pérez, 2005; Lee, 2001; Díaz et al., 2006; Ávila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013; Abadía-Chanona et al., 2016), los cuales indican que describieron mediante histología los diferentes estadios de desarrollo gonadal en diferentes especies de moluscos e incluso estimaron la primera madurez sexual y distinguieron claramente individuos maduros de inmaduros, por lo tanto este procedimiento permite identificar de manera confiable los diferentes estadios además de su caracterización histológica.

7.7 Técnica e instrumentos para la recolección de datos.

7.7.1 Instrumentos de recolección

A continuación, se detallan los instrumentos utilizados durante el periodo de estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Instrumentos para la recolección de datos

VARIABLE	INSTRUMENTOS	PRECISIÓN
Temperatura	Termómetro digital	$\pm 0,1$ °C
pH	Potenciómetro portátil	$\pm 0,01$ unidades de pH
Longitud	Calibrador Vernier	$\pm 0,01$ mm
Peso corporal	Balanza analítica	$\pm 0,001$ g

Estadios gonadales	Microscopio óptico	0,2 μ m (o 200 nm).
Cortes histológicos	Micrótomo	2 μ m y 10 μ m

7.8 Fase de campo

7.8.1 Recolección de organismos

Según el estudio elaborado por Avila-Poveda & Abadia-Chanona, (2013) mencionan que los individuos considerados adultos se encuentran en una longitud mayor a 5 cm, por lo tanto, en este estudio durante los meses de monitoreo los individuos de *Chiton stokesii* fueron recolectados dos veces por mes en la zona intermareal rocosa de Anconcito, Santa Elena. La extracción fue al azar y la colecta fue de forma manual utilizando una espátula de metal de 1 pulgada para evitar daños en los organismos, esta espátula fue insertada por debajo del pie con inclinación hacia la roca, haciendo palanca para extraerlo como lo menciona Abadia-Chanona, (2015) (Figura 17).



Figura 17. Forma de recolecta del Chiton

7.8.2 Obtención de factores ambientales fisicoquímicos

Durante cada jornada de muestreo se registró factores ambientales físicos y químicos *in situ*, la temperatura del agua fue medida con un termómetro digital de precisión (± 0.1 °C) y el pH con un potenciómetro portátil previamente calibrado (Figura 18), las mediciones se

realizaron en dos horarios (mañana y tarde) se consideró registrarla de esta manera para reducir variabilidad térmica diaria la cual es característica de la zona intermareal rocosa, se registraron triplicados por punto de muestreo.



Figura 18. Termómetro digital y potenciómetro portátil

7.9 Fase de laboratorio

Con respecto a los análisis y observaciones microscópicas se las realizaron en las instalaciones de los laboratorios de la Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

7.9.1 Morfometría

En cuanto a la morfometría se registraron diferentes datos morfométricos del Chitón como (Talla y peso), mismos que fueron tomados con la ayuda de un calibrador Vernier (± 0.01 mm) con el cual se tomó la longitud total del organismo (LT) incluyendo el manto, la longitud de la concha (LC), el ancho total con manto (AT), el ancho de la concha (AC) y la longitud del pie, por último, se registró el peso corporal total del organismo (PT) utilizando una balanza analítica (± 0.001 g) (Figura 19).



Figura 19. Datos morfométricos del *Chiton stokesii*

7.9.2 Proceso de relajación y fijación

Una vez medido cada organismo capturado en la zona de estudio fue sometido a un proceso de relajación y fijación con la finalidad de facilitar la extracción de la gónada completa, por lo tanto, todos los individuos capturados fueron sometidos a intercambios graduales de agua salada y agua dulce a un (50:50) durante 1 hora, añadiendo 5 ml de etanol al 70 %, posteriormente, se aplicó inyecciones de etanol al 70 % por los surcos dorsal y ventral con el fin de garantizar una fijación adecuada, finalmente estos organismos fueron conservados en frascos de vidrio de 5 L con etanol al 70 % hasta el momento de realizar el procesamiento histológico en cada uno de ellos, este procedimiento se basó en el protocolo estandarizado y empleado por Ávila-Poveda & Abadía-Chanona (2013).

7.9.3 Proceso de disección

Para el proceso de disección y extracción de gónadas se utilizó el protocolo estandarizado y establecido por Abadía-Chanona et al., (2016), por lo tanto, en este estudio se realizó lo siguiente, una vez fijadas las muestras, cada organismo fue diseccionado de forma ventral cuidadosamente bajo una lupa estereoscópica, con la finalidad de retirar de una forma más precisa las gónadas con ayuda de pinzas y bisturí, posteriormente se extrajo las gónadas completas y se registró su peso (PG) con la ayuda de una balanza analítica, por ultimo las gónadas extraídas se separaron y almacenaron en viales individuales con etanol al 70 % para su posterior inclusión en histología.

7.9.4 Proceso de histología

Una vez realizado el proceso de disección comienza el procedimiento de histología el cual consistió en someter las gónadas almacenadas en etanol al 70%, a un proceso estándar de inclusión en parafina, por lo tanto, para ellos primero fueron sometidos a un proceso de deshidratación en series crecientes de etanol (70%, 80%, y 96%) con dos cambios por concentración por 2 hora, esto debido al tamaño de las gónadas ya que de esta manera se deshidratan mejor, posterior a ello, las muestras fueron aclaradas en alcohol isopropílico y luego en parafina histológica sólida (punto de fusión 56–58 °C), para finalmente ser incluidas en bloques y obtener cubos de parafina (Ávila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013).

De cada bloque obtenido se realizaron cortes de 5 μm con la ayuda de un micrótopo rotatorio, los cortes se colocaron en portaobjetos y se los sometió a tinción con hematoxilina-eosina (H&E), una vez teñidas las muestras, los portaobjetos se montaron con cubreobjetos y se observaron en el microscopio óptico para la identificación de los estadios gonadales de cada organismo, registrando únicamente hasta la fase de madurez sexual como lo menciona el estudio de Ávila-Poveda & Abadía-Chanona (2013).

7.9.5 Observación de los estadios de desarrollo de la gónada

Una vez realizado todo el procedimiento respectivo se procedió a la observación e identificación de los estadios gonadales de cada individuo utilizando los criterios propuestos por (Ávila-Poveda & Abadía-Chanona, 2013; Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016), por lo tanto, en este estudio las láminas histológicas teñidas con hematoxilina-eosina fueron observadas en un microscopio óptico compuesto y la identificación de los estadios gonadales se realizó siguiendo los criterios histológicos mencionados anteriormente considerando únicamente hasta el estadio de madurez sexual.

A continuación, se detalla los estadios de madurez sexual según los criterios mencionados por (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016):

7.9.6 Descripción de los estadios de maduración del Chitón

Estadio I: Goniogénesis

- **Hembras:** Se debe observar predominio de ovogonias y ovocitos primarios con núcleo grande y citoplasma claro y ausencia de vitelo (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).
- **Machos:** Se debe observar abundancia de espermatogonias y espermatocitos tempranos en la periferia del túbulo (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).

Estadio II: Desarrollo

- **Hembras:** Se debe observar presencia de ovocitos en crecimiento con citoplasma granular, inicio de acumulación de vitelo y aumento progresivo del diámetro ovocitario (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).
- **Machos:** Se debe observar proliferación de espermatoцитos y espermátidas dispuestas en capas hacia el lumen gonadal (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).

Estadio III: Madurez

- **Hembras:** Se debe observar ovocitos maduros de gran tamaño con abundante vitelo eosinófilo y zona pelúcida definida, lumen folicular ocupado casi en su totalidad (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).
- **Machos:** Se debe observar los túbulos seminíferos con lumen lleno de espermatozoides libres y epitelio germinal delgado (Abadía-Chanona, 2015; Abadía-Chanona et al., 2016).

Cada individuo fue clasificado en el estadio correspondiente según el tipo celular predominante en más del 50% de la sección analizada, posterior a ello, se procedió a registrar el sexo, el estadio de desarrollo, mismos que se relacionó con la talla y el peso gonadal de cada organismo registrado (Figura 20).

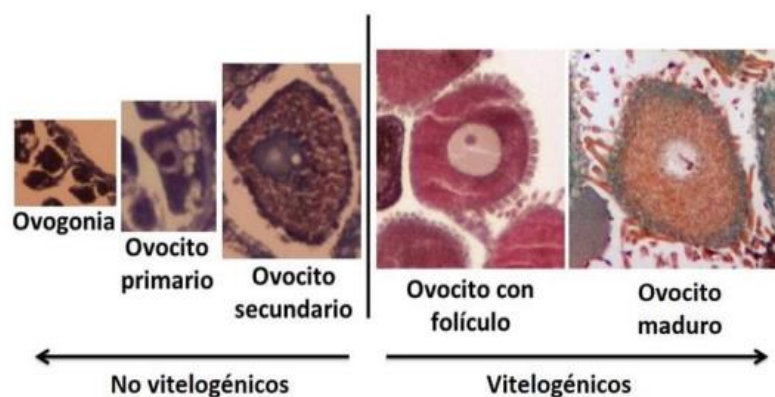


Figura 20. Secuencia histológica del desarrollo del ovocito del Chiton
Fuente. (Abadía-Chanona, 2015)

7.10 Técnicas e instrumentos para el procesamiento y análisis de datos.

Para el análisis de los datos obtenidos de cada muestreo, se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Excel, en la que se incluyó información correspondiente al sexo, morfometría, estadios gonadales, temperatura y pH del agua. Posterior a ello, se calculó la proporción de machos y hembras a través del índice sexual (sex ratio) y el índice gonadosomático (IGS) el cual indica el grado de madurez sexual a través del peso de sus gónadas, vale resaltar que los estadios gonadales fueron clasificados de acuerdo a sus características histológicas observadas, mismas que fueron relacionadas con las variables ambientales e índice gonadosomático (IGS) evaluado su comportamiento reproductivo, luego de ello se realizó una prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene, para conocer la distribución si existe homogeneidad de los datos analizados.

Después, se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y un test posterior de Tukey, para determinar si existe o no diferencias estadísticamente significativas entre los datos, considerando un nivel de significación de $\alpha = 0.05$, posterior a ello, se procedió a realizar una correlación entre la temperatura, pH, estadios de madurez gonadal y el índice gonadosomático, mediante el Coeficiente de correlación de Pearson, cuando los datos fueron normales y mediante el Coeficiente de correlación de Spearman cuando los datos no presentaron normalidad, todos estos análisis se realizaron en el programa Minitab versión 19 y en una hoja de cálculo Microsoft Excel.

7.10.1 Índices Ecológicos

- **Índice sexual (Sex Ratio)**

El índice sexual permite estimar la proporción de machos y hembras en una población y se calcula generalmente como:

$$\text{Sex Ratio (SR)} = \frac{N_{macho}}{N_{hembra}}$$

Donde:

N_{macho} = Número de individuos machos

N_{hembra} = Número de individuos hembras

Interpretación:

$SR = 1 \rightarrow$ proporción equilibrada (50% machos, 50% hembras)

$SR > 1 \rightarrow$ predominan los machos

$SR < 1 \rightarrow$ predominan las hembras (Bower et al., 2003).

- **Índice Gonadosomático (IGS)**

El índice gonadosomático (IGS) el cual se calcula representando la relación entre el peso de la gónada y el peso corporal del organismo en estudio, misma que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$IGS = \frac{PG}{PT - PG} \times 100$$

Donde:

PG: peso de la gónada

PT: peso corporal total del organismo

Valores altos del IGS indican un mayor desarrollo y llenado de gametos maduros en las gónadas, lo que corresponde a los periodos de madurez sexual, sin embargo, la disminución del IGS sugiere la liberación de gametos (desove), mientras que los valores bajos representan gónadas en reposo o en estado inicial de desarrollo, para determinar si existen diferencias en el IGS entre los distintos meses de muestreo, se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA), en caso de encontrar diferencias, se aplica una prueba de comparaciones múltiples de Tukey para identificar en qué meses se presentan dichas diferencias, los resultados se analizan con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y se

representan gráficamente, indicando con letras diferentes los grupos homogéneos (Abadía-
chanona, 2013).

- **Coefficiente de Correlación de Pearson ®**

El coeficiente de correlación de Pearson, su valor oscila entre **-1 y 1** y se la obtiene correlacionando dos variables cuantitativas (Moreno, 2001), por lo tanto, para este estudio, permitirá evaluar si existe una relación lineal significativa o no empleando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ entre la temperatura o el pH del agua y el índice gonadosomático (IGS).

La fórmula general es:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) - y_i \bar{y}}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde:

r = 1 indica una correlación positiva perfecta (cuando una variable aumenta, la otra también lo hace de forma proporcional).

r = -1 indica una correlación negativa perfecta (cuando una variable aumenta, la otra disminuye de forma proporcional).

r = 0 indica ausencia de correlación lineal entre las variables.

x_i, y_i : valores individuales de las variables x (por ejemplo, temperatura o pH) y y (IGS o frecuencia de madurez).

$\bar{x}, \bar{y}$: medias de las variables x e y respectivamente.

- **Coefficiente de correlación de Spearman (ρ)**

El coeficiente de correlación de Spearman (ρ), su valor oscila entre -1 y +1, el cual mide la intensidad y dirección de la asociación monotónica entre variables, por lo tanto, se emplea para evaluar la relación entre dos variables cuando los datos no cumplen el supuesto de normalidad (Moreno, 2001).

Fórmula:

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

Donde:

ρ = coeficiente de correlación de Spearman.

d_i = diferencia entre los rangos de cada observación.

n = número de observaciones.

Interpretación:

$\rho = 1$: correlación positiva perfecta.

$\rho = -1$: correlación negativa perfecta.

$\rho = 0$: ausencia de correlación monotónica.

A través de este índice se obtiene el criterio, para determinar la significación de la correlación obtenida, considerando el nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, por lo tanto, valores menores a 0.05 indican una asociación estadísticamente significativa entre las variables analizadas (Moreno, 2001).

- **Análisis de Componentes Principales (ACP)**

Para el análisis de componentes principales (ACP), se empleó una técnica estadística multivariada para analizar la relación entre variables ambientales, índice gonadosomático, estadios gonadales y adicionalmente las variables morfométricas, así este análisis permitió representar gráficamente la asociación que existe entre las variables analizadas identificando aquellas que presentaron una mayor proporción (Johnson & Wichern, 2019), este análisis se lo realizó a través del programa Minitab versión 19.

8. RESULTADOS

8.1. ÍNDICE SEXUAL (sex ratio).

8.1.1. Proporción de machos y hembras de *Chiton stokesii*

Previo a la aplicación de las pruebas estadísticas se verifico los supuestos, donde la normalidad de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas se comprobó mediante la prueba de Levene, los cuales evidenciaron que los datos cumplieron con ambos supuestos estadísticos, por lo que se utilizó la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) de una vía.

A continuación, se procesaron los datos obtenidos en los meses de muestreo de enero a marzo del 2026, correspondiente a seis salidas al área de estudio, colectando un total de 60 organismos, distribuidas en 26 hembras y 34 machos, registrándose en enero un total de 9 hembras y 11 machos, al igual que en febrero 9 hembras y 11 machos y en marzo 8 hembras, 12 machos durante el periodo de estudio

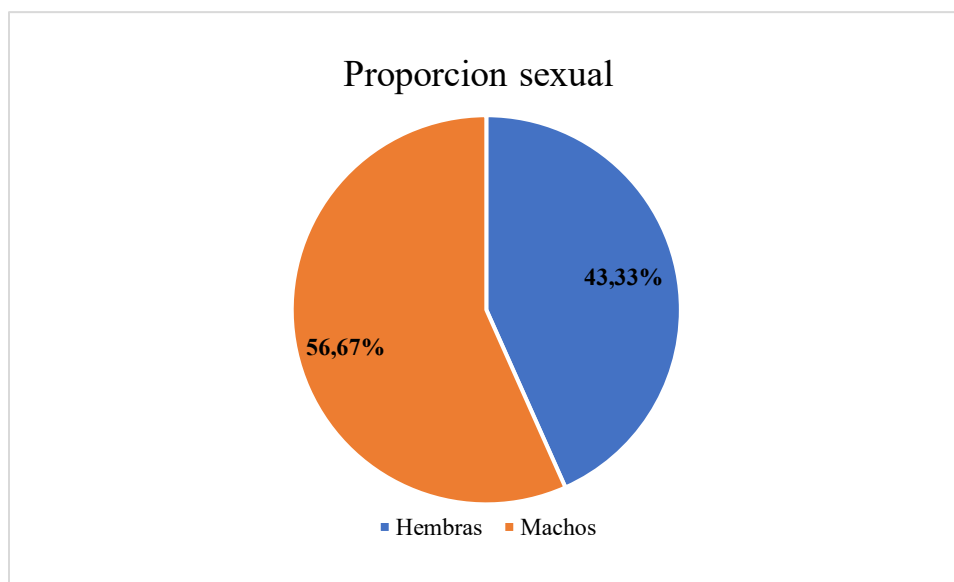


Figura 21. Porcentaje de la proporción sexual de (*Chiton stokesii*) registrados durante el periodo de estudio.

En términos generales la proporción sexual global obtenida de los quitones fue de 1.31:1 (machos:hembras), correspondiente a 34 machos y 26 hembras, esto evidencia una leve

predominancia de individuos machos (56.67 %) respecto a las hembras (43.33 %) durante el período de estudio, aunque la diferencia no es extremadamente marcada (Figura 21).

Tabla 3. Proporción sexual 1:1 (machos y hembras) – Índice Sex ratio (SR)

Fecha	Machos	Hembras	SR (M/H)	Interpretación
12 – enero	5	5	1	Proporción equilibrada
27 – enero	6	4	1.5	Predominan machos
12 – febrero	6	4	1.5	Predominan machos
27 – febrero	5	5	1	Proporción equilibrada
14 – marzo	5	5	1	Proporción equilibrada
30 - marzo	7	3	2.3	Predominio marcado de machos
Total	34	26		

Con respecto al índice de Sex ratio (SR), se observaron diferentes variaciones que oscilaron entre 1.0 a 2.3 a lo largo de los monitoreos realizados, de este modo varios los muestreos realizados presentaron un (SR de 1.0), debido al registro de una proporción de 5 machos 5 hembras cada uno, lo que indica una proporción equilibrada de la población, así mismo en otros casos el índice presento un (SR de 1.5), debido al registro de 6 machos y 4 hembras cada uno, lo que indica un ligero predominio de machos y finalmente se obtuvo se obtuvo un valor máximo de (SR de 2.3), debido al registro de 7 machos y 3 hembras, lo que indica un predominio marcado de machos (Tabla 3).

De manera general, se contabilizaron 34 machos y 26 hembras, obteniéndose un SR global de 1,31:1, lo que indica que por cada hembra registrada hubo aproximadamente 1,31 machos, lo que indica una ligera predominancia de machos en la población de quitones muestreada, así mismo en términos porcentuales la población estuvo conformada de 56,7 % de machos y 43,3 % de hembras, confirmando la dominancia en machos, en consecuencia de ello, esto podría estar asociado a diferentes factores ambientales o a variaciones en los ciclos reproductivos de la especie, que podrían favorecer a una mayor presencia durante los meses evaluados.

8.2. Morfometría

8.2.1. Talla promedio mensual de los organismos colectados

Tabla 4. Talla promedio de los organismos colectados en los meses de monitoreo

Meses	LT cm	LC cm	AT cm	AC cm
enero	5.93	5.33	3.73	2.89
febrero	6.70	5.96	4.01	3.44
marzo	6.08	5.34	3.96	2.96

Durante los meses de muestreo, las tallas promedio que se analizaron por mes presentaron diferentes variaciones, registrándose febrero con valores promedios más altos en LT-6.70; LC-5.96; AT-4.01 y AC3.44 cm, a comparación de enero y marzo que presentaron valores intermedios (Tabla 4).

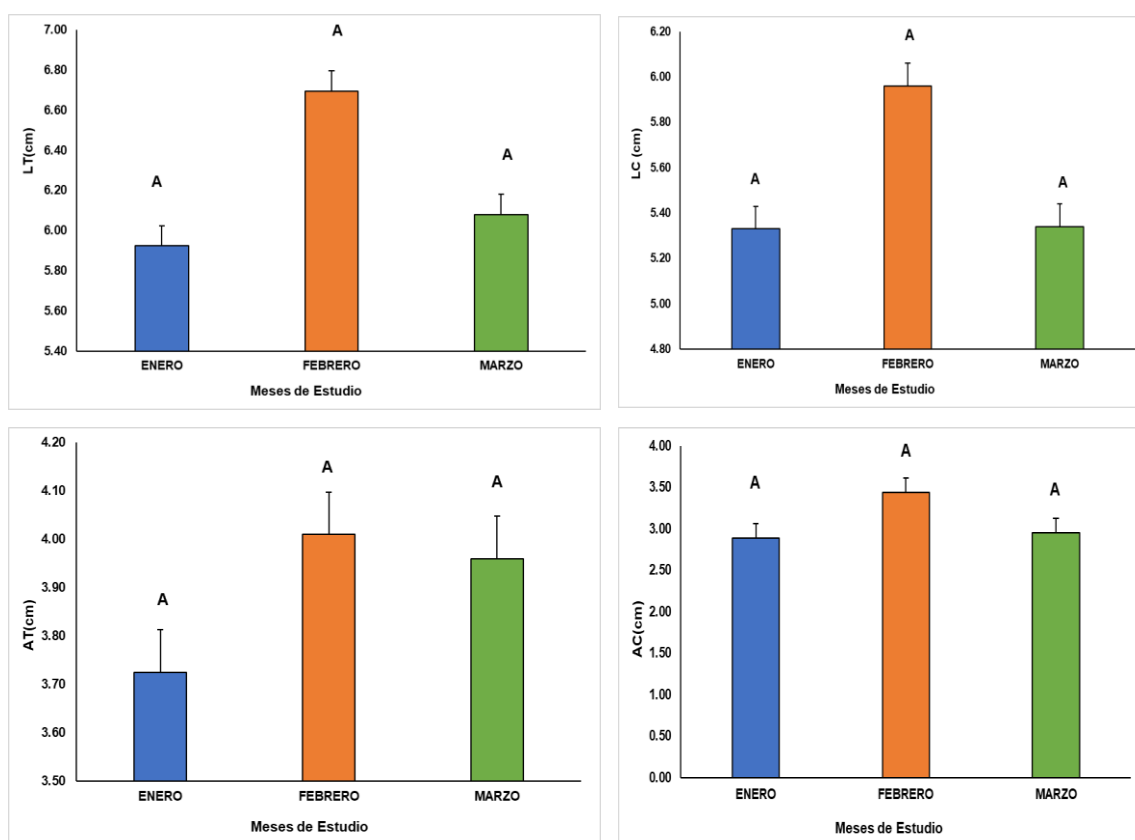


Figura 22. Distribución de las tallas mensual de los organismos colectados. Las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Sin embargo, estadísticamente no se evidenciaron diferencias significativas entre los meses evaluados, debido a que los valores fueron mayores $p < 0,05$, por esta razón las barras presentaron la misma letra, lo que indica que no difieren entre sí (Figura 22) (Anexo 1).

8.2.2. Talla promedio por sexo de los organismos colectados durante el periodo de monitoreo

Tabla 5. Tabla promedio de los organismos machos y hembras colectados en los meses de muestreo

Meses	Sexo	LT cm	LC cm	AT cm	AC cm
enero	Macho	6.17	5.57	3.89	2.95
	Hembra	5.62	5.03	3.52	2.81
febrero	Macho	6.95	6.19	4.17	3.71
	Hembra	6.38	5.68	3.81	3.10
marzo	Macho	5.99	5.28	3.93	2.93
	Hembra	6.21	5.44	4.01	2.99

Durante los meses de muestreo, las tallas promedio registradas en los organismos colectados machos y hembras presentaron diferentes variaciones, registrándose a los machos con tallas más elevadas en febrero, LT = 6.95 cm; LC = 6.19 cm; AT = 4.17 cm y AC = 3.71 cm, a comparación de las hembras que presentaron valores más bajos en enero y febrero LT = 6.38–6.21 cm; LC = 5.68–5.44 cm; AT = 3.81–4.01 cm y AC = 3.10 cm (Tabla 5)

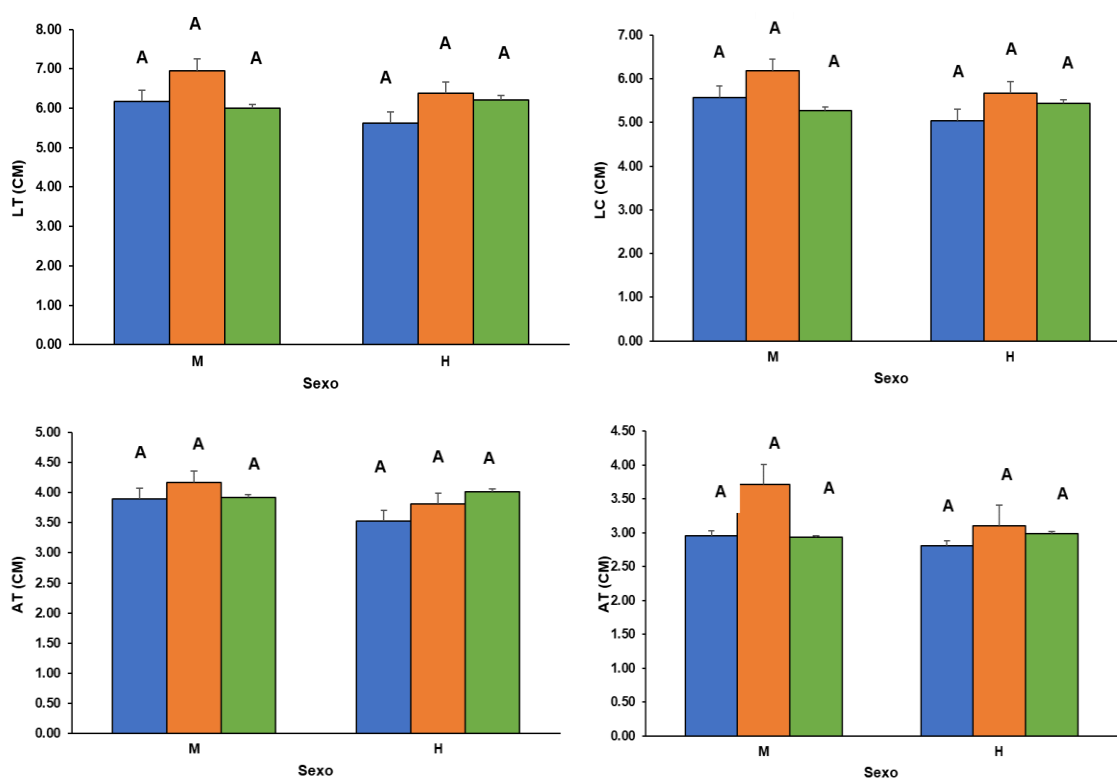


Figura 23. Distribución de las tallas promedio por sexo de los organismos colectados en los muestreos. Azul: enero, Naranja: Febrero, Verde: Marzo. Las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Sin embargo, estadísticamente no se evidenciaron diferencias significativas entre los meses evaluados, debido a que los valores fueron mayores $p < 0,05$, por esta razón las barras presentaron la misma letra, lo que indica que no difieren entre sí (Figura 23) (Anexo 2).

8.2.3. Talla y Peso de los individuos machos y hembras colectados

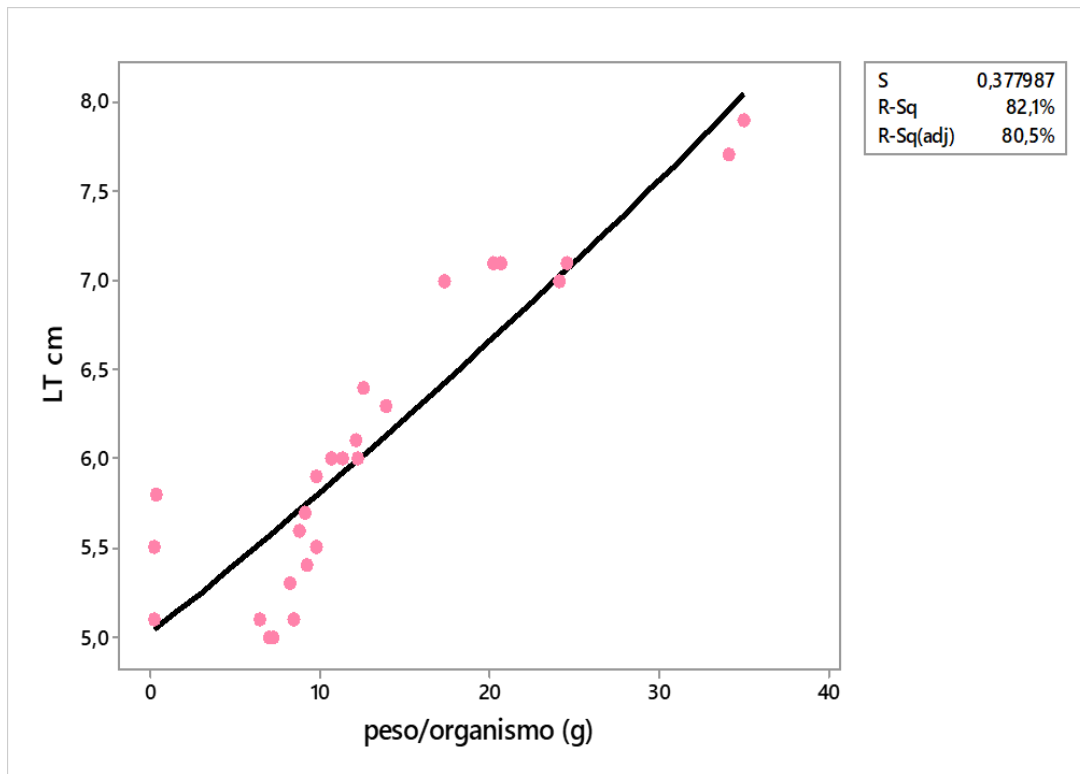


Figura 24. Dispersión de los datos entre longitud total y peso en las hembras colectados durante los muestreos.

Con respecto a la morfometría de los organismos colectados, los cuales presentaron tallas comprendidas entre un rango de 4.7 a 9 cm de longitud total y presentaron pesos comprendidos entre un rango de 0.2 a 48.46 g, en todos los muestreos ejecutados (Tabla 6), por lo tanto, la figura muestra que las hembras presentaron una menor dispersión de los datos alrededor de la línea de regresión de ($S = 0.378$) y una fuerte relación de ($R^2 = 80.5\%$) (Figura 24).

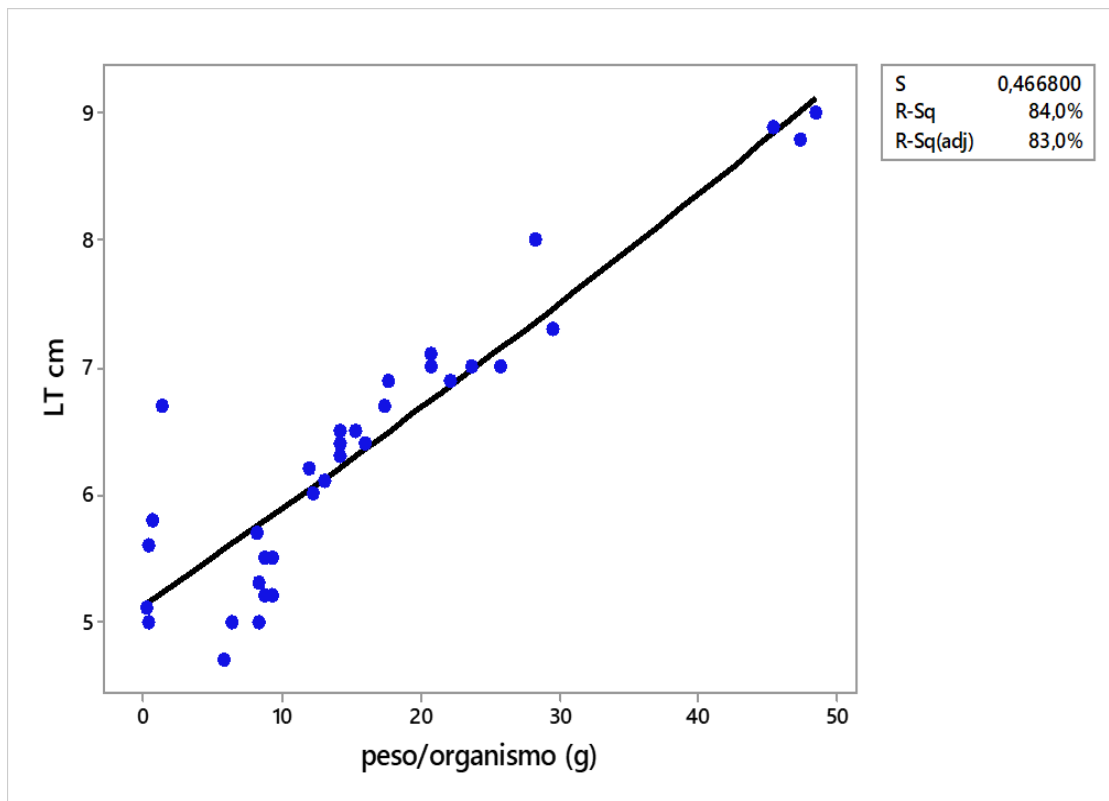


Figura 25. Dispersión de los datos entre longitud total y peso en los machos colectados durante los muestreos.

No obstante los machos presentaron una mayor dispersión de los datos alrededor de la línea de regresión de ($S = 0.467$) y una fuerte relación de ($R^2 = 83.0\%$) (Figura 25), lo que sugiere una relación ligeramente más consistente en machos que en las hembras, sin embargo para ambos sexos se observó una relación positiva entre la longitud y el peso, lo que indica que a mayor tamaño mayor es el peso corporal del organismo, aumentan proporcionalmente, el cual es un patrón observado en este tipo de organismos.

8.3. Estadios gonadales de *Chiton stokesii* hasta el estadio de madurez

8.3.1. Peso promedio mensual de los organismos colectados y gónadas extraídas

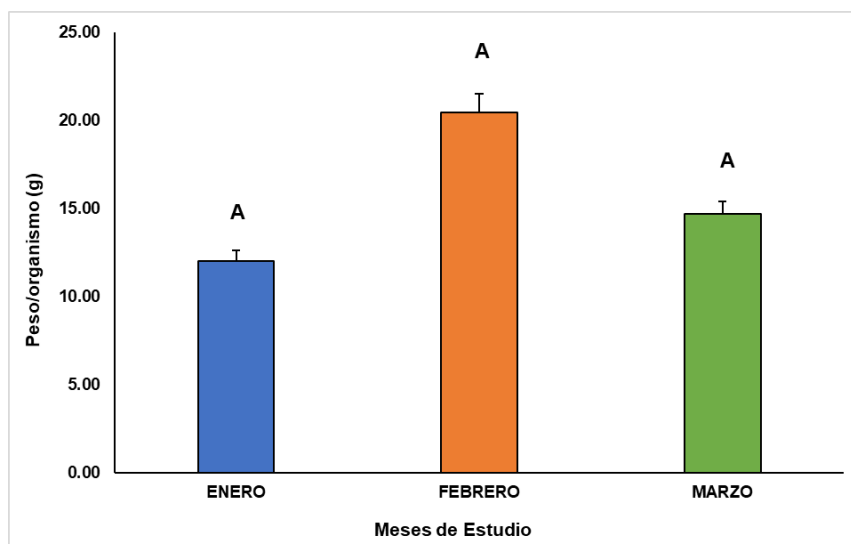


Figura 26. Peso promedio mensual de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Durante los meses de muestreo, el peso promedio registrados mensualmente de los organismos presentó diferentes variaciones, registrándose a febrero con el valor más alto (20.45 g), seguido de marzo (14.67 g) y enero (12.01 g) (Figura 26). Sin embargo, estadísticamente no evidenció diferencias significativas entre los meses evaluados, ya que los valores fueron mayores a ($p < 0,05$); en función de ello, las barras presentan la misma letra, indicando que los promedios no difieren entre si (Anexo 3).

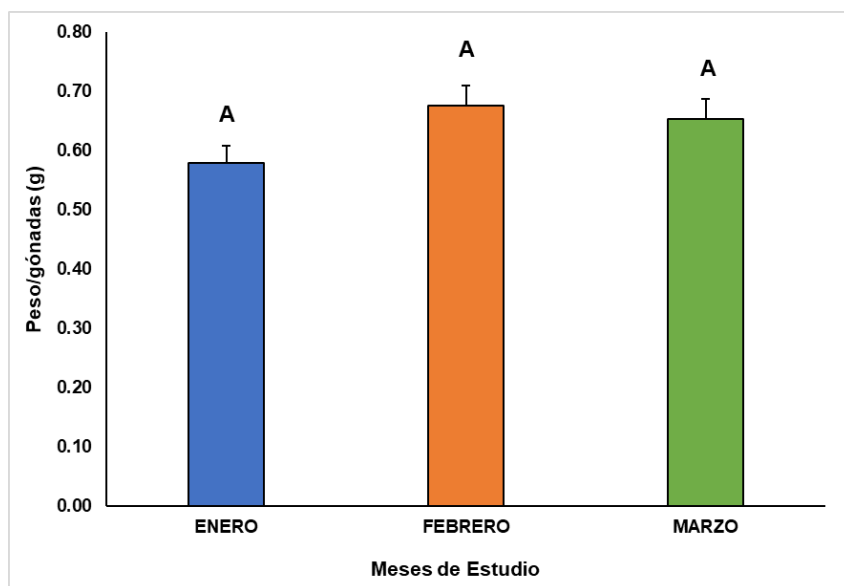


Figura 27. Peso promedio mensual de las gónadas extraídas de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Durante los meses de muestreo, el peso promedio registrados mensualmente de las gónadas presentó diferentes variaciones, registrándose a febrero con el valor más alto (0.68 g), seguido de marzo (0.65g) y enero (0.58 g) (Figura 27). Sin embargo, estadísticamente no evidenció diferencias significativas entre los meses evaluados, ya que los valores fueron mayores a ($p < 0,05$); como resultado, las barras presentan la misma letra, indicando que los promedios no difieren entre si (Anexo 3).

8.3.2. Peso promedio por sexo de las gónadas extraídas de los organismos capturados

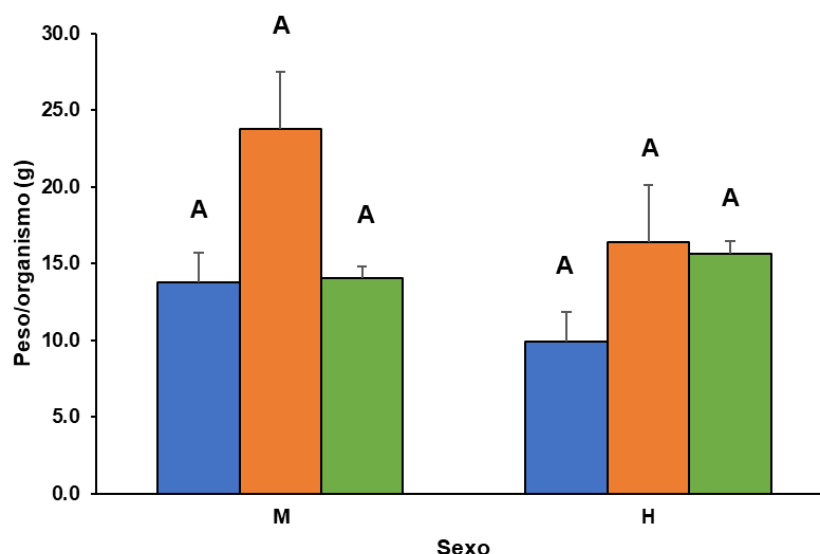


Figura 28. Peso promedio por sexo de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Con respecto al peso corporal registrado por sexo durante los meses de muestreo presentaron variaciones, los cuales indican que los machos presentaron pesos mayores principalmente en el mes de febrero (23.8 g), seguido con marzo (14.0 g) y finalmente enero (13.8 g), En el caso de las hembras el peso mayor fue en febrero (16.4 g), seguido de marzo (15.6 g) y enero (9.9 g) (Figura 28), Sin embargo, estadísticamente no evidenció diferencias significativas entre los meses evaluados, ya que los valores fueron mayores a ($p < 0,05$); por este motivo, las barras presentan la misma letra, indicando que los promedios no difieren entre si (Anexo 4).

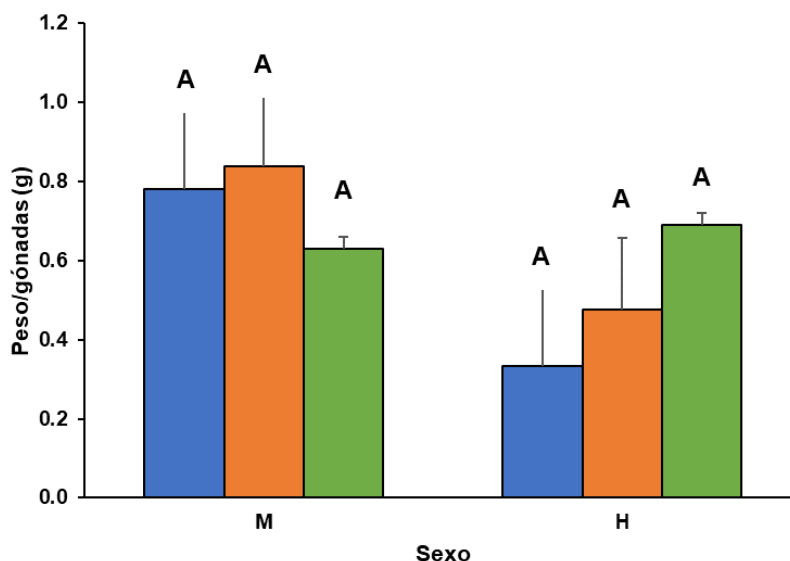


Figura 29. Peso promedio por sexo de las gónadas extraídas de los organismos colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Con respecto al peso registrado de las gónadas por sexo durante los meses de muestreo presentaron variaciones, los cuales indican que los machos presentaron pesos mayores principalmente en el mes de febrero (0.84 g), seguido de enero (0.79 g) y finalmente marzo (0.63 g), en el caso de las hembras el peso mayor fue en marzo (0.69 g), seguido de febrero (0.48 g) y enero (0.33 g) (Figura 29), Sin embargo, estadísticamente no evidenció diferencias significativas entre los meses evaluados, ya que los valores fueron mayores a ($p < 0,05$); de esta manera, las barras presentan la misma letra, indicando que los promedios no difieren entre si (Anexo 4).

8.3.3. Estadios gonadales de los organismos colectados durante el periodo de muestreo

Tabla 6. Número de individuos por estadios gonadales de machos y hembras registrados durante el periodo de muestreo.

Meses	Estadio III H	Estadio III M	Estadio IV M
Enero	9	5	6
Febrero	9	9	2
Marzo	8	8	4
Total	26	22	12

Con respecto a los estadios gonadales durante los meses de muestreo se registraron los siguientes: estadios III (Maduración) y estadio IV (Desove), resultando el estadio III en hembras el más abundante durante el estudio con un total de 26 individuos registrados, seguido de estadio III (machos) con un total de 22 individuos y finalmente el estadio VI (Machos) con un total de 12 individuos, por lo tanto, a manera general el estadio III y el sexo femenino fue el más abundante (Tabla 5).

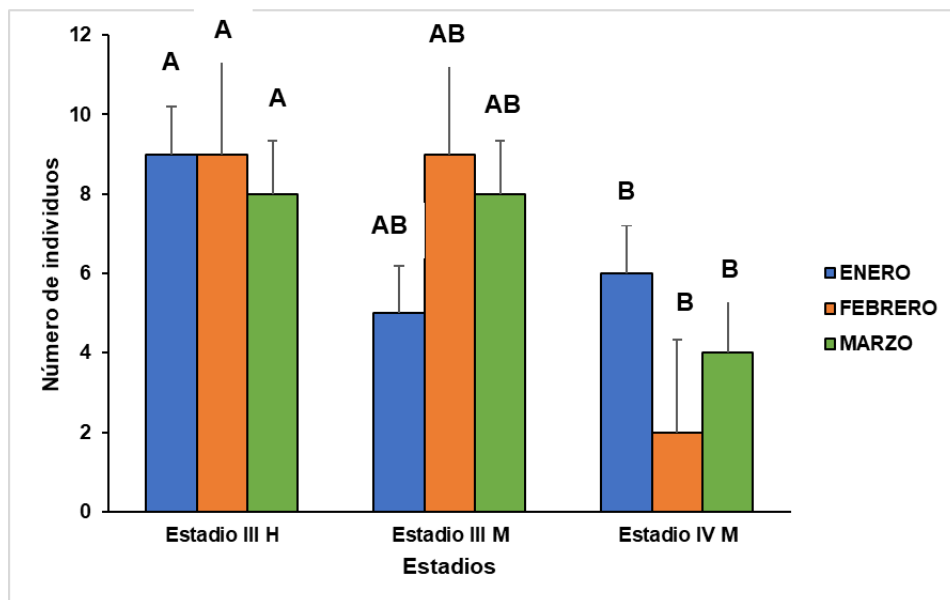


Figura 30. Número de individuo por estadios gonadales de los organismos machos y hembras colectados durante los muestreos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Coincidiendo con la gráfica, la cual evidencia diferencias estadísticamente significativas entre el estadio III (Hembras) y Estadio IV (Machos), sin embargo, el estadio III (machos) presento una condición intermedia (AB), lo que indica que no existe diferencias significativas, debido a que comparten características estadísticas con los otros grupos (Figura 30) (Anexo 5).

8.3.4. Observación macro y microscópica de los estadios gonadales de los organismos colectados durante los muestreos.

8.3.4.1. Identificación macroscópica de las gónadas en estado de madurez y desove hembra de macho de *Chiton stokesii*

A continuación, se observa la diferencia macroscópica de las gónadas hembra y macho del *Chiton stokesii*, conservando diferencias en la forma y coloración de las gónadas, presentando colores de verde para las hembras y colores que van del salmón, rosado anaranjado (Figura 31).



Figura 31. Diferenciación macroscópica de las gónadas de *Chiton stokesii*. A). Gónada de macho, B). Gónada de hembra.

Las características principales antes del análisis histológico de las muestras, los colores que se muestran en las gónadas del macho en estadio de maduración son de color naranja y en los desoves un color salmo pálido (Figura 32).



Figura 32. Diferenciación macroscópica de las gónadas macho en maduración y desove en *Chiton stokesii*. A). Gónada madura, B). Gónada en desove

A continuación, se observa las gónadas hembra en estado de maduración del *Chiton stokesii*, conservando diferencias en la forma y coloración de las gónadas, presentando una coloración verde oliva (Figura 33).



Figura 33. Diferenciación macroscópica de las gónadas hembra en maduración de *Chiton stokesii*.

8.3.4.3. Identificación microscópica de los estadios gonadales de *Chiton stokesii*.

Estadio III – Maduración

El análisis microscópico de las gónadas permitió observar el estadio III de maduración tanto en hembras como en machos, por lo tanto, en la figura 34 se puede observar una gónada hembra la cual permitió identificar ovocitos en desarrollo, espacios interfoliculares distribuidos en el tejido conectiva denso, el cual brinda soporte a la gónada, estas características observadas indican que la gónada se encuentra en un proceso de maduración activa como lo menciona Abadia- chanona (2015).

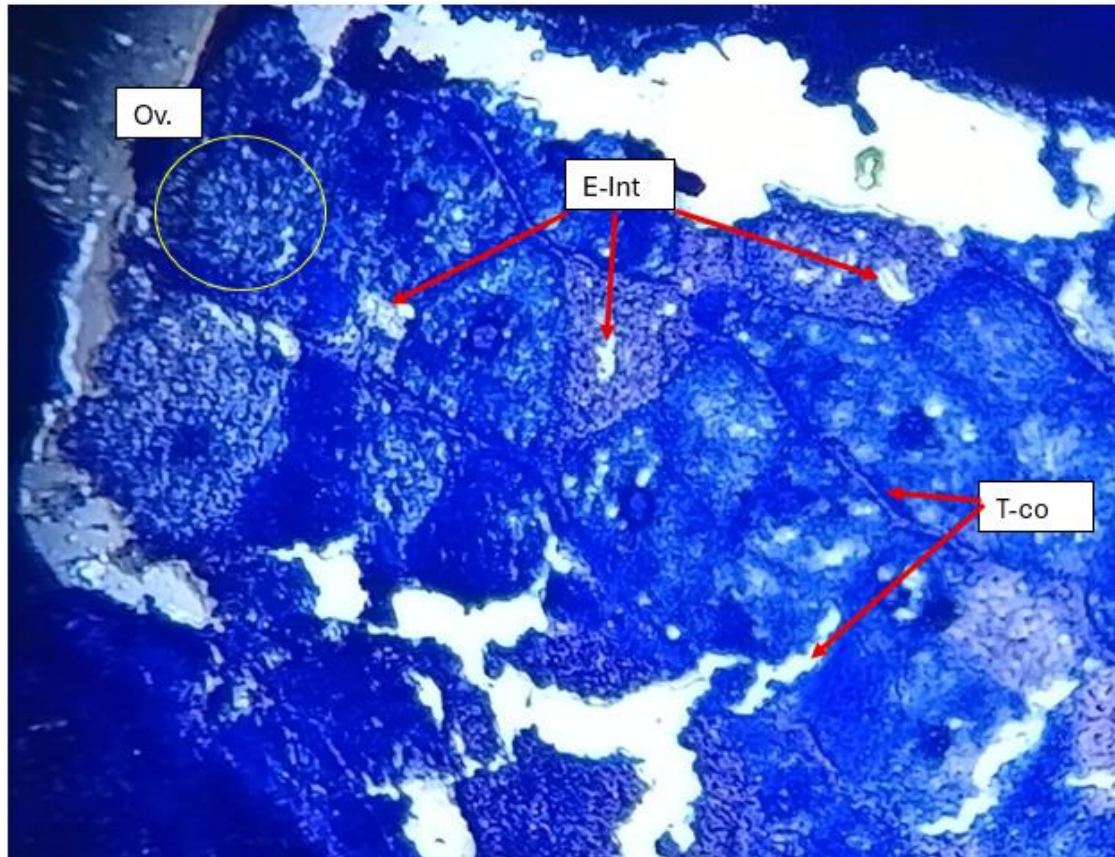


Figura 34. Estadio III – Maduración de *Chiton stokesii* – Gónada hembra, Observación microscópica, Ov) Ovocitos; E-int) Espacios interfoliculares; T-co) Tejido conectivo denso

En la figura 35 se puede observar con más detalle la gónada hembra la cual permitió identificar folículos ováricos, ovocitos maduros los cuales se encontraban listos para desovar, así mismos espacios interfoliculares y tejido conectivo denso, por lo tanto, debido a la cantidad de ovocitos maduros que se encontraban dentro de los folículos indican que la gónada está en un alto grado de desarrollo y lo cual indica que esta próxima en liberar sus gametos al medio como lo menciona Abadia- chanona (2015).

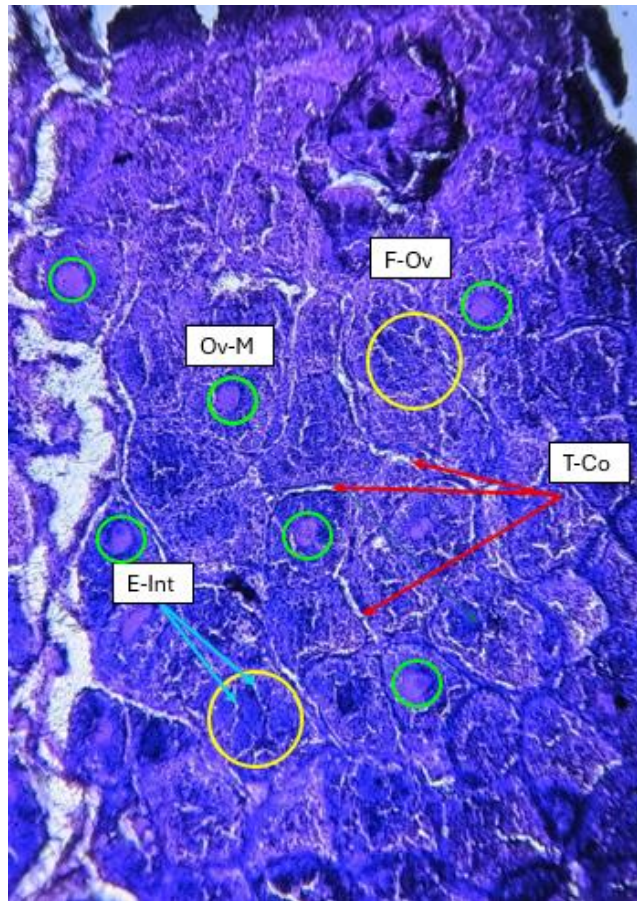


Figura 35. Estadio III – Maduración de *Chiton stokesii* – Gónada hembra, Observación microscópica, F-Ov) Folículos ováricos; Ov-M) Ovocito maduros listo para desovar, E-int) espacios interfoliculares; T-co) Tejido conectivo denso

A continuación, se detalla el análisis microscópico de las gónadas macho en estadio de maduración, donde se puede observar con más detalle la organización de la gónada macho, la cual permitió identificar lobulillos testiculares mismos que se encuentran delimitados por los septos interlobulilares, además de observar el lumen gonadal y el tejido conectivo el cual proporciona soporte al órgano reproductor del chiton, estas características observadas muestran un estado avanzado de desarrollo gonadal lo que indica que es una gónada madura (Figura 36) como lo menciona Abadia- chanona (2015).

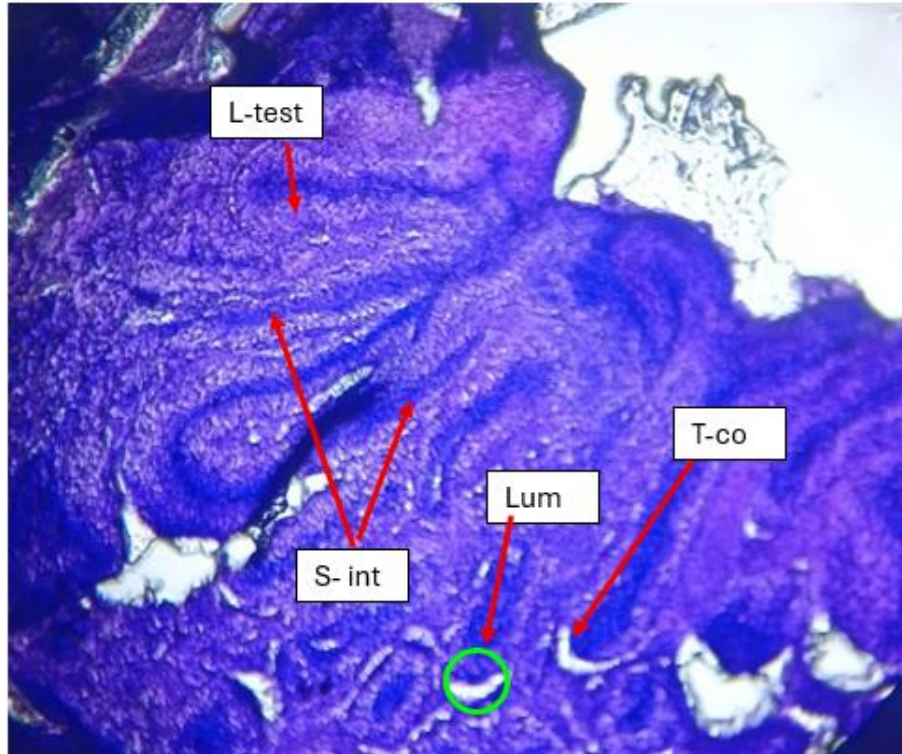


Figura 36. Estadio III – Maduración de *Chiton stokesii* - Gónada macho, Observación microscópica, S-int) Septos interlobular; L) Lúmenes; T-co) Tejido conectivo; L-test) Lobulillos testiculares.

Estadio IV – Desove

En la Figura 37 se detalla el análisis microbiológico de las gónadas macho de *Chiton stokesii* correspondiente al estadio IV de desove, en la cual se pueden distinguir lobulillos testiculares delimitados por el tejido conectivo denso y a su vez separados por amplios lúmenes, de igual manera la presencia de espacios vacíos dentro de los lobulillos, indican que una parte de los espermatozoides ya fue liberada al medio, mientras que el epitelio germinal residual continúa produciendo nuevas células germinales adherido a la pared de los lobulillos, estas características indican que se encontraban en una fase activa de desove, como lo menciona Abadía-Chanona (2015).

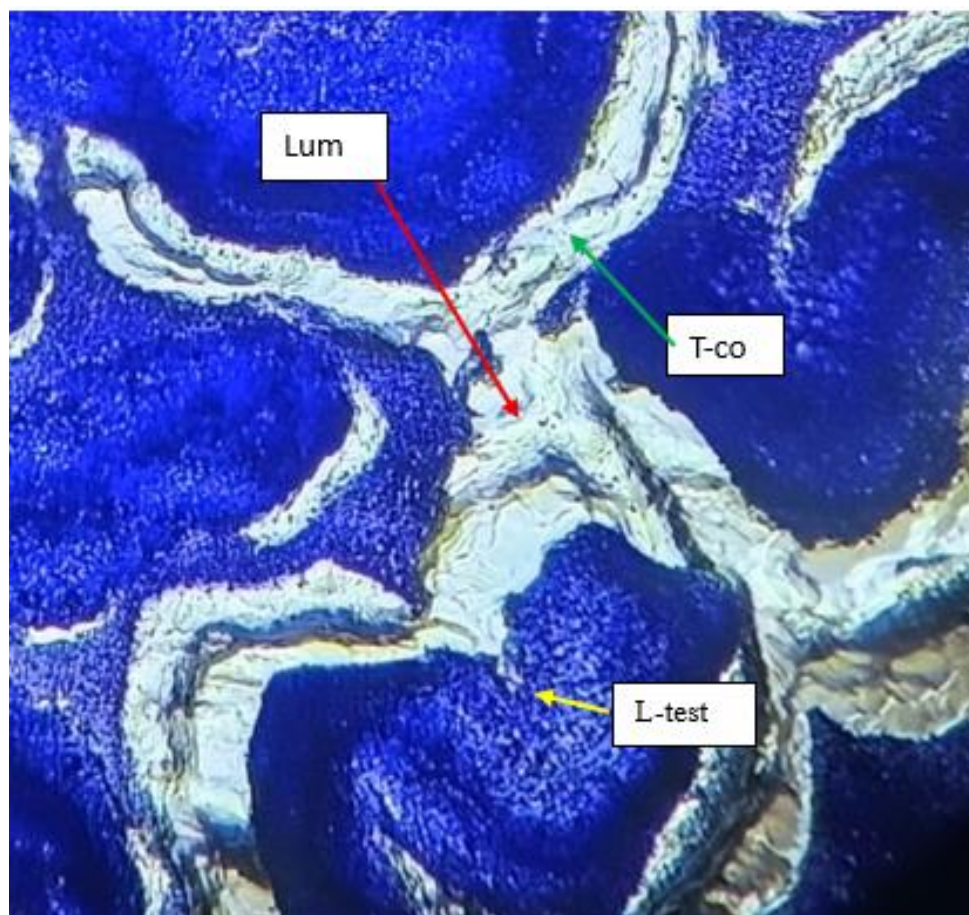


Figura 37. Estadio IV – Desove de *Chiton stokesii*, Observación microscópica, L) Lumenes; T-co) Tejido conectivo; L-test) Lobulillos testiculares.

8.4. Correlacionar los parámetros ambientales con el estadio de madurez gonadal e índice gonadosomático

8.4.1. Parámetros ambientales

Tabla 7. Promedio mensual de parámetros ambientales registrados durante los muestreos.

Meses	Temp am	Ph am	Temp pm	pH pm
Enero	26.00	8.70	29.28	8.77
Febrero	27.32	8.53	29.90	8.67
Marzo	29.67	8.87	28.33	8.73

Durante el periodo de estudio, los parámetros ambientales registrados mostraron variaciones entre los meses de muestreo, donde la temperatura presento un incremento de 26 a 29.67 °C de enero a marzo, mientras que la temperatura registro un valor máximo en febrero de 29.90°C y disminuyo en marzo a 28.33°C, con respecto al pH los valores registrados se mantuvieron entre 8.53 a 8.87 en todo el periodo de muestreo, por lo tanto, los resultados obtenidos evidencian estabilidad durante el muestreo (Tabla 6).

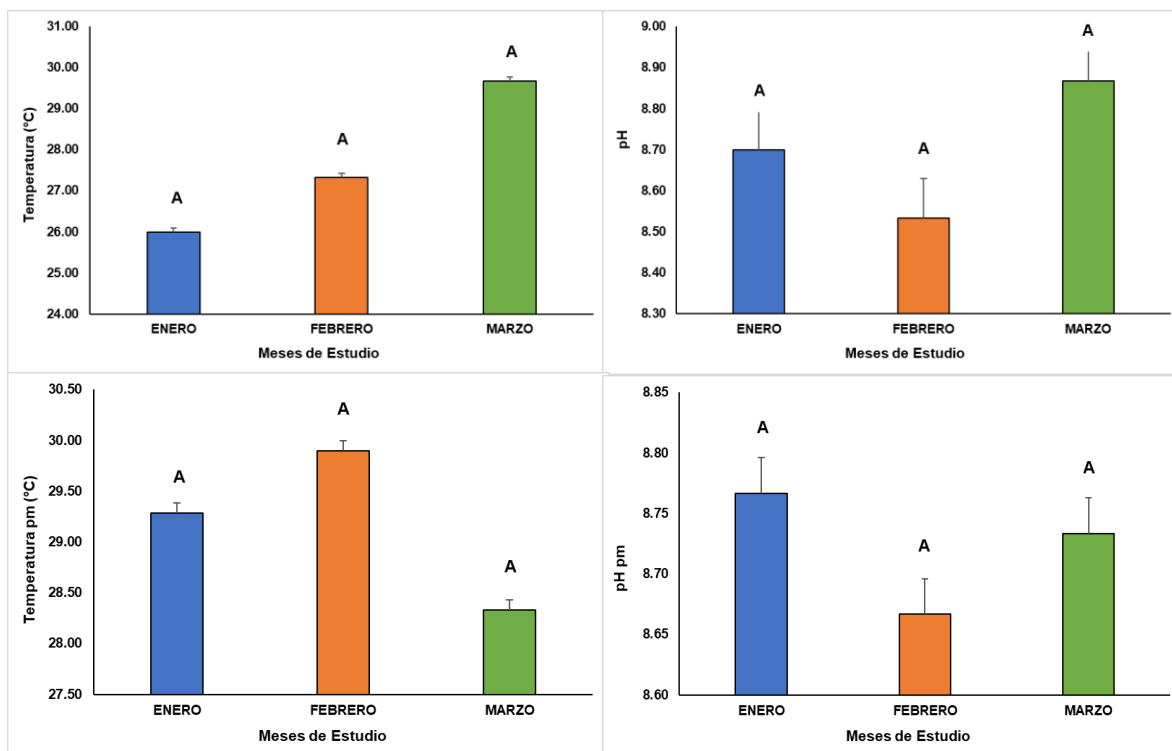


Figura 38. Parámetros ambientales registrados durante el periodo de muestreo, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Sin embargo, estadísticamente no evidenció diferencias significativas entre los meses evaluados, ya que los valores fueron mayores a ($p < 0,05$); así, las barras presentan la misma letra, indicando que los promedios no difieren entre si (Figura 38) (Anexo 6).

8.4.2. Índice gonadosomático (IGS).

Tabla 8. Promedio mensual del índice gonadosomático obtenido de hembras y machos registrados durante el periodo de muestreo

Meses	Hembras	Machos
Enero	3.42	5.48
Febrero	2.87	3.15
Marzo	3.93	4.06

Durante el periodo de estudio, el análisis del índice gonadosomático presentó diferentes variaciones en ambos sexos, por lo tanto, en el mes de enero se registró a los machos con un valor más elevado de 5.48% superando a las hembras con 3,41%, sin embargo, en el mes de febrero se registró una disminución en ambos sexos, donde los machos registraron 3,14% y las hembras 2,88%, finalmente en el mes marzo se registró un aumento presentando valores de 4,05% en machos y hembras de 3,93% (Tabla 8).

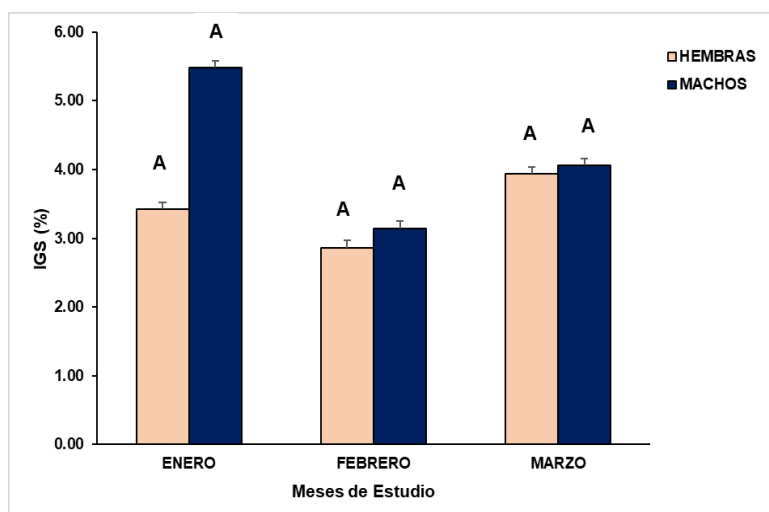


Figura 39. Promedio mensual del índice gonadosomático en hembras y machos, las barras representan la Media $\pm$ DS. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0,05$).

Sin embargo, los resultados obtenidos mediante el IGS, indican que a pesar de que los machos presentaron valores promedio superiores en comparación a las hembras, estadísticamente no existe diferencias significativas entre ambos sexos ($p > 0,05$), esta

ausencia podría deberse a patrones reproductivos similares durante el período de estudio (Figura 39) (Anexo 7).

8.4.3. Correlación de parámetros ambientales, estadios gonadales e índice gonadosomático

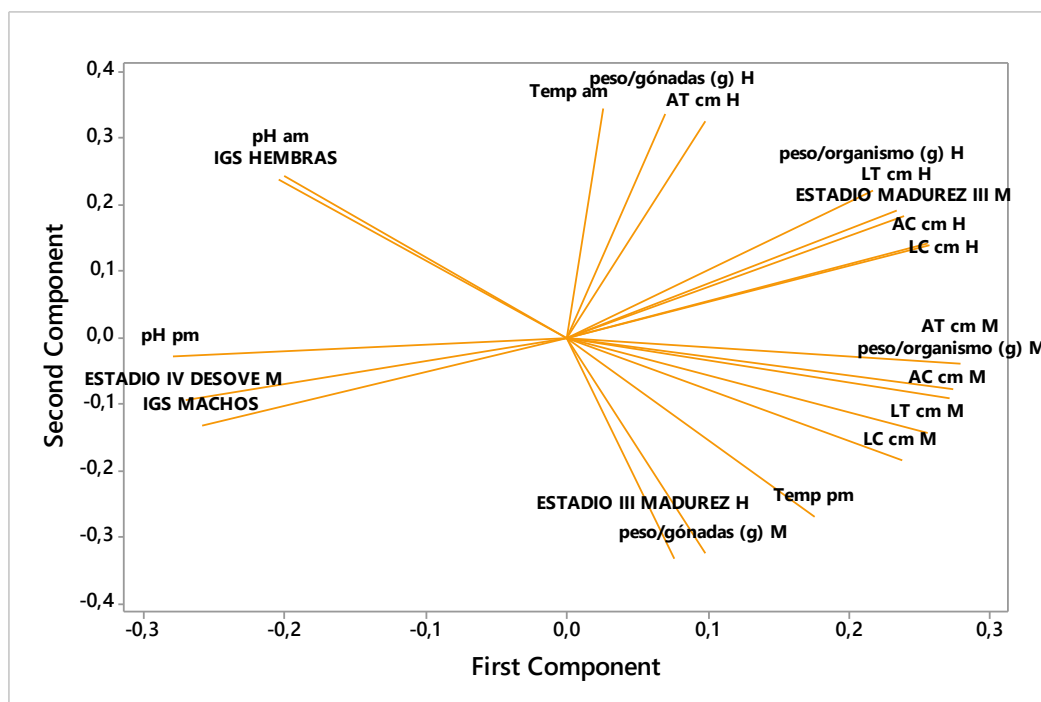


Figura 40. Correlación entre parámetros ambientales y reproductivos mediante un análisis de componentes principales

La correlación realizada mediante al análisis de componentes principales, evidenció una asociación entre los parámetros ambientales y reproductivos de *Chiton stokesii*, en el caso de las hembras el IGS presento una relación positiva con el pH registrado en horarios matutinos, mientras que el estadios III de maduración tuvo una relación positiva con el peso gonadal y la temperatura en horarios matutinos, en el caso de los machos el IGS presento una relación positiva con el pH en horarios vespertinos y con el estadio IV de desove, mientras que el estadio III de maduración tuvo una relación positiva con el peso de las gónadas y la temperatura registrada en horarios vespertinos, lo cual sugiere que este resultado, sugiere que estos factores podrían estar relacionados y favorecer al desarrollo gonadal y a los procesos reproductivos de esta especie, de manera complementaria, se analizó la morfometría registrada de cada organismo, donde el peso corporal tuvo una

relación positiva entre sexos, indicando que individuos de mayor tamaño, mayor es el peso corporal, por lo tanto tienden a presentar un mayor desarrollo reproductivo, este análisis se utilizó como una herramienta exploratoria para resumir la variabilidad de las variables evaluadas e identificar los principales patrones de asociación durante el periodo de estudio, facilitando la interpretación de las relaciones observadas entre los parámetros ambientales y reproductivos (Figura 40) (Anexo 8).

9. DISCUSIÓN

El presente estudio se lo llevo a cabo en la zona intermareal rocosa de Anconcito perteneciente a la provincia de Santa Elena, donde se seleccionó y se colecto un total de 60 individuos de *Chiton stokesii*, de los cuales 26 fueron hembras y 34 machos durante el periodo de enero a marzo del 2026, posterior a la extracción los organismos, se registró la proporción sexual obteniendo un Sex ratio general de 1.31, lo que indica una predominancia marcada en machos a comparación de las hembras, sin embargo esta predominancia no altera su reproducción, debido a que en especies intermareales se puede presentar variaciones temporales en su abundancia, el cual puede estar relacionado con el desove y el periodo reproductivo del mismo como lo indican Avila-Poveda y Abadía-Chanona (2013).

Según el estudio elaborado por Abadía-Chanona (2015) el cual indica que presento una proporción sexual equilibrada 1:1 registrando un total de 192 machos y 191 hembras de *Chiton articulatus*, sin diferencias significativas entre sexos según el sex ratio obtenido, además la autora menciona que pueden existir variaciones temporales que pueden estar asociados a periodos de desove. Asimismo, investigadores como Avila-Poveda y Abadía-Chanona (2013) los cuales indican que el análisis de la proporción sexual puede presentar diferentes variaciones temporales que pueden estar asociadas a su periodo reproductivo, desove y al desarrollo gonadal de los poliplacóforos. Esto se relaciona con el actual estudio, ya que la dominancia que presentaron los machos podría estar asociada a la variación de una estrategia reproductiva propia del organismo, ya que las condiciones donde habitan como el oleaje y la turbulencia del agua pueden afectar o facilitar liberación y dispersión de sus gametos al medio.

Sin embargo, un estudio elaborado por Gallardo (2019), el cual indica que la actividad reproductiva de los poliplacóforos puede mantenerse en un periodo más extenso, presentando diferentes variaciones en la proporción sexual de acuerdo con los estadios gonadales que se registren, esto se puede interpretar como una dominancia permanente y en consecuencia este estudio coincide con el actual al mencionar que existen variaciones

temporales y que podrían estar asociados a sus estrategias reproductivas y a las condiciones del medio donde habitan.

La predominancia de machos observada durante el periodo de estudio podría responder a variaciones naturales en la estructura poblacional, así como a diferencias temporales en la disponibilidad de individuos reproductivamente activos durante el muestreo, por lo tanto, la proporción sexual puede fluctuar entre localidades y periodos reproductivos.

Con respecto a los estadios gonadales observados en *Chiton stokesii*, se registraron 2 estadios, el estadio III de maduración y el estadio IV de desove, en el cual el estadio más abundante registrado fue el de maduración, principalmente en hembras con un total de 22 individuos seguido de los machos con 12 individuos solo en el estadio de desove. No obstante, esto muestra que la población se encontraba dentro del periodo de maduración gonadal. Este resultado coincide con un estudio elaborado por Abadía-Chanona (2015) el cual describe que los estadios en *Chiton articulatus* e indica que el estadio III se encontraba con gónadas completamente llenas de gametos maduros, mientras que los machos se encontraban en proceso de desove, es decir liberación de gametos al medio, indicando que la población ya alcanzó la madurez gonadal como lo indica Abadía-Chanona et al. (2016).

Según Gallardo (2019), el cual indica que *Radsia goodallii* presento 5 estadios gonadales siendo los abundantes el estadio III de maduración y el IV de desove, investigación que fue realizada durante un año, indicando que si existen variaciones temporales en la actividad reproductiva en estas especies. Sin embargo, datos que coincide con el actual estudio al registrar individuos en una etapa de reproducción activa durante los meses de muestreo en la zona intermareal rocosa de Anconcito, conviene señalar, que estas variaciones podrían estar relacionadas con diferentes condiciones ambientales, ya que estas especies tienen una estrecha relación con los mismos, los cuales pueden facilitar o afectar el desarrollo gonadal y liberación de gametos al medio (Avila-Poveda, 2012).

El predominio del estadio III de maduración durante el periodo de estudio sugiere que la población evaluada se encontraba en una fase activa del desarrollo gonadal, con una elevada producción de gametos previa al desove.

En el índice gonadosomático (IGS), se obtuvo un incremento progresivo en el peso gonadal en hembras desde enero a marzo, a diferencia de los machos que el peso gonadal fue mayor en enero y febrero mientras que en marzo se observó una disminución del peso gonadal, este resultado se observa dentro del comportamiento al estado reproductivo en la que se encontraban, tanto en hembras en estado de maduración como los machos en estado de desove. Por ende, la disminución en el peso gonadal registrada en machos en marzo, se debe a que ya habían iniciado la liberación de gametos en ese mes, lo que coincide con el trabajo realizado por Gallardo (2019), el cual indica que el IGS le permitió conocer la intensidad reproductiva *Radsia goodallii* registrando un pico reproductivo en marzo, lo que indica que este mes podría representar un periodo de importancia en la reproducción de los poliplacóforos.

De igual forma investigadores como Abadía-Chanona (2015) y Abadía-Chanona et al. (2018) los cuales indicaban que el índice gonadosomático es una herramienta complementaria que ayuda a comprender el proceso reproductivo en poliplacóforos, debido a que el peso gonadal de estas especies presenta diferentes variaciones que podrían estar influenciadas por diferentes factores que podrían influir en su maduración y en el proceso de desove.

Con respecto a la correlación realizada mediante análisis de componentes principales entre las variables ambientales (temperatura y pH), estadios gonadales e índice gonadosomático, la cual evidenció asociaciones entre aquellas variables analizadas, en el caso de las hembras el IGS tuvo una relación positiva con el pH, mientras que el estadio de maduración tuvo una relación positiva con la temperatura y el IGS, en el caso de los machos el IGS tuvo una relación positiva con el pH y con el estadio de desove, además el estadio de maduración se relacionó con la temperatura y con el IGS.

Por consiguiente, esta asociación obtenida en este estudio podría favorecer a los procesos reproductivos de estos organismos, como lo menciona un estudio elaborado por Abadía-Chanona (2015) la cual señala que estas variables ambientales pueden estar relacionadas con la temporada reproductiva de estos organismos, debido a los cambios que se den en su medio los cuales pueden influir en los procesos reproductivos entre ellos en el proceso de maduración y desove de los mismos como lo menciona Gallardo (2019).

Así mismo, de forma complementaria se analizó a través de los análisis de componentes principales la morfometría, las cuales presentaron una relación positiva con el peso corporal, indicando que a mayor tamaño el peso corporal también va a hacer mayor al organismo, lo que favorecería a la capacidad de desarrollo gonadal (Avila-Poveda, 2013).

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

- Durante los muestreos ejecutados desde enero a marzo del 2026 se registraron un total de 60 organismos de *Chiton stokesii* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, donde estimó la proporción sexual, registrándose una predominancia de machos respecto a las hembras, no obstante, esta diferencia no representa un desequilibrio reproductivo, sino una variación temporal que podría estar asociada a la dinámica poblacional y al periodo reproductivo de la especie en la zona intermareal rocosa de Anconcito.
- Con respecto a los estadios gonadales analizados se obtuvo que el estadio III de maduración fue el predominante en ambos sexos especialmente en hembras, a diferencia del estadio de desove el cual solo presentaron los machos, lo que evidencia que la población de *chiton stokesii* se encontraba en la fase de desarrollo gonadal.
- En cuanto al análisis de correlación se evidenció una relación entre los parámetros ambientales, y los estadios gonadales e índice gonadosomático, lo que indica que los parámetros si influyen en los procesos reproductivos de la especie, por lo tanto, se acepta la hipótesis afirmativa al demostrar la asociación que existe entre las variables analizadas.

10.2. RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio en un periodo de tiempo más extenso, realizando muestreos continuos durante un año con la finalidad de determinar con precisión la temporada reproductiva y la proporción sexual en *Chiton stokesii*. en la zona intermareal rocosa de Santa Elena.
- Se recomienda agregar y analizar otras variables como la disponibilidad de alimento, la salinidad y el oxígeno disuelto en las zonas rocosas con la finalidad de analizar que otros factores afectan o facilitan la liberación de gametos y reproducción de estos organismos
- Promover nuevas investigaciones sobre la ecología y la biología reproductiva de estos organismos en otras zonas rocosa de la provincia con la finalidad de generar nueva información que ayude a manejo y conservación de estas especies.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Abadia. Q. (2015) Maduración gonádica, ciclo reproductivo y talla de madurez sexual del quitón *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) de la costa rocosa de Puerto Ángel, Oaxaca, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), La Paz, 86p.
- Abadia. Q., Avila, O., Arellano, M, & Ceballos, B. (2016) Observation and establishment of gonad development stages in polyplacophorans (Mollusca): *Chiton* (*Chiton*) *articulatus* a case study. *Acta Zoologica*, 97: 506-521.
- Abadía-Chanona, Q. Y. (2015). Maduración gonádica, ciclo reproductivo y talla de madurez sexual del quitón *Chiton* (*Chiton*) *articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) de la costa rocosa de Puerto Ángel, Oaxaca, México (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Abadía-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., Arellano-Martínez, M., Ceballos-Vázquez, B. P., Flores-Campaña, L. M., Moreno-Sánchez, X. G., & Ramírez-Pérez, J. S. (2016). Observation and establishment of gonad development stages in polyplacophorans (Mollusca): *Chiton articulatus*, a case study. *Acta Zoologica*, 97(4), 506–521. <https://doi.org/10.1111/azo.12165>
- Abadía-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., Arellano-Martínez, M., Ceballos-Vázquez, B. P., Flores-Campaña, L. M., Moreno-Sánchez, X. G., & Ramírez-Pérez, J. S. (2018). Reproductive traits and relative gonad expenditure of the sexes of the free-spawning *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora). *Invertebrate Reproduction & Development*, 62(4), 261–272.
- Arias, F. (2020). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (7.^a ed.). Episteme.

- Arkafeld, P. (2022). *Chiton stokesii*. Obtenido de: <https://ecuador.inaturalist.org/observations/143049412>
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial Suplemento 983. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_DEL_AMBIENTE.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2020). Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca. Registro Oficial Suplemento 187. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-05/Documento_Ley-Org%C3%A1nica-para-Desarrollo-Acuicultura-y-Pesca.pdf
- Avila, O & Abadia, Q. (2013) Emergencia, desarrollo y madurez de la gónada de dos especies de quitones “cucaracha marina” (Mollusca: Polyplacophora) durante las primeras etapas de la vida. PLoS ONE 8(8): e69785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069785>
- Avila-Poveda, O. H. (2012). Reproductive biology of Polyplacophora: A review. Invertebrate Reproduction & Development.
- Avila-Poveda, O. H. (2013). Annual change in morphometry and in somatic and reproductive indices of adults of *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) from Oaxaca, Mexican Pacific. American Malacological Bulletin, 31(1), 65–74.
- Avila-Poveda, O. H., & Abadía-Chanona, Q. Y. (2013). Emergence, development, and maturity of the gonad of two species of chitons (Mollusca: Polyplacophora) through the early life stages. PLoS ONE, 8(8), e69785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069785>
- Brusca, R., Moore, W., & Smith, S. (2023). Invertebrates (4th ed.). Oxford University Press.

- Bower, S & McGladdery, S. (2003). *Reproductive biology of marine mollusks: sex ratio and gonad analysis methods*. Canadian Journal of Zoology, 81(12), 1855–1867. <https://doi.org/10.1139/z03-177>
- Caiche, W & Cornejo, M. (2017). Litófago (Mollusca: Bivalvia) de la zona intermareal rocosa de Ballenita, Provincia de Santa Elena, Ecuador. Facultad de ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Cayetano, C. (2020). Estructura poblacional de captura por unidad de esfuerzo a partir de la pesca artesanal de la cucaracha de mar *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophoros) en Acapulco, México: Un estudio de caso. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ecología MARINA.
- Cayetano, C; Martínez, J; Padilla, J; Flores, R; García, S & Méndez, A. (2024). Patrones de crecimiento y dinámica poblacional de *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora): Un estudio de varias décadas. Revista de Investigación ambiental marina. Vol 199. DOI. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106604>
- Cruz, M. (2019). Moluscos bivalvos perforadores de rocas en la zona intermareal de la provincia de Esmeraldas – Ecuador. Revista Acta Oceanografica del Pacifico. Vol 1. Pg.63-76.
- Dávila, M; Meza, L & Rivas, J. (2024). Reproductive histology of three species of Polyplacophora (Mollusca) from waikiki and la pampilla beaches, Lima, Peru. Revista Biocampo. Vol 21(1). Pp. 65 – 72. ISSN 1992-2159.
- Delgado & Pérez (2005) — *Histological study of the gonadal development of Ruditapes decussatus (Mollusca: Bivalvia)*. Utilizan histología para describir el desarrollo gonadal y los estadios de madurez, relacionando con alimentación y otros factores. Científicos del Mar
- Díaz et al. (2006) — *Histological validation of the gonadal maturation stages of female jumbo squid (Dosidicus gigas) in the Gulf of California, Mexico*. Definen, mediante análisis histológicos, diferentes fases de maduración gonadal para distinguir

individuos inmaduros de maduros sexualmente, lo que es muy semejante al tipo de análisis que quieres hacer. DOAJ

Domínguez, L. (2023). La familia Tornidae (Mollusca, Gastropoda, Truncatelloidea) en el mar peruano. Universidad Nacional Federico Villarreal Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimenticias y Acuicultura. Obtenido de: https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7254/UNFV_Keith_Aaron_Carl_Leon_Dominguez_T%C3%ADtulo_Profesional_2023%20%281%29.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com

Eernisse D. (2007). Chitons. In: Denny MW & SD Gaines (eds). Encyclopedia of tidepools and rocky shores, pp. 127-133. University of California Press, Berkeley.

Flores, R; Torreblanca, C; Flores, P; García, S; Galeana, L; Valdés, A & Rojas, A. (2011) Comunidad de moluscos de una zona intermareal rocoso Acapulco, México. Revista de Biodiversidad. Vol. 12:3. Pp. 144-153. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14888386.2011.625520>

Gallardo Durán, C. E. (2019). Ciclo y temporada reproductiva del quitón *Radsia goodallii* (Mollusca: Polyplacophora) en la isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador (Trabajo de titulación). Universidad San Francisco de Quito.

Gallardo, C. (2019). Ciclo y temporada reproductiva del quitón *Radsia goodallii* (Mollusca: Polyplacophora) en la Isla San Cristóbal, Galápagos, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito USFQ. Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales.

García, S., Flores, R., Flores, P., Violante, J., Valdés, A & Olea, F. (2013). Diagnóstico pesquero de *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) en Acapulco, México. Revista de biología marina y oceanografía, 48(2), 293-302. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572013000200009>

González, M. (2024). “ABUNDANCIA DE ERIZOS DE MAR *Echinometra vanbrunti* PRESENTES EN LA ZONA ROCOSA DE ANCONCITO PROVINCIA DE

SANTA ELENA”. Recopilado de:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10845/1/UPSE-TBI-2024-0009.pdf>.

Ibáñez, C., Pardo, M & Sellanes, J. (2016). Diversidad de poliplacóforos tropicales del sur de la Provincia Panameña. *Latin american journal of aquatic research*, 44(4), 807-814. doi: <https://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-16>.

INOCAR. (2025). *Tabla de mareas*. INOCAR. <https://inocar.mil.ec/tabla-de-mareas>

International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2017). *Introducción a la acidificación oceánica: Guía para científicos, responsables políticos y organizaciones*. IUCN.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-2017-012-Es.pdf>

Johnson, M. E. (2024). Ecology of intertidal rocky shores related to examples of coastal geology across Phanerozoic time. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(8), 1399. <https://doi.org/10.3390/jmse12081399>

Johnson, R & Wichern, D. (2019). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (7th ed.). Pearson.

Lee, J. (2001) — *Gonadal Development and Reproductive Cycle of the Top Shell, Omphalius rusticus (Gastropoda: Trochidae)*. Este estudio aplica observación histológica mensual para identificar los estadios gonadales de un molusco gastropodo, calcular el índice gonadal (“gonad index” en ese caso), y determinar la primera madurez sexual. KoreaScience

López, G. (2024). Crecimiento y reproducción de *Chiton articulatus* (Sowerby 1832) (Mollusca: Polyplacophora) del litoral rocoso de Puerto Ángel, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Carrera de Biología.

MolluscaBase eds. (2026). MolluscaBase. *Chiton stokesii* Broderip, 1832. Consultado a través del Registro Mundial de Especies Marinas en:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=386784> el 7 de mayo de 2026.

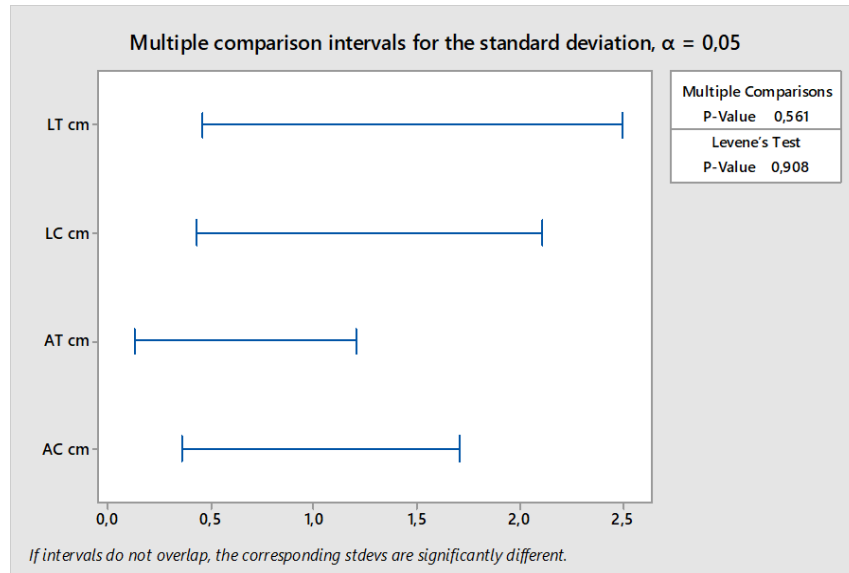
- Moreno, F. (2017). Estadística para ciencias sociales. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. ISBN: 978-958-7727-548.
- Pavón, A. (2017). Efectos de la acidificación oceánica en *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 (Mollusca-Polyplacophora). Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Obtenido de: <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/9c4556d8-1a11-4cdb-8dbb-a2a681998b45/content>
- Quijije, G; Kuonqui, A; Delgado, A; Ochoa, J & Morales, F. (2025). Biodiversidad asociada a la zona intermareal rocosa y arenosa de la playa El Pelado, Ecuador. Revista Científica Ecológica Agropecuaria ECOAgropecuaria, Vol (4), 1pp. 1-14. <https://doi.org/10.53591/nm58x807>
- Quimi,J., Andrade, C., González, T., Vera, E & Rios, J. (2023). Macroinvertebrados de la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, Provincia de Santa Elena. Revista Acta Oceanografica del Pacifico. Vol 5. Pg. 63-85.
- Ramírez, L. (2021). Análisis de la biodiversidad y abundancia de Moluscos Macrobentónicos en 9 playas de la Provincia de Santa Elena – Ecuador, durante 2012 – 2019. Obtenido de: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6649/1/UPSE-TBI-2021-0015.pdf>.
- Rodríguez, A. (2024). Riqueza de especies y distribución geográfica de los quitones (Mollusca: Polyplacophora) en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. CD.MX.
- Sampieri, R; Fernández C & Baptista L. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Schwabe. (2015). Mollusca Base. *Chiton stokesii*. Obtenido de:
<https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=386784>

Valencia, C. (2020). Estructura poblacional y captura por unidad de esfuerzo a partir de la pesca artesanal de la cucaracha de mar *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) es Acapulco, México. Obtenido de:
https://www.academia.edu/42236886/ESTRUCTURA_POBLACIONAL_Y_CAPTURA_POR_UNIDAD_DE_ESFUERZO_A_PARTIR_DE_LA_PESCA_ARTESANAL_DE_LA_CUCARACHA_DE_MAR_Chiton_articulatus_MOLLUSCA_POLYPLACOPHORA_EN_ACAPULCO_M%C3%89XICO_UN_ESTUDIO_DE_CASO

Villao, J; Panimboza & Cornejo. (2022). Guía de identificación de polyplacóphoros de la provincia de Santa Elena – Ecuador. ISBN digital: 978-9942-776-25-9

12. ANEXOS



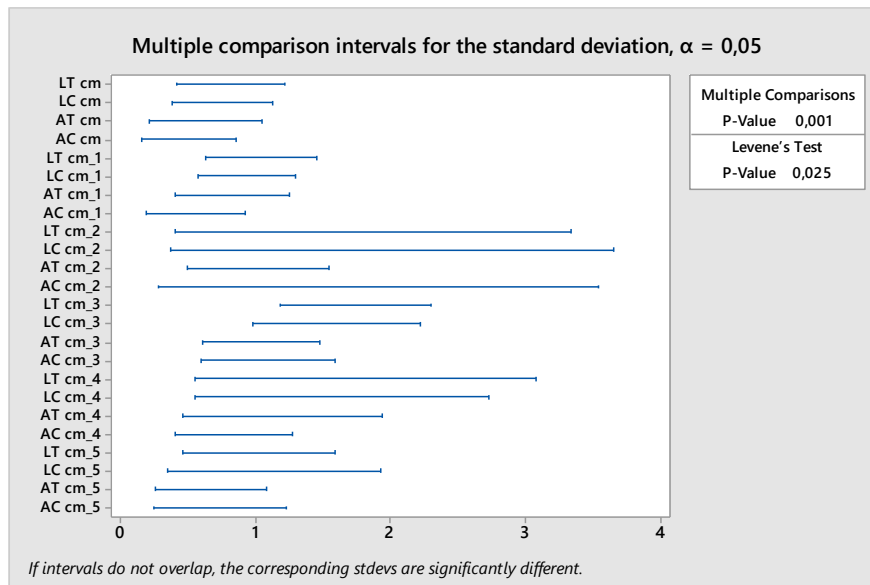
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
LT cm	3	6,233	A
LC cm	3	5,543	A
AT cm	3	3,8983	B
AC cm	3	3,093	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 1. Morfometría promedio mensual registrada en los organismos colectados de *Chiton stokesii*



Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
LT cm M	3	6,373	A
LT cm H	3	6,071	A

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
LC cm M	3	5,680	A
LC cm H	3	5,383	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
AT cm M	3	3,9967	A
AT cm H	3	3,780	A

Means that do not share a letter are significantly different.

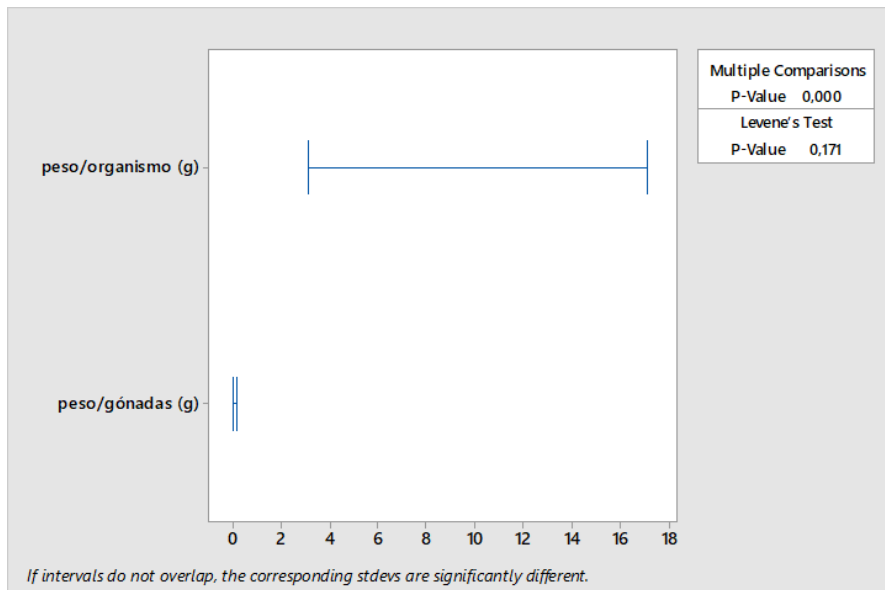
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
AC cm M	3	3,197	A
AC cm H	3	2,9667	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 2. Morfometría promedio mensual por sexo registrada en los organismos colectados de *Chiton stokesii*



Tukey Pairwise Comparisons

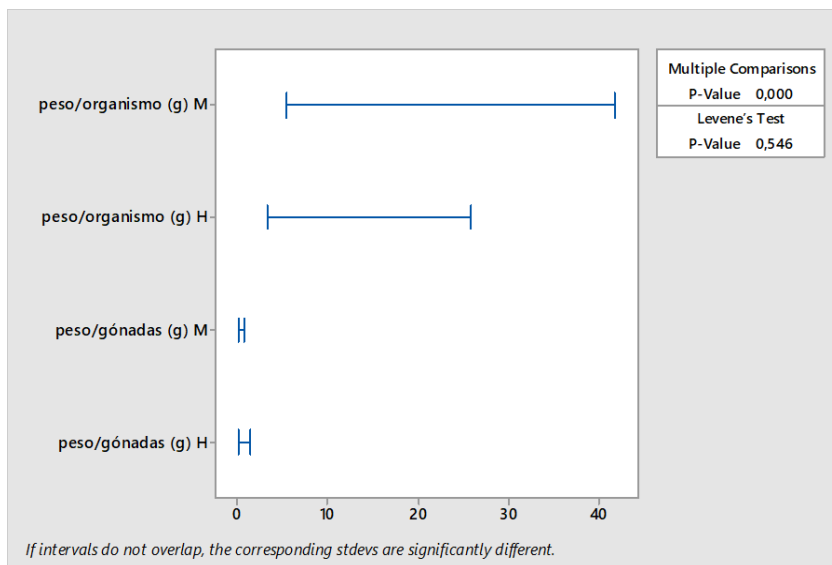
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
peso/organismo (g)	3	15,71	A
peso/gónadas (g)	3	0,6365	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Anexo 3. Peso promedio mensual de los organismos colectados y gónadas extraídas de *Chiton stokesii*



Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
peso/organismo (g) M	3	17,19	A
peso/organismo (g) H	3	13,96	A

Means that do not share a letter are significantly different.

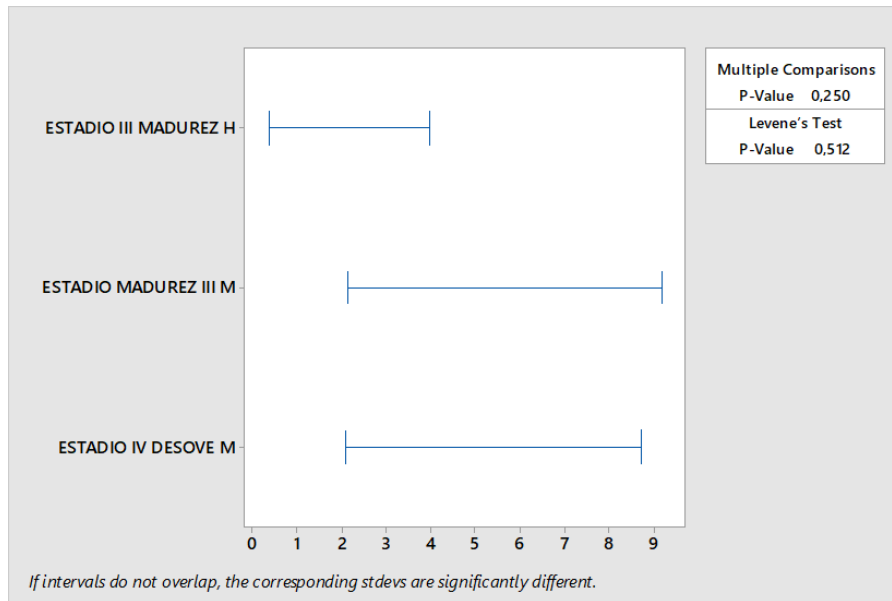
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
peso/gónadas (g) M	3	0,7273	A
peso/gónadas (g) H	3	0,500	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 4. Peso mensual por sexo de los organismos colectados y las gónadas extraídas de los de *Chiton stokesii*



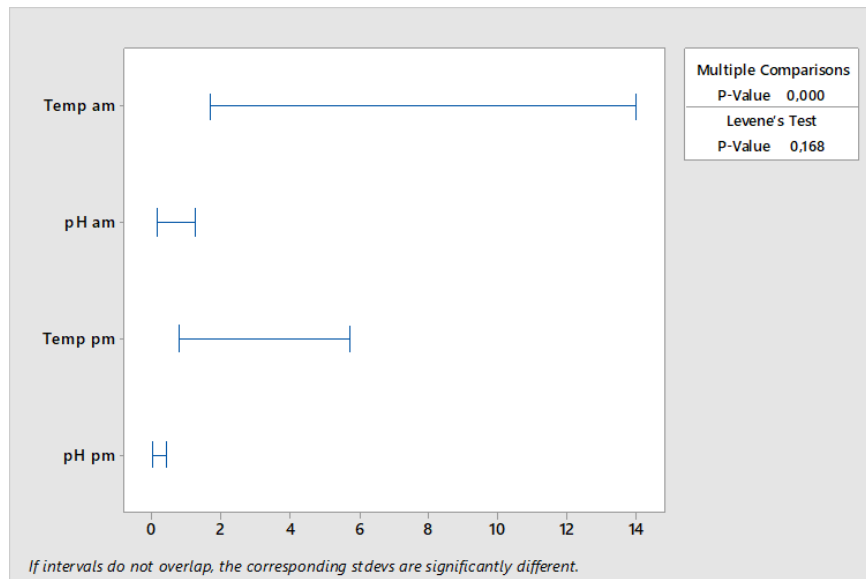
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
ESTADIO III MADUREZ H	3	8,667	A
ESTADIO MADUREZ III M	3	7,33	A B
ESTADIO IV DESOVE M	3	4,00	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 5. Estadios gonadales registrados en los organismos macho y hembra colectados de *Chiton stokesii*



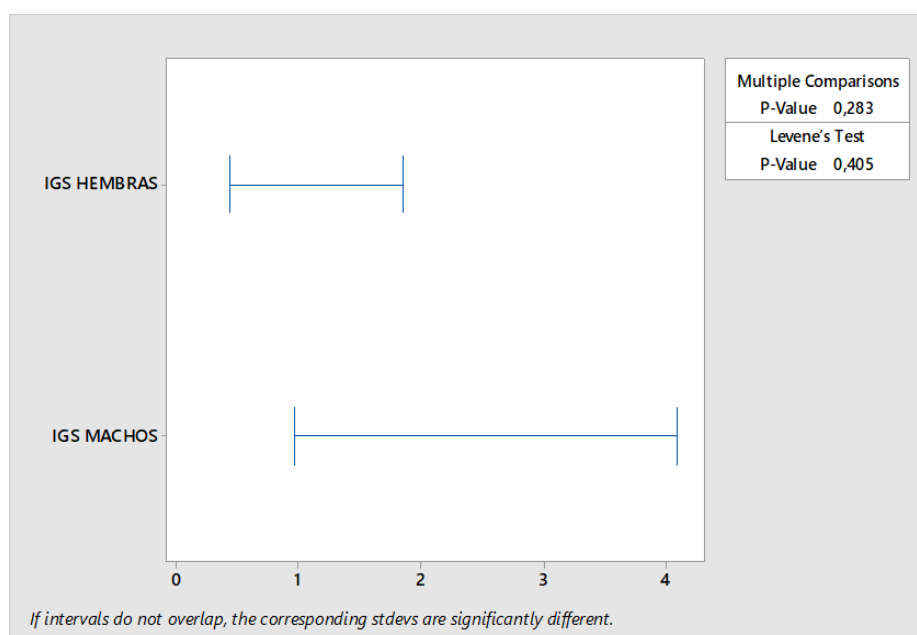
Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Temp pm	3	29,172	A
Temp am	3	27,66	A
pH pm	3	8,7222	B
pH am	3	8,7000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 6. Parámetros ambientales registrados en el periodo de muestreo



Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
IGS MACHOS	3	4,228	A
IGS HEMBRAS	3	3,406	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 7. Índice gonadosomático (IGS) registrado durante el periodo de muestreo

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
peso/organismo (g) M	0,274	-0,077	0,079	-0,067	0,214	0,283	-0,295	0,151	0,158
peso/organismo (g) H	0,216	0,221	-0,001	-0,127	-0,081	0,140	-0,180	0,121	0,046
peso/gónadas (g) M	0,098	-0,325	0,085	-0,015	0,146	0,200	-0,091	-0,370	-0,155
peso/gónadas (g) H	0,069	0,336	-0,086	-0,031	-0,276	0,064	0,107	0,262	-0,323
LT cm M	0,256	-0,144	0,078	-0,136	-0,070	0,008	-0,175	-0,053	0,135
LT cm H	0,234	0,192	0,114	0,002	-0,043	0,425	0,002	-0,417	-0,038
Temp am	0,025	0,345	0,026	0,087	0,193	0,166	0,081	-0,098	0,120
pH am	-0,201	0,242	0,092	-0,264	0,353	0,139	0,284	0,199	0,225
Temp pm	0,176	-0,270	-0,014	0,008	-0,236	0,145	0,372	0,323	-0,177
pH pm	-0,280	-0,029	-0,039	0,055	0,444	-0,017	-0,452	0,403	-0,236
IGS HEMBRAS	-0,205	0,237	-0,130	0,102	-0,344	-0,024	-0,407	-0,159	-0,036
IGS MACHOS	-0,259	-0,134	0,206	0,069	-0,238	0,274	0,019	0,188	-0,322
ESTADIO III MADUREZ H	0,076	-0,334	-0,009	0,466	0,295	0,191	0,165	-0,004	-0,131
ESTADIO MADUREZ III M	0,239	0,183	-0,003	-0,115	0,072	0,353	-0,115	0,120	-0,261
ESTADIO IV DESOVE M	-0,270	-0,094	0,017	0,077	-0,093	0,131	0,138	-0,003	0,482
LC cm M	0,237	-0,186	0,241	0,196	-0,196	-0,210	-0,359	0,165	0,194
LC cm H	0,256	0,142	-0,079	-0,002	0,304	-0,265	0,014	-0,027	-0,034
AT cm M	0,279	-0,041	-0,015	-0,027	-0,126	0,129	0,032	0,396	0,390
AT cm H	0,098	0,325	-0,043	0,765	0,014	0,020	0,057	0,071	0,091
AC cm M	0,271	-0,093	-0,727	-0,050	0,038	-0,159	0,078	-0,010	-0,081
AC cm H	0,257	0,139	0,543	-0,021	0,073	-0,443	0,187	-0,001	-0,213

Variable	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18
peso/organismo (g) M	0,347	-0,003	0,271	-0,055	-0,043	0,446	-0,069	0,319	-0,210
peso/organismo (g) H	0,132	0,135	0,086	0,399	0,264	-0,024	0,489	-0,474	-0,229
peso/gónadas (g) M	-0,194	-0,511	0,210	0,137	0,237	0,054	-0,205	-0,114	-0,169
peso/gónadas (g) H	0,099	-0,601	0,149	0,072	-0,238	-0,005	-0,082	-0,019	0,072
LT cm M	0,101	-0,246	-0,140	0,033	-0,102	-0,215	0,493	0,424	0,444
LT cm H	0,084	0,149	0,024	-0,434	-0,082	-0,306	-0,070	-0,218	0,100
Temp am	-0,587	-0,083	-0,247	-0,072	0,140	0,446	0,239	0,140	0,052
pH am	0,132	0,052	0,169	0,264	0,184	-0,079	-0,290	0,069	0,342
Temp pm	0,102	0,082	0,038	-0,401	0,313	0,343	0,085	-0,155	0,253
pH pm	-0,022	-0,171	-0,142	-0,355	0,058	-0,138	0,121	-0,207	0,033
IGS HEMBRAS	0,279	0,070	-0,192	-0,075	0,415	0,112	-0,235	0,253	0,005
IGS MACHOS	-0,238	0,278	0,171	0,122	-0,197	-0,064	0,136	0,334	-0,279
ESTADIO III MADUREZ H	0,236	0,066	-0,276	0,267	0,084	-0,134	0,016	0,048	0,060
ESTADIO MADUREZ III M	-0,025	0,152	-0,455	0,173	-0,304	0,067	-0,278	-0,036	0,058
ESTADIO IV DESOVE M	0,254	-0,224	-0,289	-0,103	-0,395	0,201	0,060	-0,219	-0,252
LC cm M	-0,259	0,111	0,060	0,156	-0,178	0,157	-0,296	-0,272	0,336
LC cm H	0,013	0,182	0,307	-0,261	-0,262	-0,017	0,029	0,076	-0,142
AT cm M	-0,254	-0,106	-0,130	-0,158	0,247	-0,448	-0,213	0,156	-0,334
AT cm H	0,053	-0,078	0,221	0,037	0,017	-0,061	0,042	0,051	0,038
AC cm M	-0,041	0,042	-0,141	0,108	-0,039	0,065	-0,067	0,051	-0,105
AC cm H	0,182	-0,081	-0,325	-0,012	0,121	0,054	-0,044	0,064	-0,269

Variable	PC19	PC20	PC21
peso/organismo (g) M	-0,307	-0,064	0,020
peso/organismo (g) H	0,133	-0,048	-0,069
peso/gónadas (g) M	0,349	0,008	0,142
peso/gónadas (g) H	-0,102	-0,093	-0,351
LT cm M	0,219	-0,055	0,119
LT cm H	-0,119	-0,378	-0,028
Temp am	-0,027	-0,115	-0,217
pH am	0,234	-0,292	0,062
Temp pm	0,215	0,060	0,075
pH pm	0,022	-0,174	0,094
IGS HEMBRAS	0,309	-0,057	-0,188
IGS MACHOS	0,213	-0,346	0,053
ESTADIO III MADUREZ H	-0,050	-0,040	-0,504
ESTADIO MADUREZ III M	0,204	0,364	0,240
ESTADIO IV DESOVE M	0,302	-0,152	0,015
LC cm M	0,060	-0,277	-0,136
LC cm H	0,553	0,139	-0,355
AT cm M	0,015	0,078	-0,099
AT cm H	0,075	0,066	0,449
AC cm M	0,015	-0,498	0,202
AC cm H	-0,000	-0,269	0,155

Anexo 8. Correlación entre las variables ambientales, estadios gonadales e índice gonadosomático

Hembras		Machos	
Talla (LTcm)	Peso/organismos (g)	Talla (LT cm)	Peso/organismos (g)
5.1	8.45	5.6	0.35
6.1	12.08	5.8	0.64
6	12.23	5.1	0.13
6.3	13.88	6.7	1.22
6	11.36	5	0.23
5	7.23	6.4	15.96
5.3	8.26	7	20.72
5.7	9.1	6.4	14.05
5.1	6.43	7.1	20.7
5.4	9.23	6.5	14.08
5.9	9.79	6.3	14.05
6.4	12.6	8	28.25
5.5	9.73	5.7	8.17
5.6	8.78	7.3	29.51
7	17.31	5.5	9.17
7.9	35.07	5	8.29
6	10.71	6	12.1
7.7	34.1	6.1	13.06
7	24.1	9	48.46
7.1	20.24	6.2	11.94
7.1	20.68	8.8	47.3
5	7	8.9	45.4
7.1	24.6	5	6.3
5.5	0.2	7	23.62
5.8	0.31	4.7	5.71
5.1	0.2	6.9	17.63
Total	26	7	25.63
		6.5	15.17
		5.2	9.24
		5.3	8.26
		6.7	17.33
		5.2	8.63
		6.9	22.13
		5.5	8.7
		Total	34

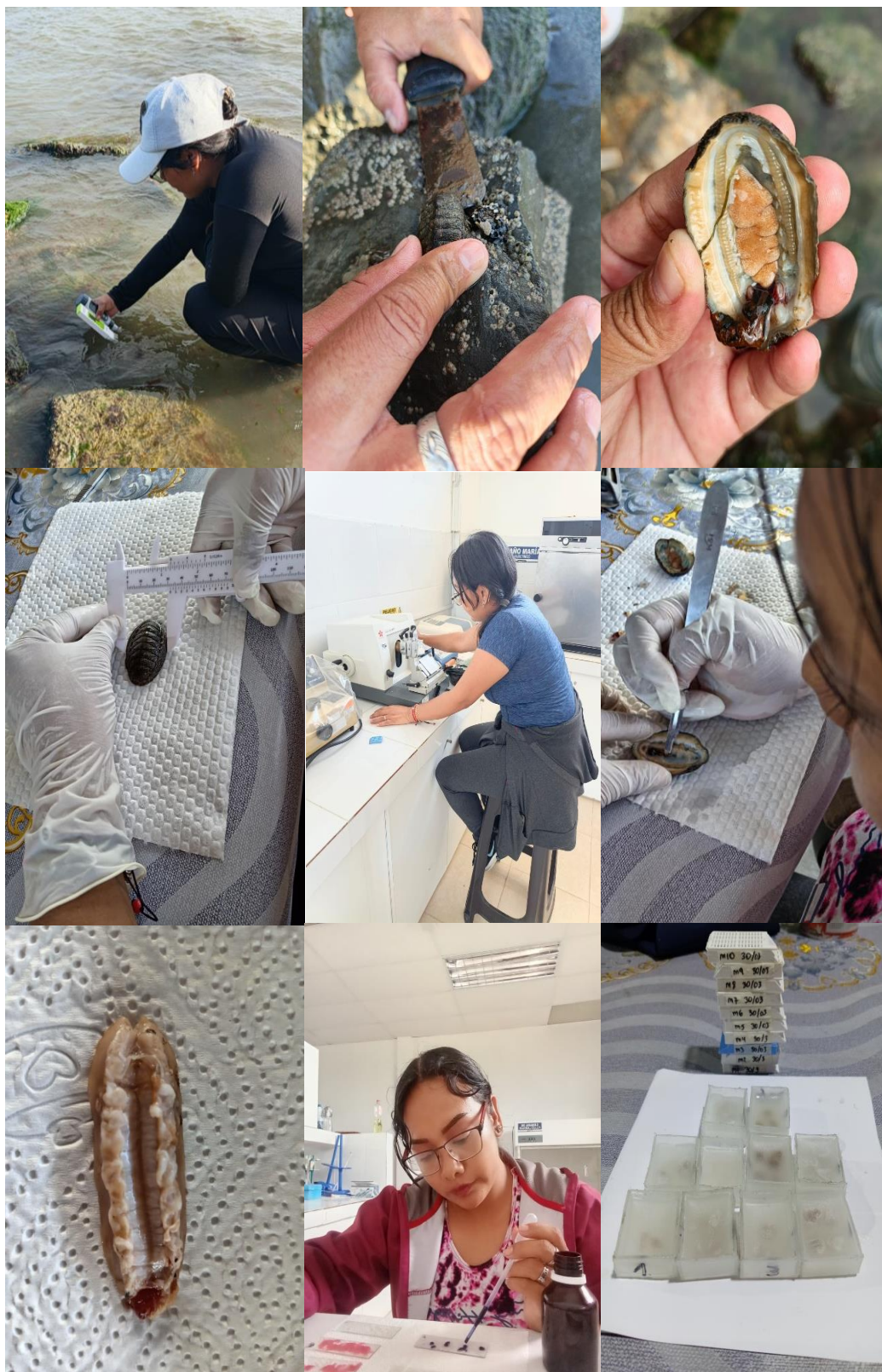
Anexo 9. Tallas y pesos de los individuos colectados

Tabla 10. Pesos promedio mensuales de los organismos y gónadas extraídas durante el periodo de muestreo

Meses	Peso/Organismo (g)	Peso/Gónadas (g)
Enero	12.01	0.58
Febrero	20.45	0.68
Marzo	14.67	0.65

Tabla 11. Pesos mensuales de los organismos y gónadas extraídas durante el periodo de muestreo

Meses	Sexo	Peso/Organismo (g)	Peso/Gónadas (g)
Enero	Macho	13.8	0.8
	Hembra	9.9	0.3
Febrero	Macho	23.8	0.8
	Hembra	16.4	0.5
Marzo	Macho	14.0	0.6
	Hembra	15.6	0.7



Anexo 12. Toma de parámetros ambientales, proceso de colecta, extracción y disección de los organismos

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA No. 2**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAE-ARSFC-2026-0002

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2026-02-19	2026-08-19

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio de Ambiente y Energía, 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
RECOLECCIÓN**

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0913435046	PIGUAVE PRECIADO XAVIER VICENTE	Ecuatoriana	1006-11-731483	tutor	Polyplocophora
2400352411	SILVA RICARDO STEFANNY RAQUEL	Ecuatoriana	N/A	estudiante- tesista	Polyplocophora

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

Nombre del Proyecto: Estadios gonadales y su relación con la temperatura y pH del agua en Chiton Stokessi en la zona intermareal rocosa de Anconcito Santa Elena

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

Analizar los estadios gonadales relacionados con la temperatura y pH hasta la fase de madurez del *Chiton stokessi*, mediante análisis histológico, para determinar el grado de desarrollo gonadal.

Correlacionar temperatura y pH con el estadio de madurez gonadal e índice gonadosomático, mediante análisis estadístico.

Identificar los estadios gonadales de *Chiton stokessi* hasta el estadio de madurez mediante análisis histológico y observación directa.

Estimar la proporción de machos y hembras de *Chiton stokessi* mediante la disección y el cálculo del índice sexual (sex ratio).

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

PROVINCIA	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA PUNTILLA DE SANTA ELENA	CORDILLERA CHONGON COLONCHE

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Polyplocophora	Chitonida	NA	NA	NA	individuos completos	60	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	la extracción será al azar y se colectará individuos de que sean considerados adultos con el fin de obtener una muestra representativa de la población, la recolección será manual utilizando una espátula y guantes para evitar daños en los organismos, esta espátula será insertada por debajo del pie, haciendo palanca para extraerlo de la roca. Durante cada jornada de muestreo se registrará parámetros ambientales in situ. La temperatura del agua se medirá con un termómetro digital de precisión (± 0.1 °C) y el pH con un potenciómetro portátil previamente calibrado, las mediciones se realizarán en dos horarios (mañana y tarde) para reducir variabilidad diaria, registrando triplicados por punto de muestreo.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Una vez medidos cada organismo capturado en la zona de estudio será sometido a un proceso de relajación y fijación con la finalidad de facilitar la extracción de la gónada completa, por lo tanto todos los individuos capturados serán sometidos a intercambios graduales de agua salada y agua dulce a un (50:50) durante 1 hora, añadiendo 5 ml de etanol al 70 %, posteriormente, se aplicará inyecciones de etanol al 70 % por los surcos dorsal y ventral con el fin de garantizar una fijación adecuada, finalmente estos organismos serán conservados en frascos de vidrio de 5 L con etanol al 70 % hasta el momento de realizar el procesamiento histológico en cada uno de ellos

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	una vez realizado el procedimiento de fijación de muestras, cada organismo será diseccionado cuidadosamente bajo una lupa estereoscópica, con la finalidad de retirar la concha con ayuda de pinzas y bisturí, exponiendo a observación los órganos internos de cada individuo, posteriormente se extraerá las gónadas completas y se registrará su peso (PG) con la ayuda de una balanza analítica, por último las gónadas extraídas se separan y almacenan en viales individuales con etanol al 70 % para su posterior inclusión en histología. Una vez realizado el
---	--

proceso de disección comienza el procedimiento de histología el cual consiste en someter las gónadas almacenadas en etanol al 70%, a un proceso estándar de inclusión en parafina, por lo tanto para ellos primero serán sometidos a un proceso de deshidratación en series crecientes de etanol (70%, 80%, y 96%) con dos cambios por concentración por 1 hora, posteriormente las muestras serán aclaradas en xilol y luego en parafina líquida, para finalmente ser incluidas en bloques y obtener cubos de parafina. De cada bloque obtenido se realizarán cortes de 5 m con la ayuda de un micrófono rotatorio, los cortes se colocarán en portaobjetos y se los someterá a tinción con hematoxilina-eosina (H&E, una vez teñidas las muestras, los portaobjetos se montarán con cubreobjetos y se observarán en microscopio óptico para la identificación de los estadios gonadales de cada organismo, registrando únicamente hasta la fase de madurez sexual. Una vez realizado todo el procedimiento respectivo se procede a la observación e identificación de los estadios gonadales de una individuo se utilizará los criterios propuestos por (Abadía et al., 2016) & (Ávila & Abadía, 2013), por lo tanto, en este estudio las láminas histológicas teñidas con hematoxilina-eosina serán observadas en un microscopio óptico compuesto y la identificación de los estadios gonadales se realizará siguiendo los criterios histológicos mencionados anteriormente

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

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Polyplacophora	MICROTOMO, BALAZA DIGITAL, PH-METRO, MICROSCOPIO	Equipo en Laboratorio
Polyplacophora	PLACAS PORTA OBJETO, VERMIER, KIT DE TINCION RAPIDA, AGUA DESILADA, ALCOHOL ISOPROPILICO	Material en Laboratorio
Polyplacophora	• MULTIPARAMETROS (PH Y CONDUCTIVIDAD)	Equipo en Campo
Polyplacophora	FUNDAS PLÁSTICAS, PIOLA, ALCOHOL ETÍLICO AL 75 %, FRASCOS DE PLÁSTICO CON TAPA, MARCADORES INDELEBLES, CUADERNOS DE CAMPO, PAPEL DE	Material en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Polyplacophora	Museo Universidad de Guayaquil
----------------	--------------------------------

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se anticipa que el Índice gonadosomático (IGS) presente variaciones temporales significativas, con valores más elevados durante los meses asociados a condiciones ambientales favorables, particularmente aquellos con mayores temperaturas del agua, lo que evidenciaría periodos de mayor actividad reproductiva. En contraste, se espera que los valores del IGS disminuyan durante meses con condiciones menos favorables, indicando fases de reposo gonadal. En cuanto a las variables ambientales, se espera encontrar una relación significativa entre la temperatura del agua y el grado de madurez gonadal, confirmando su papel como factor regulador del ciclo reproductivo de la especie. Respecto al pH, se prevé identificar una influencia sobre la maduración gonadal, especialmente en periodos donde se presenten variaciones hacia valores más bajos, lo cual podría reflejar una respuesta fisiológica de la especie frente a condiciones de

estrés ambiental. Finalmente, se espera que los resultados obtenidos contribuyan a establecer el ciclo reproductivo de *Chiton stokessi* en la zona intermareal rocosa de Anconcito, generando información científica de base para futuros estudios y aportando criterios relevantes para la conservación y manejo de poblaciones naturales de quitones frente a escenarios de cambio climático y alteraciones ambientales en ecosistemas costeros.

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

METAS	DESCRIPCIÓN
Resultado 04.18 Ecuador ha establecido un régimen de protección, preservación y promoción del conocimiento tradicional, los saberes ancestrales y expresiones culturales tradicionales pertinentes para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.	Describir los estadios gonadales de la especie chiton en la zona intermareal de Anconcito para reforzar la investigación de la comunidad científica

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **SILVA RICARDO STEFANNY RAQUEL**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2026/08/04**
4. Valoración técnica del proyecto: **CHOCHO SANCHEZ VICTOR EDUARDO**
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 de Ambiente y Energía.
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 de Ambiente y Energía.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad

biológica del Ministerio de Ambiente y Energía, 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 de Ambiente y Energía, con el que se recolectó 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 **SILVA RICARDO STEFANNY RAQUEL**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
BAQUERO GONZALEZ JUDITH DENNIS
2026-01-16



Av. República de El Salvador N36-64 y Suecia
Código postal: 170135 / Quito - Ecuador
Teléfono: +593-2 3976000