DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y BIOMASA DE ESPECIES DE MOLUSCOS BIVALVOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL SISTEMA LAGUNAR ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN, SINALOA, MÉXICO.

Autores:

Oscar G. Zamora-García[1], Evlin A. Ramírez-Félix[2], Aristóteles Stavrinaky-Suárez[3], Martha Rosales-Rodríguez de la Cruz[3], L. Daniel Carrillo-Colín[4,1], Gilberto G. Ortega-Lizárraga[2], Darío Chávez-Herrera[2].

[1] Servicios Integrales de Recursos Biológicos Acuáticos y Ambientales (SIRBAA)
[2] Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura.
[3] Environmental Defense Fund de México
[4] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Preparado por SIRBAA para EDF de México. Septiembre, 2023.

Agradecimientos

A Environmental Defense Fund de México (EDF), por la iniciativa, la financiación, las gestiones, gestiones administrativas, acompañamiento técnico y en general, la realización del presente trabajo.

A las organizaciones pesqueras: Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de la Bahía y Aguas Marinas Altata y Ensenada del Pabellón, S.C. de R.L. de C.V., Federación de Sociedades Cooperativas Producción Pesquera y Turísticas Primera Generación, S.C. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Procopio Rubio Medina, S.C. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Almejeras de Santa Cruz, S.C. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Las Lobas del Manglar, S.C. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa BINAPAS S. C. de R. L. de C. V., por su apoyo logístico, espacios para el procesamiento de muestras, apoyo con embarcaciones y personal para el monitoreo, incluso, el registro de biometrías, más allá del compromiso inicial, particularmente a Yanet, Vanessa, Yorjana y los Enlaces comunitarios de Environmental Defense Fund de México (Jesús, Briceida, Javier, Nazario y José Luz) por su activa colaboración en la obtención de los datos y muestras necesarias para este y otros estudios.

Al Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura Acuicultura y Pesca (INAPESCA), particularmente al personal del Centro Regional de Investigación Acuícola Pesquera (CRIAP) unidad Mazatlán.

Al Instituto Sinaloense de Acuicultura y Pesca (ISAPESCA) por su apoyo con personal técnico para los monitoreos y muestreos, así como la facilitación de equipo para la medición de variables ambientales.

A Del Pacifico Seafoods por la facilitación logística, material y equipo para el monitoreo, así como su apoyo general en los trabajos del programa de mejora pesquera (FIP).

A PRONATURA NOROESTE, particularmente a los Dres. Pablo Álvarez y al Dr. Carlos Álvarez por el apoyo logístico y técnico en la definición de procedimientos de colecta y análisis de información.

Al departamento de invertebrados del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Mazatlán. Particularmente a los Dres. Michel Hendrickx y José Salgado por su apoyo en la identificación precisa de las especies colectadas durante los muestreos.

A la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), , particularmente a las Dras. Mónica Vélez y Rebeca Sánchez por su capacitación en la colecta de muestras y su apoyo en el proyecto paralelo de histología reproductiva de las principales especies. Al Dr. Fernando Márquez por su asesoría al equipo técnico de SIRBAA en el diseño, implementación y análisis de la información recabada..

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES 2

2.1 ALMEJA CHOCOLATA 4

2.2 PATAS DE MULA 4

2.3 ALMEJA CHIRLA 5

2.4 ÁREA DE ESTUDIO 6

2.4.1 Ecosistema 6

2.4.2 La pesquería de moluscos bentónicos en el SLAEP 7

3. OBJETIVO GENERAL 9

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9

5. MATERIAL Y MÉTODOS 9

5.1 ZONAS 10

5.1.1 Zona norte 10

5.1.2 Zona Centro 12

5.1.3 Zona Sur 14

5.2 BANCOS 16

5.3 PERIODOS DE MUESTREO 19

5.4 CUADRILLAS DE MUESTREO 19

5.5 CAMPAÑAS DE MUESTREO 20

5.6 PROTOCOLO DE MUESTREO 21

5.7 ANÁLISIS DE MUESTRAS 22

5.7.1 Identificación de especies 22

5.7.2 Biometrías 22

5.7.3 Análisis de datos 23

5.7.3.1 Procesamiento de datos 23

5.7.3.2 Estructura de tallas y pesos 24

5.7.3.3 Relación AC-PT 25

5.7.3.4 Densidad por especie 25

5.7.4 Estimación de biomasa total por especie 25

5.7.4.1 Peso promedio ponderado 25

5.7.4.2 Abundancia (Número de individuos) 26

5.7.4.3 Biomasa total 28

5.7.4.4 Biomasa extraíble 29

5.7.5 Análisis de tipo de fondo 29

6. RESULTADOS 30

6.1 BANCOS MONITOREADOS 30

6.2 ESPECIES IDENTIFICADAS 32

6.3 ESTRUCTURA DE TALLAS Y PESOS 33

6.3.1 Almeja chocolata 35

6.3.1.1 Zona norte 36

6.3.2 Comparación de la talla de almeja chocolata con la talla mínima legal 39

6.3.3 Patas de mula 40

6.3.3.1 Zona norte 43

6.3.3.2 Zona centro 45

6.3.3.3 Zona sur 47

6.3.3.4 Resumen general 49

6.3.4 Almejas chirlas 50

6.3.4.1 Zona norte 53

6.3.4.2 Zona centro 55

6.3.4.3 Zona sur 58

5.3.4.5 Resumen general 59

6.4 ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD 61

6.4.1 Distribución 67

6.5 ESTIMACIÓN DE BIOMASA 69

6.5.1 Biomasa de almeja chocolata (Megapitaria squalida) 69

6.5.2 Biomasa de almeja chirla (Chione californiensis) 74

6.5.3 Biomasa de pata de mula (Larkinia grandis) 81

6.6 TIPO DE FONDO 89

7. CONCLUSIONES 92

8. RECOMENDACIONES 94

9. SIGUIENTES PASOS 94

10. LITERATURA CITADA 95

11. ANEXOS 100

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de bancos, ubicación geográfica (centroide) y categoría de tamaño asignada.: Chico (Área < 8.25 ha); Mediano (8.25 ha > Área < 17.25 ha) y Grande (Área > 17.25 ha). 18

Tabla 2. Lista de material y equipo empleado en cada cuadrilla durante la evaluación de las poblaciones de moluscos bentónicos del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa. 20

Tabla 3. Campañas de muestreo realizadas durante el periodo frío del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. 30

Tabla 4. Clave, nombre y área de cada banco en cada zona y total de área de bancos por zona identificadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 31

Tabla 5. Especies comerciales identificadas en el SLAEP, clave usada en campo. 32

Tabla 6. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula capturadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 33

Tabla 7. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos..... 34

Tabla 8. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. 37

Tabla 9. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti* y *Larkinia grandis*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos..... 41

Tabla 10. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. $IC_{95\%}$= Intervalo de confianza al 95%. R^2= Coeficiente de determinación 41

Tabla 11. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 43

Tabla 12. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos..... 46

Tabla 13. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. 47

Tabla 14. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; L. histrionica; L. grata*) de manera general muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 51

Tabla 15. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas chirlas (*C. californiensis; C. fluctifraga; L. asperrima; L. histrionica; L. grata*) muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. $IC_{95\%}$= Intervalo de confianza al 95%. R^2= Coeficiente de determinación 52

Tabla 16. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 53

Tabla 17. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreada en la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 55

Tabla 18. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos 58

Tabla 19. Densidad por especie en todos los bancos del SLAEP. *n*= Número de transectos; *n*+= Número de transectos en los que se encontró la especie; Frec. Ocurr. =Frecuencia de ocurrencia en los transectos, expresada en porcentaje; Mín=Mínimo de densidad; Máx=Máximo de densidad; Prom=Media aritmética de la densidad y DE=Desviación estándar de la densidad..... 61

Tabla 20. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=64 mm) [n_2] de almeja chocolata *Megapitaria squalida*, porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra (***PT***) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC (***PT2***) para almeja chocolata en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022. 69

Tabla 21. Estimador del promedio Pennington (*c*) y varianza (*d*) de la densidad promedio (ind./m^2). Error estándar ($EE = d$), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de d se presentan como 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores. 70

Tabla 22. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para almeja chocolata *Megapitaria squalida*. Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m^2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P). El banco Y se presenta como *NA* pues a pesar de que se hicieron transectos, se eliminó durante la fase de procesamiento de los datos. 71

Tabla 23. Detalle del número de individuos de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%. 72

Tabla 24. Detalle del número de individuos de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=64 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (*B>TLC*) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%..... 73

Tabla 25. Resumen de las estimaciones de biomasa (*B*) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022. 73

Tabla 26. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=45 mm) [n_2], porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra (***PT***) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC (***PT*2**) para almeja chirla en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 74

Tabla 27. Estimador del promedio Pennington (*c*) y varianza (*d*) de la densidad promedio (ind./m2) de almeja chirla *Chione californiensis*. Error estándar (EE=√(d)), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de *d* se presentan com o 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores..... 76

Tabla 28. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para almeja chirla *Chione californiensis*. Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P). 77

Tabla 29. Detalle del número de individuos de almeja chirla (*Chione californiensis*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%..... 78

Tabla 30. Detalle del número de individuos de almeja chirla (*Chione californiensis*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=45 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (B>TLC) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%..... 79

Tabla 31. Resumen de las estimaciones de biomasa (*B*) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para almeja chirla (*Chione californiensis*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022. 80

Tabla 32. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=64 mm) [n_2], porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra (***PT***) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC (***PT*2**) para Pata de mula en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 81

Tabla 33. Estimador del promedio Pennington (*c*) y varianza (*d*) de la densidad promedio (ind./m^2) de pata de mula *Larkinia grandis*. Error estándar ($EE = d$), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de d se presentan como 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores..... 83

Tabla 34. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para pata de mula *Larkinia grandis* Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P). 84

Tabla 35. Detalle del número de individuos de pata de mula (*Larkinia grandis*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%..... 85

Tabla 36. Detalle del número de individuos de pata de mula (*Larkinia grandis*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=75 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (*B>TLC*) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%..... 87

Tabla 37. Resumen de las estimaciones de biomasa (B) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para pata de mula (*Larkinia grandis*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022. 88

Índice de figuras

Fig. 1. Localización geográfica del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Al= Altata, Te=Tetuán, Ag= Las Aguamitas, Ca= El Castillo, Pu= Las Puentes, Ar= Las arenitas y Ro= El Robalar. 8

Fig. 2 Localización geográfica del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Las líneas verticales entrecortadas indican los límites entre zonas y las letras mayúsculas en la esquina superior izquierda de cada zona indican **A**=Norte, **B**=Centro y **C**=Sur. Los triángulos negros indican algunas de las localidades más representativas. **Al**= Altata, **Te**= Tetuán, **Ag**= Aguamitas, **Pu**= Las Puentas, **Ar**= Las Arenitas**, Ro=** El Robalar. 10

Fig. 3. Localización geográfica de la zona norte (**A**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Al= Altata, Te=Tetuán. 11

Fig. 4. Fotografía de Altata durante el verano de 2020. Fuente: https://mexicodailypost.com/2020/08/08/this-sunday-they-will-close-car-access-to-the-altata-boardwalk/ 12

Fig. 5. Localización geográfica de la zona centro (**B**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Ag= Las Aguamitas, Ca= El Castillo. 13

Fig. 6. Vista satelital de la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Fuente: Google Earth. 14

Fig. 7. Localización geográfica de la zona sur (**C**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Pu= Las Puentes, Ar= Las Arenitas y Ro= El Robalar. 15

Fig. 8. Vista satelital de la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Fuente: Google Earth. 16

Fig. 9. Bancos de moluscos bivalvos identificados en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Las formas geométricas representan el centroide de la ubicación de cada banco. ●=Zona norte, ■=Zona centro, ▲=Zona sur, variando cada banco por color. En la parte superior se indica la forma y color utilizada para diferenciar a cada banco, así como el nombre común usado en la región. Los triángulos negros indican algunas de las localidades más representativas. **Al**= Altata, **Te**= Tetuán, **Ag**= Aguamitas, **Pu**= Las Puentas, **Ar**= Las Arenitas**, Ro=** El Robalar. 17

Fig. 10. Reunión con multisectorial celebrada en Altata el 21 de octubre de 2021. 21

Fig. 11. Biometrías principales obtenidas de las especies de bivalvos del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón durante 2021-2022. 23

Fig. 12. Frecuencia de tallas (ancho de la concha) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 34

Fig. 13. Frecuencia de pesos de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 35

Fig. 14. Relación talla-peso de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua), los intervalos de confianza al 95% (poligono gris) y los datos observados (puntos negros) 36

Fig. 15. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de la almeja Chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 38

Fig. 16. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreada en la zona norte por temporadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 39

Fig. 17. Ancho de la concha general registrada para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 40

Fig. 18. Ancho de la concha general registrada para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en cada banco de la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 40

Fig. 19. Frecuencia de tallas la almeja Patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 41

Fig. 20. Relación talla-peso de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua), los intervalos de confianza (polígono gris) y los datos observados (puntos negros)..... 42

Fig. 21. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte por banco del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 44

Fig. 22. Gráfica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 45

Fig. 23. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona centro por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 46

Fig. 24. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona centro por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 47

Fig. 25. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona sur por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 48

Fig. 26. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona sur por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises..... 49

Fig. 27. Gráfica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises..... 50

Fig. 28. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas Chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022 51

Fig. 29. Relación talla-peso de las almejas chirlas de la bahía de Altata muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua) y los intervalos de confianza (líneas con guion) y los datos observados (puntos negros)..... 52

Fig. 30. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreadas en la zona norte por bancos en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022 54

Fig. 31. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 55

Fig. 32. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona centro por banco del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022 56

Fig. 33. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona centro del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises 57

Fig. 34. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) en la zona sur por banco muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022..... 59

Fig. 35. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma-grata*) muestreadas en la zona sur del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por

debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 59

Fig. 36. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises. 60

Fig. 37. Densidad promedio y error estándar (individuos/m^2) de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 62

Fig. 38. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP durante el periodo frío (Nov-2021–Feb-2022) y cálido (May–Jul-2022). 63

Fig. 39. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP en las zonas norte (N), centro (C) y sur (S) de noviembre de 2021 a julio de 2022. 64

Fig. 40. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en los bancos (A-Z, véase Bancos) del SLAEP en las zonas norte (N), centro (C) y sur (S) de noviembre de 2021 a julio de 2022. 65

Fig. 41. Contribución porcentual por especie que compuso el recurso “chirlas”, “chocolata” y “patas de mula” en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 66

Fig. 42. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 67

Fig. 43. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja chirla (*Chione californiensis*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 68

Fig. 44. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja Pata de mula (*Larkinia grandis*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 68

Fig. 45. Comparación de biomasa total, biomasa mayor a la talla legal de primera captura (TLC) y biomasa extraible de los principales moluscos bivalvos de importancia comercial (Almeja chocolata *Megapitaria squalida*; Almeja chirla *Chione californiensis* y Pata de mula *Larkinia grandis*) estimadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 88

Fig. 46. Porcentaje de tipo de fondo registrado en las tres zonas (norte, centro y sur) del SLAEP delimitadas en este estudio. 89

Fig. 47. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 90

Fig. 48. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona centro del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 91

Fig. 49. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona sur del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. 91

1. Introducción

El golfo de California (GC) presenta alta productividad y condiciones oceanográficas que sustentan una gran biodiversidad de flora y fauna; base de dos sectores: el pesquero y el turístico, por sus bellezas naturales. Se ha considerado como un laboratorio natural, en el que se presentan una vasta biodiversidad de organismos, con muchas especies endémicas, comerciales y de importancia ecológica (Lara-Lara et al., 2008). El GC es un mar semicerrado en la costa del Pacífico de México, con aproximadamente 6,000 especies de macrofauna reportadas (mayores de 0.5 mm de longitud) (Hendrickx et al., 2002); en su vasta biodiversidad, el grupo de los moluscos es de los más importantes desde el punto de vista económico y ecológico, 53 especies se encuentran sujetas a explotación, 22 de forma comercial, y el resto como pesquerías de subsistencia (Baqueiro-Cárdenas, 1989).

El GC colinda con la península de Baja California, Sonora y Sinaloa, principalmente y a su alrededor se desarrollan diversos ecosistemas costerios, con numerosas lagunas costeras con una gran variedad de hábitats que incluyen manglares, marismas, pantanos y sistemas de agua salobre y marina (Páez-Osuna et al. 2003). Entre estos sistemas costeros, en el Estado de Sinaloa, las lagunas más importantes son: Navachiste, Santa María-La Reforma, Altata-Ensenada del Pabellón, Urías, Huizache-Caimanero y Teacapán-Agua Grande (Frías-Espiricueta et al., 2009), que proporcionan un hábitat esencial para muchas especies (Anthony et al., 2009).

La gran mayoría de las lagunas costeras mexicanas están circundadas por vegetación de manglar, la cual, por defoliación, aporta gran cantidad de materia orgánica al sistema. El fondo de las lagunas, en general, es fangoso con alto contenido de materia orgánica en proceso de descomposición, con la consecuente carencia de oxígeno. Los factores abióticos ambientales de importancia en la determinación de las características biológicas de las especies que ahí habitan, son: la salinidad, la temperatura, la penetración de la luz y las concentraciones de oxígeno disuelto. La inestabilidad ambiental es una característica de estos sistemas. Desde el punto de vista pesquero, su importancia se puede dividir en dos componentes: son áreas en donde algunas especies comerciales pasan su etapa juvenil y preadulta, migrando posteriormente hacia alta mar, donde se reproducen, y el segundo, es que son áreas donde especies explotadas comercialmente, pasan todo su ciclo de vida. De

esta manera, las lagunas costeras adquieren gran importancia para el hombre en cuanto a "semillero" o eslabón indispensable para el ciclo de vida de ciertas especies, además de su importancia en la pesca artesanal y medio de vida de miles de pescadores (Lara-Domínguez et al., 2011).

A nivel mundial, los moluscos bentónicos son recursos pesqueros valiosos, en 2020 sus capturas registraron 5,923 mil t de peso vivo (FAO, 2022). Sin embargo, son susceptibles a la sobreexplotación por su fácil captura y por constituir parte de la dieta humana, no sólo de las poblaciones asentadas cerca de las costas, sino también de sitios apartados (Baqueiro & Massó, 1988).

En México, en el año 2020 se registraron 12,333 t (peso vivo) por captura total de "almejas", de las cuales, ~8% corresponden al Golfo de México y Mar Caribe y, el resto, 92%, al Océano Pacífico, en particular de los Estado de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit (AGRICULTURA, 2022).

El registro oficial de captura nacional de almeja no disgrega por especie; en 2022 Baja California Sur ocupó el primer lugar en volumen de producción nacional con 3,184 t de peso vivo, Sonora por su parte, el segundo lugar, 2,937 t, Sinaloa la tercera posición, 2,777 t, seguida de Baja California (1,892 t) y Nayarit (486 t) (AGRICULTURA, 2022).

Por su volumen, las almejas se encuentran posicionadas en el 18vo. lugar de la producción pesquera en México, por su valor, en el 20vo. La tasa media de crecimiento anual de la producción en los últimos 10 años es de -8.59%. Se encuentran en el lugar número 11 de las especies exportadas, siendo China, Estados Unidos de América y Hong Kong, sus principales destinos (AGRICULTURA, 2022). El promedio de captura durante el período 2011 - 2020 en Sinaloa fue de 2,712 t.

2. Antecedentes

Los recursos pesqueros de mayor relevancia en la pesquería de moluscos bivalvos en Sinaloa (almejas, caracoles y ostiones) por su importancia social, comercial, local, regional y nacional. Estos recursos están representados por: Almejas: *Anadara tuberculosa* (almeja candelón, negra o prieta), *Larkinia grandis* (almeja pata de mula), *Megapitaria squalida*

(almeja chocolata), *Chione gnidia* (almeja roñosa) y *Chione californiensis* (almeja chirla, blanca o roñosa). Caracoles: *Hexaplex erythrostomus* (caracol chino rosa), *Muricanthus nigritus* (caracol chino negro) y *Melongena patula* (caracol burro liso). Ostión: *Crassostrea iridescens* (ostión de piedra o de roca) y *C. corteziensis* (ostión de placer) (Ramírez-Félix, 2022).

Desde tiempos prehispánicos, los moluscos de concha y la pesca en general en Sinaloa han servido de alimento y como fuente de materiales para fabricar utensilios y accesorios para los grupos humanos que han habitado (Morán-Angulo & Flores-Campaña, 2015). Algunas especies sostienen pesquerías importantes (DOF, 2018a), y se aprovechan también como artesanías y manualidades (Sotelo-González et al., 2019); como objetos sagrados, en la prehistoria y en la Edad Media eran símbolos de cristiandad (Pectínidos en peregrinaciones), sus conchas con significado religioso o como objetos de ofrenda a los dioses (tallados en tumbas de sacerdotes y nobles como en Teotihuacán), como colecciones, además de que diversas culturas los han utilizado con muchos propósitos: figuras, adornos, herramientas, símbolos de fecundidad, instrumentos de sonido, pilas para agua, veneno, joyería, monedas o como inspiración en obras pictóricas, artesanales y arquitectónicas (Gonzáles-Solís & Torruco-Gómez, 2010).

De acuerdo con Keen (1971), en el sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) los moluscos bivalvos están representados principalmente almeja china *C. gnidia* en fondos arenosos, pata de mula, *A. grandis* que puede ser capturada en marea baja extrema sobre fondos arenosos, almeja pata de mula candelona *A. tuberculosa* la cual vive en manglares pantanosos, la almeja blanca *C. undatella* y la almeja chocolata *M. squalida* común sobre fondos arenosos.

El manejo de los recursos biológicos de importancia pesquera requiere del suministro de información científica relevante sobre las poblaciones. Los invertebrados marinos presentan un ciclo de vida complejo, una etapa larvaria en la que es transportada por corrientes marinas por semanas, antes de convertirse en una larva pediveliger bentónica y posteriormente en un juvenil y adulto semi-sedentario. Es necesario incorporar información de la estructura poblacional en los esquemas de manejo pesquero para evitar la sobre-explotación de un recurso y los impactos negativos a las pesquerías locales, por ejemplo, al

ignorar la magnitud de la contribución diferencial que sitios distintos pudieran tener dentro de la metapoblación (Kerr et al., 2017).

2.1 Almeja chocolata

La distribución geográfica de la almeja chocolata *M. squalida* (Sowerby, 1835) y (Gray, 1838) va desde Perú hasta Baja California Sur, México. Se explota como un recurso pesquero en el noroeste de México; se aprovecha principalmente como alimento al consumirse entera-fresca o sin concha (López-Rocha et al., 2010). Se distribuye desde la costa occidental de la Península de Baja California, México, hasta Perú, incluyendo el Golfo de California. Es un organismo filtrador que vive enterrado en el sedimento arenoso de la zona intermareal hasta profundidades de ~160 m. Su concha alcanza hasta 120 mm de longitud. Un estudio histológico realizado en la Bahía de Altata, Sinaloa durante 2013-2014 reportó una actividad reproductiva para *M. squalida* durante todo el año, con máximos en octubre y febrero (Álvarez-Dagnino et al., 2017). En el sistema lagunar de Altata Ensenada del Pabellón, se considera que la pesca comercial y de autoconsumo ha propiciado el deterioro de algunas poblaciones de almejas, principalmente, las de mayor valor comercial como la almeja chocolata *M. squalida* (DOF, 2019).

La almeja chocolata habita principalmente en lagunas costeras las cuales se caracterizan por ser cuerpos de aguas someros en su mayoría, lo que permite el establecimiento de comunidades micro-fito-bentónicas en la capa superficial del sedimento (Contreras, 1985).

2.2 Patas de mula

Los moluscos bivalvos de la familia Arcidae se integran aproximadamente por 200 especies, las cuales se distribuyen en el litoral del océano Pacifico occidental, desde México hasta Perú. Las almejas del género Anadara, son uno de los géneros más representativos debido a su importancia pesquera en las comunidades costeras, las principales especies que se capturan son: *Anadara mazatlanica*, *Larkinia multicostata* (G.B. Sowerby I, 1833) antes *A. multicostata, A. similis*, *A. tuberculosa* y *Larkinia grandis* (Broderip & G.B. Sowerby I, 1829) antes *A. grandis*. A este tipo de almejas se les conoce coloquialmente como “patas de

mulas", "cascos de burro", "conchas arcas", "pianguas", "almejas negras", nombre que varía según el país o la región (Fischer et al., 1995).

L. grandis (pata de mula) y *A. tuberculosa* (almeja negra), son dos especies de importancia pesquera en las comunidades de Sinaloa y otras regiones del litoral del pacifico mexicano. Estas especies presentan grandes similitudes morfológicas. Sin embargo, se pueden diferenciar por el número de costillas radiales que presentan en su concha, además, la sangre de *A. tuberculosa* es de coloración negra, mientras que la de *L. grandis* es color rojizo (MacKenzie, 2001).

A. tuberculosa, presenta una talla promedio de 60 mm de longitud de concha (LC) y una máxima de 80 mm LC, mientras que *L. grandis*, alcanza en promedio 120 mm LC y una máxima 145 mm LC. En su fase adulta, ambas especies viven de forma semienterrada o enterrada en la zona intermareal y aguas sublitorales poco profundas de áreas de manglar, principalmente asociadas al mangle rojo *Rhizophora mangle*. *A. tuberculosa* habita específicamente enterrada a unos 15 cm de profundidad en los fondos fangosos de entre las raíces aéreas del manglar, hasta los 200 m mangle adentro. Mientras que *L. grandis* se localiza sobre los fondos arenosos y fangosos aledaños a las zonas de manglar (Fischer et al., 1995).

2.3 Almeja chirla

La distribución del género Chione comprende aguas templadas y subtropicales del Atlántico occidental, desde Carolina del Sur hasta Brasil, y del Pacífico oriental, desde el sur de California hasta Perú (Roopnarine, 1996). El Pacífico americano cuenta con 25 especies, de las cuales 15 se distribuyen en las costas de la Península de Baja California (Keen, 1971). La pesquería de la almeja chirla (o roñosa) está compuesta por varias especies del género Chione. Las más comunes y abundantes son *C. undatella* y *C. californiensis* (Baqueiro y Massó, 1988).

La almeja *C. californiensis* se encuentra en el piso mediolitoral, su distribución depende principalmente de la concentración de materia orgánica (no habita en sititos mayores al 3%) y del tipo de sedimentos. Domina *C. californiensis* en fondos de arena y areno-limosos, pero al cambiar el tipo de sedimento *C. gnidia* la sustituye gradualmente en fondos

de arena-limo-arcilla y *C. undatella* en fondos de arena gruesa (García-Domínguez, 1991). La almeja chirla forma bancos en la zona entre mareas y en áreas someras, aun cuando se localiza hasta profundidades de 69 m (Keen, 1971).

2.4 Área de estudio

2.4.1 Ecosistema

El Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) se ubica en el estado de Sinaloa, en el noroeste de México (Fig. 1), se localiza en una región sub-húmeda afectada por el distrito de riego del Valle de Culiacán, mismo que comprende las tierras agrícolas de riego más tecnificadas de la región. La agricultura de riego representa 60%, la agricultura de temporal el 27% y la camaronicultura el 2% (Páez-Osuna et al., 2007).

El SLAEP ocupa aproximadamente 220 km^2 y está constituido por dos cuencas, las lagunas de Altata al noroeste y de Ensenada del Pabellón al sureste. Entre sus rasgos morfológicos sobresalientes destaca la llanura deltaica subacuática del frente deltaico del Río Culiacán con comunicación franca con el sur del golfo de California (SGC) a través de las bocas naturales La Tonina y La Palmita (Ayala-Castañares et. al., 1994). Por lo tanto, es de esperarse que la variabilidad estacional de la temperatura superficial del SGC se refleje en el SLAEP.

Frente de la costa norte de Sinaloa, se presenta un rango de temperatura superficial del mar (TSM) de 16.8–32.4 °C, con dos periodos térmicos bien definidos: uno frío aproximadamente de noviembre a abril (TSM promedio = 22.1 °C) y otro cálido, de mayo a noviembre (TSM promedio = 28.5 °C) (Robles-Tamayo et al., 2018). A su vez, estos periodos térmicos se asocian con las temporadas de lluvias (periodo cálido) y secas (periodo frío) que también influyen en el SLAEP, por la relación inversa que guardan la TSM y la presión atomósférica en la costa. En el SLAEP, se presenta una marea mixta dominante semidiurna, con una amplitud de 30 cm en Altata y en Pabellón de 10 cm.

El sistema referido se caracteriza por tener una profundidad máxima de 15 m en la boca y <2 m en su zona norte (Gómez-Noguera & Hendrickx, 1997). En Altata, una

profundidad promedio de 5 m y fuertes corrientes, en comparación, con Ensenada del Pabellón, que es de 1 m y el agua permanece estancada (Núñez-Riboni, 2000).

Además, la dinámica litoral y fluvial es un elemento crucial en la evolución natural del sistema lagunar y las barreras litorales. El cauce del río Culiacán ha sido decisivo en las modificaciones morfológicas de la Laguna de en Ensenada del Pabellón y de, por lo menos, la porción sureste de la Laguna Altata. Por su parte, en la Boca La Palmita la dinámica se restringe a su geometría derivada de la barra arenosa hacia el sureste y, en el este la geometría disipa la energía de la marea debido a la amplitud y escasa profundidad de la Laguna de Ensenada del Pabellón, con amplias llanuras lodosas, ausencia de canales y abundancia de islotes. En esta zona, la dinámica y sedimentación las norma el oleaje por el viento y el aporte de agua dulce (DOF, 2019)).

El ecosistema del SLAEP está principalmente represanto por el bosque de manglar bien desarrollado en sus bordes interiores e islotes. Los sedimentos van de arenas medianas y finas cerca de la boca; arena muy fina en algunas partes de las barras de arena y, predomina el sedimento lodoso en las demás zonas del SLAEP (Gómez-Noguera & Hendrickx, 1997). Esto es, Ensenada del Pabellón presenta sedimentos terrígenos (principalmente compuesto por limos y arcillas) mientras que Altata, típicos de ambiente marino (arenosos); esto igualmente explica la batimetría somera de Ensenada del Pabellón (Peraza-Vizcarra, 1973). La mayor concentración de sedimentos de metales pesados ocurre en Ensenada del Pabellón y en la zona noreste de la misma (Green-Ruíz, 1996).

2.4.2 La pesquería de moluscos bentónicos en el SLAEP

Por sus características paisajísticas y ecológicas, y dada su cercanía con la capital del estado de Sinaloa, el SLAEP es un sitio importante para la pesca y el turismo (DOF, 2019). El sector pesquero usuario del SLAEP se compone de 1,479 pescadores organizados en 18 cooperativas distribuidas en las principales 7 comunidades que colindan con el SLAEP (Altata, Tetuán, Las Aguamitas, El Castillo, Las Puentes, Las Arenitas y el Robalar). Los recursos que se capturan en el SLAEP incluyen al camarón, jaiba, peces de escama y moluscos bentónicos.

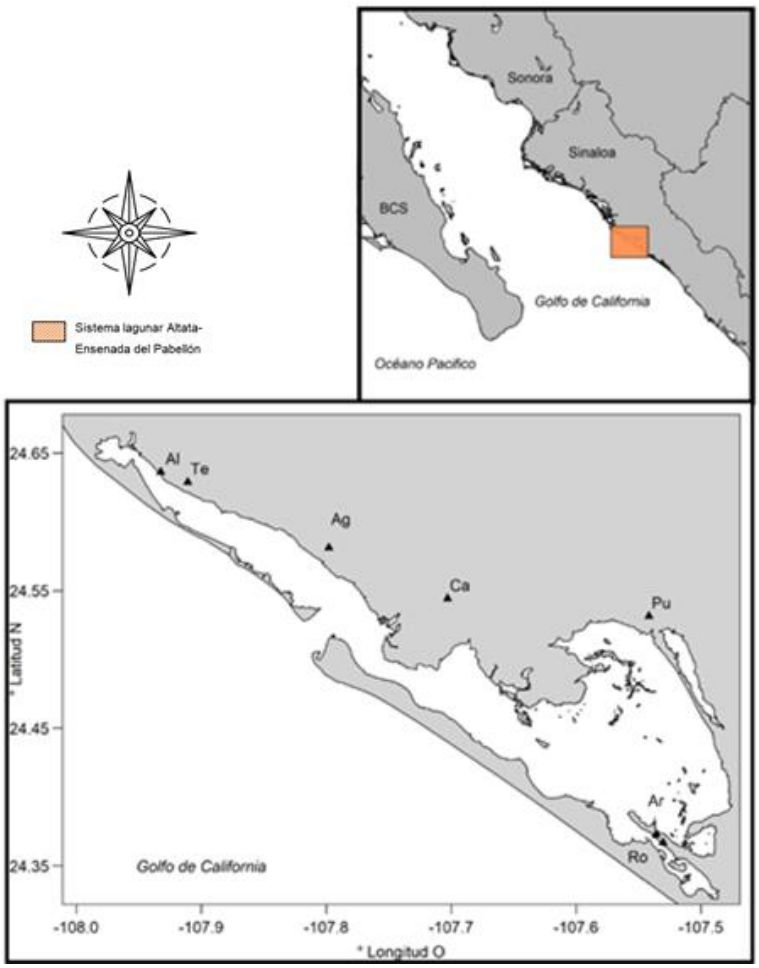


Fig. 1. Localización geográfica del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Al= Altata, Te=Tetuán, Ag= Las Aguamitas, Ca= El Castillo, Pu= Las Puentes, Ar= Las arenitas y Ro= El Robalar.

En la pesquería de moluscos se capturan recursos como pata de mula, almeja chirla, callo de hacha, ostión de placer, ostión de mangle, caracol chino negro y almeja chocolata por medio de la recolección manual (DOF, 2019). De los moluscos comerciales del SLAEP, la almeja chocolata genera un gran interés social, económico y cultural para los pobladores del SLAEP, particularmente en Altata. Sin embargo, en los últimos 18 años ha ocurrido un descenso significativo en sus capturas. Por lo tanto, con la finalidad de contrarrestar esta situación, en 2018 se instauró una Zona de Refugio Pesquero (ZRP) (DOF, 2018b) y en 2020 se estableció una veda temporal por dos años a la captura de almeja chocolata (DOF, 2020). Por su parte, existen otras especies de moluscos bivalvos de gran relevancia para las comunidades locales (*L. grandis*) y con potencial de captura y desarrollo (*C. californiensis*).

Sin embargo, a la fecha se desconocen muchas características biológico-pesqueraslas poblaciones de moluscos bivalvos de importancia comercial dentro del SLAEP, en términos de distribución, abundancia y tallas que permitan en el presente obtener una línea base del estado de las poblaciones y en el futuro, conocer el efecto de la aplicación de medidas de manejo. Además, contemplando el enfoque ecosistémico del plan de manejo del SLAEP (DOF, 2019) y con la finalidad de optimizar los recursos humanos y financieros disponibles, se plantearon los siguientes objetivos de investigación: 1) Conocer la estructura de tallas y la relación longitud-peso por especie y 2) estimar la biomasa por banco y especie.

3. Objetivo general

Estimar la distribución y biomasa total de la almeja chocolata, almeja chira y pata de mula en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP).

4. Objetivos específicos

- Identificar la composición de especies de moluscos bivalvos en los fondos blandos del SLAEP.
- Conocer el área y la distribución espacial de los principales bancos de almeja chocolata, chirla y pata de mula en el SLAEP.
- Estimar la distribución y abundancia de las especies de moluscos bivalvos de fondos blandos de importancia comercial dentro del SLAEP.
- Estimar la estructura de tallas y pesos de almeja chocolata, chirla y pata de mula.
- Estimar la relación longitud-peso de almeja chocolata, chirla y pata de mula.
- Estimar la biomasa total y extraíble de las almeja chocolata, chirla y pata de mula con base en las recomendaciones de la autoridad pesquera.

5. Material y métodos

Para definir la metodología, se realizó un taller con especialistas del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPESCA); se consultó bibliografía especializada (Fernández-Rivera Melo, 2015; López-Rocha et al., 2021; López-Rocha et al., 2018) y el protocolo se ajustó a la cantidad de bancos y su área, así como los recursos disponibles.

5.1 Zonas

El sistema se dividió en tres zonas en su plano noroeste-sureste, considerando la variabilidad ambiental espacial en el Sistema (Fig. 2). Además, se consideró la cercanía con las comunidades pesqueras presuntamente usuarias de los bancos que permitiera la disponibilidad de sitios de salida y arribo, así como espacios para el muestreo biológico.

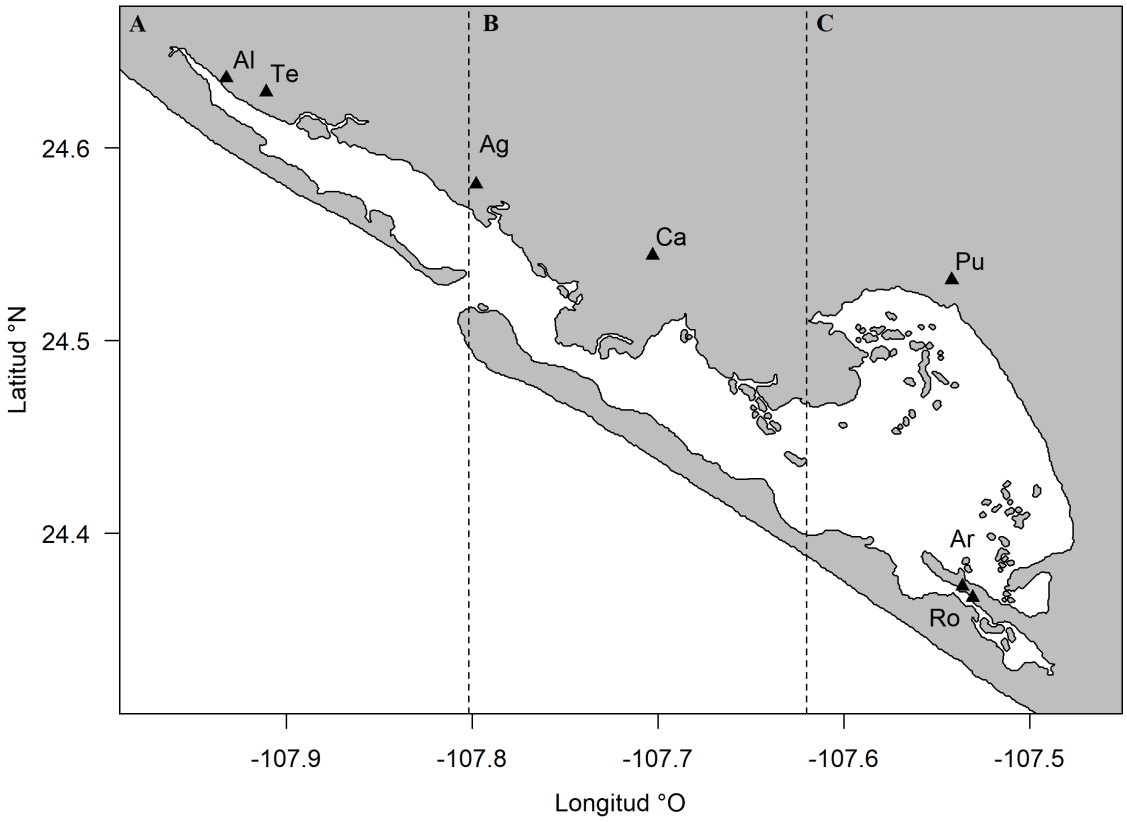


Fig. 2 Localización geográfica del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Las líneas verticales entrecortadas indican los límites entre zonas y las letras mayúsculas en la esquina superior izquierda de cada zona indican **A**=Norte, **B**=Centro y **C**=Sur. Los triángulos negros indican algunas de las localidades más representativas. **Al**= Altata, **Te**= Tetuán, **Ag**= Aguamitas, **Pu**= Las Puentas, **Ar**= Las Arenitas**, Ro=** El Robalar.

5.1.1 <u>Zona norte</u>

La zona norte del SLAEP está definida principalmente por la laguna de Altata. La zona norte abarca un área de aproximadamente 54 km^2 y un perímetro de 55 km calculados a través de imágenes de satélite. Limita al sur con una línea recta en 107.802° O (Fig. 3), desde la boca de La Tonina hasta la barra de arena que se encuentra al oeste del poblado de Las

Aguamitas. Las localidades que se comunican con la zona norte son Avándaro, Tetuán Viejo, Tetuán Nuevo, Altata, Las Águilas y Nuevo Altata. En esta zona predomina la actividad turística (Fig. 4).

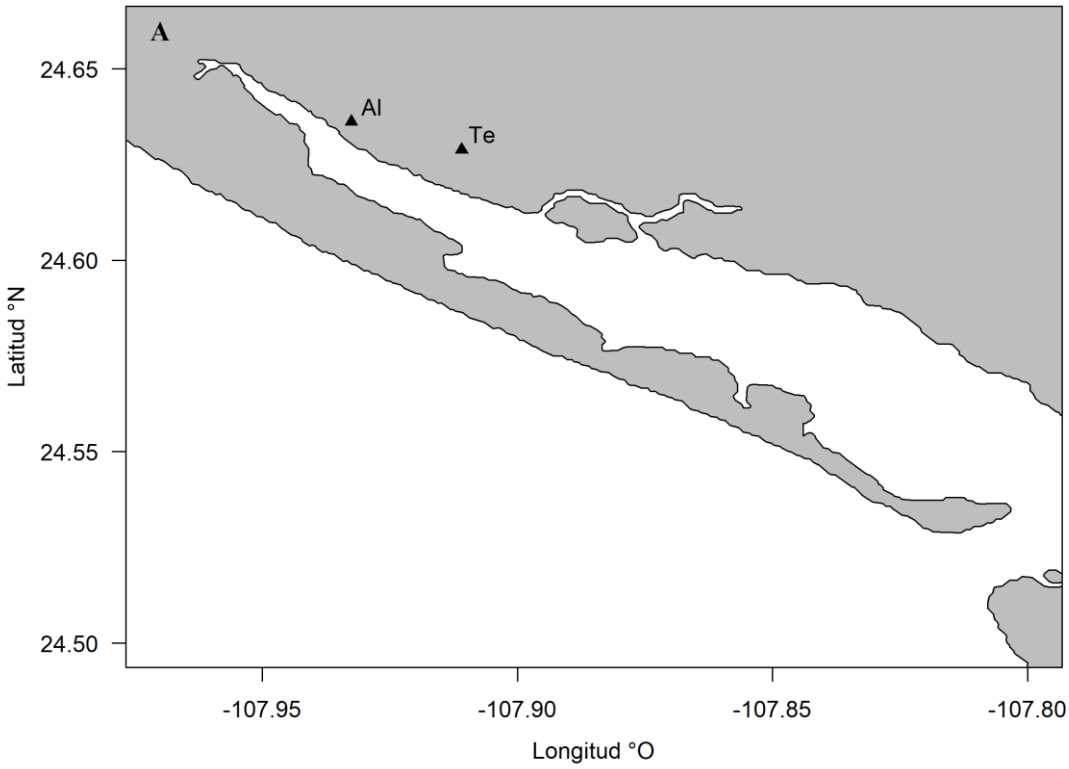


Fig. 3. Localización geográfica de la zona norte (**A**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Al= Altata, Te=Tetuán.

Fig. 4. Fotografía de Altata durante el verano de 2020. Fuente: https://mexicodailypost.com/2020/08/08/this-sunday-they-will-close-car-access-to-the-altata-boardwalk/

5.1.2 Zona Centro

La zona centro del SLAEP se ubica en la transición entre la laguna de Altata y la de Ensenada del Pabellón y está influenciada por la desembocadura del río Culiacán y el SGC. Con límites norte en 107.802°O de longitud y sur a los 107.620°O de longitud (Fig. 5).

La zona centro es la zona con mayor influencia directa del SGC en su parte norte, pero en su mayor proporción se encuentra prácticamente cerrada por la península de Lucenilla. La zona centro abarca un área de aproximadamente 90 km^2 y tiene un perímetro de 66 km, calculados a través de imágenes de satélite. Las localidades que se comunican con la zona centro son: "Las Aguamitas" y "El Castillo" principalmente, en esta zona predominan los desarrollos agrícolas y acuícolas (Fig. 6).

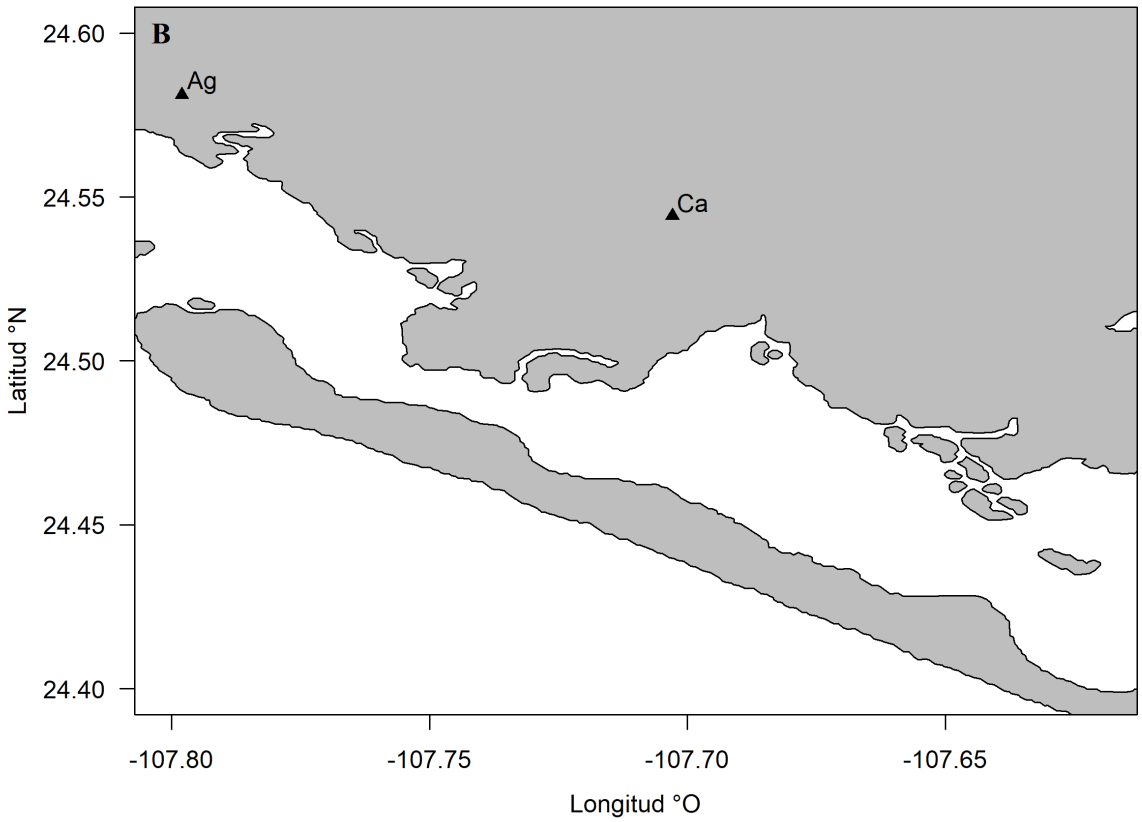


Fig. 5. Localización geográfica de la zona centro (**B**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Ag= Las Aguamitas, Ca= El Castillo.

Fig. 6. Vista satelital de la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Fuente: Google Earth.

5.1.3 Zona Sur

La zona sur del SLAEP está definida principalmente por la laguna de Ensenada del Pabellón (también conocida como “Pabellones”). Su límite norte se define por una línea recta en los 107.620° que va desde la península de “Lucenilla” hasta la región acuícola ubicada al sur de “El Castillo” (Fig. 7). La zona sur abarca un área de aproximadamente 188 km^2 y un perímetro de 93 km, calculados a través de imágenes de satélite. Las principales localidades de la zona sur son: “Las Puentes”, “Las Arenitas” y “El Robalar”. En los alrededores de esta zona predominan los desarrollos acuícolas (Fig. 8).

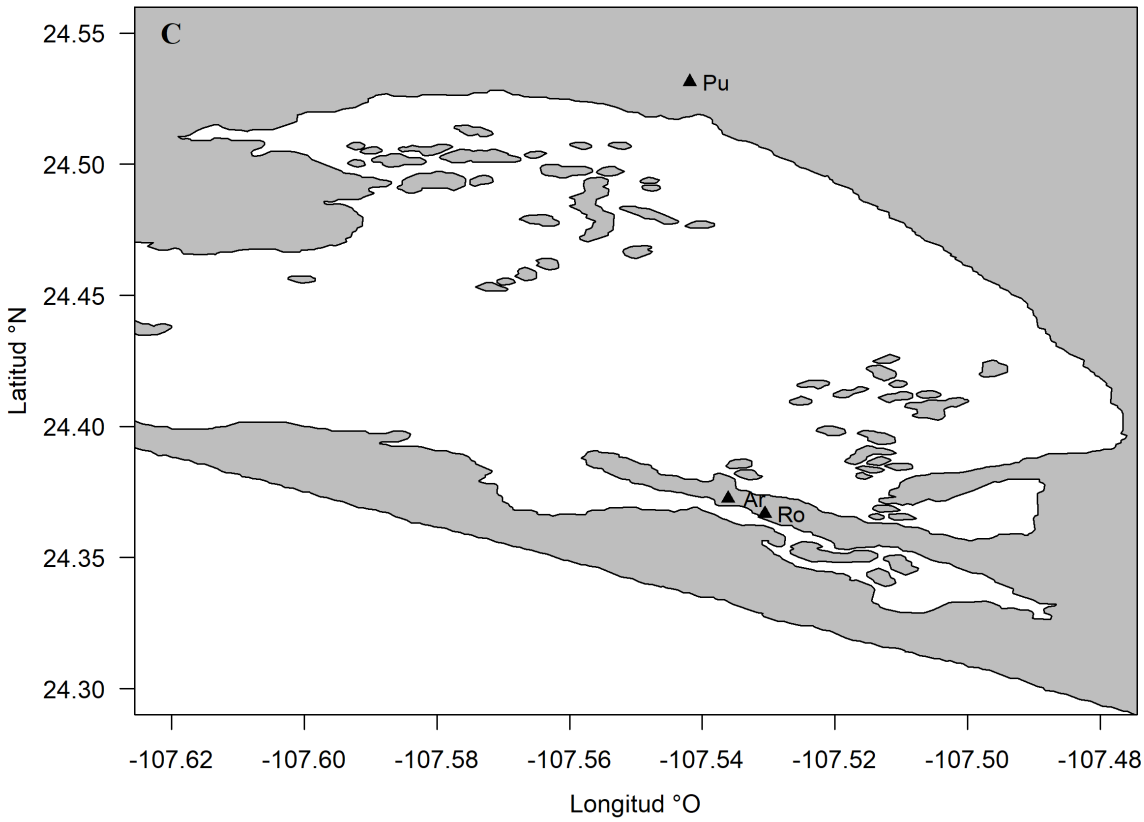


Fig. 7. Localización geográfica de la zona sur (**C**) del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP). Los triángulos indican algunas de las localidades más representativas. Pu= Las Puentes, Ar= Las Arenitas y Ro= El Robalar.

Fig. 8. Vista satelital de la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Fuente: Google Earth.

5.2 Bancos

Personal técnico del Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca (ISAPESCA), en colaboración con Environmental Defense Fund de México A.C. (EDFM), INAPESCA y pescadores de las comunidades aledañas al SLAEP, reconocieron y georreferenciaron 63 bancos de bivalvos comúnmente explotados (Fig. 9). En la definición de este enfoque de monitoreo, se discutió con los participantes la probabilidad de realizar un muestreo aleatorio. Sin embargo, se prefirió el presente enfoque debido a la necesidad del sector y de la autoridad pesquera de contar con información actualizada sobre las especies y bancos actualmente explotados. Por lo tanto, las conclusiones de este trabajo solamente representan a los bancos monitoreados en las profundidades usuales de pesca (< 2 m) y no permite hacer conclusiones sobre el sistema en general.

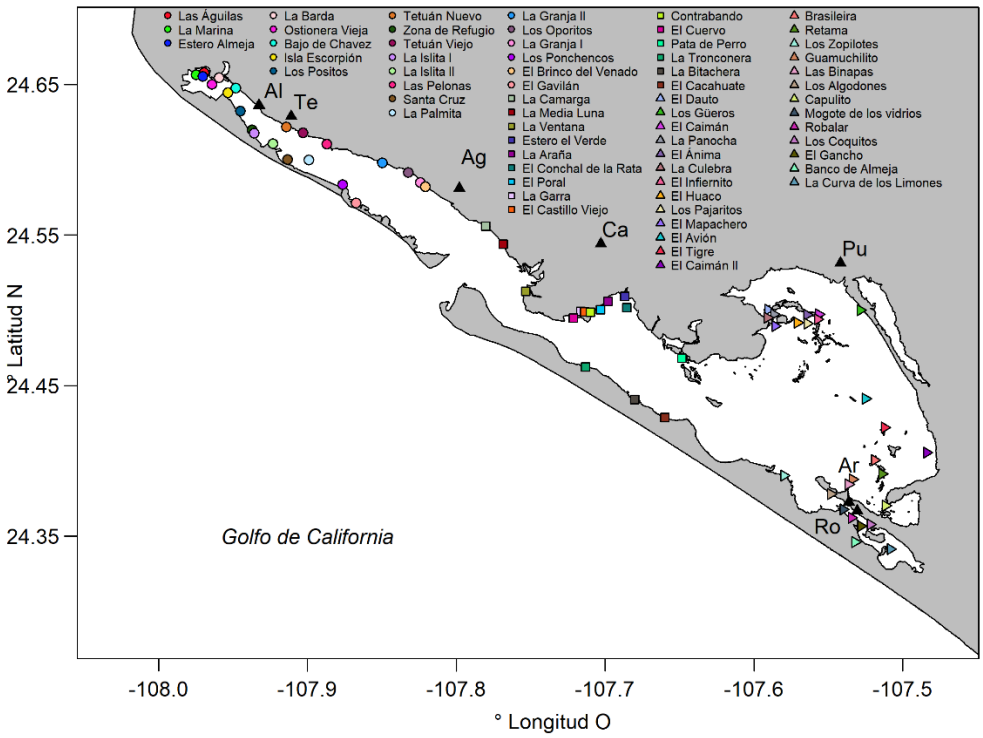


Fig. 9. Bancos de moluscos bivalvos identificados en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón. Las formas geométricas representan el centroide de la ubicación de cada banco. ●=Zona norte, ■=Zona centro, ▲=Zona sur, variando cada banco por color. En la parte superior se indica la forma y color utilizada para diferenciar a cada banco, así como el nombre común usado en la región. Los triángulos negros indican algunas de las localidades más representativas. **Al**= Altata, **Te**= Tetuán, **Ag**= Aguamitas, **Pu**= Las Puentas, **Ar**= Las Arenitas**, Ro=** El Robalar.

La ubicación geográfica de las aristas del polígono que define a cada banco, inicialmente georreferenciado, se usó para estimar el área de cada banco por medio de Google Earth Pro vers. 7.3.4.8642 (64-bit). Con base en el área de cada banco, se establecieron 3 categorías arbitrarias de tamaño de la siguiente forma: Chico (Área < 8.25 ha); Mediano (8.25 ha > Área < 17.25 ha) y Grande (Área > 17.25 ha). Se estimó el número necesario de transectos para alcanzar una cobertura cercana a 0.5% del área de cada banco con un mínimo de 3 transectos por visita para bancos chicos y máximo de 25 transectos para bancos grandes, de acuerdo con lo recomendado por personal de INAPESCA y la literatura (King, 2013) (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de bancos, ubicación geográfica (centroide) y categoría de tamaño asignada.: Chico (Área < 8.25 ha); Mediano (8.25 ha > Área < 17.25 ha) y Grande (Área > 17.25 ha).

Banco	Latitud	Longitud	Categoría
Las Águilas	24.65762	-107.96943	Chico
La Marina	24.65632	-107.97488	Chico
Estero Almeja	24.65521	-107.97034	Chico
La Barda	24.65434	-107.95929	Chico
Ostionera Vieja	24.64984	-107.96417	Chico
Bajo de Chávez	24.64742	-107.94821	Chico
Isla Escorpión	24.64456	-107.95338	Mediano
Los Positos	24.63231	-107.94494	Grande
Tetuán Nuevo	24.62173	-107.91422	Chico
Zona de Refugio	24.61975	-107.93708	Chico
Tetuán Viejo	24.61781	-107.90290	Chico
La Islita I	24.61751	-107.93564	Mediano
La Islita II	24.61070	-107.92310	Mediano
Las Pelonas	24.61025	-107.88689	Mediano
Santa Cruz	24.60007	-107.91329	Mediano
La Palmita	24.59963	-107.89911	Chico
La Granja II	24.59776	-107.84965	Mediano
Los Oporitos	24.59152	-107.83226	Grande
La Granja I	24.58484	-107.82419	Grande
Los Ponchencos	24.58326	-107.87616	Grande
El Brinco del Venado	24.58206	-107.82069	Mediano
El Gavilán	24.57130	-107.86738	Mediano
La Camarga	24.55576	-107.78031	Mediano
La Media Luna	24.54385	-107.76865	Mediano
La Ventana	24.51261	-107.75338	Mediano
Estero el Verde	24.50939	-107.68681	Grande
La Araña	24.50592	-107.69823	Mediano
El Conchal de la Rata	24.50190	-107.68541	Grande
El Poral	24.50049	-107.70325	Chico
La Garra	24.49927	-107.71642	Chico
El Castillo Viejo	24.49906	-107.71387	Chico
Contrabando	24.49863	-107.71000	Chico
El Cuervo	24.49472	-107.72133	Mediano
Pata de Perro	24.46826	-107.64846	Grande
La Tronconera	24.46240	-107.71328	Mediano
La Bitachera	24.44066	-107.68009	Mediano
El Cacahuate	24.42886	-107.65983	Mediano
El Dauto	24.50038	-107.59053	Chico
Los Güeros	24.50019	-107.52856	Grande
El Caimán	24.49736	-107.55646	Chico
La Panocha	24.49734	-107.58664	Chico

Banco	Latitud	Longitud	Categoría
El Ánima	24.49701	-107.56434	Chico
La Culebra	24.49520	-107.59096	Chico
El Infiernito	24.49406	-107.55720	Chico
El Huaco	24.49180	-107.57077	Chico
Los Pajaritos	24.49137	-107.56422	Chico
El Mapachero	24.48952	-107.58578	Chico
El Avión	24.44123	-107.52511	Chico
El Tigre	24.42227	-107.51232	Chico
El Caimán II	24.40557	-107.48393	Mediano
Brasileira	24.40040	-107.51908	Chico
Retama	24.39125	-107.51401	Chico
Los Zopilotes	24.39024	-107.57987	Chico
Guamuchilito	24.38782	-107.53374	Chico
Las Binapas	24.38451	-107.53652	Chico
Los Algodones	24.37795	-107.54830	Mediano
Capulito	24.37026	-107.51158	Grande
Mogote de los vidrios	24.36770	-107.54010	Chico
Robalar	24.36211	-107.53451	Chico
Los Coquitos	24.35772	-107.52184	Chico
El Gancho	24.35673	-107.52827	Chico
Banco de Almeja	24.34622	-107.53205	Chico
La Curva de los Limones	24.34145	-107.50830	Chico

5.3 Periodos de muestreo

Considerando un efecto generalizado en el SLAEP de la variabilidad estacional de la TSM del SGC, se definieron dos periodos de muestreo, uno durante el periodo frío de noviembre–abril y otro durante el periodo cálido de mayo–octubre (Robles-Tamayo et al., 2018).

5.4 Cuadrillas de muestreo

Se requirió de cuadrillas multiinstitucionales compuestas, idealmente, por un motorista, un monitor, un responsable y un asistente técnico. Cada cuadrilla abordó una embarcación menor afiliada a una de las organizaciones pesqueras participantes. Cada cuadrilla contó con el material y equipo necesario (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de material y equipo empleado en cada cuadrilla durante la evaluación de las poblaciones de moluscos bentónicos del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa.

Tabla de campo
Bitácoras de transecto
Lapiceros
Etiquetas
Tijeras
Transecto de 25 m
Transecto de 10 m
GPS
Termómetro
Refractómetro
Potenciómetro (PH)
Disco de Secchi
Cubeta
Costales o arpillas
Bolsas plásticas de diferentes tamaños
Catálogo de identificación de especies
Mapa de los bancos de la zona
Lista de bancos y IDs.
Protocolo escrito

5.5 Campañas de muestreo

Se planearon seis campañas de muestreo, 1 en cada zona [A, B y C] durante cada periodo [frío y cálido]) considerando el área de cada banco, y el número de transectos estimado para cada banco. Además, considerando el tiempo y la distancia a cada banco, se definió un promedio máximo de 12 transectos por cuadrilla/día. Para conformar las cuadrillas, se establecieron convenios con diversas instituciones gubernamentales, no gubernamentales y privadas para contar con el personal técnico y con las organizaciones pesqueras, para contar con el apoyo logístico de pescadores de las comunidades aledañas durante los días necesarios (

Fig. 10).

Fig. 10. Reunión con multisectorial celebrada en Altata el 21 de octubre de 2021.

Se notificó a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) la lista final de los nombres de todos los participantes y sus embarcaciones durante el periodo definido. El primer periodo de muestreo cubrió de noviembre de 2021 a febrero de 2022 y el segundo de mayo a julio de 2022.

5.6 Protocolo de muestreo

En cada banco se realizaron transectos de 50 m^2 (25 m de largo y 2 m de ancho), en casos donde la densidad fue muy alta (>500 individuos/m^2) o el área explotable mostró características que impidieron hacer transectos de 25 m de largo, se usó un trasecto de 10 m para un área total de 20 m^2 . Los transectos se identificaron con un cabo de polietileno de 3/8" con plomos de 20 Oz cada punta amarrados con hilo de pesca ("Cola de rata") a un sujetador de hierro maleable de 1/8". Se registró la hora y ubicación geográfica de los puntos

de inicio y término del transecto. El número de transectos en cada banco varió en función de su área.

Los buzos de las cuadrillas de muestreo colectaron todos los individuos de todas las especies presentes en el área indicada usando la misma técnica que cuando pescan, teniendo especial atención en colectar incluso organismos de talla menor a la comercial. Al mismo tiempo, el personal técnico de la cuadrilla registró las variables fisco-químicas (temperatura, salinidad, profundidad, profundidad del disco de Secchi y pH) y asignó una categoría arbitraria de tipo de sedimento (arena, arcilla, lodo, conchal) a través de la información del monitor y la exploración sensorial. Una vez terminado el transecto, se entregó la captura total, se identificó a cada especie y se contaron el número de individuos por especie. Se colectó una muestra de hasta 50 individuos por especie por banco para el registro de biometrías. Es importante en este punto considerar que cada cuadrilla estuvo liderada por personal técnico de diversas instituciones, sin embargo, la ejecución tuvo un componente comunitario predominante. Por ello, el nivel de involucramiento de la comunidad de pescadoras y pescadores es relevante, así como ciertas complicaciones en términos de captura y transcripción de datos e información.

5.7 Análisis de muestras

5.7.1 Identificación de especies

Con base en la información publicada (DOF, 2019), guías de identificación y el conocimiento local, las especies capturadas se identificaron y se colectaron las muestras. En el laboratorio de INAPESCA, durante el registro de las biometrías, se corroboró la asignación de especie. Una submuestra por especie se envió al departamento de Invertebrados del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM), Unidad Mazatlán, para validar la identificación de las especies.

5.7.2 Biometrías

A las muestras obtenidas durante los transectos se les registraron las biometrías: ancho (AC), largo (LC) y alto de la concha (HC) (en mm) con ayuda de un vernier de plástico. Se registró el peso total (PT), peso de las vísceras (PV) y peso de la concha (PC) (en g) con una balanza

digital OHAUS Scout SPX con precisión de 0.1 g y rango de 0–420 g. Para definir la estructura de tallas se utilizó el AC expresado en milímetros (mm) (**Error! Reference source not found.**). Es importante mencionar que dicha medida es usualmente referida en la literatura como "Largo de la concha". Sin embargo, con la finalidad de evitar confusiones con el equipo de monitoreo (mayoritariamente comunitario) se usó "Ancho de la concha" a lo largo de este estudio.

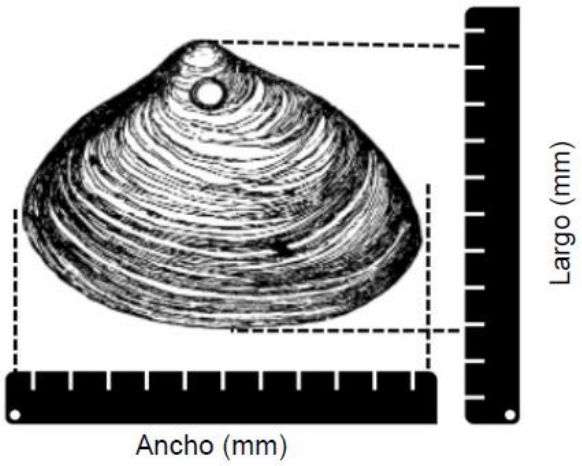


Fig. 11. Biometrías principales obtenidas de las especies de bivalvos del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón durante 2021-2022.

5.7.3 Análisis de datos

5.7.3.1 Procesamiento de datos

Los datos georreferenciados de 594 transectos se importaron a Rstudio para su procesamiento. Inicialmente, se realizó un sistema de información geográfica (SIG) para validar que su posición correspondía a los bancos indicados a los pescadores y especificados en la base de datos. Debido a limitaciones logísticas, en algunos casos los transectos no se realizaron específicamente dentro de los polígonos inicialmente definidos, sino en zonas aledañas, pues el límite exacto de un banco es difícil de definir *a priori*. Además, durante el monitoreo, se detectó que algunos bancos inicialmente definidos ya no tenían presencia de especies de importancia comercial desconociéndose si esto se debe a la modificación del

hábitat (de origen natural o antropogénica) o al agotamiento de los recursos. Considerando estas diferencias, los polígonos de los bancos se modificaron, en algunos casos se redujo el área, en otros se incrementó, algunos bancos se eliminaron y otros se unieron por mostrar abundancias continuas de las especies. Además, durante el procesamiento de datos se identificaron y corrigieron errores de dedo y de formato (*i.e.* las posiciones estaban en grados, minutos y segundos, en lugar de grados decimales) y se recuperaron las posiciones correctas. Sin embargo, en 55 transectos (9%) de los casos, no fue posible corregir dichas posiciones y el análisis se centró en 539 transectos y 53 bancos (norte: 19, centro: 11 y sur: 23) a los que se les calculó el área a través del SIG[1]. Con ellos y con las 6,655 biometrías obtenidas de 18 especies distribuidas en las zonas norte, centro y sur, se procedió al análisis de datos. Sin embargo, en este estudio se presentan los resultados para los recursos comerciales más importantes del SLAEP: almeja chocolata, chirla y pata de mula.

5.7.3.2 Estructura de tallas y pesos

Se realizaron histogramas de frecuencia con intervalos de 10 mm AC para cada grupo (chocolata, chirla y pata de mula). La variación de la estructura de tallas se evaluó por distintos factores: a) Zona (con niveles: Norte, Centro y Sur), b) Banco y c) temporada (con niveles frío y cálido). Se evaluaron las diferencias estadísticas entre el AC para cada especie por banco y periodo mediante un análisis de varianza. Adicionalmente, se realizó una prueba de Tukey de diferencias honestamente significativas, para identificar diferencias específicas de las tallas entre niveles de los factores (esto es, zona, banco asociado y periodo), bajo las hipótesis:

$$Ho = \mu_i = \mu_j \text{ ó } (\mu_i - \mu_j) = 0 \qquad H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ ó } (\mu_i - \mu_j) \neq 0$$

[1] Sistema de Información Geográfica (SIG) de los transectos realizados durante el periodo de monitoreo en los bancos definidos posteriormente al procesamiento de los datos. [Disponible en: https://rpubs.com/oscarzamora9008/993874, consultado el 15 de julio de 2023]

El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey se realizaron tras una verificación visual de la normalidad de los residuales (gráficos Q-Q [quantile-quantile]). De no ser normales, se opto por la via no-paramétrica mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

5.7.3.3 Relación AC-PT

Los parámetros (*a* y *b*) de la relación AC-PT para cada especie por grupo se estimaron ajustando un modelo potencial:

$$P_T = a(AC)^b$$

Donde P_T es el peso total (g), *AC* es el ancho de la concha (mm) y *a* y *b* son constantes de ajuste que representan el intercepto y la pendiente (coeficiente de alometría), respectivamente.

La estimación de los parámetros se realizó minimizando la suma de cuadrados residual (RSS por sus siglas en ingles). Para ello, las variables PT y AC fueron convertidas a logaritmos. Los intervalos de confianza al 95% fueron calculados mediante la técnica de Bootstrap con 999 remuestreos.

5.7.3.4 Densidad por especie

Para fines exploratorios, la densidad por especie (individuos/m^2) se estimó como el número de organismos por especie encontrados en un transecto, dividido entre el área ocupada durante el transecto. Con los datos de densidad, se calculó la estadística descriptiva (frecuencia de ocurrencia, densidad, mínima, máxima, promedio y desviación estándar) para cada especie dentro del grupo de chirlas, chocolata y patas de mula. Se evaluó la distribución de frecuencias de la densidad por especie y se comparó entre especies y para cada especie entre los factores zona, banco y periodo usando las medias y su error estándar.

5.7.4 Estimación de biomasa total por especie

La biomasa se compone de la estimación de la abundancia (número de individuos) multiplicada por el peso promedio de la especie en cada banco. Por lo tanto, para la estimación de biomasa, se usaron los datos obtenidos en las dos secciones anteriores.

5.7.4.1 Peso promedio ponderado

Para cada especie y banco, se estimó el peso promedio ponderado. Para ello, la estructura de tallas en intervalos de 10 mm se convirtió a PT a través de la relación AC-PT calculada para cada especie aplicada a las marcas de clase de cada intervalo de AC. Se prefirió utilizar la ecuación general obtenida para la especie en lugar de la que pudiese calcularse para cada banco para evitar el sesgo generado por diferentes niveles de representatividad en los distintos intervalos de talla en cada banco. El peso promedio por intervalo, en conjunto con el número de organismos por intervalo se utilizó para calcular el peso promedio ponderado:

$$\overline{PT} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \, X_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

donde $\overline{PT}$ es el peso promedio ponderado,

w_i es la ponderación (frecuencia relativa de cada valor)

X_i es cada valor de peso calculado para cada marca de clase de los intervalos de talla

El peso ponderado representa dos ventajas en términos numéricos sobre la media aritmética: 1) Permite estimar el peso relativo de ciertos intervalos de talla específicos (*e.g.* diferenciar el peso promedio de los organismos por encima de una talla específica como la talla legal de primera captura [TLC]) y 2) al asignar una ponderación específica a cada dato evita el sesgo generado por los valores positivos extremos, que podrían tener un efecto significativo sobre la media aritmética (Penningnton, 1983).

5.7.4.2 Abundancia (Número de individuos)

Las estimaciones de densidad en cada transecto tienen una característica natural, es probable no encontrar a una especie durante un transecto y también es probable encontrar a dicha especie en altas densidades. Tales características se definen numéricamente como la probabilidad de obtener valores de densidad = 0 y valores positivos extremos. Como se comentó anteriormente, tales características pueden sesgar la representatividad de la media aritmética para representar a la media poblacional. Por lo tanto, se utilizó el estimador de la media de Pennington.

El estimador de Pennington está basado en la distribución delta log-normal, y proporciona un estimador no sesgado de la media y la varianza para datos de muestreo que contienen una gran cantidad de ceros y valores positivos extremos. Un supuesto fundamental es que los valores positivos se distribuyen de forma log-normal (Penningnton, 1986). Por su parte, la varianza del estimador no sesgado (denotado como *c* y *d*) para la media, y la varianza respectivamente, se calcula como sigue:

$$c\begin{cases}\dfrac{m}{n}\exp(\bar{y})G_m\left(s^2/2\right), & m>1\\ \dfrac{x_1}{n}, & m=1\\ 0, & m=0\end{cases}$$

y

$$d\begin{cases}\dfrac{m}{n}\exp(2\bar{y})\left\{G_m\left(2s^2\right)-\left(\dfrac{m-1}{n-1}\right)G_m\left(\dfrac{m-2}{m-1}s^2\right)\right\}, & m>1\\ \dfrac{x_1}{n}, & m=1\\ 0, & m=0\end{cases}$$

Donde ***n*** es el número de muestras; ***m*** es el número de muestras con valores diferentes de cero; $\bar{y}$ y S^2 son la media y la varianza de las muestras con valores diferentes de cero, expresados como $\log_e$; x_1 es un valor (no transformado) diferente de cero cuando ***m*** = 1, y $G_m(x)$ es una función de ***x*** y ***m*** (Pennington, 1983; 1986) expresada como:

$$G_m(x)=1+\frac{m-1}{m}x+\sum_{j=2}^{\infty}\frac{(m-1)^{2j-1}x^j}{m^j(m+1)(m+3)\ldots(m+2j-3)j!}$$

El estimador no sesgado para la varianza de la media (**var**$_{est}$) fue calculado de acuerdo con lo recomendado por Folmer y Pennington (2000):

$$\mathrm{var}_{est}\begin{cases}\dfrac{m}{n}\exp(2\bar{y})\left\{\dfrac{m}{n}G_m\left(\dfrac{s^2}{2}\right)-\left(\dfrac{m-1}{n-1}\right)G_m\left(\dfrac{m-2}{m-1}s^2\right)\right\}, & m>1\\ \left(\dfrac{x_1}{n}\right)^2, & m=1\\ 0, & m=0\end{cases} \qquad \text{(Ec. 4)}$$

Cuando ***n*** = ***m***, el estimador considera una distribución log-normal (Smith, 1990). El error estándar (EE) de la media se estimó por $var_{est}(c)^{1/2}$. Por su parte, los intervalos de confianza al 95% se consideraron como 2*SE (Folmer & Penningnton, 2000). Sin embargo, dada la amplia variabilidad registrada en algunos bancos, el intervalo de confianza al 95% incluyó valores negativos. Para evitar la estimación de datos inconsistentes, el estimador de Pennington se recalculó 10,000 veces por medio de Bootstrap y se estimó el intervalo de confianza al 70%, que por definición abarca un intervalo más estrecho, sacrificando la precisión.

Así pues, el promedio de Pennington (*c*) de la densidad y los intervalos de confianza al 70% (en individuos/m^2) de cada especie en cada banco se multiplicaron por el área total (*A* en m^2) prospectada para estimar el número total promedio de individuos (*N*) y el intervalo de confianza al 70% para cada especie (*i*) y banco (*j)*.

$$N_{ij} = c_{ij} * A_j$$

5.7.4.3 Biomasa total

El número de individuos (*N*) por especie y banco se multiplicó por el peso promedio ponderado de cada especie $\overline{PT}$ (g) por especie y banco para estimar la biomasa total (BT). El resultado se obtuvo en gramos (g) y se dividió entre 1,000,000 para obtener la estimación en toneladas (t).

$$BT_{ij} = N_{ij} * \overline{PT}_{ij}$$

Los conteos totales por especie y banco se utilizaron en combinación con el peso estimado de cada intervalo de talla para estimar el peso promedio ponderado general y el peso promedio ponderado para los organismos por encima de la TLC.

El promedio de la densidad de Pennington se multiplicó por el área total prospectada para obtener una estimación del número de individuos totales (y sus intervalos de confianza al 70%). El número de individuos se multiplicó por los pesos $\overline{\boldsymbol{PT}}$ para obtener la biomasa total (BT) y sus intervalos de confianza al 70%. Se eligió este intervalo de confianza pues debido a la intensidad de muestreo variable, el 70% fue el máximo nivel que se pudo obtener de forma consistente a través de todos los bancos.

5.7.4.4 Biomasa extraíble

El procedimiento anteriormente descrito se repitió para estimar la biomasa extraíble (BE) con dos consideraciones específicas. 1) El peso promedio utilizado fue aquel que se calculó de los intervalos de talla (y frecuencias) de los organismos por encima de la TLC $\overline{(PT_2)}$ definida en el anteproyecto de la Carta Nacional Pesquera 2023[2], únicamente con fines exploratorios. Siendo la TLC utilizada para almeja chocolata de 64 mm AC y para almeja chirla de 45 mm AC, para pata de mula no se reporta TLC.

Por su parte, la densidad promedio de los organismos por encima de la TLC (c_2) se calculó utilizando la media de densidad general (c) y se multiplicó por la proporción (frecuencia relativa) de organismos encontrados por encima de la TLC (n_2) durante los muestreos, es decir, por el cociente de n_2 entre el número total de organismos encontrados por especie (n).

$$c_2 = c * (n_2/n)$$

La densidad promedio de organismos por encima de la TLC (c_2) y sus intervalos de confianza se extrapolaron al área total de cada banco y se multiplicaron por el peso promedio correspondiente $\overline{(PT_2)}$ y considerando el porcentaje de extracción recomendado para cada especie, se calculó la biomasa extraíble.

[2] Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. 2023. [Disponible en: https://cofemersimir.gob.mx/portales/resumen/55267, consultado el 30 de junio de 2023]

5.7.5 Análisis de tipo de fondo

Durante cada transectos, el tipo de fondo se categorizó de acuerdo con la percepción sensorial del personal técnico y de los buzos/pescadores locales. Así, se se designaron las categorías de arena, concha, lodo, o tierra, así como categorías mixtas.

6. Resultados

Se realizaron 6 campañas de muestreo. Una en cada zona (norte, centro y sur) durante cada periodo térmico (frío y cálido) entre el 08 de noviembre de 2021 y 21 de julio de 2022 (

Tabla 3).

Tabla 3. Campañas de muestreo realizadas durante el periodo frío del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022.

Núm.	Clave de campaña	Fechas de inicio–término	Zona	Personal involucrado	Organizaciones participantes
1	AEP081121	08/11/21–11/11/21	Norte	18	EDFM, INAPESCA, ISAPESCA, Sector Pesquero
2	AEP071221	08/12/21–10/12/21	Centro	11	EDFM, INAPESCA, ISAPESCA, Sector Pesquero
3	AEP080222	08/02/22–10/02/22	Sur	9	EDFM, INAPESCA, Sector Pesquero
4	AEP200522	08/05/22–13/05/22	Norte	25	EDF, INAPESCA, ISAPESCA, Sector pesquero, Del Pacífico
5	AEP150722	15/07/22–17/07/22	Centro	16	EDF, Sector pesquero
6	AEP180722	18/05/22–21/05/22	Sur	12	EDF, Sector pesquero

6.1 Bancos monitoreados

Con las posiciones verificadas y corregidas se definieron 55 bancos: 21 en la zona norte, 11 en la zona centro y 23 en la zona sur. La zona con mayor área identificada con bancos de especies comerciales fue la zona norte (638.52 ha), seguida de la zona sur (400 ha) y la zona centro (286.9 ha) (Tabla 4). Las dimensiones de los bancos, así como los transectos realizados pueden ser consultados en línea[3]

[3] Sistema de Información Geográfica (SIG) de los transectos realizados durante el periodo de monitoreo en los bancos definidos posteriormente al procesamiento de los datos. [Disponible en: https://rpubs.com/oscarzamora9008/993874, consultado el 15 de julio de 2023]

Tabla 4. Clave, nombre y área de cada banco en cada zona y total de área de bancos por zona identificadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Zona	#	Clave	Nombre	Área (ha)	Área Total (ha)
	1	A	Las Águilas	18.3	
	2	B	La Marina	9.9	
	3	C	Estero Almeja	8.3	
	4	D	La Barda	13	
	5	E	Ostionera Vieja	13	
	6	F	Bajo de Chávez	12	
	7	G	Isla Escorpión	10.3	
	8	H	Los Pocitos	19.4	
	9	J	Zona de Refugio	1.6	
	10	K	Tetuán Viejo	57.5	
Norte	11	L	Las Islita I	34.9	638.52
	12	M	La Islita II	13.6	
	13	N	Las Pelonas	49.1	
	14	O	Santa Cruz	34.8	
	15	P	La Palmita	9.9	
	16	Q	La Granja II	61.4	
	17	R	Los Oporitos	123.3	
	18	S	La Granja I	55.1	
	19	T	Los Pochencos	32.8	
	20	U	El Brinco del Venado	28.2	
	21	V	El Gavilán	31.5	
	1	A	La Camarga	36.6	
	2	B	La Media Luna	21.1	
	3	C	La Ventana	46.3	
	4	D	Estero el Verde	12.1	
	5	E	La Araña	29	
Centro	6	F	El Conchal de la Rata	36.6	286.9
	7	H	El Contrabando	11.1	
	8	K	El Cuervo	36.5	
	9	L	Pata de Perro	16.6	
	10	M	La Tronconera	22.1	
	11	N	La Bitachera	18.9	
	1	A	El Dauto	11.3	
	2	AA	SAA	5.8	
	3	C	El Caimán	12.2	
Sur	4	D	La Panocha	21.5	400
	5	E	El Ánima	13.6	
	6	F	La Culebra	7.8	
	7	G	El Infiernito	2.6	

8	H	El Huaco	4.4
9	J	El Mapachero	14
10	K	El Avión	26.1
11	L	El Tigre	40.1
12	M	El Caimán II	25.1
13	N	Brasileira	22.2
14	O	Retama	12.6
15	P	Los Zopilotes	10.4
16	R	Las Binapas	24
17	S	Los Algodones	12.2
18	T	Capulito	97.8
19	U	Mogote de los Vidrios	8.4
20	W	Los Coquitos	8.6
21	X	El Gancho	3
22	Y	Banco de Almeja	2.4
23	Z	La Curva de los Limones	13.9

6.2 Especies identificadas

En total, se identificaron 18 especies de importancia comercial en las tres zonas del SLAEP (Tabla 5).

Tabla 5. Especies comerciales identificadas en el SLAEP, clave usada en campo.

#	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Clave**
1	*Anadara perlabiata*	Falsa pata	APE
2	*Anadara reinharti*	Pata de mula "Rey"	ARE
3	*Atrina maura*	Callo de hacha	AMA
4	*Chione californiensis*	Chirla/Blanca	CCA
5	*Chionista fructifraga*	Chirla borrosa, almeja negra	CFR
6	*Chionopsis gnidia*	China o roñosa	CGN
7	*Crassostrea corteziensis*	Ostión de placer	CCO
8	*Dosinia dunkeri*	Almeja plato chico	DDU
9	*Dosinia ponderosa*	Almeja plato	DPO
10	*Iliochione subrugosa*	Chirla rayada	ISU
11	*Larkinia grandis*	Pata de mula	LGR
12	*Leukoma asperrima*	Almeja de bordes difusos	LAS
13	*Leukoma grata*	Venus grata	LGS
14	*Leukoma histrionica*	Almeja oscura con figuritas verticales	LHI
15	*Megapitaria squalida*	Chocolata	MSQ
16	*Muricantus nigrius*	Caracol chino negro	MNI
17	*Mytella guyanensis*	Mejillón liso	MGU
18	*Saccostrea palmula*	Ostión de mangle	SPA

Los recursos de mayor importancia comercial son la almeja chocolata, la almeja chirla y el conjunto pata de mula/almeja negra. El recurso almeja chocolata se compone en su totalidad por la especie *Megapitaria squalida*. Sin embargo, el recurso almeja chirla se compone realmente de 5 especies: (*Chione californiensis*, *Chionista fluctifraga, Leukoma asperrima, L. grata* y *L. histrionica*) y las patas de mula por tres especies (*Larkinia grandis, Anadara perlabiata* y *A. reinharti*). Por lo tanto, los resultados siguientes se centran en las 8 especies anteriormente mencionadas que son explotadas comercialmente como 3 recursos.

6.3 Estructura de tallas y pesos

Se muestrearon un total de 2,133 almejas chirlas, 1,244 almejas chocolatas y 1,715 patas de mula. La estadística descriptiva de cada grupo se muestra en la (Tabla 6) sobre el AC.

Tabla 6. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula capturadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Grupo	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
Chirla	39.2	7.73	19%	15	85	2,133
Chocolata	51.2	11.53	22.5%	13	122	1,244
Patas de mula	51.9	16.28	31.4%	13	112	1,715

Se muestra la estructura de tallas de las almejas de manera general (Fig. 12). Las almejas patas de mula mostraron una distribución bimodal en los intervalos 30–32 mm y 62–64 mm de AC. La almeja chocolata mostró una distribución similar a la normal, con la moda en el intervalo 54–56 mm, con el intervalo de tallas más amplio de los 3 recursos. Las almejas chirlas mostraron una distribución normal, con pocos registros mayores a 70 mm.

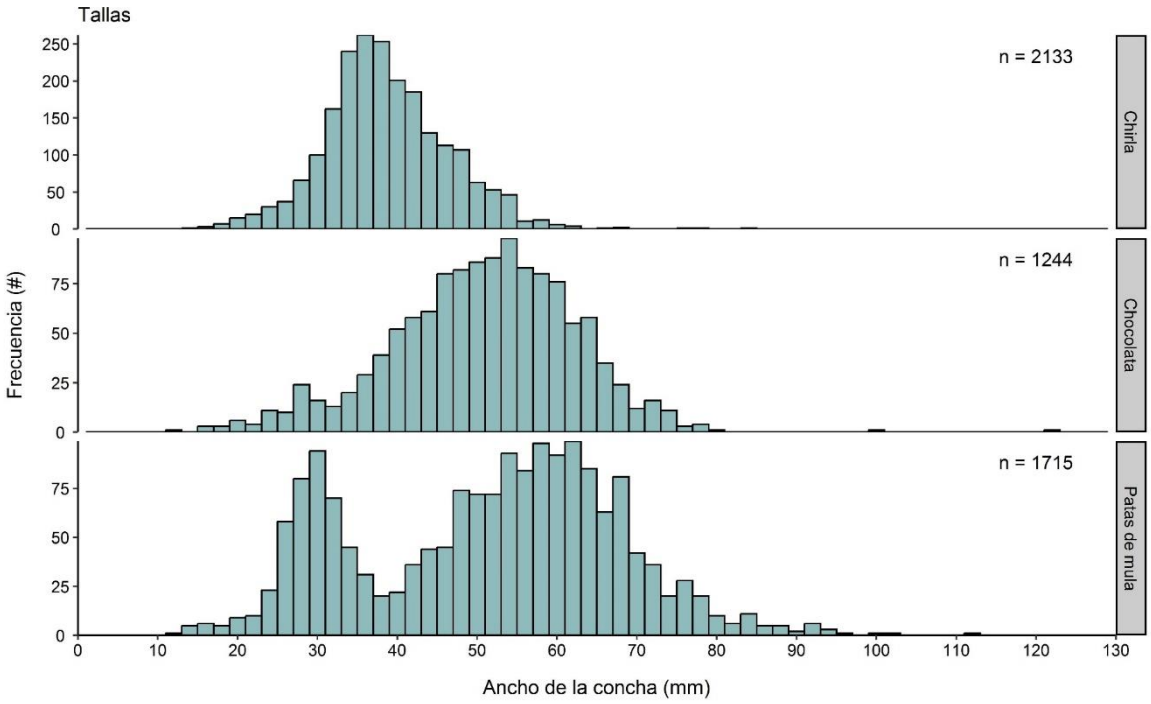


Fig. 12. Frecuencia de tallas (ancho de la concha) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Para el caso de los pesos, la estadística descriptiva se muestra en la Tabla 7. En general, los pesos muestran una distribución sesgada a la derecha en todos los casos (Fig. 13). En promedio, las patas de mula fueron las que presentan valores más altos a diferencia de las otras dos.

Tabla 7. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Grupo	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
Chirla	29.8	22.5	75%	1	226.3	2,144
Chocolata	41.3	26.3	63%	0.6	364	1,222
Patas de mula	67.9	53.3	78%	1.8	474	1,709

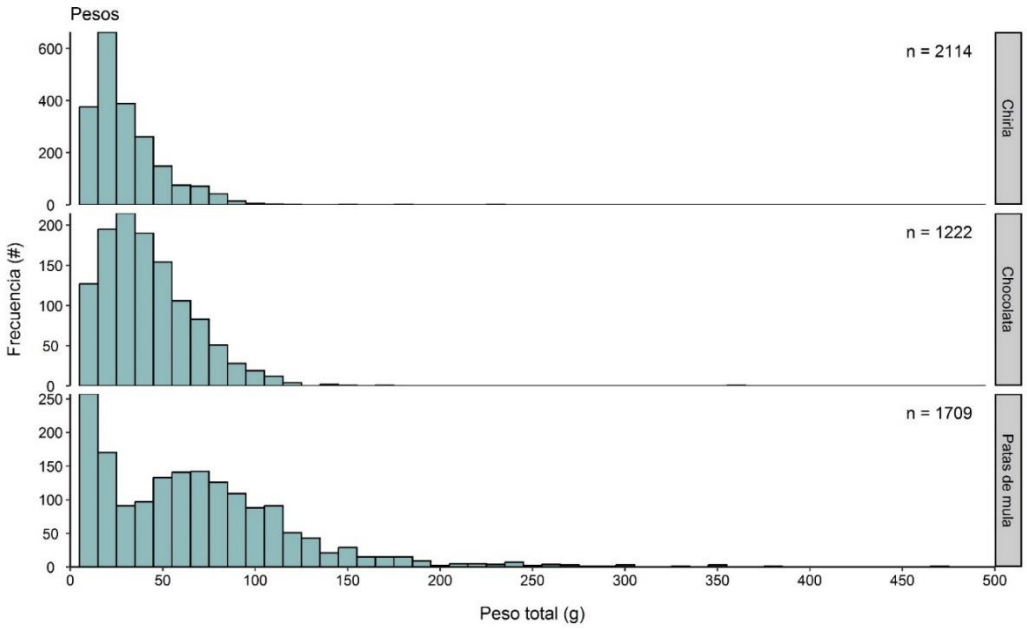


Fig. 13. Frecuencia de pesos de las almejas chirla, chocolata y patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

6.3.1 Almeja chocolata

De manera general, la relación AC-PT de la almeja chocolata (*M. squalida*) mostró un buen ajuste (R^2=0.81). Los parámetros del modelo resultaron en *a*= 0.0015 (intervalo de confianza 95% [$IC_{95\%}$]= 0.0011–0.002) y *b*=2.56 ($IC_{95\%}$=2.49–2.62) (Fig. 14).

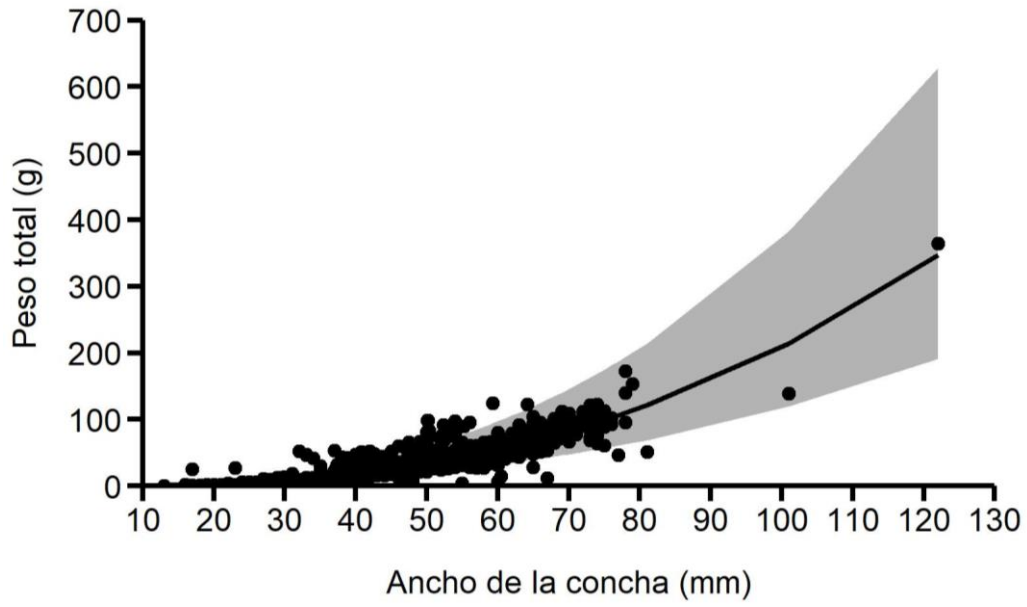


Fig. 14. Relación talla-peso de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua), los intervalos de confianza al 95% (poligono gris) y los datos observados (puntos negros)

6.3.1.1 Zona norte

La almeja chocolata únicamente se registró en la zona norte. La estadística descriptiva por banco se muestra en la (

Banco	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***	**Banco**	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
A	47.7	9.4	20%	17.0	64.0	86	**L**	55.8	9.5	17%	28.0	76.0	52
B	46.6	8.2	18%	25.0	62.0	42	**M**	56.4	16.4	29%	35.0	122.0	30
C	41.8	9.1	22%	13.0	57.0	82	**N**	62.0	8.0	13%	42.0	74.0	34
D	45.7	8.7	19%	26.0	62.0	90	**O**	55.7	10.8	19%	24.0	74.0	77
E	49.5	8.6	17%	27.0	69.0	100	**P**	41.5	7.8	19%	36.0	47.0	2
F	49.3	10.2	21%	29.0	68.0	76	**Q**	62.3	2.9	5%	59.0	66.0	4
G	39.2	11.5	29%	18.0	63.0	85	**R**	55.0	7.1	13%	50.0	60.0	2

H	51.5	8.0	16%	16.0	66.0	62	**S**	60.7	11.4	19%	44.0	75.0	9
I	54.0	9.4	17%	30.0	71.0	96	**T**	52.8	10.7	20%	21.0	77.0	121
J	56.4	8.2	15%	29.0	81.0	70	**U**	46.5	8.3	18%	38.0	57.0	4
K	58.1	11.0	19%	25.0	78.0	58	**V**	61.7	10.4	17%	35.0	79.0	62

Tabla 8). Los mayores registros se dieron en el banco o "T" ("Los Pochencos") (ver Tabla 4) (*n*=121) y en los bancos "P" ("La Palmita") y "R" ("Los Oporitos") los menores registros (*n*=2). El promedio del AC en temporada cálida fue de 52.4 cm (DE [desviación estándar]=11.7) y en temporada de frío de 50.2 mm (DE=11.3). Existen 589 registros en temporada cálida y 655 en la temporada fría. La frecuencia de tallas mostró el rango más amplio en el banco "M" ("La Islita II"). En la mayoría de los bancos, el intervalo de 40–60 mm AC es el más recurrente (**Error! Reference source not found.**).

Tabla 8. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos.

Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*	Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*
A	47.7	9.4	20%	17.0	64.0	86	**L**	55.8	9.5	17%	28.0	76.0	52
B	46.6	8.2	18%	25.0	62.0	42	**M**	56.4	16.4	29%	35.0	122.0	30
C	41.8	9.1	22%	13.0	57.0	82	**N**	62.0	8.0	13%	42.0	74.0	34
D	45.7	8.7	19%	26.0	62.0	90	**O**	55.7	10.8	19%	24.0	74.0	77
E	49.5	8.6	17%	27.0	69.0	100	**P**	41.5	7.8	19%	36.0	47.0	2
F	49.3	10.2	21%	29.0	68.0	76	**Q**	62.3	2.9	5%	59.0	66.0	4
G	39.2	11.5	29%	18.0	63.0	85	**R**	55.0	7.1	13%	50.0	60.0	2
H	51.5	8.0	16%	16.0	66.0	62	**S**	60.7	11.4	19%	44.0	75.0	9
I	54.0	9.4	17%	30.0	71.0	96	**T**	52.8	10.7	20%	21.0	77.0	121
J	56.4	8.2	15%	29.0	81.0	70	**U**	46.5	8.3	18%	38.0	57.0	4
K	58.1	11.0	19%	25.0	78.0	58	**V**	61.7	10.4	17%	35.0	79.0	62

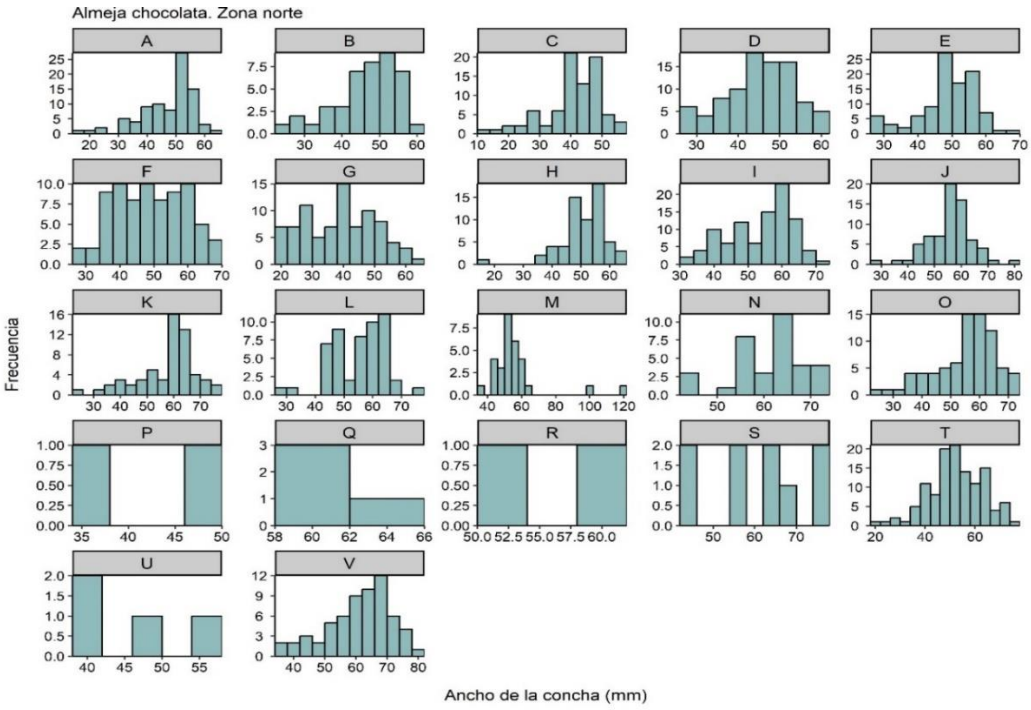


Fig. 15. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de la almeja Chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

La tendencia del AC con respecto a los bancos no presenta un patrón claro, mostrando fluctuaciones a lo largo de los mismos. Sin embargo, es notable tallas más grandes de AC durante la temporada cálida en comparación con la temporada fría. (Fig. 16). El análisis de varianza indicó que existen diferencias estadísticas entre el AC y los bancos (F=22.73, $g.l.$=21, p<0.01) (ver anexo 1), en donde los bancos que que provocan dichas diferencias no muestran un patron sistematico, sin embargo, la mayoria fueron causadas por el banco “G” (“Isla Escorpión“). De igua manera existieron diferencias estadisticas entre el AC y temporadas (F=5.15, $g.l.$=1, p=0.02) de la almeja chocolata en la zona norte.

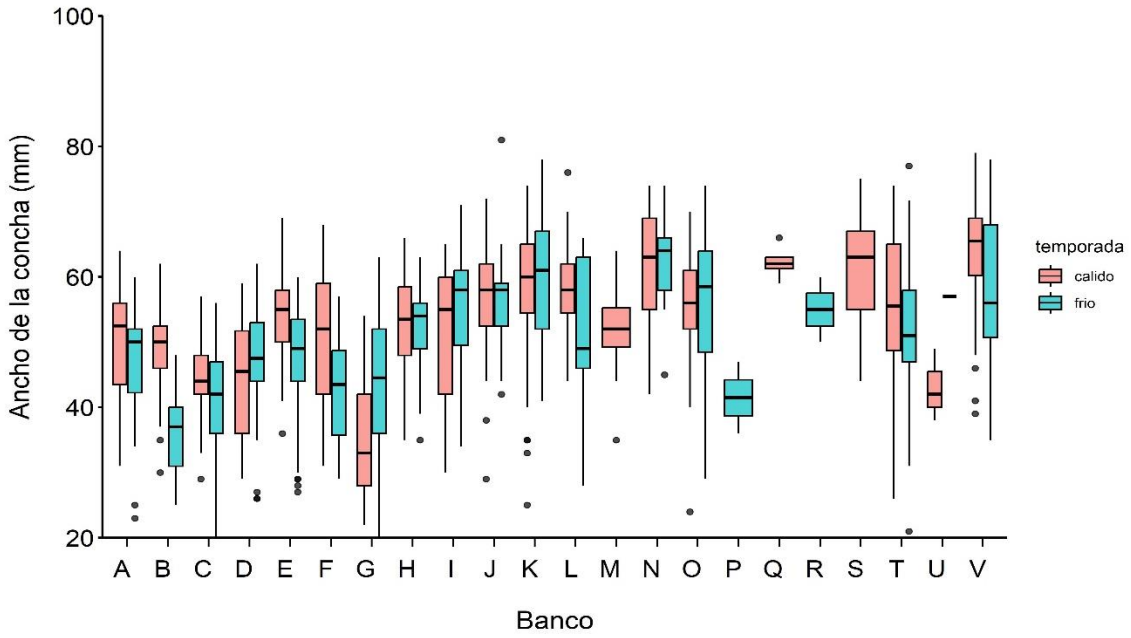


Fig. 16. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) muestreada en la zona norte por temporadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

6.3.2 Comparación de la talla de almeja chocolata con la talla mínima legal

En general, el 87% de las almejas chocolatas registradas tuvieron un AC menor al de la talla legal de captura (TLC = 64 mm de longitud de concha, en nuestras mediciones el equivalente de AC) establecida en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018a), como se aprecia en la Fig. 17. Sin embargo, esta situación fue distinta en cada banco monitoreado, teniendo los bancos más al sur, un mayor porcentaje de organismos por encima de la TLC (Fig. 18).

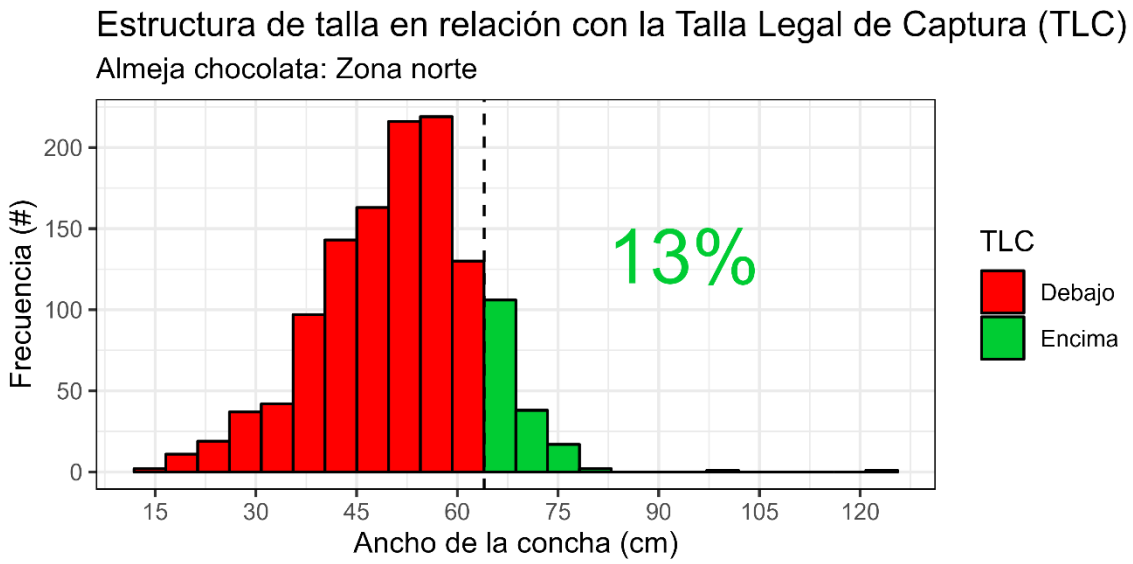


Fig. 17. Ancho de la concha general registrada para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

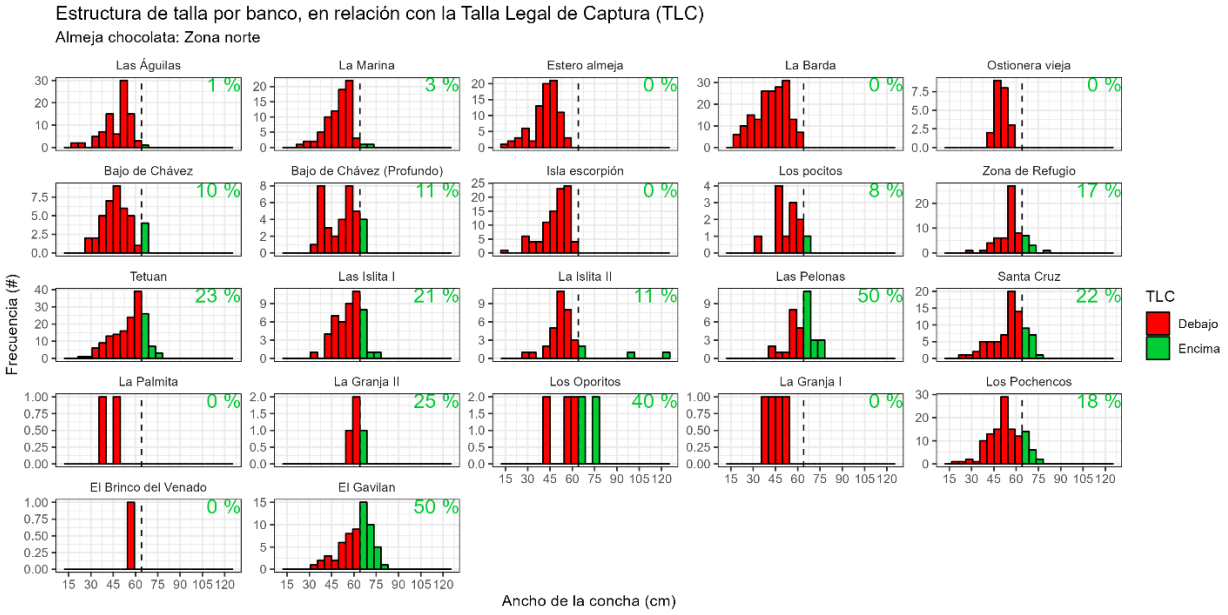


Fig. 18. Ancho de la concha general registrada para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en cada banco de la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

6.3.3 Patas de mula

Para las almejas patas de mula (*A. perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) la estadística descriptiva en general se muestra en la Tabla 19. Densidad por especie en todos los bancos

del SLAEP. *n*= Número de transectos; *n*+= Número de transectos en los que se encontró la especie; Frec. Ocurr. =Frecuencia de ocurrencia en los transectos, expresada en porcentaje; Mín=Mínimo de densidad; Máx=Máximo de densidad; Prom=Media aritmética de la densidad y DE=Desviación estándar de la densidad.*A. reinharti* fue la especie con el mayor promedio de AC; por otro lado, *L. grandis* fue la que presento más registros. Por su parte, la almeja *A. perlabitia* presentó mayor frecuencia de organismos en el intervalo 25-29 cm, mientras que *L. grandis* fue la especie con el rango más amplio de tallas (Fig. 19).

Tabla 9. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti* y *Larkinia grandis*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Especie	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	*n*
A. perlabiata	34.24	12.61	36%	13	78	439
A. reinharti	58.39	11.68	20%	17	102	423
L. grandis	57.77	12.83	22%	21	112	845

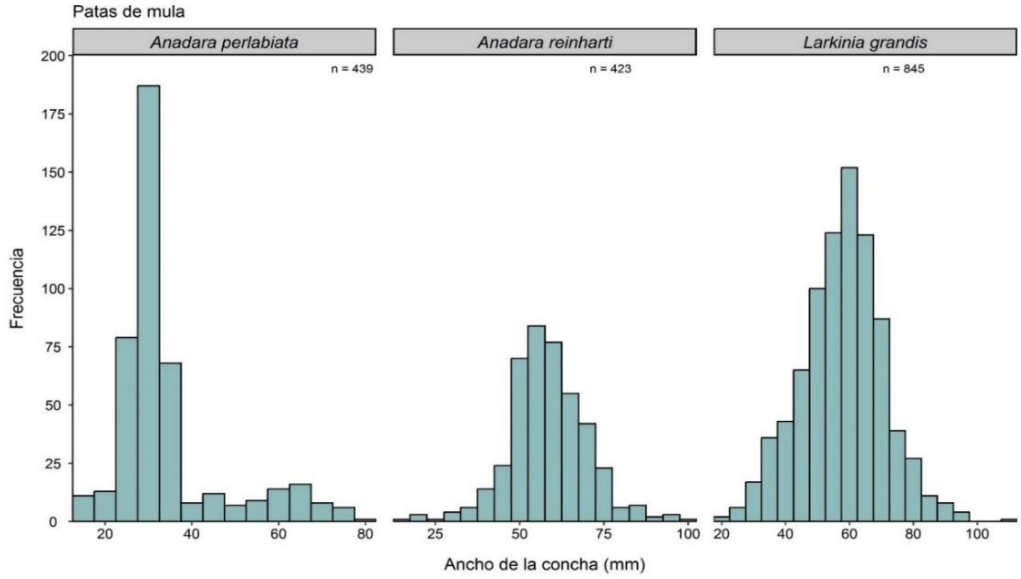


Fig. 19. Frecuencia de tallas la almeja Patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

El modelo potencial ajustado a los datos de talla-peso mostraron un buen ajuste (R^2>80) para todas las especies. Los parámetros resultantes con sus respectivos intervalos de confianza se muestran en la Tabla 10, así como el modelo ajustado a los datos (

Fig. 20).

Tabla 10. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. $IC_{95\%}$= Intervalo de confianza al 95%. R^2= Coeficiente de determinación

Especie	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*	a ($IC_{95\%}$)	b ($IC_{95\%}$)	R^2
A. perlabiata	23.5	26.6	113%	1.8	151	439	0.0029 (0.0023–0.0037)	2.47 (2.41–2.53)	0.89
A. reinharti	83.6	51.1	6%	2.9	380.1	423	0.00074 (0.00047–0.001)	2.83 (2.73–2.94)	0.80
L. grandis	83.1	51.9	6%	4.7	474	845	0.00099 (0.00071–0.0013)	2.76 (2.68–2.84)	0.87

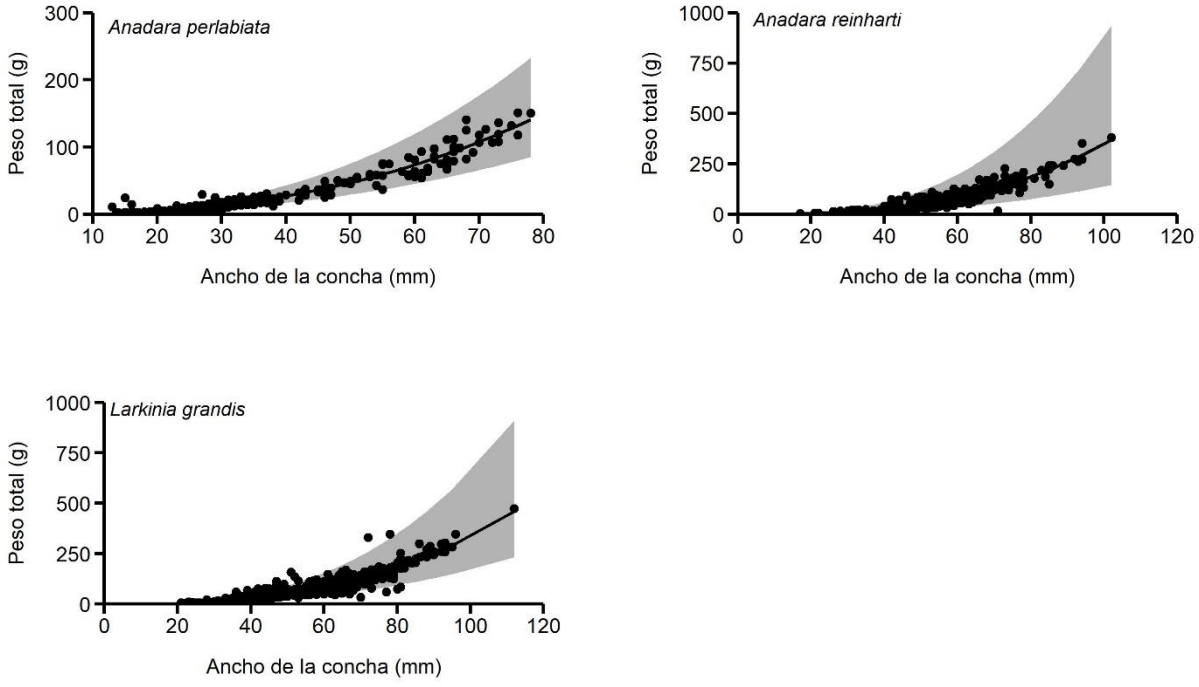


Fig. 20. Relación talla-peso de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua), los intervalos de confianza (polígono gris) y los datos observados (puntos negros).

6.3.3.1 Zona norte

La estadística descriptiva de las almejas patas de mula por banco en la zona norte se muestra en la Tabla 11. Los mayores registros se dieron en el banco "N" ("Las Pelonas") (*n*=96), mientras en el "J" ("Zona de Refugio") y "L" ("Las Islita I") ninguno. El promedio del AC de las patas de mula en temporada cálida en la zona norte fue de 36.7 mm (DE=13.9) y en temporada de frio fue de 33.9 mm (DE=16.8). Existen 60 registros en la temporada cálida y 313 en la temporada fría. En la mayoría de los bancos, el intervalo de 40-60 mm de AC es el más recurrente (Fig. 21).

Tabla 11. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Banco	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***	**Banco**	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
A	61.5	9.2	15%	55.0	68.0	2	*M*	29.4	2.0	7%	25.0	33.0	30
B	19.5	3.5	18%	017.0	22.0	2	*N*	31.0	14.1	46%	13.0	94.0	96
C	28.7	4.8	17%	14.0	47.0	63	*O*	53.0	46.7	88%	20.0	86.0	2
D	30.5	12.0	39%	22.0	39.0	2	*P*	33.2	15.6	47%	18.0	112.0	46
E	28.5	5.9	21%	19.0	48.0	51	*Q*	65.8	8.8	13%	58.0	78.0	4
F	93.0	12.7	14%	84.0	102.0	2	*R*	71.7	19.4	27%	31.0	95.0	20
G	77.5	10.6	14%	70.0	85.0	2	*S*	48.4	7.1	15%	33.0	60.0	13
H	24.0	2.8	12%	22.0	26.0	2	*T*	29.3	2.3	8%	24.0	35.0	26
J	-	-	-	-	-	-	*U*	30.3	2.5	8%	28.0	33.0	3
K	52.0	26.9	52%	33.0	71.0	2	*V*	32.0	2.2	7%	30.0	35.0	4
L	-	-	-	-	-	-							

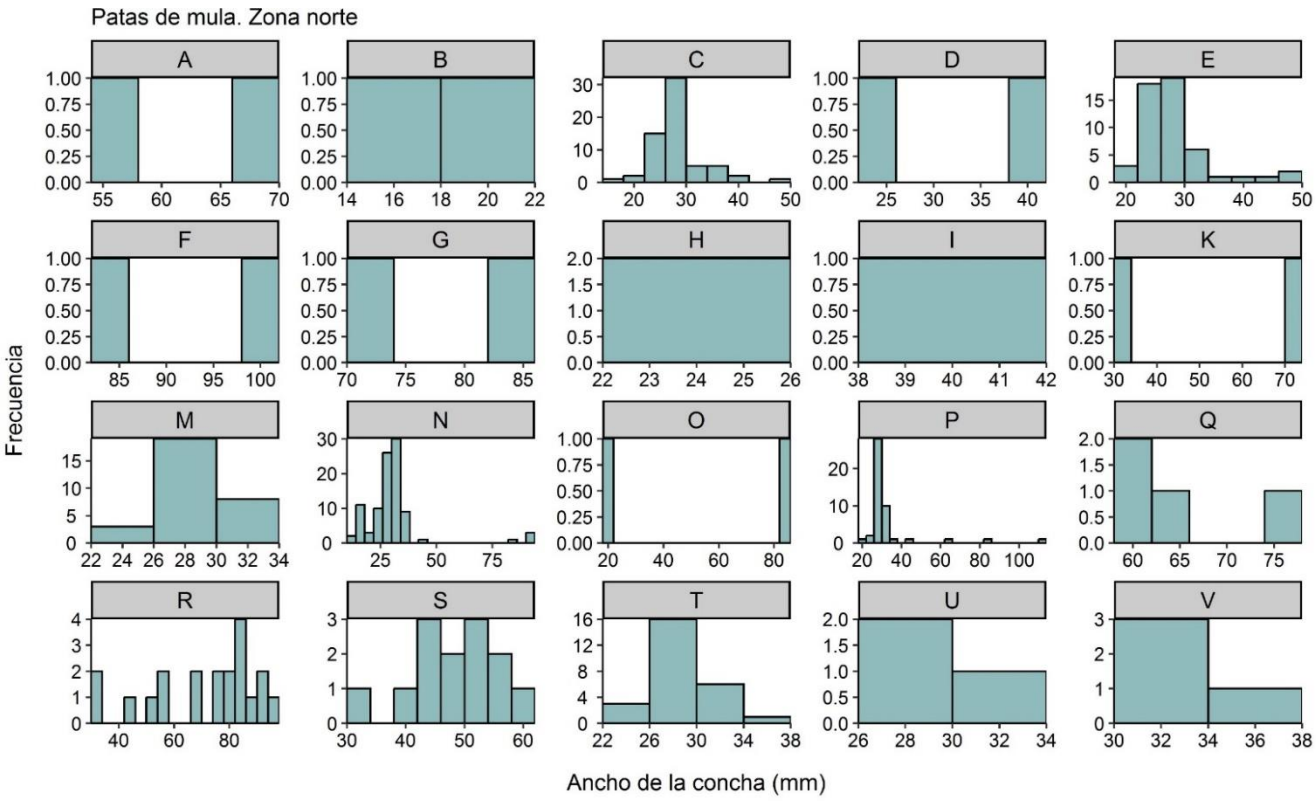


Fig. 21. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte por banco del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

El análisis de Kruskal-Wallis (ver anexo 2) mostró diferencias estadisticas entre el AC y los bancos de las almejas patas de mula en la zona norte (X^2=123.4, *g.l.*=19, p<0.05). Probablemente, dichas direfencias se deban a la variación interespecifica del AC. Entre temporada tambien se encontraron diferencias (X^2=12.83 *g.l.*=1, p<0.05) de las almejas patas de mula en la zona norte, sin embargo, no en todos los bancos hubo representatividad en cada temporada, siendo más grandes en temporada cálida (Fig. 22).

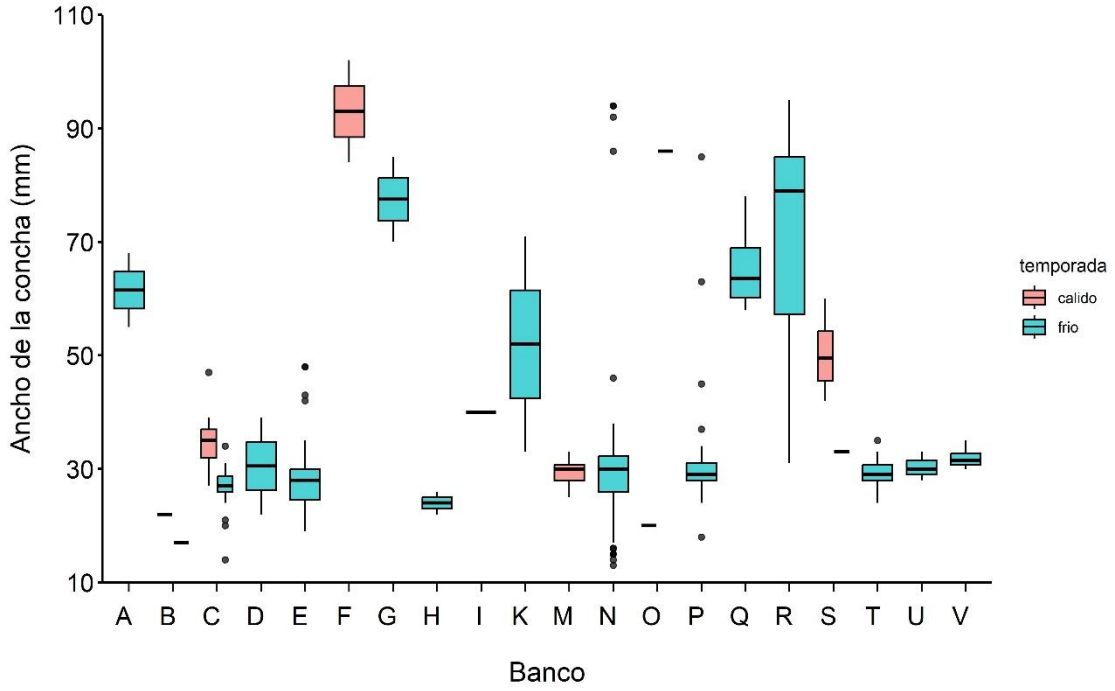


Fig. 22. Gráfica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona norte por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

6.3.3.2 Zona centro

En esta zona, no se obtuvieron muestras de almejas chocolatas ni chirlas. La estadística descriptiva de las almejas patas de mula por banco en la zona centro se muestra en la Tabla 12. El mayor número de registro se obtuvo en el banco "F" ("El Conchal de la Rata") (*n*=81). La frecuencia de tallas por bancos se muestra en la Fig. 23. En todos los bancos, el intervalo 40–60 mm fue el más frecuente. El promedio de AC para las patas de mula en temporada cálida fue de 52.6 mm (DE=13) y en temporada de frío fue de 50.9 mm (DE=12.6). Existen 117 registros en la temporada cálida y 367 en la temporada fría.

Tabla 12. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Banco	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
A	53.7	8.8	20%	21	69	49
B	52.9	10	20%	33	101	51
C	55.2	11.7	20%	25	96	70
D	49.4	10.9	20%	29	77	75
E	61.7	7.6	10%	45	76	66
F	53.9	14.3	30%	28	88	81
J	53.7	13.1	20%	22	72	22
L	45.2	8.3	20%	28	67	39
M	53.6	11.5	20%	30	75	35
N	32.7	2.7	10%	26	42	55

Fig. 23. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona centro por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

El análisis de varianza (ver anexo 3) indicó que existen diferencias estadísticas entre el AC y los bancos (F=27.91, $g.l.$=10, p<0.01), causadas principalemnte por el banco “N” (ver anexo 4). Entre temporada no se encontraron diferencias estadísticas (F=3.11, $g.l.$=1, p=0.07) de las almejas patas de mula en la zona centro. Debido a lo anterior, se muestra la gráfica sin el factor “temporada”. Se aprecia un patrón constante de la dispersión de los datos, a diferencia del banco “N”, el cual mostró los valores más pequeños (Fig. 24).

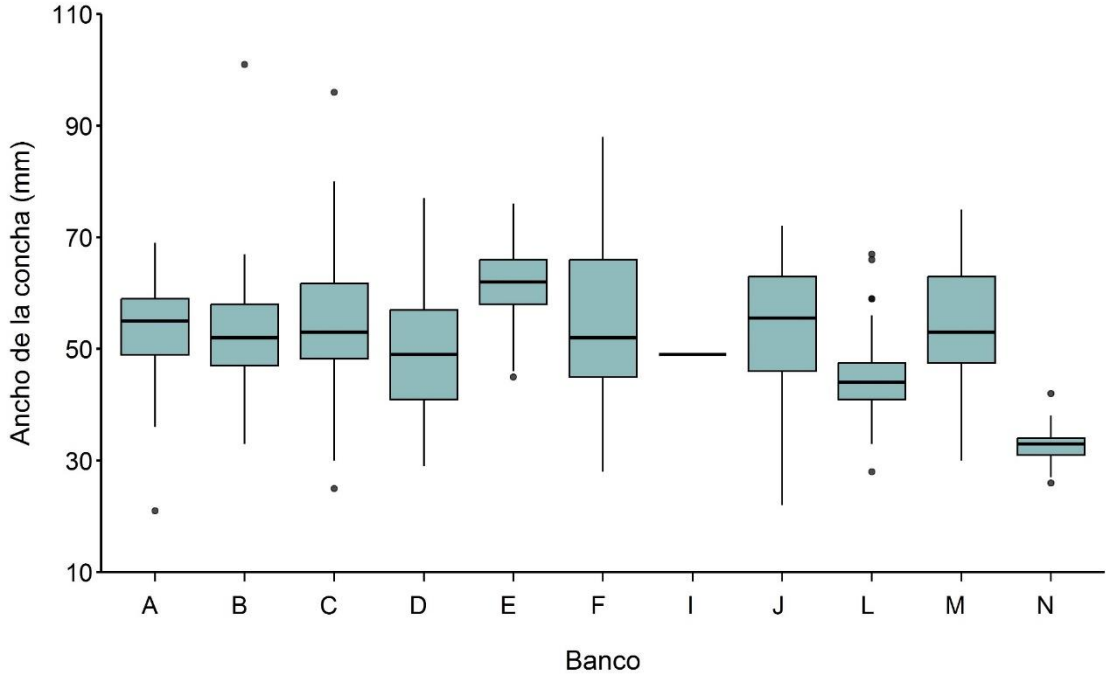


Fig. 24. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona centro por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

6.3.3.3 Zona sur

La estadística descriptiva de las almejas patas de mula por banco en la zona sur se muestra en la Tabla 13. Los mayores registros se dieron en el banco "C" ("El Caimán") (*n*=108), mientras que en el banco "N" ("Brasileira") solo existen dos registros. La frecuencia de tallas por bancos se muestra en la Fig. 25. El banco "K" ("El Avión") presenta los valores de AC más pequeños (<40 mm). La mayoría presento un rango de entre 40-60 mm AC. El promedio de las patas de mula en temporada cálida en la zona sur fue de 60.3 mm (DE=11.2) y en temporada de frio fue de 60.7 mm (DE=9.13). Existen 677 registros en la temporada cálida y 121 en la temporada fría.

Tabla 13. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreada en la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos.

Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*	Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*
A	62.2	7.3	12%	42.0	78.0	66	*N*	75.5	17.7	23%	63.0	88.0	2
C	52.7	14.7	28%	25.0	82.0	108	*O*	64.7	13.9	21%	51.0	90.0	10
D	62.4	8.6	14%	46.0	89.0	77	*R*	68.6	12.8	19%	51.0	93.0	15
E	65.5	8.9	14%	49.0	90.0	50	*S*	54.5	9.0	16%	31.0	76.0	60
F	58.6	7.1	12%	44.0	73.0	36	*T*	62.4	8.5	14%	47.0	84.0	35
G	62.0	6.0	10%	54.0	72.0	8	*U*	55.8	7.5	14%	42.0	78.0	44
H	64.5	10.9	17%	23.0	79.0	35	*V*	69.2	9.2	13%	50.0	85.0	19
J	60.2	8.4	14%	48.0	93.0	62	*W*	63.1	7.8	12%	47.0	85.0	35
K	61.0	11.2	18%	21.0	89.0	36	*Y*	66.8	13.7	21%	50.0	81.0	6
L	59.3	13.2	22%	40.0	76.0	9	*Z*	62.5	10.0	16%	43.0	93.0	79
M	57.5	8.0	14%	50.0	72.0	6							

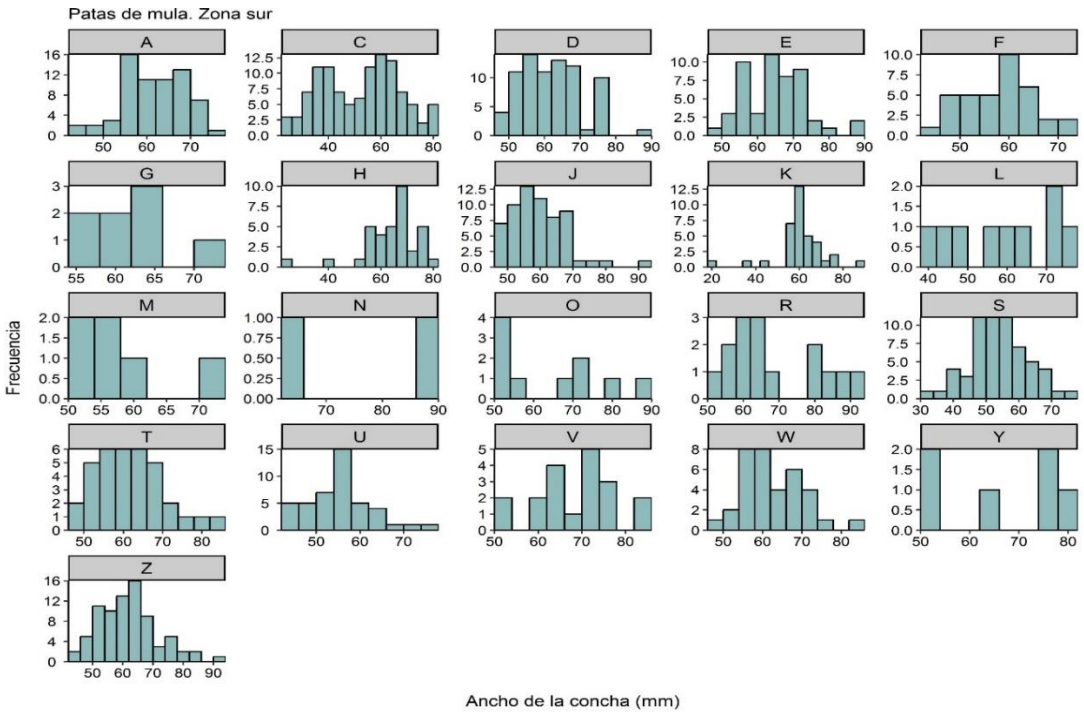


Fig. 25. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona sur por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias estadísticas entre el AC y los bancos (F=7.92, g.l=20, p<0.01). (ver anexo 5) Entre temporada no se encontraron

diferencias estadísticas (F=3.23, g.l=1, p=0.06) de las almejas patas de mula en la zona sur. Debido a lo anterior, se muestra la gráfica sin el factor "temporada". Se observa una tendencia similar en la dispersión y la mediana del AC a través de los bancos en la zona sur (Fig. 26).

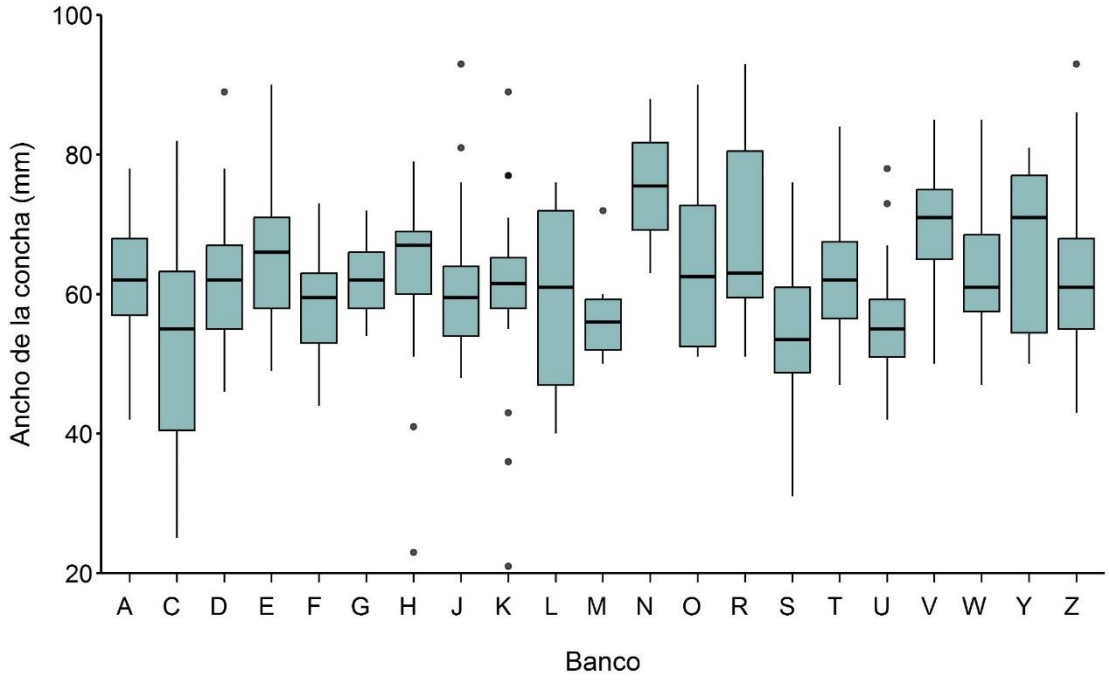


Fig. 26. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en la zona sur por bancos del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises

6.3.3.4 Resumen general

En resumen, la alemjas patas de mula en el SLAEP se presentaron en la mayoria de los bancos en las tres zonas muestrteadas (norte, centro y sur). Entre zonas, el AC es estadisticamente diferente (F=518.72, g.l.=1712, p<0.05), siendo mayores en la zona sur (60.37 mm), seguidas de la zona centro (51.45 mm) y la zona norte (34.35 mm). Se oberva un patron de aumento del AC promedio de la zona norte a sur (Fig. 27).

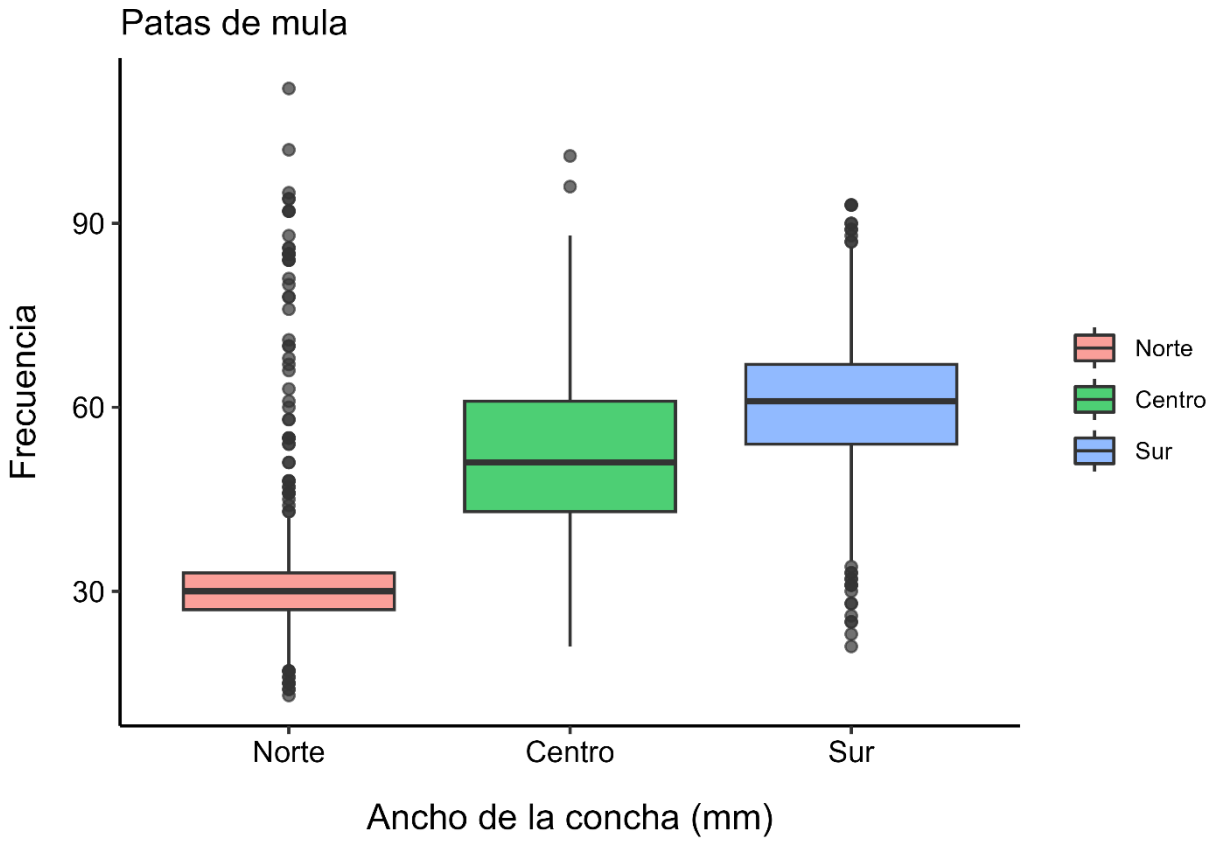


Fig. 27. Gráfica de caja y bigotes del ancho de las almejas patas de mula (*Anadara perlabiata; A. reinharti; Larkinia grandis*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises

6.3.4 Almejas chirlas

De manera general, de las 5 especies de chirla (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*), la chirla *L. asperrima* es la especie en promedio más grande, mientras que *C. californiensis* fue la de mayor presencia en los muestreos. La estadística descriptiva sobre el AC se muestra en la Tabla 14. La almeja *C. fluctifraga* y *L. histrionica* presentaron el rango de tallas más pequeño, mientras que *C. californiensis* fue la más representada, con una distribución parecida a la normal (Fig. 28).

Tabla 14. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; L. histrionica; L. grata*) de manera general muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Especie	Media	DE	CV	Mín.	Máx.	*n*
C. californiensis	39.2	7.53	19%	15	68	1,972
C. fluctifraga	33	6.55	18%	28	44	5
L. asperrima	42.91	15.73	36%	20	85	46
L. grata	35.75	4.96	13%	20	49	84
L. histrionica	36.2	2.58	7%	33	39	5

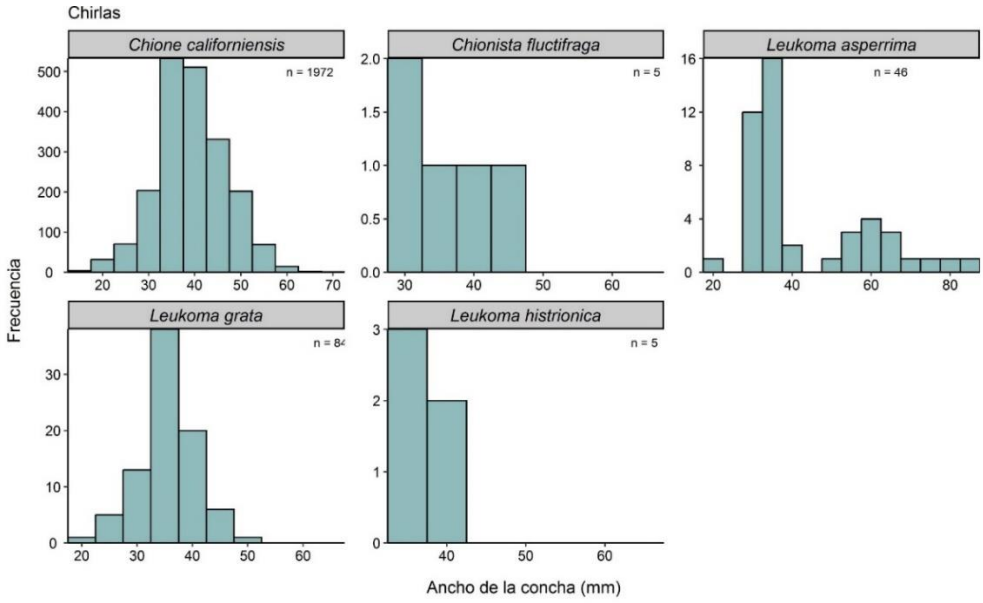


Fig. 28. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas Chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022

El modelo potencial ajustado a los datos de talla-peso mostraron un buen ajuste (R^2>0.83) para todas las especies. Los parámetros resultantes del ajuste con sus respectivos intervalos de confianza se muestran en la

Tabla 15 y el modelo ajustado se muestra en la Fig. 29. No se realizó el gráfico para las especies *L. histrionica* y *C. fluctifraga* debido a la poca cantidad de datos (*n*=5).

Tabla 15. Estadística descriptiva del peso total (g) de las almejas chirlas (*C. californiensis; C. fluctifraga; L. asperrima; L. histrionica; L. grata*) muestreadas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP)

Especie	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***	**a ($IC_{95\%}$)**	**b ($IC_{95\%}$)**	**R^2**
C. californiensis	29.7	18.4	61%	1	109.8	1,972	0.00073 (0.00057-0.00093)	2.86 (2.80-2.92)	0.84
Especie	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***	**a ($IC_{95\%}$)**	**b ($IC_{95\%}$)**	**R^2**
C. fluctifraga	25.4	17.3	46%	12	53	5	-3.85 (-5.67,-2.30)	3.37 (2.19-4.55)	0.95
C. californiensis	29.7	18.4	61%	1	109.8	1,972	0.00073 (0.00057-0.00093)	2.86 (2.80-2.92)	0.84
L. asperrima	43.9	49.2	112%	3	226.3	46	0.00083 (0.00040-0.0016)	2.80 (2.64-2.97)	0.90
C. fluctifraga	25.4	17.3	46%	12	53	5	-3.85 (-5.67,-2.30)	3.37 (2.19-4.55)	0.95
L. grata	18.8	8.24	43%	3.2	57.9	84	0.00024 (0.000007-0.00083)	3.12 (2.79-3.45)	0.83
L. asperrima	43.9	49.2	112%	3	226.3	46	0.00083 (0.00040-0.0016)	2.80 (2.64-2.97)	0.90
L. histrionica	16.9	1.70	10%	15.6	19.8	5	-	-	
L. grata	18.8	8.24	43%	3.2	57.9	84	0.00024 (0.000007-0.00083)	3.12 (2.79-3.45)	0.83
L. histrionica	16.9	1.70	10%	15.6	19.8	5	-	-	

del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos. $IC_{95\%}$= Intervalo de confianza al 95%. R^2= Coeficiente de determinación

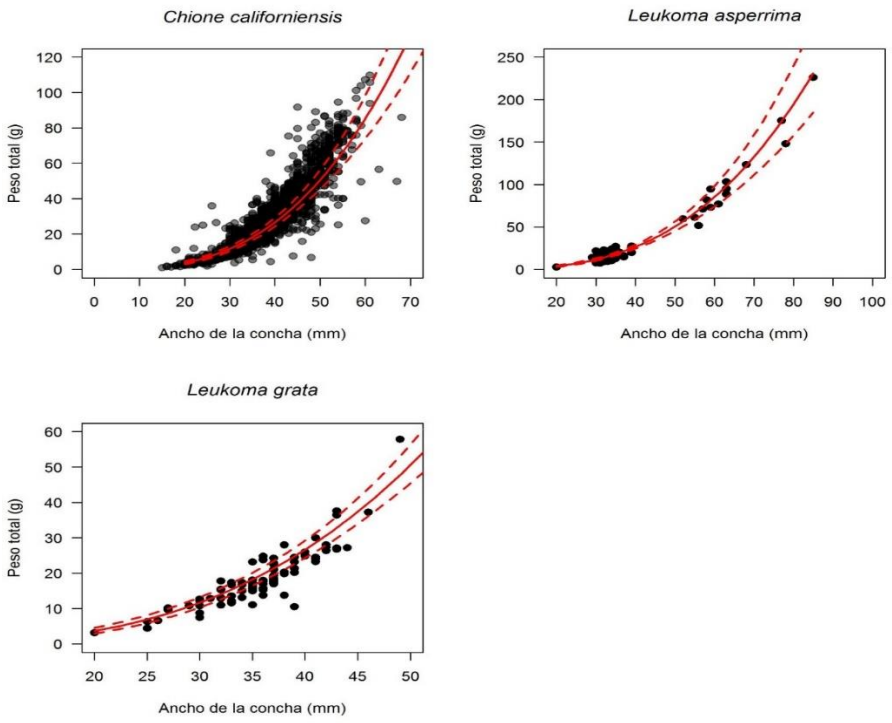


Fig. 29. Relación talla-peso de las almejas chirlas de la bahía de Altata muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. Se muestra el modelo ajustado (línea continua) y los intervalos de confianza (líneas con guion) y los datos observados (puntos negros)

6.3.4.1 . Zona norte

La estadística descriptiva de las almejas chirlas por banco en la zona norte se muestra en la Tabla 16. Los mayores registros se dieron en el banco "N" (Las Pelonas) (*n*=152), mientras que en el banco "M" (La Islita II) se dio el menor registro (n=35). La frecuencia de tallas por bancos se muestra en la Fig. 30. El banco "E" (Ostionera vieja) presenta los valores de AC más pequeños (<40 mm). La mayoría presentó un rango de entre 40-60 mm. El promedio de las chirlas en temporada cálida en la zona norte fue de 42.1 mm (DE=7.22) y en temporada de frío fue de 37.4 mm (DE=7.29). Existen 684 registros en la temporada cálida y 1,291 en la temporada fría.

Tabla 16. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreada en la zona norte del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*	Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*
A	35.8	5.6	16%	21	48	84	***L***	35.7	8.2	23%	24	63	133
B	33.4	4.7	14%	16	40	93	***M***	41.2	3.9	9%	31	51	35
C	34.6	4.2	12%	24	49	107	***N***	41.8	8.1	19%	18	59	152
D	35.6	4.0	11%	22	43	91	***O***	38.8	3.6	9%	30	52	87
E	36.4	5.2	14%	15	48	75	***P***	39.1	6.4	16%	24	53	95
F	35.9	4.1	11%	22	45	90	***Q***	45.4	3.9	9%	34	57	59
G	31.5	4.2	13%	22	39	43	***R***	43.6	5.4	12%	22.3	67	136
H	33.0	5.7	17%	18	45	142	***S***	46.0	5.6	12%	34	58	70
I	42.2	4.0	10%	30	50	52	***T***	42.5	8.3	20%	19	59	48
J	35.3	8.2	23%	16	55	100	***U***	46.0	3.9	8%	37	54	80
K	41.5	4.7	11%	30	53	66	***V***	52.5	4.5	9%	40	68	87

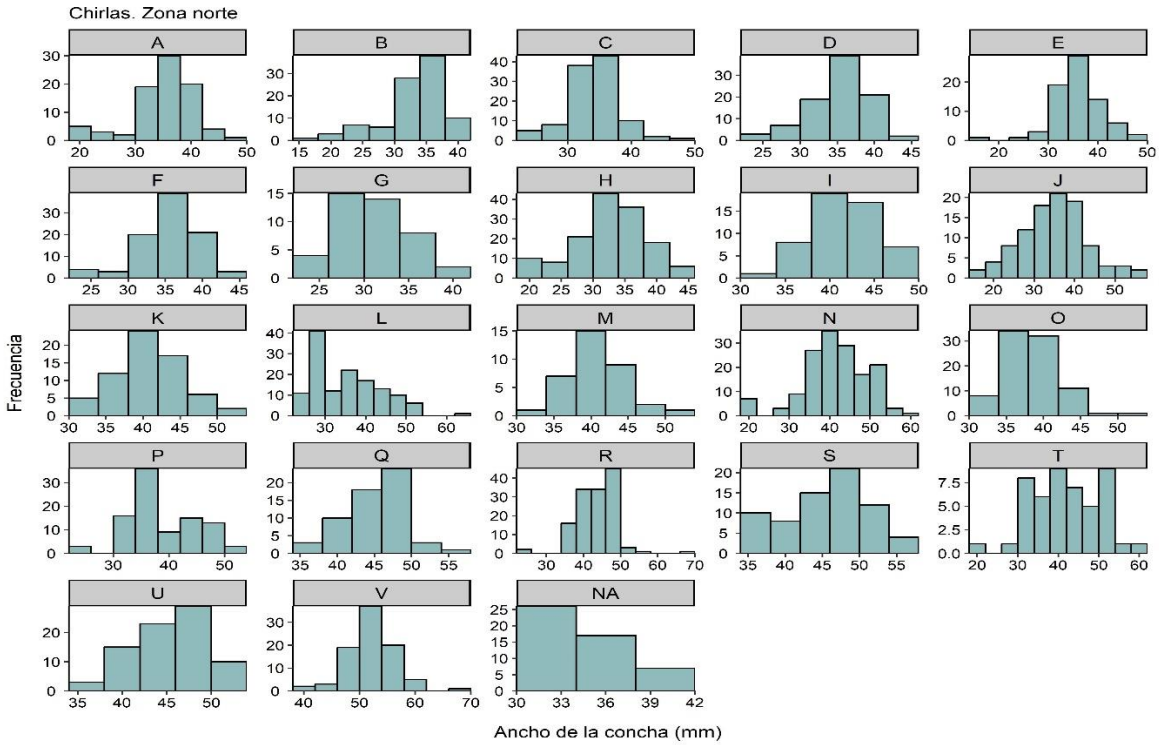


Fig. 30. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma. grata*) muestreadas en la zona norte por bancos en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022

En todos los bancos, la talla promedio en la temporada cálida fueron mayores, a excepción del banco “I” y “G” (Isla Escorpión). El análisis de varianza indicó que existen diferencias estadísticas entre el AC y los bancos (F=84.71, $g.l$=21, p<0.01) y entre temporada (F=353.5, $g.l$=1, p<0.01) (ver anexo 6) de las almejas chirlas en la zona norte (Fig. 31).

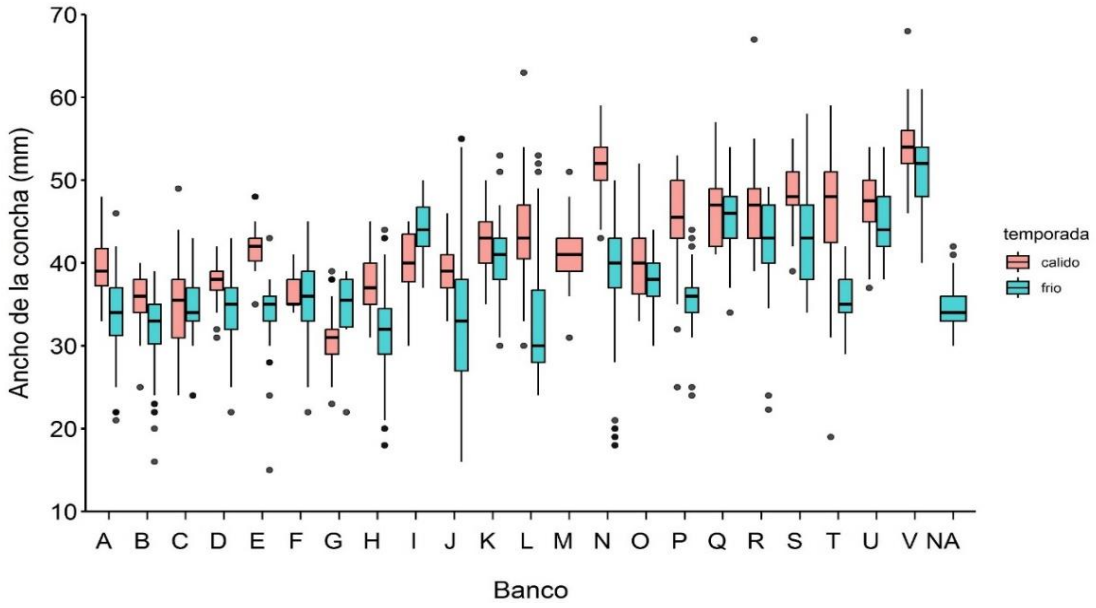


Fig. 31. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

6.3.4.2 . Zona centro

La estadística descriptiva de las almejas chirlas por banco en la zona centro se muestra en la Tabla 17. Los bancos muestreados en esta zona fueron menos a diferencia de la zona norte. El mayor registro se presentó en el banco “N” (La Bitachera) (n=55), mientras que en los bancos “D” (Estero el Verde) y “M” (La Tronconera) solo hubo un registro.

Tabla 17. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreada en la zona centro del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, n= número de organismos

Banco	**Media**	**DE**	**C.V.**	**Mín.**	**Máx.**	***n***
B	32.5	2.0	0.1	30.0	37.0	11

C	52.8	15.4	0.3	33.0	85.0	25
D	49.0	NA	NA	49.0	49.0	1
E	36.7	2.8	0.1	33.0	42.0	7
I	39.4	2.1	0.1	38.0	44.0	8
J	42.5	2.1	0.0	41.0	44.0	2
M	42.0	NA	NA	42.0	42.0	1
N	41.2	3.3	0.1	29.0	47.0	55

La frecuencia de tallas por bancos se muestra en la Fig. 32, en donde no se muestra una distribución homogénea debido al número reducido de muestreos por banco. Existen 50 observaciones sin registro de "banco". El promedio del AC de las chirlas en temporada cálida en la zona centro fue de 38 mm (DE=3.13) y en temporada de frío fue de 43.9 mm (DE=10.7). Existen 24 registros en la temporada cálida y 86 en la temporada fría.

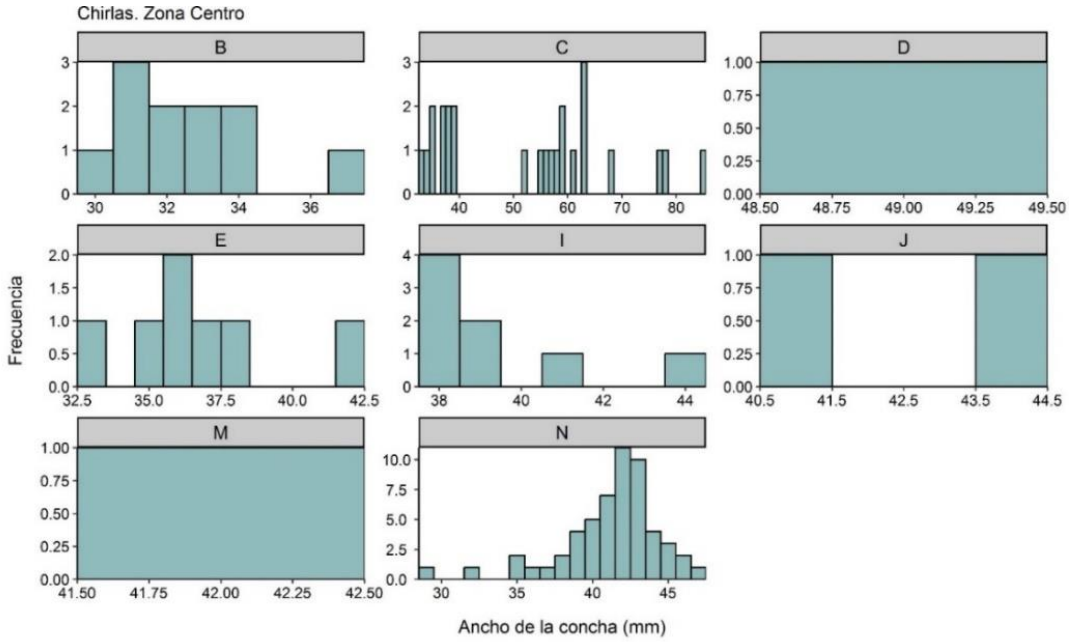


Fig. 32. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona centro por banco del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022

Debido al numero reducido de organismos por banco en la zona centro, es complicado interpretar el patron del AC a traves de los bancos, sin embargo, el banco "C" (La Ventana) en la temporada fria mostró los mayores valores promedio de AC . El análisis de Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias estadísticas entre el AC y los bancos (X^2=39.73, *g.l.*=1,

p<0.01) y entre temporada (X^2=10.48, $g.l.$=1, p<0.01) de las almejas chirlas en la zona centro (ver anexo 7) . En el caso de las diferencias entre los promedios del AC, el banco C es la que causa las diferencias estadísticas, tanto entre bancos como en temporadas (Fig. 33).

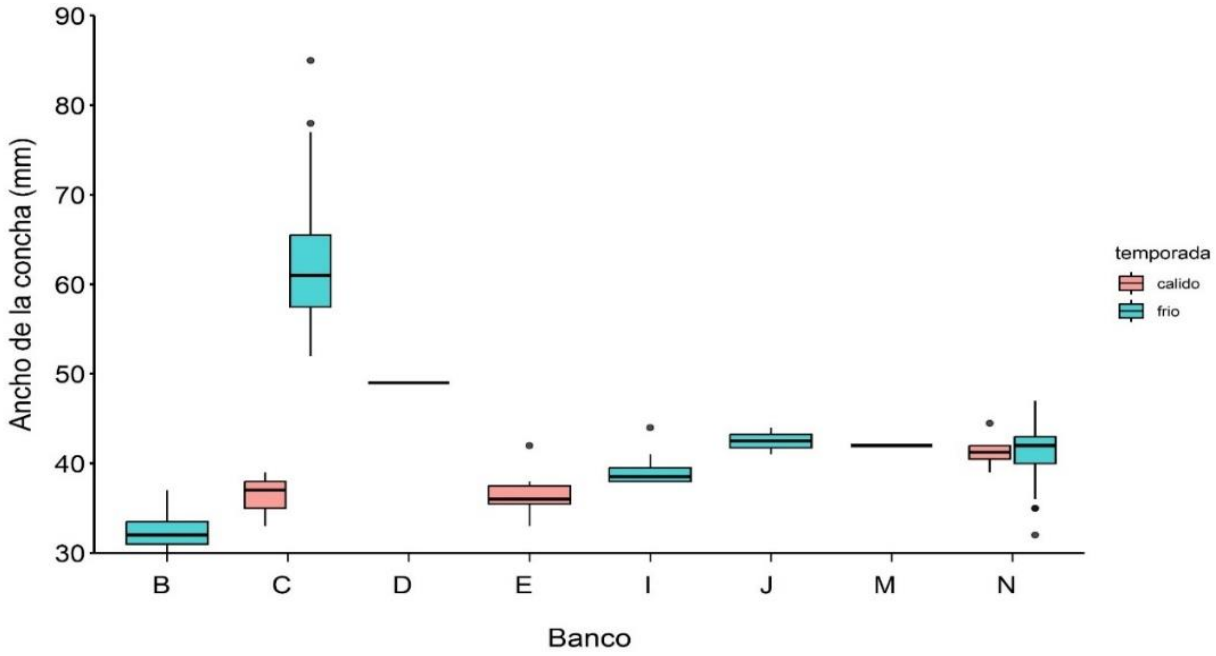


Fig. 33. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en la zona centro del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises

6.3.4.3 Zona sur

La estadística descriptiva de las almejas chirlas por banco en la zona sur se muestra en la Tabla 18. Se muestrearon en una menor cantidad de bancos a diferencia de la zona centro, en donde el banco "S" ("Los Algodones") fue en donde se muestrearon más almejas chirlas (*n*=20). La distribución de frecuencias se muestra en la Fig. 34. Todos los bancos mostraron un rango de entre 40-80 mm AC. El promedio de las almejas chirlas en temporada cálida fue de 37.8 mm (DE=4.76). Existen 48 registros en la temporada cálida. No hay registros en la temporada fría.

Tabla 18. Estadística descriptiva del ancho de la concha (mm) de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma-grata*) muestreadas en la zona sur del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón (SLAEP) del 08 de noviembre de 2021 al 18 de julio de 2022 por banco. DE= desviación estándar; C.V.= coeficiente de variación, *n*= número de organismos

Banco	Media	DE	C.V.	Mín.	Máx.	*n*
A	40.0	-	-	40	40	1
C	36.6	5.6	0.2	28	44	7
K	40.1	2.5	0.1	36	44	13
L	36.7	2.1	0.1	35	39	3
S	35.9	2.6	0.1	30	40	20
U	39.0	-	-	39	39	1
Y	37.0	-	-	37	37	1
Z	47.0	18.4	0.4	34	60	2

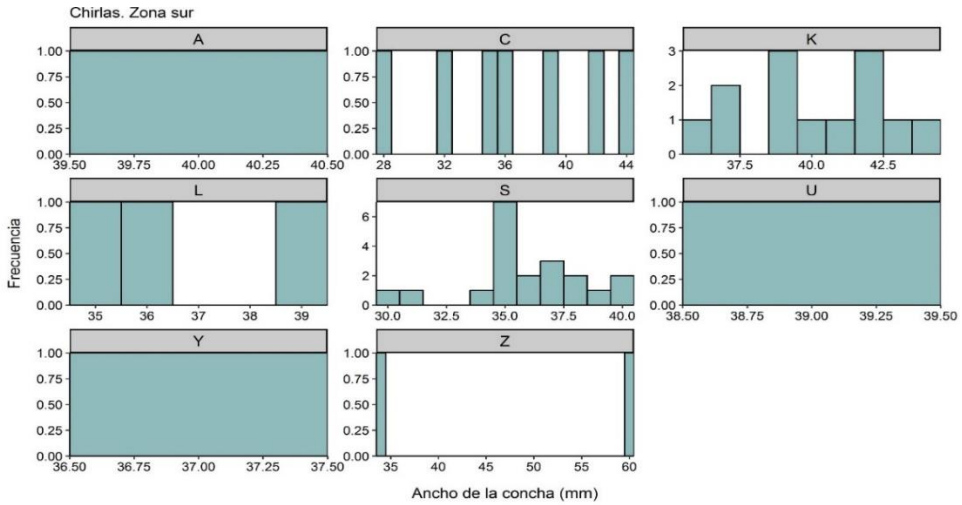


Fig. 34. Frecuencia de tallas del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) en la zona sur por banco muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022

La tendencia del promedio de AC a través de los bancos de la zona sur de la almeja chirla se mostró constante, sin embargo, el análisis de Kruskal-Wallis indicó que no existen diferencias estadísticas entre AC y los bancos (X^2=14.02, *g.l.*=7, p=0.05). Debido a que no se encuentran registros de chirlas en la zona sur en temporada fría, no incluye dicho factor (Fig. 35).

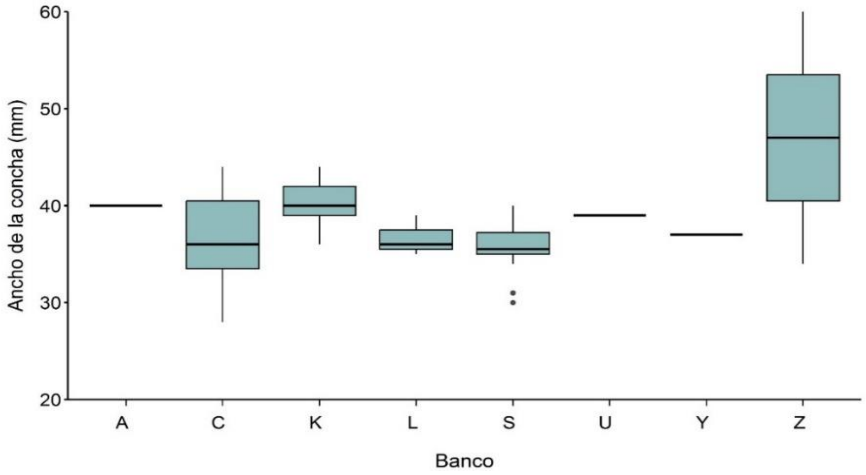


Fig. 35. Grafica de caja y bigotes del ancho de la concha de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma-grata*) muestreadas en la zona sur del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

5.3.4.5 Resumen general

En el SLAEP, las tallas de las especies de chirlas fueron estadísticamente diferentes entre temporadas (cálida y frío) (X^2=141.63, *g.l.*=1, p<0.05), siendo más grandes en temporada cálida en la zona norte y más grandes en la temporada fría de la zona centro (Fig. 36). Entre zonas también fueron estadísticamente diferentes (X^2=13.62, g.l.=2, p<0.05) (ver anexo 9), siendo más grandes en la zona centro (42.65 mm AC), seguida de la zona norte (39 mm AC) y zona sur (37.81 mm AC). Las diferencias entre el AC y la zonas son causadas por la zona centro-norte y la zona sur-centro.

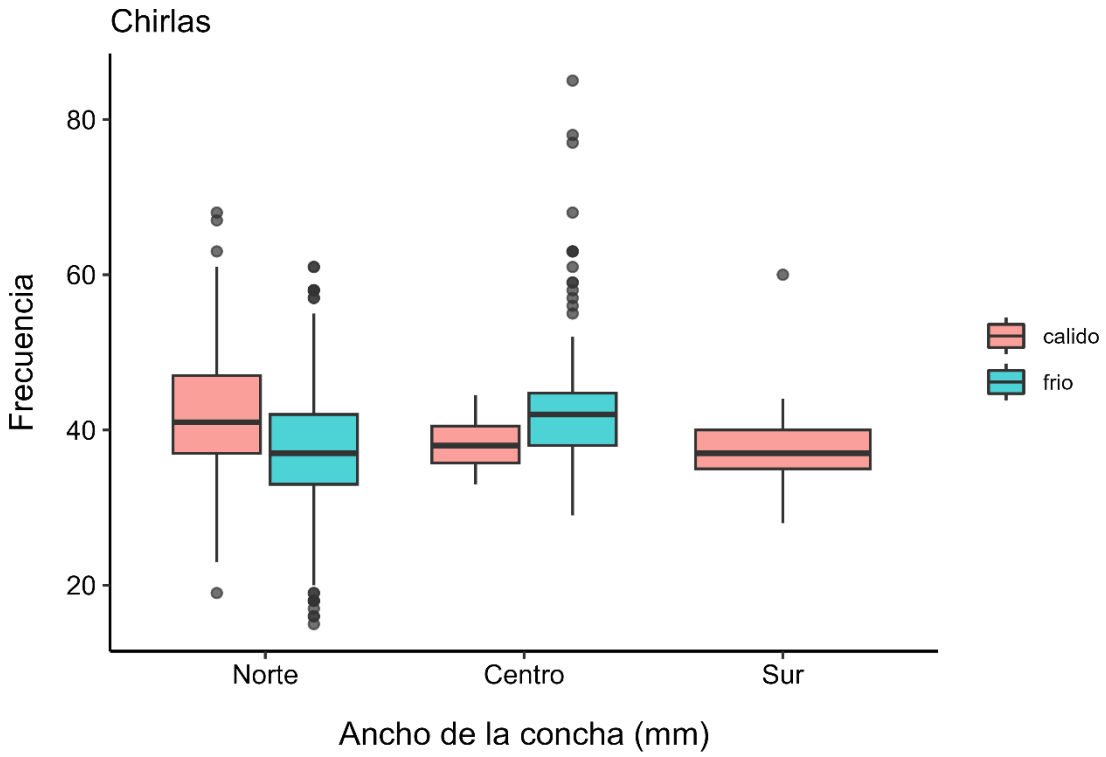


Fig. 36. Grafica de caja y bigotes del ancho de las almejas chirlas (*Chione californiensis; Chionista fluctifraga; Leukoma asperrima; Leukoma histrionica; Leukoma grata*) muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022. La línea gruesa dentro de cada caja indica la mediana, la parte superior e inferior de cada caja representa el primer y tercer cuartil, y los bigotes que se extienden por encima y por debajo de cada caja corresponden a 1.5 veces el rango intercuartílico. Los valores atípicos se presentan como puntos grises.

6.4 Estimación de la densidad

La especie más abundante del SLAEP fue la almeja chirla (*C. californiensis*), se registró en el 52% de los transectos y su rango de densidad fue de 0–723 ind./m^2, con un promedio (aritmético) de 4.14 (DE=40.8) ind./m^2. La segunda especie más abundante fue la pata de mula (*L. grandis*), encontrada en 26% de los transectos y con un rango de densidad de 0–46 ind./m^2 y un promedio de 0.26 (DE=2.48) ind./m^2. La almeja chocolata se encontró en 32% de los transectos y mostró un rango de densidad de 0–8.8 ind/m^2, con un promedio 0.137 (DE=0.67) (Tabla 19). Para fines de visualización y análisis exploratorio se utilizó el promedio y el error estándar estimado (Fig. 37).

Tabla 19. Densidad por especie en todos los bancos del SLAEP. *n*= Número de transectos; *n*+= Número de transectos en los que se encontró la especie; Frec. Ocurr. =Frecuencia de ocurrencia en los transectos, expresada en porcentaje; Mín=Mínimo de densidad; Máx=Máximo de densidad; Prom=Media aritmética de la densidad y DE=Desviación estándar de la densidad.

Grupo	Genero	Especie	*n*	*n*+	Frec. Ocurr (%)	Mín.	Máx.	Prom.	DE
Chirlas	*Chione*	*californiensis*	591	308	52	0	723	4.1400	40.8000
	Leukoma	*asperrima*	591	12	2	0	0.4	0.0018	0.0225
		grata	591	19	3	0	0.2	0.0018	0.0149
		histrionica	591	9	2	0	0.1	0.0002	0.0042
Chocolata	*Megapitaria*	*squalida*	591	189	32	0	8.8	0.1370	0.6700
Patas de mula	*Anadara*	*perlabiata*	591	37	6	0	1.1	0.0143	0.0848
		reinharti	591	36	6	0	0.9	0.0173	0.0968
	Larkinia	*grandis*	591	155	26	0	46	0.2590	2.4800

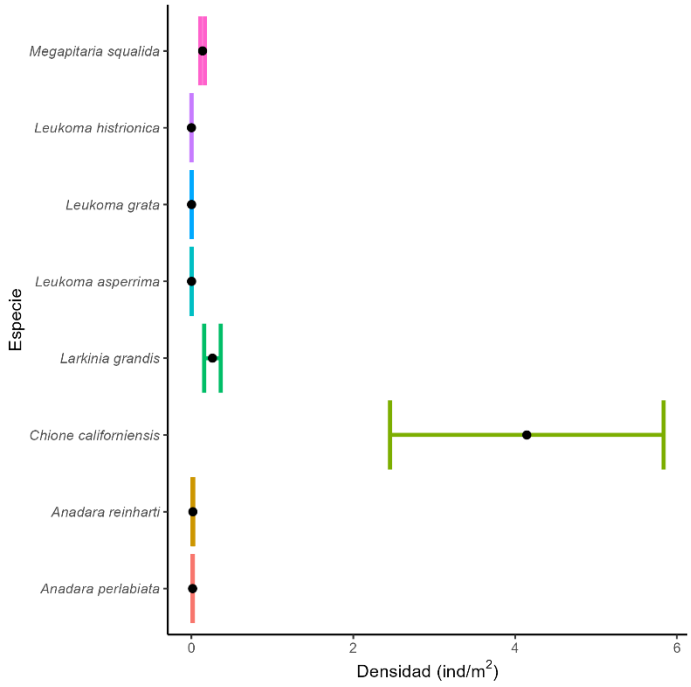


Fig. 37. Densidad promedio y error estándar (individuos/m^2) de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Todas las especies mostraron mayores densidades en el periodo frío (Fig. 38). Solamente en el caso de la almeja chocolata, la diferencia fue mínima.

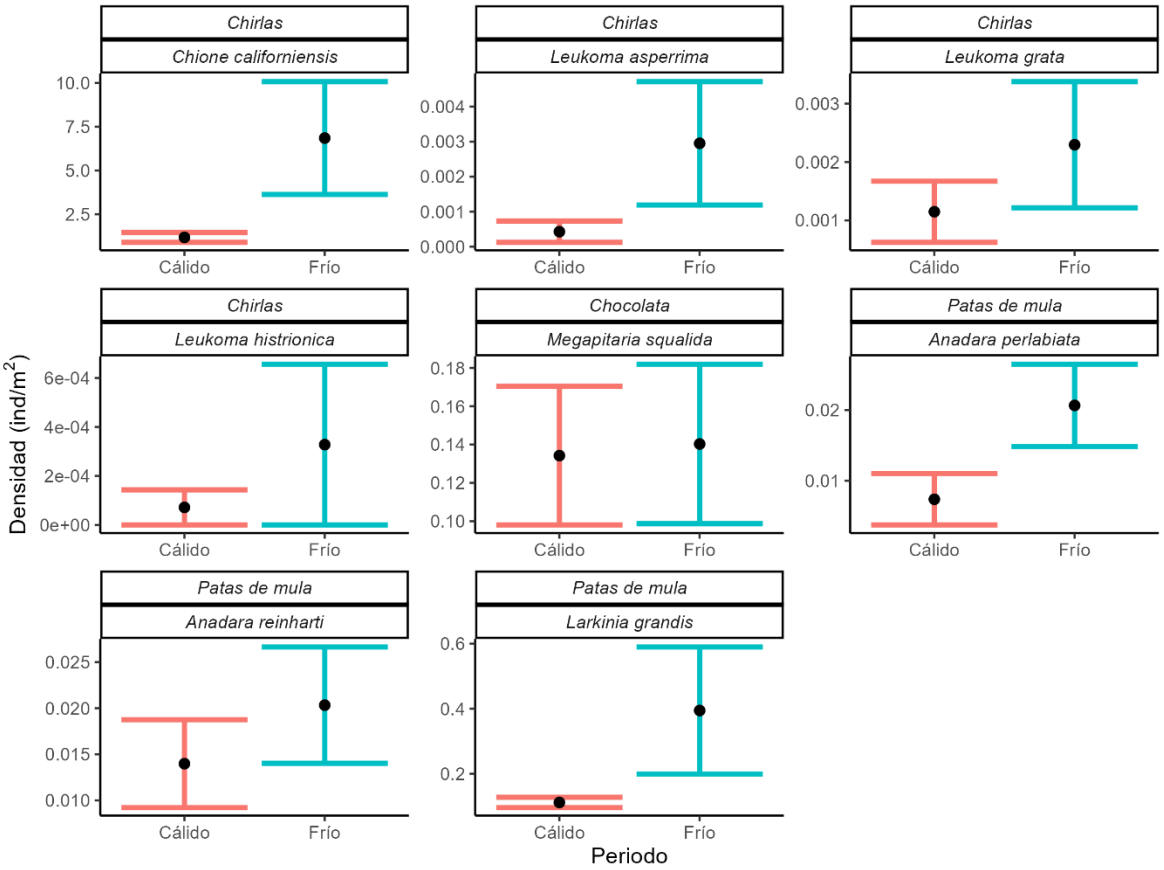


Fig. 38. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP durante el periodo frío (Nov-2021–Feb-2022) y cálido (May–Jul-2022).

Las almejas chirlas (*C. californiensis* y *L. grata*) se registraron en las 3 zonas del sistema lagunar, igual que el conjunto de las Patas de mula. Por su parte, *L. asperrima* solo se registró en la zonas norte y centro. Resalta el hecho de que *L. histrionica* solo se registró en la zona centro y la almeja chocolata *M. squalida* en la zona norte (Fig. 39).

Es importante recalcar, que cada zona cuenta con diferentes bancos y la densidad de cada recurso fue diferente por banco dentro de cada zona. Así, en la zona norte, el banco con mayor densidad de almejas chirlas fue el banco C (Estero Almeja), en la zona centro fue el banco N (La Bitachera) y en la zona sur, el banco U (Mogote de los Vidrios). Para la almeja chocolata las mayores densidades se encontraron en los bancos A (Las Águilas), C (Estero Almeja) y E (Ostionera Vieja). Por su parte, las patas de mula, en la zona norte, la mayor densidad se registró en el banco C (Estero Almeja), en la zona centro en el banco N (La

Bitachera) y en la zona sur, en el banco Z (La curva de los Limones) como se muestra en la Fig. 40.

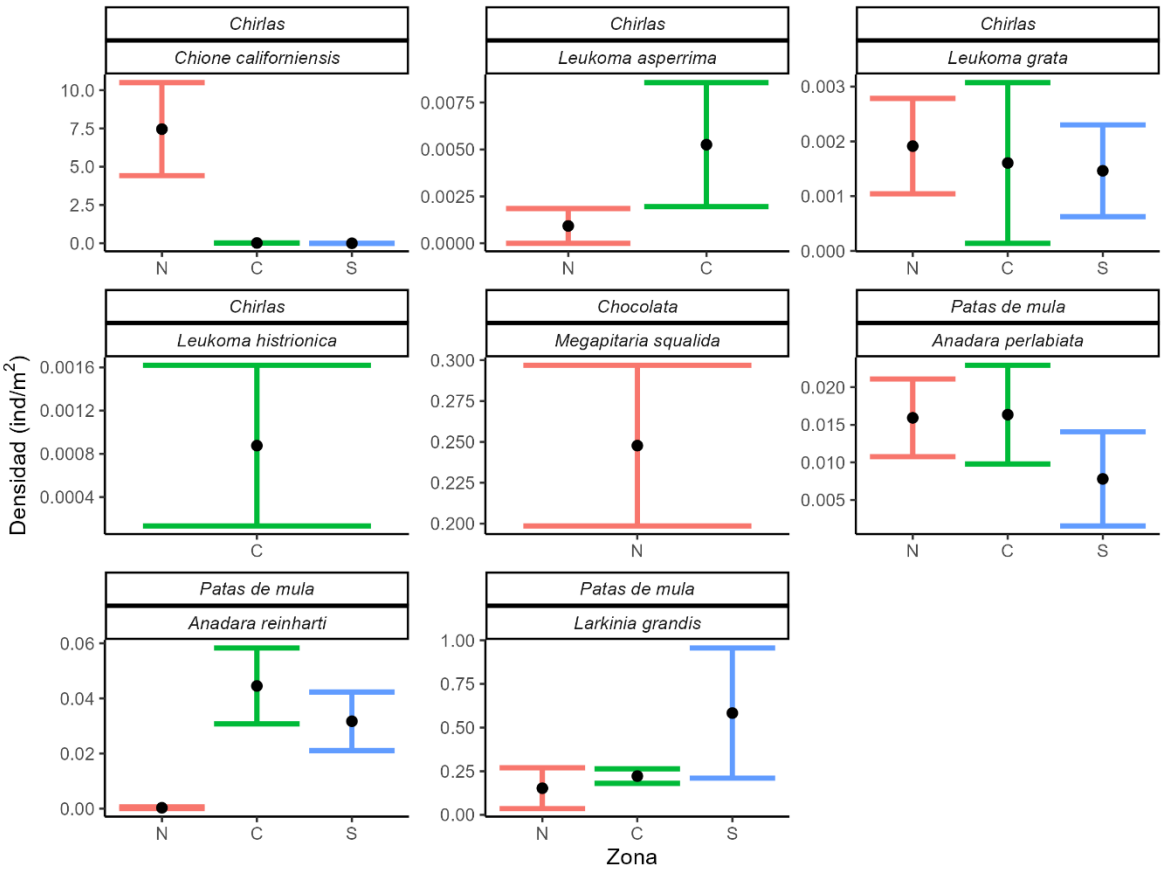


Fig. 39. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en el SLAEP en las zonas norte (N), centro (C) y sur (S) de noviembre de 2021 a julio de 2022.

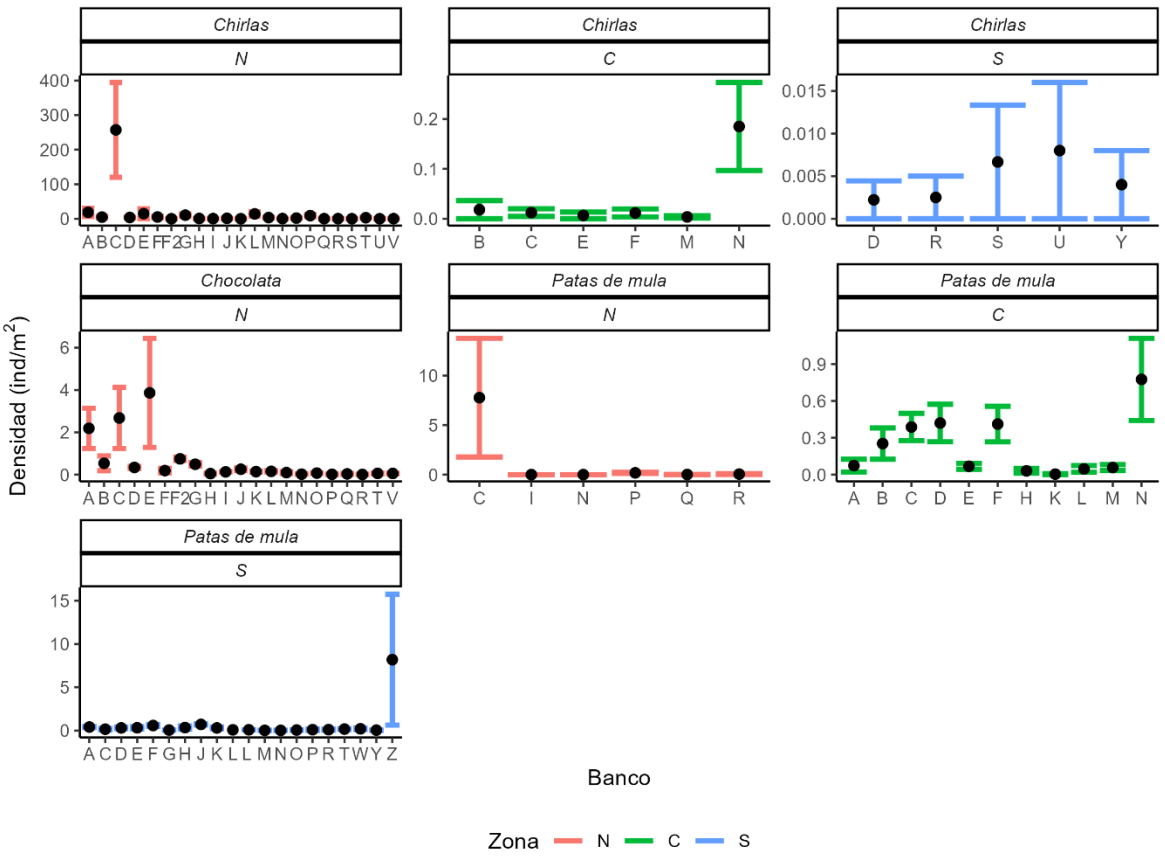


Fig. 40. Comparación de la densidad promedio y error estándar de las almejas Chirla, Chocolata y Patas de mula muestreadas en los bancos (A-Z, véase **Error! Reference source not found.**) del SLAEP en las zonas norte (N), centro (C) y sur (S) de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Hasta este punto, los valores de densidad agrupados sirven para observar el panorama general de la disponibilidad de los recursos pesqueros más importantes de la zona. Sin embargo, carecen de un detalle mayor debido a que las especies se encuentran combinadas, y los datos espaciales y temporales se encuentran agrupados. En el caso de la combinación de especies, se encontró que *C. californiensis* representa 99.9% de la densidad registrada para el recurso almeja chirla. Por su parte, *L. grandis* representa 89.1% de la densidad de patas de mula, y *M. squalida* es la única especie de almeja chocolata distribuida en el sistema (Munguía-Vega, 2021), como se observa en la Fig. 41. Por lo tanto, en lo sucesivo, se analizará a detalle la densidad de estas tres especies con relación a los bancos en los que se distribuyeron.

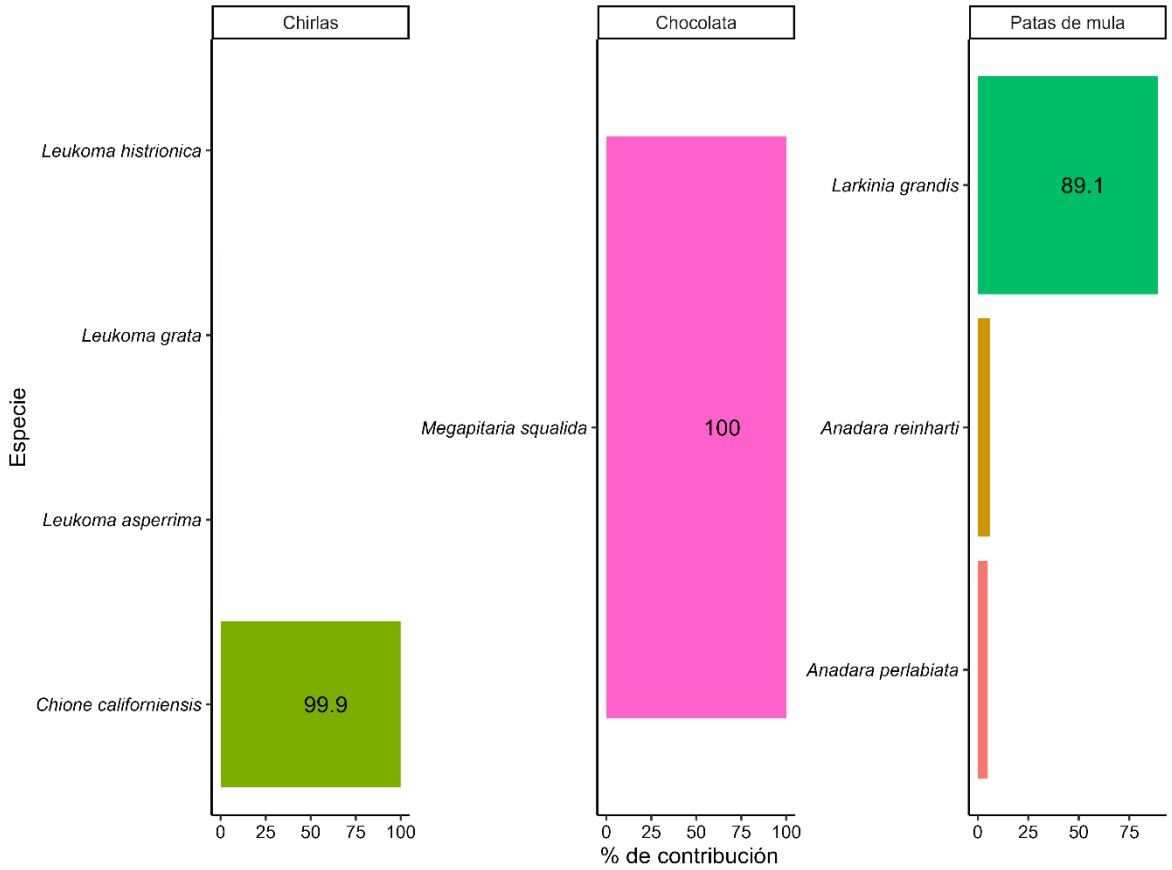


Fig. 41. Contribución porcentual por especie que compuso el recurso “chirlas”, “chocolata” y “patas de mula” en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

6.4.1 Distribución

La almeja chocolata se encontró en 22 bancos, exclusivamente en la zona norte y las mayores densidades se localizaron en la zona más norteña del sistema se observó un gradiente en la densidad de norte a sur (Fig. 42).

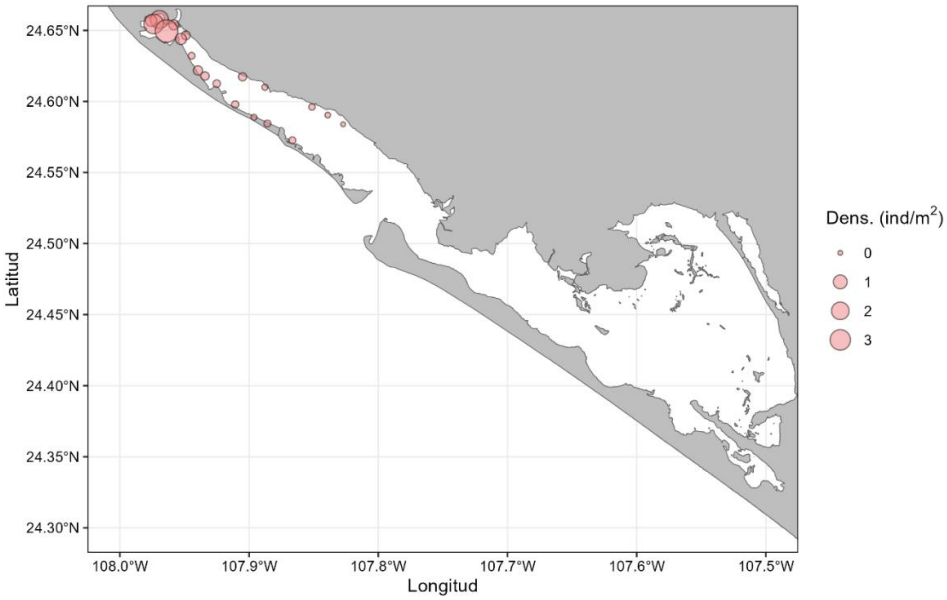


Fig. 42. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

La almeja chirla, *C. californiensis* se encontró en 32 bancos en las tres zonas (norte, centro y sur). Sin embargo, las mayores densidades se localizaron en la zona más norteña del sistema y se observó un gradiente en la densidad de norte a sur (Fig. 43).

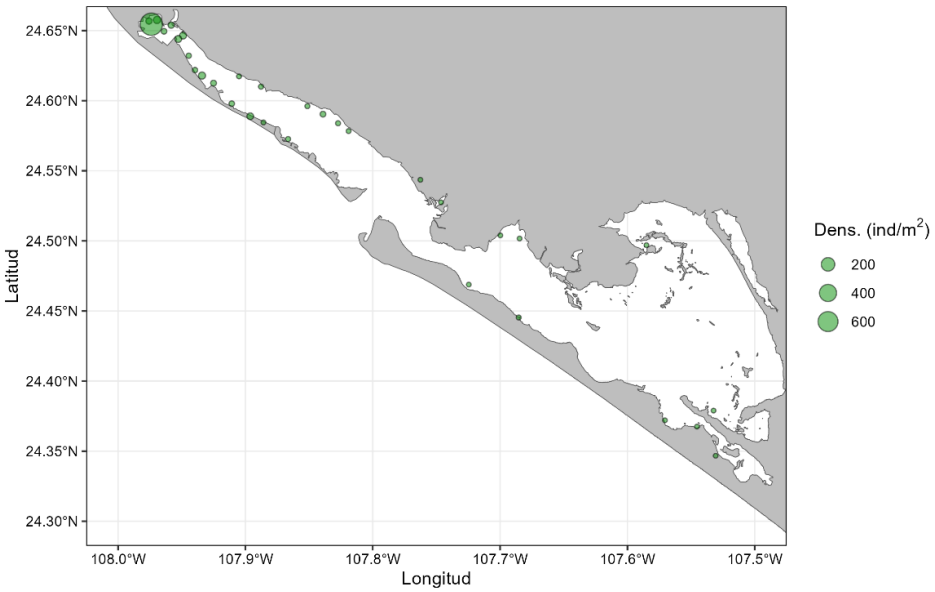


Fig. 43. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja chirla (*Chione californiensis*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Por su parte, la pata de mula (*L. grandis*), también se distribuyó en las tres zonas, con altas densidades en la zona más norteña del sistema, pero en general, las mayores abundancias se distribuyeron en los bancos de la zona sur, mostrando un gradiente inverso a las demás almejas, de sur a norte (Fig. 44).

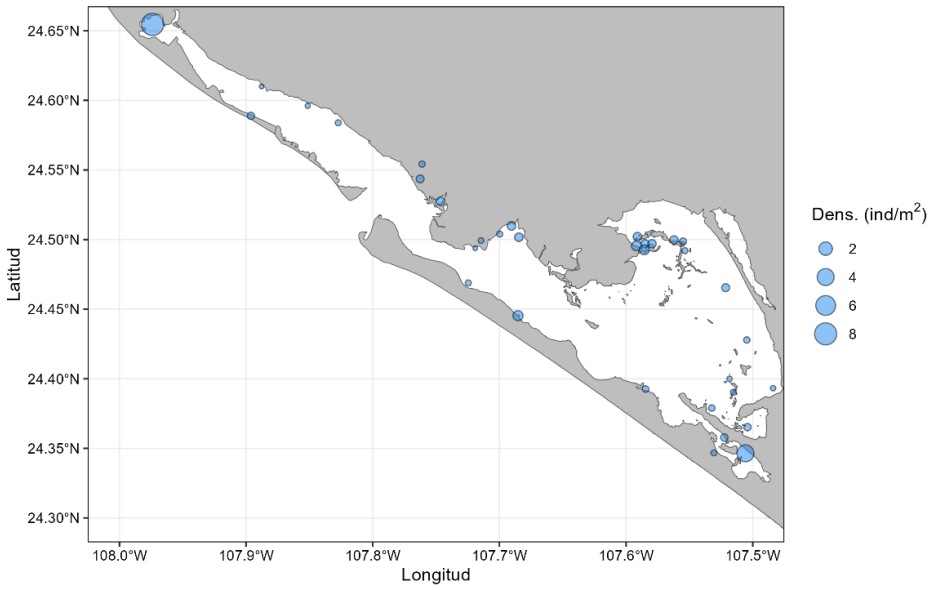


Fig. 44. Distribución espacial de la densidad promedio (*c*) de almeja Pata de mula (*Larkinia grandis*) en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

6.5 Estimación de biomasa

6.5.1 Biomasa de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*)

En total se recolectaron 1,244 individuos de almeja chocolata, solamente 13% (165) estuvo por encima de la TLC de referencia (64 mm de AC). El peso promedio ponderado fue de 38.3 g para todas las muestras y 50.2 g para los individuos con AC>TLC. El detalle de los resultados obtenidos para almeja chocolata se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=64 mm) [n_2] de almeja chocolata *Megapitaria squalida*, porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra ($\overline{PT}$) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC ($\overline{PT_2}$) para almeja chocolata en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Zona	Banco	n	n_2	$\%n_2$	$\overline{PT}$ (g)	$\overline{PT_2}$ (g)
Norte	A	86	1	1.16	29.71	63.08
	B	78	2	2.56	32.55	68.40
	C	82	0	0.00	21.32	-
	D	175	0	0.00	23.12	-
	E	22	0	0.00	33.24	-
	F	76	8	10.53	32.78	65.70
	G	92	0	0.00	30.44	-
	H	12	1	8.33	38.13	63.10
	J	64	11	17.19	44.80	72.40
	K	159	36	22.64	43.92	68.30
	L	48	10	20.83	45.31	68.70
	M	35	4	11.43	48.63	160.00
	N	34	17	50.00	55.88	70.20
	O	77	17	22.08	44.36	70.80
	P	2	0	0.00	19.32	-
	Q	4	1	25.00	53.71	63.10
	R	10	4	40.00	53.39	74.20
	S	4	0	0.00	23.45	-
	T	121	22	18.18	38.74	70.60
	U	1	0	0.00	44.81	-
	V	62	31	50.00	57.22	75.70
	Y	0	0	0.00	-	-

Las mayores densidades se obtuvieron en los bancos ubicados más al norte (A-F) con un promedio de 2.14 ind./m^2, siendo el banco con mayor densidad el banco E (Ostionera Vieja). La densidad se redujo paulatinamente hacia el sur con un promedio de 0.028 ind./m^2

en los bancos N–Y. La Zona de Refugio (J) mostró una densidad de 0.26 ind/m^2.Las estimaciones de densidad y sus medidas de dispersión se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Estimador del promedio Pennington (*c*) y varianza (*d*) de la densidad promedio (ind./m^2). Error estándar ($EE = \sqrt{d}$), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de d se presentan como 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores.

Zona	**Banco**	***c***	***d***	**EE**	**LI 70%**	**LS 70%**
Norte	A	3.62	6.85	2.62	1.65	5.74
	B	0.46	0.07	0.26	0.04	0.76
	C	2.78	2.96	1.72	1.13	4.30
	D	0.37	0.01	0.08	0.32	0.42
	E	5.04	18.71	4.33	1.29	7.94
	F	0.53	0.03	0.16	0.42	0.66
	G	0.51	0.01	0.10	0.42	0.59
	H	0.05	0.00	0.02	0.03	0.07
	J	0.26	0.01	0.07	0.20	0.33
	K	0.14	0.00	0.03	0.12	0.17
	L	0.16	0.00	0.04	0.13	0.19
	M	0.09	0.00	0.03	0.04	0.12
	N	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03
	O	0.08	0.00	0.01	0.07	0.09
	P	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03
	Q	0.04	0.00	0.03	0.09	0.06
	R	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
	S	-	-	-	-	-
	T	0.06	0.00	0.02	0.04	0.08
	V	0.06	0.00	0.02	0.04	0.07

Las diferencias en la varianza, error estándar y por lo tanto, los intervalos de confianza se relacionó con el número de transectos, área prospectada, y número de individuos encontrados. El número de transectos por banco, el área prospectada y el área total de cada banco, así como el porcentaje del área efectivamente prospectada se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para almeja chocolata *Megapitaria squalida*. Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m^2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P). El banco Y se presenta como *NA* pues a pesar de que se hicieron transectos, se eliminó durante la fase de procesamiento de los datos.

			Área (m^2)		
Zona	**Banco**	**Transectos (#)**	**Prospectada**	**Total**	**%P**
Norte	A	6	300	18,300	1.64
	B	9	410	9,900	4.14
	C	6	300	8,300	3.61
	D	18	810	13,000	6.23
	E	3	40	13,000	0.31
	F	11	550	12,000	4.58
	G	12	510	10,300	4.95
	H	5	250	19,400	1.29
	J	11	550	1,600	34.38
	K	31	1550	57,500	2.70
	L	10	387	34,900	1.11
	M	13	65	13,600	0.48
	N	24	1200	49,100	2.44
	O	28	1400	34,800	4.02
	P	6	300	9,900	3.03
	Q	22	940	61,400	1.53
	R	25	1010	123,300	0.82
	S	19	830	55,100	1.51
	T	37	1810	32,800	5.52
	U	12	600	28,200	2.13
	V	20	100	28,200	0.35
	Y	3	30	*NA*	*NA*

En total, se estimó una biomasa acumulada de almeja chocolata en los bancos del SLAEP de 63.76 t, con un intervalo de confianza al 70% (IC 70% = 28.98–96.12 t). La abundancia y biomasa estimada para cada banco se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23. Detalle del número de individuos de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%.

Zona	**Banco**	***N***	***N* LI 70%**	***N* LS 70%**	***BT***	***BT* LI 70%**	**BT LS 70%**
Norte	A	664,064	302,459	1,052,190	19.73	8.99	31.26
	B	45,637	3,959	75,229	1.49	0.13	2.45
	C	231,197	93,824	357,028	4.93	2.00	7.61
	D	47,595	41,705	54,738	1.10	0.96	1.27
	E	656,139	167,811	1,032,880	21.81	5.58	34.33
	F	63,461	50,213	78,905	2.08	1.65	2.59
	G	52,147	43,342	60,885	1.59	1.32	1.85
	H	9,582	5,828	13,599	0.37	0.22	0.52
	J	26,864	20,639	34,055	1.20	0.92	1.53
	K	28,081	23,313	33,027	1.23	1.02	1.45
	L	2,621	2,133	3,118	0.12	0.10	0.14
	M	49,964	22,980	68,941	2.43	1.12	3.35
	N	8,118	3,493	10,479	0.45	0.20	0.59
	O	10,477	9,530	12,253	0.46	0.42	0.54
	P	8,181	-	14,726	0.16	0.00	0.28
	Q	12,709	31,280	20,853	0.68	1.68	1.12
	R	944	-	1,982	0.05	-	0.11
	S	-	-	-	-	-	-
	T	71,776	49,314	98,628	2.78	1.91	3.82
	U	-	0	-	-	0.00	0.00
	V	19,097	13,126	22,971	1.09	0.75	1.31
	Y	-	-	-	-	-	-

Por último, la biomasa acumulada de los individuos por encima de la TLC se estimó en 5.1 t (IC 70% 1.31–6.84). Los detalles de la estimación biomasa por encima de la TLC se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Detalle del número de individuos de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=64 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (*B>TLC*) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%.

Zona	**Banco**	N_2	N_2 LI 70%	N_2 LS 70%	*B>TLC*	*B>TLC* LI 70%	*B>TLC* LS 70%
Norte	A	7,722	3,517	12,235	0.49	0.22	0.77
	B	1,170	30	1,929	0.08	-	0.13
	C	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-
	E	-	-	-	-	-	-
	F	6,680	703	8,306	0.44	0.05	0.55
	G	-	-	-	-	-	-
	H	799	67	1,133	0.05	-	0.07
	J	4,617	794	5,853	0.33	0.06	0.42
	K	6,358	1,440	7,478	0.43	0.10	0.51
	L	546	114	650	0.04	0.01	0.04
	M	5,710	653	7,879	0.91	0.10	1.26
	N	4,059	2,029	5,240	0.28	0.14	0.37
	O	2,313	511	2,705	0.16	0.04	0.19
	P	-	-	-	-	-	-
	Q	3,177	794	5,213	0.20	0.05	0.33
	R	378	151	793	0.03	0.01	0.06
	S	-	-	-	-	-	-
	T	13,050	2,373	17,932	0.92	0.17	1.27
	U	-	-	-	-	-	-
	V	9,549	4,774	11,485	0.72	0.36	0.87
	Y	-	-	-	-	-	-
				Total (t)	**5.10**	**1.31**	**6.84**

De forma general, se estimó una biomasa total de almeja chocolata en los bancos del SLAEP de 63.8 t, una biomasa por encima de la TLC (estimada para BC) de 5.1 t, de la cual, 20% representa una biomasa extraíble de 1.02 t (Tabla 25).

Tabla 25. Resumen de las estimaciones de biomasa (*B*) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Tipo	**Biomasa (*B*)**	***B* LI 70%**	***B* LS 70%**
Total	63.8	29.0	96.1
>TLC	5.1	1.3	6.8
Extraíble (t)	1.0	0.3	1.4
Extraíble (kg)	1,019.5	262.2	1,368.7

6.5.2 Biomasa de almeja chirla (*Chione californiensis)*

En total, se recolectaron 1,992 individuos de almeja chirla, solamente 15% (299) estuvo por encima de la TLC de referencia (45 mm de AC[4]). El peso promedio ponderado fue de 26.1 g para todas las muestras y 28.8 g para los individuos con AC>TLC. El detalle de los resultados obtenidos para almeja chirla se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=45 mm) [n_2], porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra ($\overline{PT}$) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC ($\overline{PT}_2$) para almeja chirla en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Zona	Banco	n	n_2	$\%n_2$	$\overline{PT}$ (g)	$\overline{PT}_2$ (g)
Norte	A	84	3	3.57	18.18	39.00
	B	91	0	0.00	15.26	0.00
	C	89	1	1.12	17.42	47.00
	D	118	0	0.00	16.33	0.00
	E	25	1	4.00	27.40	47.00
	F	90	0	0.00	18.63	0.00
	G	103	0	0.00	13.24	0.00
	H	47	0	0.00	19.69	0.00
	J	98	8	8.16	19.94	53.00
	K	118	11	9.32	29.77	48.10
	L	80	12	15.00	23.95	53.50
	M	88	2	2.27	20.63	47.00
	N	147	35	23.81	31.21	55.40
	O	87	2	2.30	23.81	53.00
	P	58	0	0.00	18.11	0.00
	Q	59	17	28.81	37.15	49.90
	R	117	50	42.74	39.05	50.80
	S	122	24	19.67	33.50	51.10
	T	134	28	20.90	27.73	51.30
	U	46	14	30.43	36.28	47.80
	V	87	80	91.95	57.81	60.00
Centro	C	4	3	75.00	19.02	0.00
	D	1	1	100.00	39.04	39.00
	E	9	0	0.00	23.18	0.00
	F	3	0	0.00	19.02	0.00
	M	1	0	0.00	27.87	0.00
	N	55	6	10.91	26.82	39.00

[4] Fuente: Carta Nacional Pesquera, 2023.

Sur	C	7	0	0.00	18.90	0.00
	R	1	0	0.00	27.87	0.00
	S	20	0	0.00	18.83	0.00
	Y	1	0	0.00	19.02	0.00
	Z	2	1	50.00	50.55	88.90

Las mayores densidades se obtuvieron en el banco C de la zona norte (Estero Almeja) con un promedio de 793 ind./m^2. La densidad se redujo paulatinamente hacia el sur con un promedio de 0.04 ind./m^2 en la zona centro y 0.002 ind./m^2 en la zona sur. Las estimaciones de densidad y sus medidas de dispersión se presentan en la Tabla 21.

Tabla 27. Estimador del promedio Pennington (*c*) y varianza (*d*) de la densidad promedio (ind./m2) de almeja chirla *Chione californiensis*. Error estándar (EE=√(d)), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de *d* se presentan com o 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores.

Zona	Banco	*c*	*d*	EE	LI 70%	LS 70%
Norte	A	16.50	140.36	-7.88	28.45	28.45
	B	5.95	13.10	2.78	9.24	9.24
	C	793.57	551845.11	194.10	1435.30	1435.30
	D	6.55	12.55	4.97	8.78	8.78
	E	13.49	157.49	-11.18	25.86	25.86
	F	2.65	3.40	3.32	7.54	7.54
	G	12.59	38.57	7.19	17.80	17.80
	H	0.85	0.15	0.60	1.13	1.13
	J	1.20	0.06	0.95	1.44	1.44
	K	0.09	0.00	0.06	0.11	0.11
	L	15.41	77.43	4.83	23.89	23.89
	M	3.57	1.14	2.53	4.56	4.56
	N	0.46	0.01	0.32	0.59	0.59
	O	1.88	0.37	1.16	2.48	2.48
	P	10.89	35.05	7.43	15.39	15.39
	Q	0.24	0.01	0.13	0.32	0.32
	R	0.30	0.01	0.15	0.41	0.41
	S	0.10	0.00	0.04	0.15	0.15
	T	3.08	0.39	2.44	3.68	3.68
	U	0.07	0.00	0.05	0.10	0.10
	V	0.29	0.00	0.21	0.36	0.36
Centro	C	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02
	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
	F	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02
	M	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	N	0.20	0.01	0.09	0.30	0.30
Sur	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	S	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
	Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

El número de transectos por banco, el área prospectada y el área total de cada banco, así como el porcentaje del área efectivamente prospectada se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para almeja chirla *Chione californiensis*. Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P).

Zona	Banco	Transectos (#)	Área (m^2)		%P
			Prospectada	Total	
Norte	A	6	300	183,000	0.16
	B	6	300	99,000	0.30
	C	6	300	83,000	0.36
	D	17	760	130,000	0.58
	E	3	20	130,000	0.02
	F	5	250	120,000	0.21
	G	12	600	103,196	0.58
	H	4	200	194,274	0.10
	J	8	400	16,000	2.50
	K	15	750	575,000	0.13
	L	9	337	349,000	0.10
	M	13	550	136,000	0.40
	N	23	550	491,000	0.11
	O	27	950	348,000	0.27
	P	6	300	99,000	0.30
	Q	22	840	614,000	0.14
	R	25	600	1,233,000	0.05
	S	17	430	551,000	0.08
	T	36	1760	328,000	0.54
	U	12	450	282,000	0.16
	V	20	1000	315,000	0.32
Centro	C	12	600	463,000	0.13
	D	7	350	121,000	0.29
	E	9	500	290,000	0.17
	F	12	570	366,000	0.16
	M	11	525	221,000	0.24
	N	11	410	189,000	0.22
Sur	C	5	250	122,000	0.20
	R	8	400	240,000	0.17
	S	3	150	122,000	0.12
	Y	4	200	24,000	0.83
	Z	6	300	139,000	0.22

En total, se estimó una biomasa acumulada de almeja chirla en los bancos del SLAEP de 1539.5 t, con un intervalo de confianza al 70% (IC 70% = 1,102.2–1,968.9 t). La mayor

biomasa de almeja chrila se concentró en la zona norte con 1583.3 t (IC 70% = 1,109.0–1967.5 t) en la zonas centro y sur, las biomasas fueron marginales con 1.2 t y 0.02 t, respectivamente. La abundancia y biomasa estimada para cada banco se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29. Detalle del número de individuos de almeja chirla (*Chione californiensis*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%.

Zona	**Banco**	***N***	***N* LI 70%**	***N* LS 70%**	***BT***	***BT* LI 70%**	**BT LS 70%**
Norte	A	3,019,500	-	5,206,350	54.89	0.00	94.65
	B	589,050	275,220	914,562	8.99	4.20	13.96
	C	65,866,310	16,110,300	119,129,900	1147.39	280.64	2075.24
	D	851,500	645,450	1,140,880	13.90	10.54	18.63
	E	1,753,700	-	3,361,800	48.05	0.00	92.11
	F	318,000	398,760	904,560	5.92	7.43	16.85
	G	1,299,231	741,976	1,836,880	17.20	9.82	24.32
	H	165,133	116,953	219,335	3.25	2.30	4.32
	J	19,200	15,136	22,960	0.38	0.30	0.46
	K	51,750	33,868	64,975	1.54	1.01	1.93
	L	5,378,090	1,685,670	8,337,610	128.81	40.37	199.69
	M	485,520	343,944	619,888	10.02	7.10	12.79
	N	225,860	156,236	287,726	7.05	4.88	8.98
	O	654,240	401,940	861,996	15.58	9.57	20.52
	P	1,078,110	735,570	1,523,610	19.52	13.32	27.59
	Q	147,360	79,636	198,936	5.47	2.96	7.39
	R	369,900	187,909	509,106	14.44	7.34	19.88
	S	55,100	24,134	84,358	1.85	0.81	2.83
	T	1,010,240	799,664	1,206,712	28.01	22.17	33.46
	U	19,740	14,072	28,003	0.72	0.51	1.02
	V	91,350	66,938	112,455	5.28	3.87	6.50
Centro	C	4,630	1,621	8,612	0.09	0.03	0.16
	D	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	E	2,900	-	3,857	0.07	0.00	0.09
	F	3,660	1,208	6,588	0.07	0.02	0.13
	M	-	398	1,216	0.00	0.01	0.03
	N	37,800	16,254	56,001	1.01	0.44	1.50
Sur	C	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	R	-	-	120	0.00	0.00	0.00
	S	1,220	-	1,623	0.02	0.00	0.03
	Y	-	-	7	0.00	0.00	0.00
	Z	-	-	-	0.00	0.00	0.00

Por último, la biomasa acumulada de los individuos por encima de la TLC se estimó en 117.1 t (IC 70% 43.2–183.8). Los detalles de la estimación biomasa por encima de la TLC se muestran en la Tabla 30.

Tabla 30. Detalle del número de individuos de almeja chirla (*Chione californiensis*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=45 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (B>TLC) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%.

Zona	**Banco**	N_2	N_2 **LI 70%**	N_2 **LS 70%**	***B>TLC***	***B>TLC* LI 70%**	***B>TLC* LS 70%**
Norte	A	107,839	-	185,941	4.21	0.00	7.25
	B	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	C	740,071	181,015	1,338,538	34.78	8.51	62.91
	D	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	E	70,148	-	134,472	3.30	0.00	6.32
	F	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	G	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	H	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	J	1,567	1,236	1,874	0.08	0.07	0.10
	K	4,824	3,157	6,057	0.23	0.15	0.29
	L	806,714	252,851	1,250,642	43.16	13.53	66.91
	M	11,035	7,817	14,088	0.52	0.37	0.66
	N	53,776	37,199	68,506	2.98	2.06	3.80
	O	15,040	9,240	19,816	0.80	0.49	1.05
	P	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	Q	42,460	22,946	57,321	2.12	1.15	2.86
	R	158,077	80,303	217,567	8.03	4.08	11.05
	S	10,839	4,748	16,595	0.55	0.24	0.85
	T	211,095	167,094	252,149	10.83	8.57	12.94
	U	6,008	4,283	8,523	0.29	0.20	0.41
	V	84,000	61,552	103,407	5.04	3.69	6.20
Centro	C	3,473	1,215	6,459	0.00	0.00	0.00
	D	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	E	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	F	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	M	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	N	4,124	1,773	6,109	0.16	0.07	0.24
Sur	C	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	R	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	S	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	Y	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	Z	-	-	-	0.00	0.00	0.00

De forma general, se estimó una biomasa total de almeja chirla en los bancos del SLAEP de 1539.5 t, una biomasa por encima de la TLC de 117.1 t, de la cual, el 30% representa una biomasa extraíble de 35.12 t (Tabla 31).

Tabla 31. Resumen de las estimaciones de biomasa (*B*) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para almeja chirla (*Chione californiensis*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Tipo	**Biomasa (*B*)**	***B* LI 70%**	***B* LS 70%**
Total	1539.5	429.6	2685.1
>TLC	117.1	43.2	183.8
Extraíble (t)	35.12	12.95	55.15

6.5.3 Biomasa de pata de mula (*Larkinia grandis*)

En total, se recolectaron 805 individuos de pata de mula, solamente 10% (80) estuvo por encima de la TLC de referencia (75 mm de AC[5]). El peso promedio ponderado fue de 84.1 g para todas las muestras y 114.4 g para los individuos con AC>TLC. El detalle de los resultados obtenidos para pata de mula se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Número de organismos (*n*), número de organismos por encima de la talla legal de captura (TLC=64 mm) [n_2], porcentaje de organismos por encima de la TLC, peso promedio ponderado general de la muestra ($\overline{PT}$) y peso promedio ponderado de la muestra con talla superior a la TLC ($\overline{PT_2}$) para Pata de mula en el SLAEP monitoreada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Zona	Banco	n	n_2	$\%n_2$	$\overline{PT}$ (g)	$\overline{PT}_2$ (g)
Norte	B	1	0	0.00	3.85	0.00
	C	2	0	0.00	27.13	0.00
	D	1	0	0.00	18.08	0.00
	E	3	0	0.00	25.40	0.00
	K	1	0	0.00	26.14	0.00
	N	5	0	0.00	13.06	0.00
	O	1	1	100.00	209.33	209.33
	P	4	2	50.00	188.00	317.89
	R	20	12	60.00	143.19	200.61
Centro	B	1	1	100.00	327.81	327.81
	C	68	5	7.35	64.61	181.23
	D	67	2	2.99	45.21	148.15
	E	33	0	0.00	65.90	0.00
	F	72	6	8.33	75.78	163.91
	H	2	0	0.00	42.28	0.00
	L	39	0	0.00	34.48	0.00
	M	18	1	5.56	66.24	148.18
Sur	C	108	7	6.48	60.70	164.69
	D	67	2	2.99	74.98	162.63
	E	50	5	10.00	97.30	185.57
	G	8	0	0.00	82.06	0.00
	H	35	18	51.43	93.95	148.18
	K	36	3	8.33	82.76	168.56
	L	9	1	11.11	79.41	148.18
	M	6	0	0.00	70.87	0.00
	N	2	1	50.00	144.68	209.33

[5] Valor recomendado para *Larkinia multicostata* en la Carta Nacional Pesquera 2023. Su uso es únicamente para fines ilustrativos.

O	10	2	20.00	101.72	196.64
R	15	5	33.33	112.93	191.35
S	30	1	3.33	69.42	148.18
T	35	3	8.57	85.07	157.81
U	14	0	0.00	60.38	0.00
W	32	0	0.00	82.40	0.00
Z	10	2	20.00	101.72	196.64

Las mayores densidades se obtuvieron en el banco C de la zona norte (Estero Almeja) con un promedio de 8.03 ind./m^2. Sin embargo, fue el único banco que mostró una densidad relevante en la zona norte, los demás bancos de la zona norte promediaron una densidad de 0.029 ind./m^2. Contrario a las almejas chocolata y chirla, la densidad de pata de mula aumentó hacia el sur con un promedio de 0.21 ind./m^2 en la zona centro y 0.39 ind./m^2 en la zona sur. Las estimaciones de densidad y sus medidas de dispersión se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33. Estimador del promedio Pennington (c) y varianza (d) de la densidad promedio (ind./m^2) de pata de mula *Larkinia grandis*. Error estándar ($EE = \sqrt{d}$), Límites inferiores (LI) y superiores (LS) de los intervalos de confianza al 95% y al 70%. Algunos valores de d se presentan como 0.00, que representa el redondeo de valores en milésimos o menores.

Zona	Banco	*c*	*d*	EE	LI 70%	LS 70%
Norte	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	8.03	40.63	6.37	0.32	14.45
	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P	0.18	0.00	0.00	0.13	0.24
	R	0.05	0.00	0.00	0.01	0.10
Centro	B	0.27	0.02	0.14	0.14	0.41
	C	0.40	0.02	0.14	0.29	0.52
	D	0.42	0.03	0.17	0.26	0.58
	E	0.07	0.00	0.00	0.04	0.09
	F	0.39	0.01	0.10	0.26	0.52
	H	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05
	L	0.04	0.00	0.00	0.01	0.05
	M	0.06	0.00	0.00	0.04	0.08
Sur	C	0.14	0.00	0.00	0.04	0.22
	D	0.32	0.01	0.10	0.23	0.42
	E	0.35	0.03	0.17	0.19	0.51
	G	0.05	0.00	0.00	0.04	0.07
	H	0.35	0.04	0.20	0.15	0.50
	K	0.30	0.01	0.10	0.20	0.40
	L	0.08	0.01	0.10	0.80	0.80
	M	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04
	N	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03
	O	0.06	0.00	0.00	0.03	0.08
	R	0.10	0.00	0.00	0.03	0.16
	S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	T	0.20	0.01	0.10	0.15	0.27
	U	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	W	0.20	0.01	0.10	0.10	0.30
	Z	3.99	7.34	2.71	-6.42	7.38

El número de transectos por banco, el área prospectada y el área total de cada banco, así como el porcentaje del área efectivamente prospectada se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Resumen del esfuerzo de muestreo por banco para pata de mula *Larkinia grandis* Se muestra el número de transectos, el área prospectada, el área total de cada banco (en m2) y el porcentaje del área efectivamente prospectada (%P).

Zona	Banco	Transectos (#)	Área (m^2)		%P
			Prospectada	Total	
Norte	B	6	300	99,000	0.30
	C	6	300	83,000	0.36
	D	17	760	130,000	0.58
	E	3	20	130,000	0.02
	K	15	750	575,000	0.13
	N	23	550	491,000	0.11
	O	27	950	348,000	0.27
	P	6	300	99,000	0.30
	R	25	600	1,233,000	0.05
Centro	B	9	410	211,000	0.19
	C	12	600	463,000	0.13
	D	7	350	121,000	0.29
	E	9	500	290,000	0.17
	F	12	570	366,000	0.16
	H	11	470	111,000	0.42
	L	15	750	166,000	0.45
	M	11	525	221,000	0.24
Sur	C	5	250	122,000	0.20
	D	9	450	215,000	0.21
	E	6	300	136,000	0.22
	G	3	150	26,000	0.58
	H	3	150	44,000	0.34
	K	2	100	261,000	0.04
	L	3	150	401,000	0.04
	M	4	200	251,000	0.08
	N	4	200	222,000	0.09
	O	7	350	126,000	0.28
	R	8	400	240,000	0.17
	S	3	150	122,000	0.12
	T	11	525	978,000	0.05
	U	5	250	84,000	0.30
	W	6	300	86,000	0.35
	Z	6	300	139,000	0.22

En total, se estimó una biomasa acumulada de pata de mula en los bancos del SLAEP de 1796.9 t, con un intervalo de confianza al 70% (IC 70% = 84.36–307.4 t). La mayor biomasa de pata de mula se concentró en la zona sur con 100.4 t (IC 70% = 52.04–187.71 t), seguida de la zona centro con 46.34 t (IC 70% = 28.13–65.15 t) y la zona norte con 30.26 t (IC 70% = 4.19–54.54 t) La abundancia y biomasa estimada para cada banco se presenta en la Tabla 35.

Tabla 35. Detalle del número de individuos de pata de mula (*Larkinia grandis*) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total estimada en toneladas (*BT*) con sus respectivos límites inferior (*BT* LI 70%) y superior (*BT* LS70%) del intervalo de confianza al 70%.

Zona	Banco	*N*	*N* LI 70%	*N* LS 70%	*BT*	*BT* LI 70%	BT LS 70%
Norte	B	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	C	666,490	26,145	1,199,516	18.08	0.71	32.54
	D	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	E	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	K	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	N	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	O	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	P	17,820	12,702	23,730	3.35	2.39	4.46
	R	61,650	7,645	122,437	8.83	1.09	17.53
Centro	B	56,970	29,287	86,827	18.68	9.60	28.46
	C	185,200	132,650	240,343	11.97	8.57	15.53
	D	50,820	31,375	70,362	2.30	1.42	3.18
	E	20,300	12,412	26,680	1.34	0.82	1.76
	F	142,740	93,330	191,125	10.82	7.07	14.48
	H	3,330	1,310	5,495	0.14	0.06	0.23
	L	6,640	1,959	8,217	0.23	0.07	0.28
	M	13,260	8,000	18,498	0.88	0.53	1.23
Sur	C	17,080	4,978	26,230	1.04	0.30	1.59
	D	68,800	49,472	90,472	5.16	3.71	6.78
	E	47,600	26,085	69,401	4.63	2.54	6.75
	G	1,300	1,092	1,815	0.11	0.09	0.15
	H	15,400	6,472	22,009	1.45	0.61	2.07
	K	78,300	52,200	104,400	6.48	4.32	8.64
	L	32,080	320,800	320,800	2.55	25.47	25.47
	M	5,020	1,130	8,785	0.36	0.08	0.62
	N	4,440	2,664	6,660	0.64	0.39	0.96
	O	7,560	3,616	10,660	0.77	0.37	1.08
	R	24,000	6,432	38,160	2.71	0.73	4.31
	S	-	-	-	0.00	0.00	0.00

T	195,600	149,634	267,972	16.64	12.73	22.80
U	-	-	-	0.00	0.00	0.00
W	17,200	8,626	25,955	1.42	0.71	2.14
Z	554,610	0.00	1,025,681	56.41	0.00	104.33

La biomasa acumulada de los individuos por encima de la TLC se estimó en 64.6 t (IC 70% 25.9–11.19). Los detalles de la estimación biomasa por encima de la TLC se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Detalle del número de individuos de pata de mula (*Larkinia grandis*) por encima de la talla legal de captura (N_2, TLC=75 mm) estimados por banco, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%, la biomasa total de organismos por encima de la TLC (*B>TLC*) con sus respectivos límites inferior y superior del intervalo de confianza al 70%.

Zona	Banco	N_2	N_2 LI 70%	N_2 LS 70%	*B>TLC*	*B>TLC* LI 70%	*B>TLC* LS 70%
Norte	B	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	C	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	D	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	E	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	K	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	N	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	O	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	P	8,910	6,351	11,865	2.83	2.02	3.77
	R	36,990	4,587	73,462	7.42	0.92	14.74
Centro	B	56,970	29,287	86,827	18.68	9.60	28.46
	C	13,618	9,754	17,672	2.47	1.77	3.20
	D	1,517	937	2,100	0.22	0.14	0.31
	E	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	F	11,895	7,778	15,927	1.95	1.27	2.61
	H	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	L	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	M	737	444	1,028	0.11	0.07	0.15
Sur	C	1,107	323	1,700	0.18	0.05	0.28
	D	2,054	1,477	2,701	0.33	0.24	0.44
	E	4,760	2,608	6,940	0.88	0.48	1.29
	G	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	H	7,920	3,329	11,319	1.17	0.49	1.68
	K	6,525	4,350	8,700	1.10	0.73	1.47
	L	3,564	35,644	35,644	0.53	5.28	5.28
	M	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	N	2,220	1,332	3,330	0.46	0.28	0.70
	O	1,512	723	2,132	0.30	0.14	0.42
	R	8,000	2,144	12,720	1.53	0.41	2.43
	S	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	T	16,766	12,826	22,969	2.65	2.02	3.62
	U	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	W	-	-	-	0.00	0.00	0.00
	Z	110,922.00	0.00	205,136.20	21.81	0.00	40.34

De forma general, se estimó una biomasa total de pata de mula en los bancos del SLAEP de 177 t, una biomasa por encima de la TLC de 65 t, de la cual, el 20% representa una biomasa extraíble de 13 t (Tabla 37).

Tabla 37. Resumen de las estimaciones de biomasa (B) y límite inferior (LI) y superior (LS) al 70% para pata de mula (*Larkinia grandis*) del SLAEP estimada de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Tipo	Biomasa (*B*)	*B* LI 70%	*B* LS 70%
Total	177.0	84.4	307.4
>TLC	64.6	25.9	111.2
Extraíble (t)	12.9	5.2	22.2

En general, las mayores biomasas extraíbles fueron de almeja chirla (35 t), seguida de pata de mula (13 t) y el recurso con menor biomasa extraíble fue la almea chocolata (1 t).

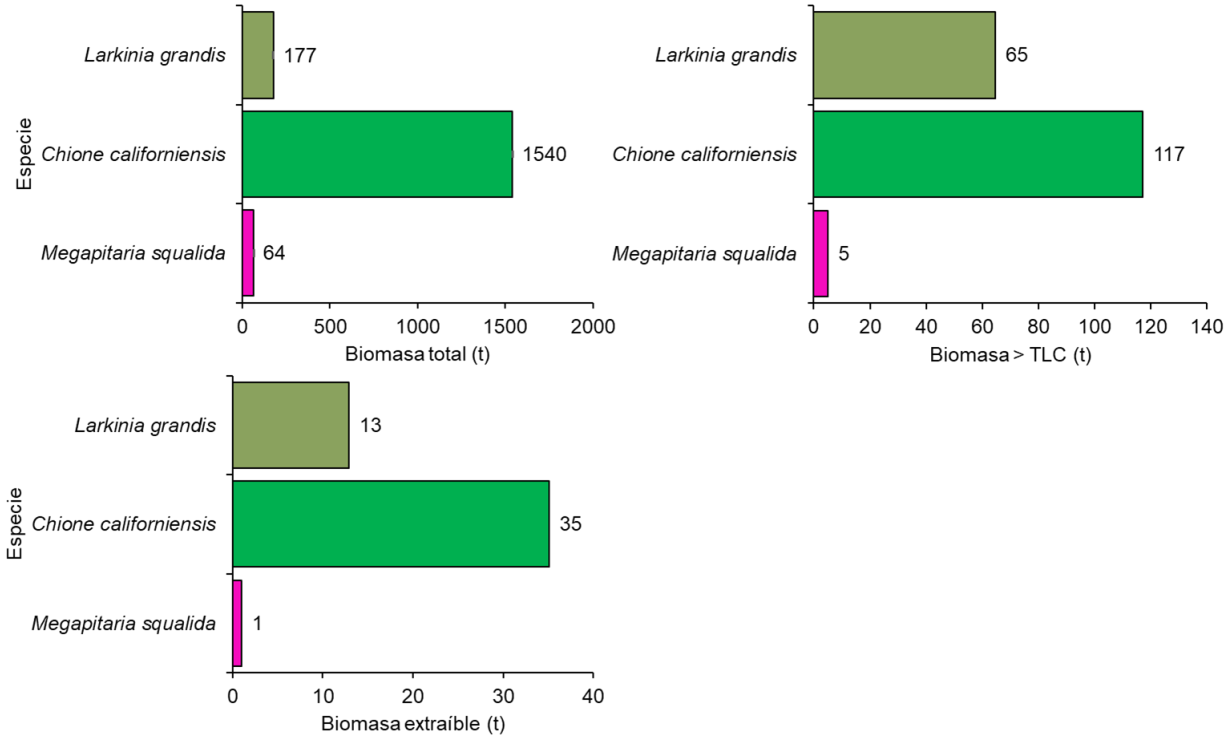


Fig. 45. Comparación de biomasa total, biomasa mayor a la talla legal de primera captura (TLC) y biomasa extraible de los principales moluscos bivalvos de importancia comercial (Almeja chocolata *Megapitaria squalida*; Almeja chirla *Chione californiensis* y Pata de mula *Larkinia grandis*) estimadas en el SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

6.6 Tipo de fondo

En general la zona norte estuvo dominada por los fondos arenosos (78%) y lodosos (19%), a diferencia de la zona centro en la que predominaron los fondos lodosos (46%) sobre los arenosos (38%). A su vez, en la zona sur hubo una dominancia mayor de los fondos lodosos (59%) seguido de los arenosos (13%) y los fondos mixtos de lodo y concha (11%) Fig. 46.

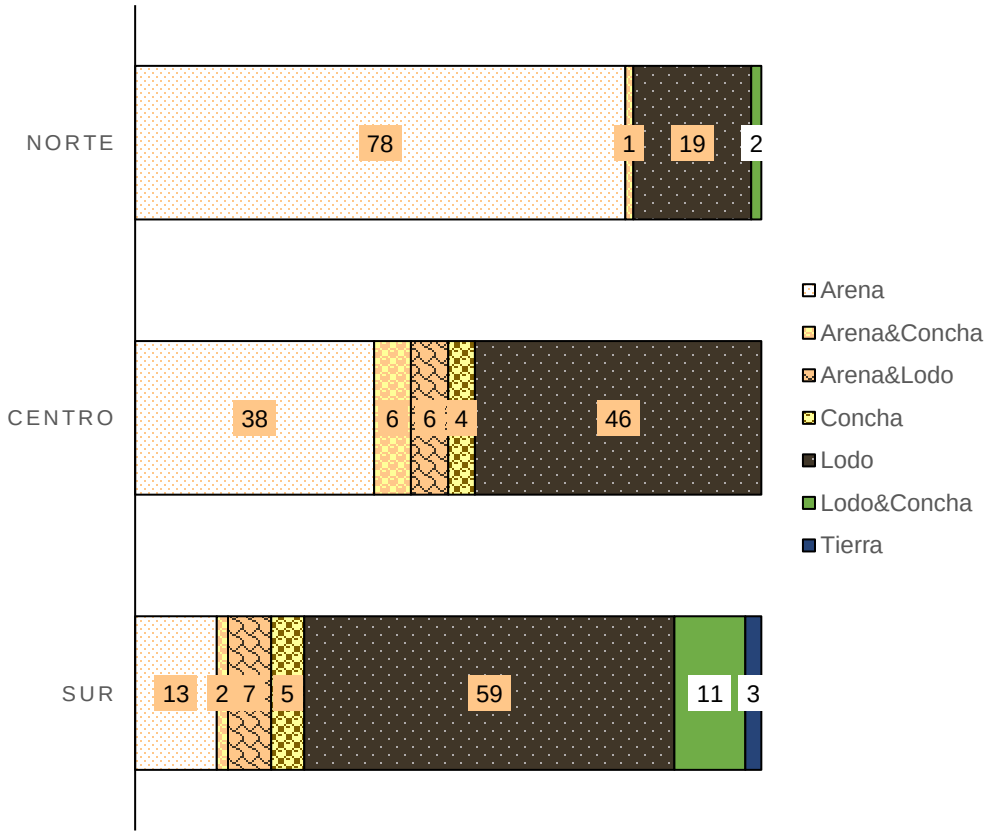


Fig. 46. Porcentaje de tipo de fondo registrado en las tres zonas (norte, centro y sur) del SLAEP delimitadas en este estudio.

Por su parte, los fondos de la zona norte mostraron un gradiente de dominancia mayor de fondos arenosos al norte a lodosos al sur (Fig. 47) como era de esperarse.

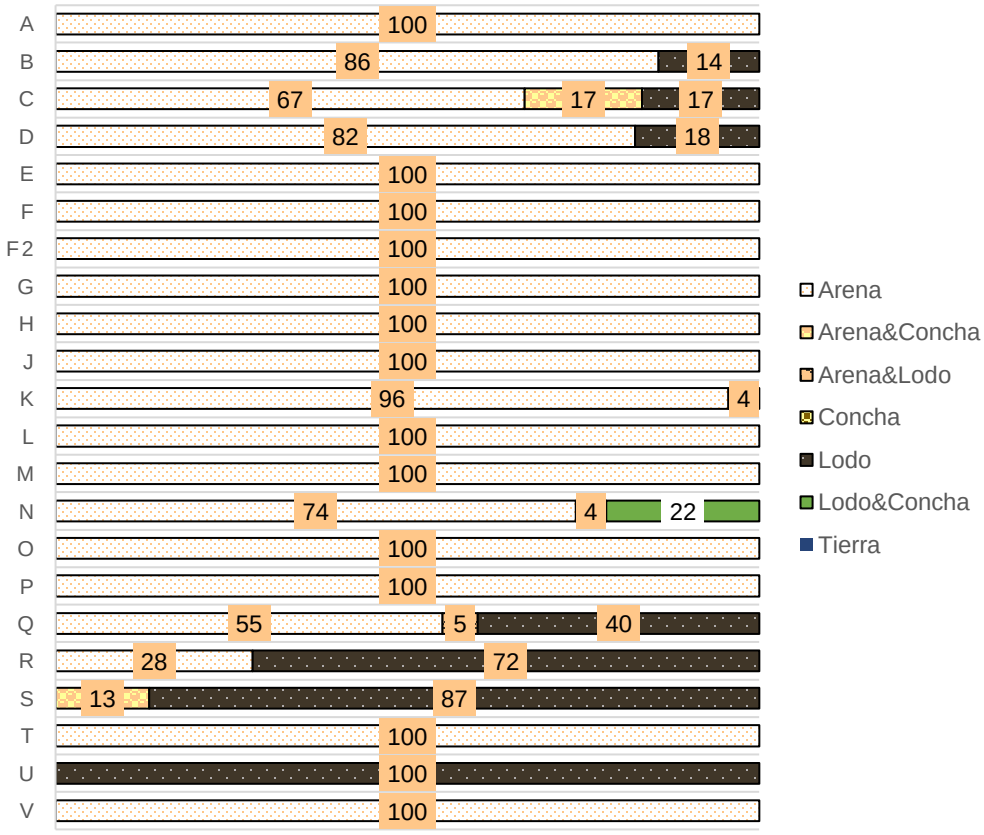


Fig. 47. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona norte del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

Asimismo, los fondos en la zona centro pasaron de fondos más lodosos en su extremo norte a más arenosos al sur, con una transición en los bancos centrales entre arena y lodo (Fig. 48.).

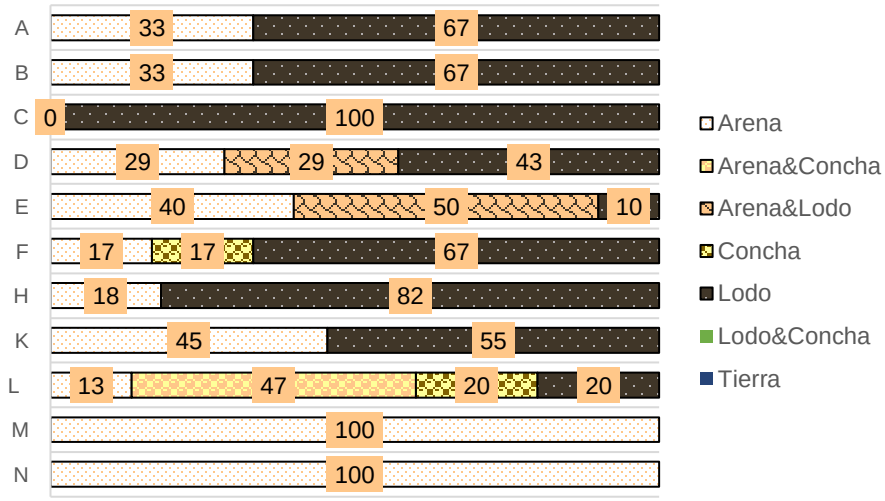


Fig. 48. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona centro del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

El tipo de fondo en los bancos de la zona sur fue más heterogéneo, con una mayor proporción de bancos con concha, en combinación con arena, y lodo (Fig. 49).

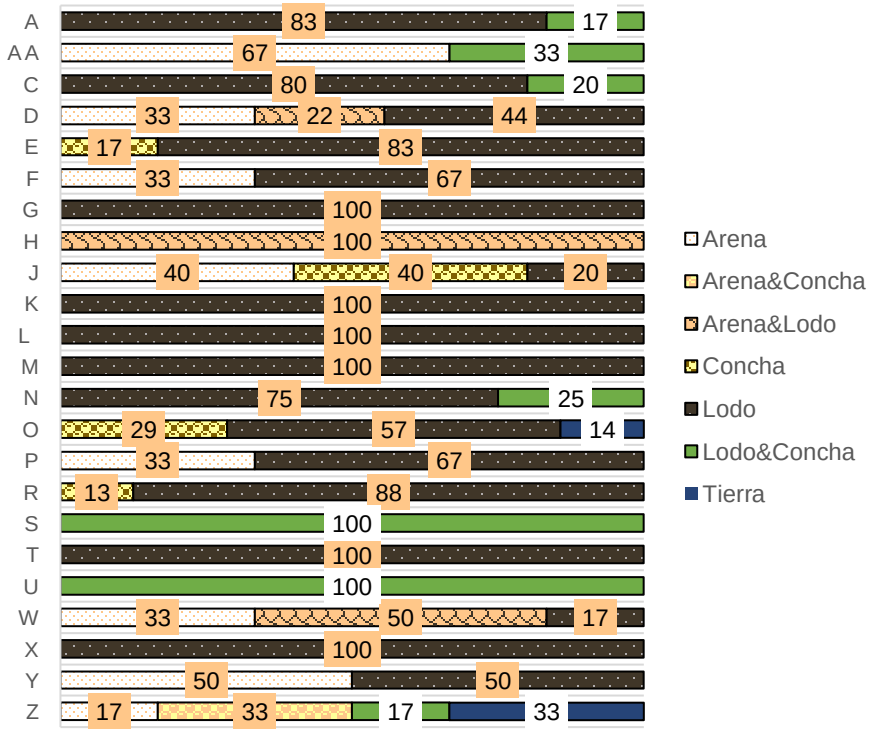


Fig. 49. Porcentaje de categoría de tipo de fondo registrado para cada banco de la zona sur del SLAEP de noviembre de 2021 a julio de 2022.

7. Conclusiones

- Existen 18 especies de moluscos de importancia comercial en el SLAEP, 1 gasterópodo y 17 bivalvos.
- Los recursos de mayor importancia comercial y abundancia son la almeja chirla, la pata de mula y la almeja chocolata.
- El recurso almeja chocolata se compone únicamente de la especie *M. squalida.*
- El recurso almeja chirla se compone de por lo menos 5 especies (*Chione californiensis, Leukoma asperrima, L. grata, L. histrionica* y *Chionista fluctifraga*), siendo *C. californiensis* la especie dominante.
- El recurso pata de mula se compone por 3 especies (*Larkinia grandis, Anadara perlabiata* y *A. reinharti*), siendo *L. grandis* la especie dominante.
- En promedio, la almeja cholata (*Megapitaria scualida*) mide 5.1 cm (AC) y pesa 41.3 g (PT) en el la laguna de Altata.
- En promedio, la almeja chirla (*C. californiensis*) mide 3.9 cm y pesa 29.7 g (PT) en el SLAEP.
- En promedio, la pata de mula (*L. grandis*) mide 5.8 cm (AC) y pesa 83.1 g (PT) en el SLAEP.
- La relación ancho de la concha-peso total (AC-PT) de la almeja chocolata se define por los parámetros a=0.0015 y b=2.56.
- La relación AC-PT de la almeja chirla (*C. californiensis*) se define por los parámetros a= 0.00073 y b=2.86.
- La relación AC-PT de la pata de mula (*L. grandis*) se define por los parámetros a= 0.00099 y b=2.76.
- La almeja chocolata presentó un incremento de talla de norte a sur (dentro de la zona norte).
- La almeja chocolata, sólo se distribuyó en la zona norte, donde predominan fondos arenosos.
- La almeja chirla presenta un incremento de talla de norte a sur, en la zona norte, al igual que la almeja chocolata acompañado de un decremento en abundancia.
- La almeja pata de mula se distribuye en todo el sistema, con tallas mayores en la zona sur.
- La almeja chirla estuvo presente en las tres zonas (centro, norte y sur). Sin embargo, presentó una disminución en su abundancia de norte a sur.
- La pata de mula estuvo presente en las tres zonas (centro, norte y sur). Sin embargo, presentó una disminución en su abundancia de sur a norte. Las mayores abundancias se obtuvieron en la zona sur, donde predominan fondos lodosos.

- La mayor cantidad de especies se registró en la zona centro. Probablemente asociada con la mayor variabilidad oceanográfica (contacto constante con el mar y efluentes del río Culiacán) y la amplia variedad de tipos de fondo registrados.
- El banco "Estero Almeja", en la zona norte, presentó las mayores biomasas de Almeja chocolata, chirla y pata de mula.
- La almeja conocida como "almeja negra" en las comunidades de la zona centro es *Anadara reinharti*, no *Anadara tuberculosa*, como se pensaba antes.
- En la zona norte no habitan ostiones, mejillones o caracoles.
- La almeja chirla es el molusco bentónico más abundante de todo el sistema, y se distribuye en las zonas centro y norte.
- La biomasa de total de almeja chocolata en el SLAEP es de 63.8 t (29.0–96.1 t), la biomasa de organismos por encima de la TLC de 64 mm es de 5.1 t (1.3–6.8 t) y la biomasa extraíble es de 1,019 kg (262–1369 kg).
- La biomasa de total de almeja chirla en el SLAEP es de 1,539.5 t (429.6–2685.1 t), la biomasa de organismos por encima de la TLC de 45 mm es de 117.1 t (43.2–183.8 t) y la biomasa extraíble es de 35.1 t (12.9–55.15 t).
- La biomasa de total de pata de mula en el SLAEP es de 177.0 t (84.4–307.4 t), la biomasa de organismos por encima de la TLC de referencia (75 mm) es de 64.6 t (25.9–111.2 t) y la biomasa extraíble es de 12.9 t (5.2–22.2 t).
- El 13% de las almejas chocolatas estuvo por encima de 64 mm.

8. Recomendaciones

- Contemplar, en la medida de lo posible las mareas durante la planeación de las fechas y horarios de monitoreo.
- Realizar prospecciones piloto para definir las unidades muestrales de manera más precisa.
- Realizar monitoreos anuales para dar seguimiento a la biomasa y establecer puntos de referencia actualizados anualmente.
- Desarrollar un plan para recuperar las biomasas de chocolata.

9. Siguientes pasos

1. Estimar la talla mediana de madurez sexual para almeja chocolata, chirla y pata de mula.
2. Comparar las tallas obtenidas con la talla mediana de madurez sexual.
3. Identificar la función (reproductores, crianza, etc) de cada banco en la estructura poblacional de las especies analizadas.
4. Realizar una evaluación de stock para obtener puntos de referencia objetivo y límite.
5. Reactivar las acciones propuestas en el plan de manejo pesquero.

10. Literatura Citada

AGRICULTURA. 2022. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2020. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México, 291 p.

Álvarez-Dagnino, E., Santamaría-Miranda, A., García-Ulloa, M. & Góngora-Gómez, A. M. 2017. Reproduction of *Megapitaria squalida* (bivalvia: Veneridae) in the southeast Gulf of California, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 65, 881-889.

Anthony, A., Atwood, J., August, P., Byron, C., Cobb, S., Foster, C., Fry, C., Gold, A., Hagos, K., Heffner, L., Kellogg, D. K., Lellis-Dibble, K., Opaluch, J. J., Oviatt, C., Pfeiffer-Herbert, A., Rohr, N., Smith, L., Smythe, T., Swift, J. & Vinhateiro, N. 2009. Coastal lagoons and climate change: ecological and social ramifications in U.S. Atlantic and Gulf coast ecosystems. Ecology and Society 14(1): 8. [online] URL: https://www.jstor.org/stable/26268055

Ayala-Castañares A., Gutiérrez-Estrada M., Galaviz-Solís A. & Malpica-Cruz V. M. 1994. Geología Marina del Sistema Lagunar Altata-Pabellones, Sinaloa, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 21(1-2): 129-147.

Baqueiro, C. E., 1989. Clam culture in Mexico. J. and Castagna, M. (Ed.).I n: Clam culture in *North America. Manzi Aquaculture* Sp. pub. 18, Elsevier, 91 - 105.

Baqueiro, E. & Massó, J. A. 1988. Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835), bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de la Paz, B. C. S., México. *Ciencia Pesquera* (6): 51-67.

Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo y Secretaría de Pesca. México. 253 pp.

DOF. 2018a. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/334832/DOF_-_CNP_2017.pdf

DOF. 2018b. ACUERDO por el que se establece una Zona de Refugio Pesquero Total Permanente en aguas marinas de jurisdicción federal del Sistema Lagunar Bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, adyacentes al Municipio de Navolato, en el Estado de Sinaloa. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5520486&fecha=24/04/2018&print=true

DOF. 2019. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero Ecosistémico del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, ubicado en los municipios de Navolato y Culiacán, del Estado de Sinaloa. Diario Oficial de la Federación

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5573266&fecha=24/09/2019#gsc.tab=0

DOF. 2020. ACUERDO por el que se establece veda temporal para la captura de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en el sistema lagunarAltata-Ensenada del Pabellón, en los municipios de Navolato y Culiacán, Sinaloa. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592548&fecha=30/04/2020&print=true

FAO. 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461es

Fernández-Rivera Melo, F. J. 2015. "ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE MONITOREO EMPLEADOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MARINAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA" Universidad Autónoma de Baja California Sur]. https://www.researchgate.net/publication/326882547_ANALISIS_DE_LOS_METODOS_DE_MONITOREO_EMPLEADOS_PARA_EVALUAR_EL_ESTADO_DE_LAS_AREAS_NATURALES_PROTEGIDAS_MARINAS_EN_EL_GOLFO_DE_CALIFORNIA?_sg%5B0%5D=CMFB1sOX4JT_B1K7WsMsb2jAx2nUR_BQbdTrw5y1n2e_3XMbXxxLYRqS5ExJWKQZc7sSGcJvrroTMrVuqrMOFaFlE4Vz6hZJvBPVAmvi.lfCDJae6EnLX4hcfRiidXDet9Mos7zj3F7bgTOPP4v_a4nmUzHvzgeBKD4YJsXKMrczodBIMyNMmLZX4AS9rBg

Fischer, W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E.; Niem V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental, Volumen I. Plantas e Invertebrados, Bivalvos. FAO, Roma. 646 pp.

Folmer, O. & Penningnton, M. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. Fisheries Research(49), 165–178.

Frías-Espericueta, M. G., Osuna-López, I., Voltolina, D., Beltrán-Velarde, M. A., Izaguirre-Fierro, G., López-López, G., Muy-Rangel, M. D. & Rubio-Carrasco, W. 2009. The contents of Cd, Cu, Pb and Zn of the white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) of six coastal lagoons of Sinaloa, NW Mexico. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(1): 197-201. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100020

Gómez-Noguera, S. E. & Hendrickx, M. E. 1997. Distribution and Abundance of Meiofauna in a Subtropical Coastal Lagoon in the South-eastern Gulf of California, México. Marine Pollution Bulletin, 34(7), 582-587. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00016-1

García-Domínguez, F. 1991. Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada a la almeja roñosa Chione californiensis en la Ensenada de La Paz. B.C.S., México.

Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México, 75 p.

Gonzáles-Solís, A. & Torruco-Gómez, D. 2010. Estado actual de los moluscos. Durán G. R. & M. Méndez (eds.). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPDF-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Hendrickx, M. E., Brusca, R. C. & Ramirez-Reséndiz, G. 2002. Biodiversity of Macrocrustaceans in the Gulf of California. En: Hendrickx, M.E. (Ed.), Contributions to the study of East Pacific Crustaceans. UNAM, México, pp. 349–369.

Keen, A. M. 1971. Sea shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Perú. 2nd. Ed. Stanford Univ. Press. U. S. A. 1064 pp.

Kerr, L. A., Hintzen, N. T., Cadrin, S. X., Clausen, L. W., Dickey-Collas, M., Goethel, D. R. Hatfield, E. M. C., Kritzer, J. P. & Nash. R. D. M. 2017. Lessons learned from practical approaches to reconcile mismatches between biological population structure and stock units of marine fish. ICES Journal of Marine Science, 74, 1708-1722.

King, M. 2013. Fisheries Biology, Assessment and Management (2nd ed.). Blackwell Publishing. CITA INCOMPLETA

Lara-Domínguez, A. L., Contreras Espinosa, F., Castañeda-López, O., Barba-Macías, E. & Pérez-Hernández, M. A. Lagunas costeras y estuarios. CONABIO (ed.). En: La biodiversidad en Veracruz un estudio de estado (pp.297-313).

Lara-Lara, J. R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., Cruz-García-Abad, M. C., Gaxiola-Castro, G., Robles-Jarero, G., Sosa-Ávalos, R., Soto-González, L. A., Tapia-García, M. & Valdez-Holguín, J. E. 2008. Los ecosistemas marinos. En Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

López-Rocha, J. A., Ceballos-Vázquez, B. P., García-Domínguez, F. A., Arellano-Martínez, M., Villalejo-Fuerte, M. & Romo-Piñera, A. K. 2010. La pesquería de la almeja chocolata Megapitaria squalida (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México. Hidrobiológica, 20: 230-237.

López-Rocha, J. A., Melo, F. J. F.-R., Gastélum-Nava, E., Larios-Castro, E. & Romo-Piñera, A. 2018. Morphometric Relationship, Growth Parameters, and Natural Mortality as Estimated Primary Inputs for Fishery Management in Newfishing Areas for Bivalve Molluscs (Bivalvia: Veneridae). Journal of Shellfish Research, 37(3), 591-600. https://doi.org/10.2983/035.037.0312

López-Rocha, J. A., Fernández-Rivera Melo, F. J., Gastélum-Nava, E. & Larios-Castro, E. 2021. Abundance and harvest strategy of three species of clam (Bivalvia: Veneridae) located in new fishing banks in the Gulf of California. Aquaculture and Fisheries, 6(5), 506-512. https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.07.015

MacKenzie, C. L., 2001. The Fisheries for Mangrove Cockles, Anadara spp., from Mexico to Peru, With Descriptions of Their Habitats and Biology, the Fishermen's Lives, and the Effects of Shrimp Farming. Marine Fisheries Review, 63(1):1-39.

Morán-Angulo, R. E. & Flores-Campaña, L. M. 2015. La pesca en Sinaloa: breve historia y búsqueda del episteme. Ra Ximhai. 11(3): 57-72.

Nota de los editores, 1983. Las lagunas costeras. Ciencias 3, enero-marzo, 46-47.

Núñez-Riboni, I. D. 2000. Dinamica y procesos dispersivos en el Complejo Lagunar Bahia de Altata / Ensenada del Pabellon, Sinaloa. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 93 p. https://repositorio.unam.mx/contenidos/89868.

Páez-Osuna, F., Gracia, A., Flores-Verdugo, F., Lyle-Fritch, L. P., Alonso-Rodríguez, R., Roque, A. & Ruíz-Fernández, A. C. 2003. Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. Marine Pollution Bulletin, 46(7): 806–815.

Paéz-Osuna, F., Ramírez-Reséndiz, G., Ruiz-Fernández, A. C. & Soto-Martínez, M. F. 2007. La contaminación por nitrógeno y fósforo en Sinaloa: flujos, fuentes, efectos y opciones de manejo. En: Páez-Osuna, F. (ed.). Serie Las Lagunas Costeras de Sinaloa. UNAM. El Colegio de Sinaloa. 304 p.

Penningnton, M. 1983. Efficient Estimators of Abundance, for Fish and Plankton Surveys. Biometrics(39), 218-286.

Penningnton, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. Fishery Bulletin, 84(3), 519–525.

Peraza-Vizcarra R. 1973. Características hidrográficas y distribución del sedimentos en el sistema estuarino bahía Altata-Ensenada El Pabellón, Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California.

Ramírez-Félix, E. A., Zamora-García, O. G., Gómez-Medina, L. G., Andrade-Domínguez, G., Estrada-Venegas, L., Lizárraga-Rojas, M., Moreno-Borrego, V., Ortega-Lizárraga, G. G., Castro-González, J. J., Rosales-Rodríguez de la Cruz, M. & Guzmán Ibarra, J. E. 2022. Evaluación y manejo pesquero de las poblaciones de moluscos bentónicos comerciales de Sinaloa. Informe de Investigación (Documento Interno). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura. México. 61p.

Robles-Tamayo, C., Valdez-Holguín, J., García-Morales, R., Figueroa-Preciado, G., Herrera-Cervantes, H., López-Martínez, J. & Enríquez-Ocaña, L. (2018). Sea

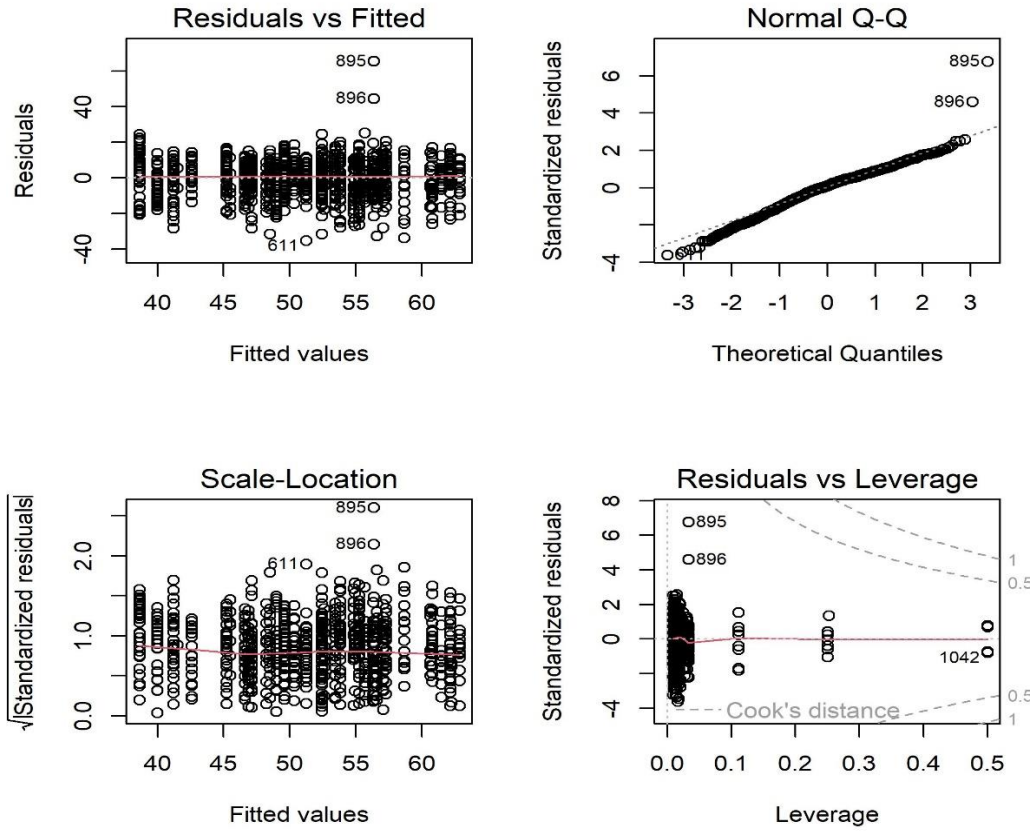
Surface Temperature (SST) Variability of the Eastern Coastal Zone of the Gulf of California. Remote Sensing, 10(9). https://doi.org/10.3390/rs10091434

Smith, S. J. 1990. Use of Statistical Models for the Estimation of Abundance from Groundfish Trawl Survey Data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Research(47), 849–903.

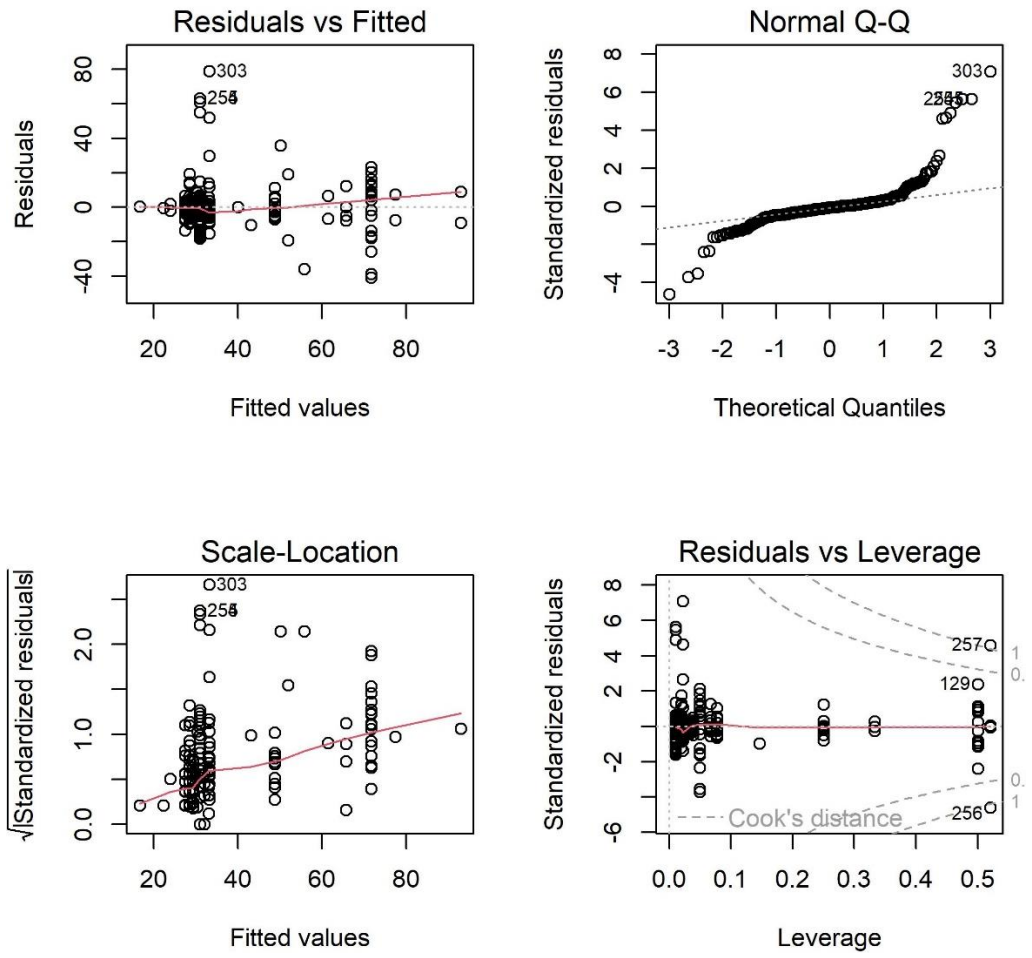
Sotelo-González, M. I., Sánchez-Cárdenas. R., García-Ulloa, M., Góngora-Gómez, A. M., Salcido-Guevara, L. A., Arzola-González, J. F. & Humberto-Sepúlveda, C. 2019. Las almejas pata de mula (Arcidae) de Sinaloa, México. Ciencia y Mar. XXIII. 69: 45-50.

11. Anexos

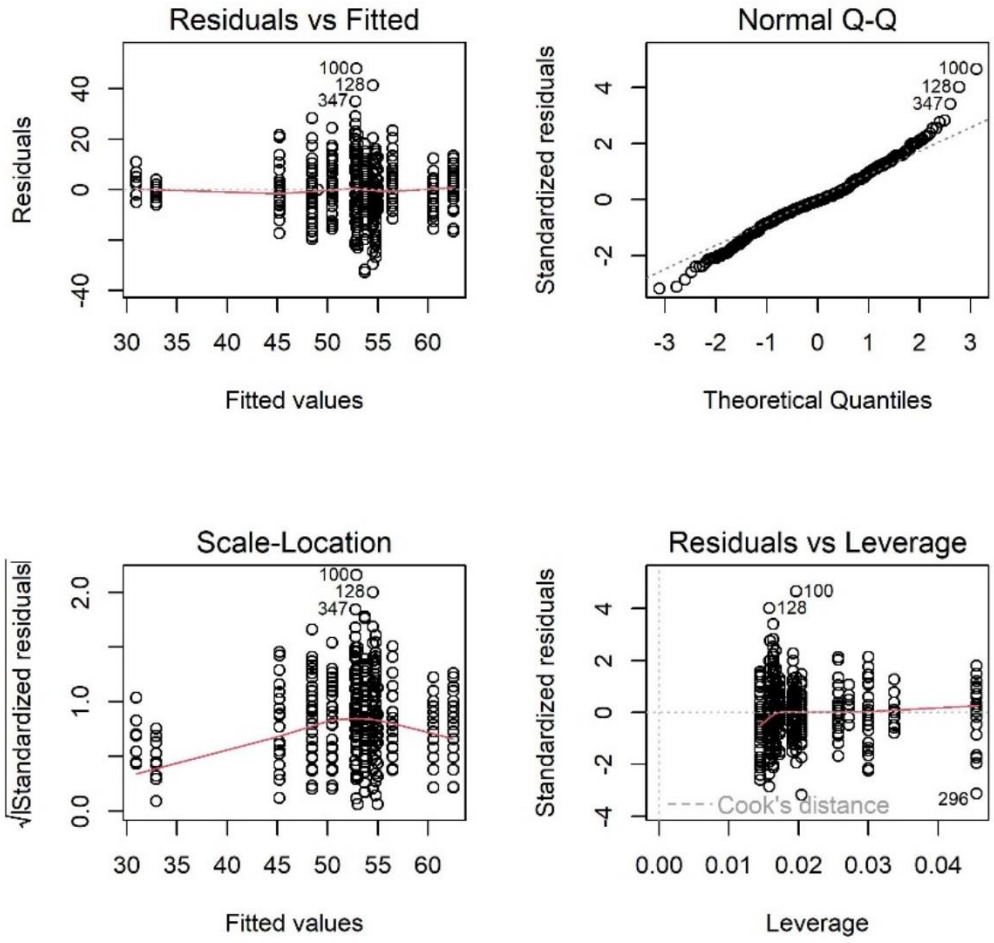
Anexo 1. Disrtribución normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almajas chocolatas en la zona norte.



Anexo 2. Disrtribución no-normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas patas de mula en la zona norte.



Anexo 3. Disrtribución normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas patas de mula en la zona centro.

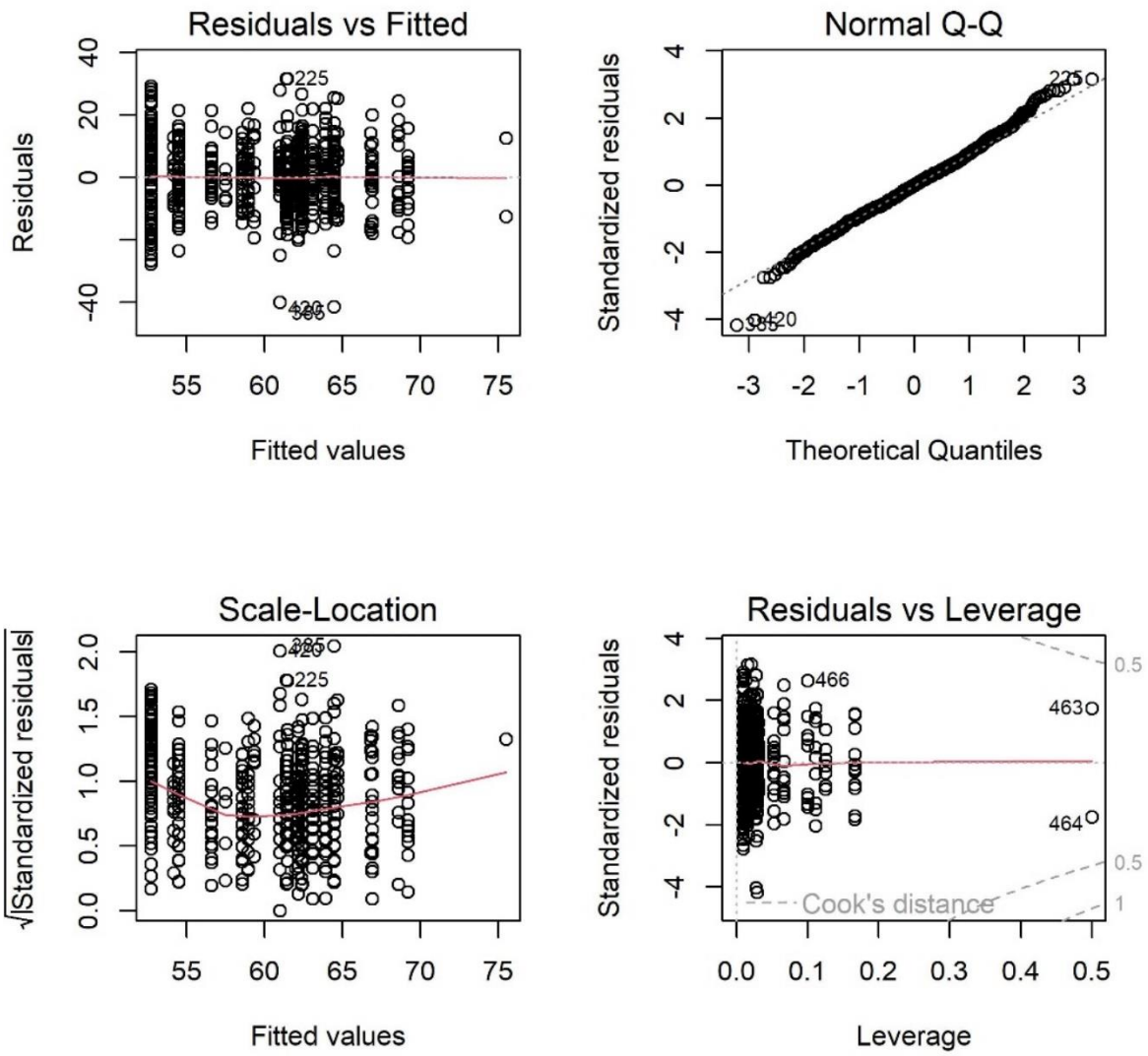


Anexo 4. Tabla con los resultados de la prueba de diferencias significartivamente honestas de Tukey (Tukey HSD; Honestly Significant Difference) entre las almejas pata de mula y los bancos en la zona centro

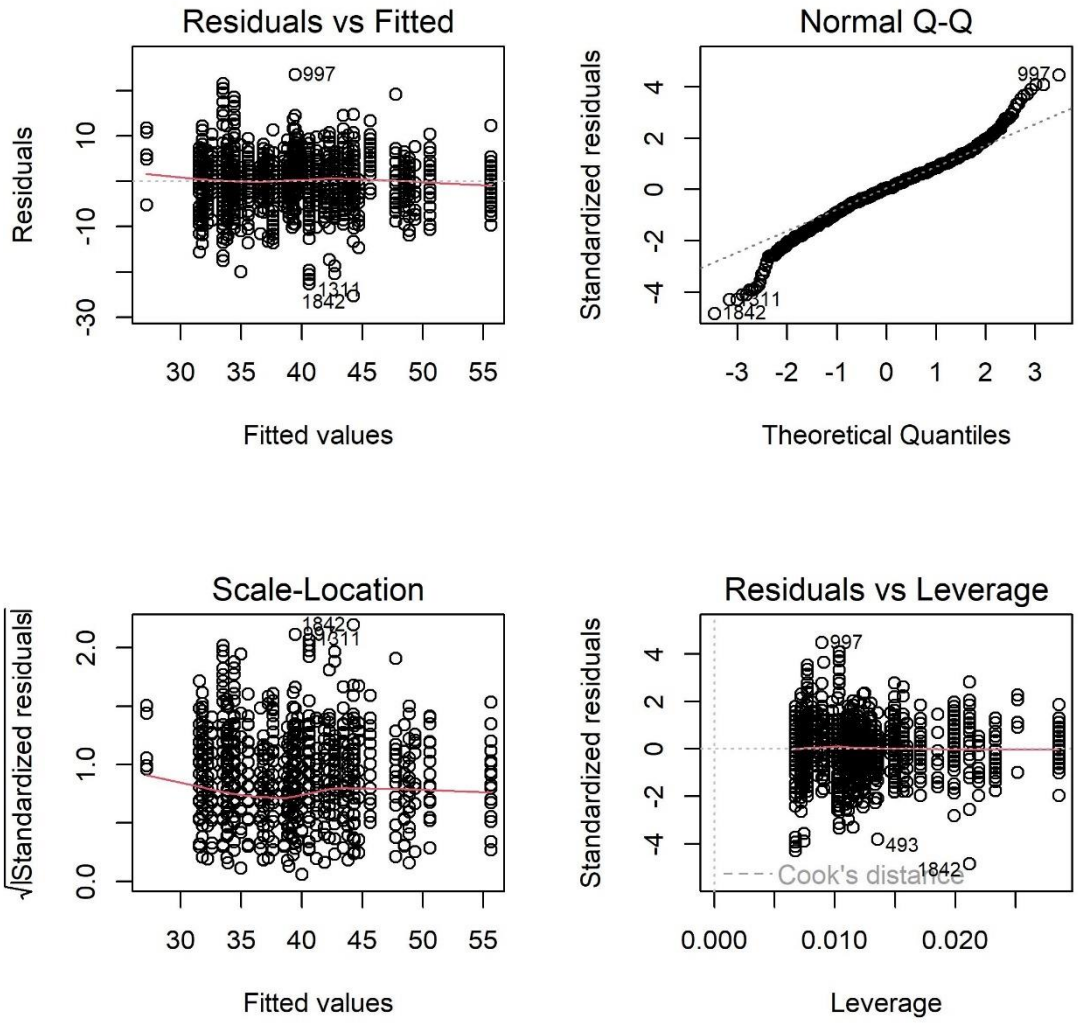
Comparación	Diferencia media	Límite inferior	Límite superior	Valor de *p*
B-A	-0.83	-7.58	5.92	1.00
C-A	1.48	-4.81	7.76	1.00
D-A	-4.33	-10.52	1.87	0.46
E-A	7.96	1.60	14.32	0.00
F-A	0.24	-5.86	6.35	1.00
I-A	-4.69	-38.77	29.38	1.00
J-A	-0.01	-8.67	8.64	1.00
L-A	-8.54	-15.78	-1.30	0.01
M-A	-0.05	-7.52	7.41	1.00
N-A	-21.04	-27.67	-14.41	0.00
C-B	2.31	-3.90	8.52	0.98
D-B	-3.50	-9.62	2.63	0.75
E-B	8.79	2.50	15.08	0.00
F-B	1.08	-4.95	7.11	1.00
I-B	-3.86	-37.92	30.20	1.00
J-B	0.82	-7.79	9.42	1.00
L-B	-7.71	-14.88	-0.53	0.02
M-B	0.78	-6.62	8.18	1.00
N-B	-20.21	-26.77	-13.65	0.00
D-C	-5.80	-11.41	-0.20	0.04
E-C	6.48	0.69	12.27	0.01
F-C	-1.23	-6.74	4.27	1.00
I-C	-6.17	-40.14	27.80	1.00
J-C	-1.49	-9.73	6.76	1.00
L-C	-10.02	-16.76	-3.28	0.00
M-C	-1.53	-8.51	5.45	1.00
N-C	-22.52	-28.60	-16.44	0.00
E-D	12.28	6.59	17.98	0.00
F-D	4.57	-0.83	9.98	0.19
I-D	-0.37	-34.32	33.59	1.00
J-D	4.32	-3.86	12.49	0.83
L-D	-4.21	-10.87	2.45	0.62
M-D	4.28	-2.63	11.18	0.65
N-D	-16.71	-22.70	-10.72	0.00
F-E	-7.71	-13.31	-2.12	0.00
I-E	-12.65	-46.64	21.34	0.98
J-E	-7.97	-16.27	0.33	0.07
L-E	-16.50	-23.31	-9.68	0.00
M-E	-8.01	-15.06	-0.96	0.01
N-E	-29.00	-35.16	-22.84	0.00
I-F	-4.94	-38.88	29.00	1.00
J-F	-0.26	-8.37	7.85	1.00
L-F	-8.78	-15.36	-2.21	0.00
M-F	-0.30	-7.12	6.53	1.00
N-F	-21.28	-27.18	-15.39	0.00

J-I	4.68	-29.81	39.17	1.00
L-I	-3.85	-38.01	30.32	1.00
M-I	4.64	-29.57	38.85	1.00
N-I	-16.35	-50.38	17.69	0.90
L-J	-8.53	-17.52	0.47	0.08
M-J	-0.04	-9.22	9.14	1.00
N-J	-21.03	-29.54	-12.52	0.00
M-L	8.49	0.63	16.34	0.02
N-L	-12.50	-19.56	-5.44	0.00
N-M	-20.99	-28.28	-13.69	0.00

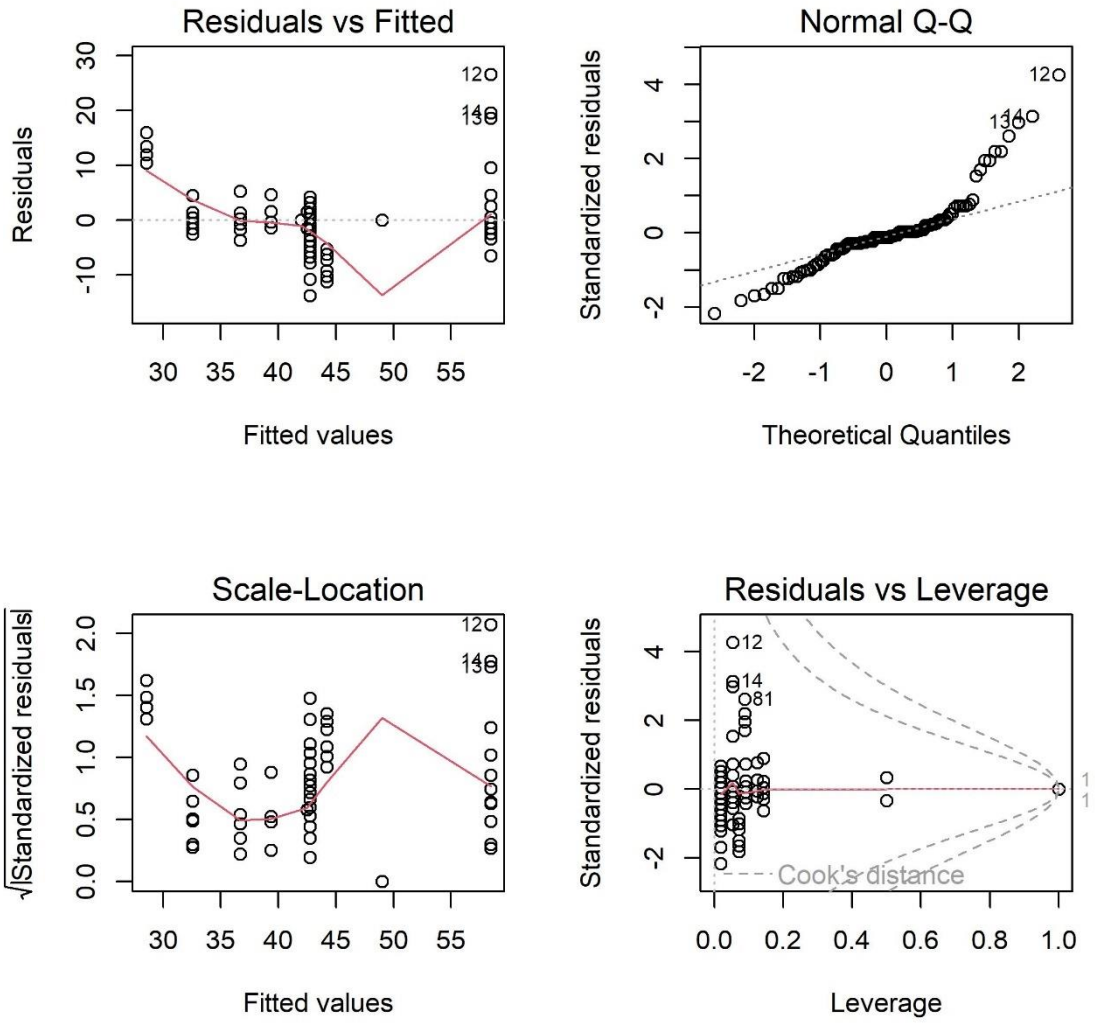
Anexo 5. Disrtribución normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas patas de mula en la zona sur.



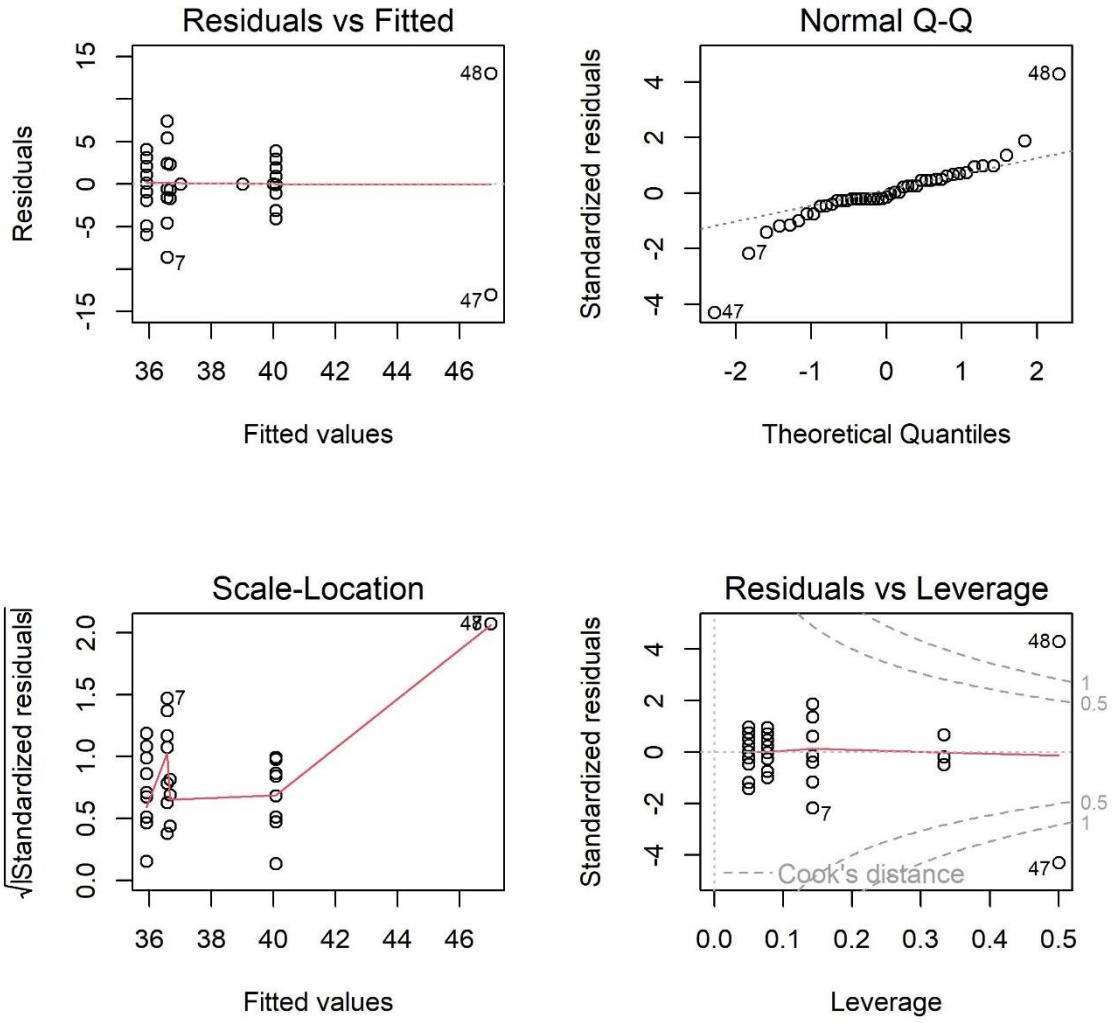
Anexo 6. Disrtribución cercana a la normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas chirlas en la zona norte



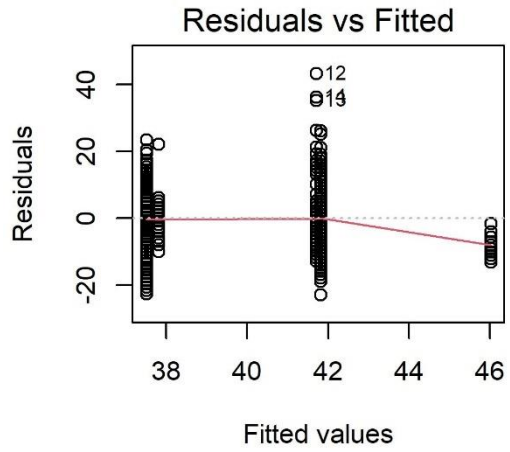
Anexo 7. Disrtribución no-normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas chirlas en la zona centro

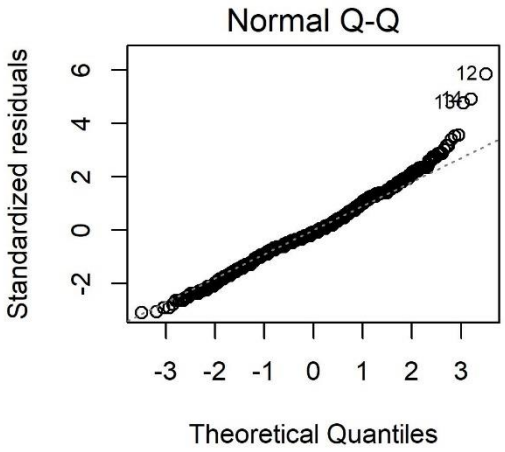


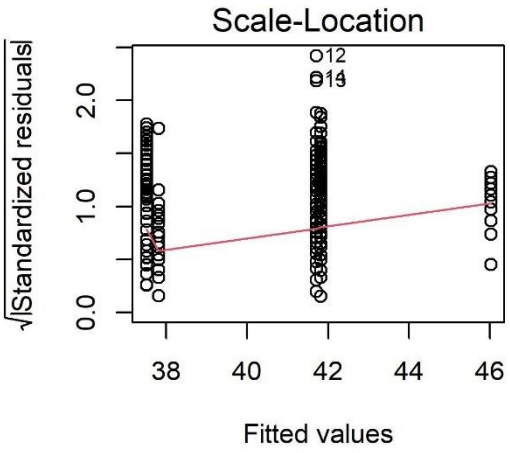
Anexo 8. Disrtribución no normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas chirlas en la zona sur

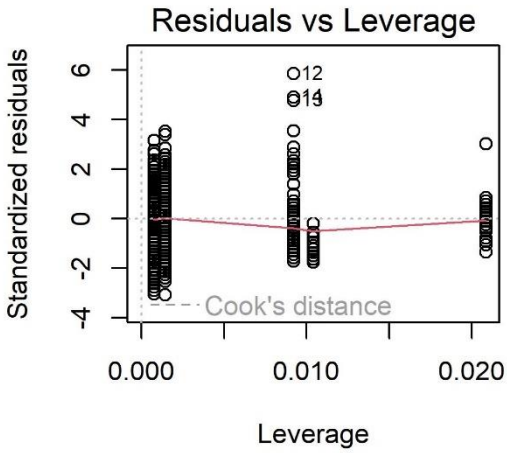


Anexo 9. Disrtribución no normal de los residuales del ANOVA entre los bancos y temporadas del AC de las almejas chirlas en el SLAP


Residuals vs Fitted
Residuals
Fitted values
12
38
40
42
44
46
-20
0
20
40


Normal Q-Q
Standardized residuals
Theoretical Quantiles
12
-3
-2
-1
0
1
2
3
-2
0
2
4
6


Scale-Location
√|Standardized residuals|
Fitted values
12
38
40
42
44
46
0.0
1.0
2.0


Residuals vs Leverage
Standardized residuals
Leverage
Cook's distance
12
0.000
0.010
0.020
-4
-2
0
2
4
6