



**Instituto Tecnológico De Chetumal**

**ANALISIS DE LA POBLACION DEL CARACOL ROSADO (*Lobatus gigas*) DURANTE EL AÑO 2023 EN BANCO CHINCHORRO, QUINTANA ROO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA**

**PRESENTA:**

**ANGEL JAIR ARELLANO ESCOBEDO**

**DIRECTOR:**

**DR. JOSÉ MANUEL CASTRO PEREZ**

**CO-DIRECTOR:**

**M.C ALEJANDRO MEDINA QUEJ**

**CHETUMAL, QUINTANA ROO, MEXICO, ENERO 2025**

## **Agradecimientos**

La realización de este trabajo no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchas personas a quienes quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradezco al M.C Alejandro Medina Quej por su invaluable orientación, paciencia y conocimientos compartidos durante todo el desarrollo de esta investigación. Su guía ha sido fundamental para estructurar este estudio y alcanzar los objetivos planteados.

Al Dr. José Manuel Castro Pérez quien me brido su apoyo para realizar los análisis estadísticos, por su gran paciencia y apoyo.

Al Instituto Tecnológico de Chetumal, por brindarme la oportunidad de hacer mis estudios.

A mis compañeros, quienes con su esfuerzo, apoyo y compromiso contribuyeron en la recopilación de datos y en el desarrollo de este estudio. Su colaboración en las jornadas de muestreo y análisis de información fue esencial para obtener los resultados aquí presentados.

A los pescadores de la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro, quienes compartieron su conocimiento sobre la pesquería del caracol rosado y facilitaron el acceso para obtener el recurso y a la información para comprender mejor la dinámica de este recurso en Banco Chinchorro.

A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional, su paciencia y su motivación en los momentos difíciles. Sin su respaldo, este logro no habría sido posible.

A mis padres por la brindarme la educación que lograron enseñarme, su apoyo y cariño que siempre me brindan.

Especialmente a mi madre que siempre ha estado para apoyarme y motivarme cuando más lo necesitaba.

Finalmente, agradezco a todas las instituciones y organizaciones que, directa o indirectamente, han contribuido al desarrollo de este estudio, ya sea mediante financiamiento, asesoramiento técnico o acceso a bibliografía especializada.

A todos, muchas gracias.



SECCIÓN: DEPTO. ING. QUÍM. Y BIOQ.  
OFICIO No 0671-DT-2024

Chetumal, Q. Roo., 12/Diciembre/2024

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

LIC. CECILIA LORÍA TZAB  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
PRESENTE

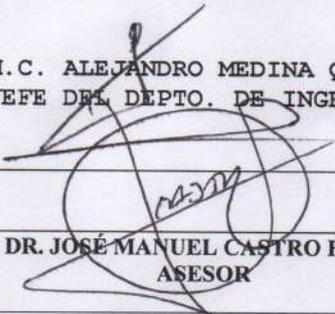
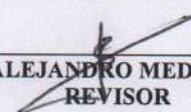
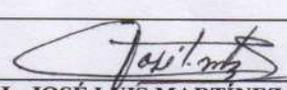
Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

a) Nombre del Egresado:	ANGEL JAIR ARELLANO ESCOBEDO
b) Carrera:	LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
c) N° de control	18390178
d) Nombre del proyecto	ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN DEL CARACOL ROSADO ( <i>Lobatus gigas</i> ). DURANTE EL AÑO 2023 EN BANCO CHINCHORRO, QUINTANA ROO.
d) Producto	TITULACIÓN INTEGRAL (TESIS)

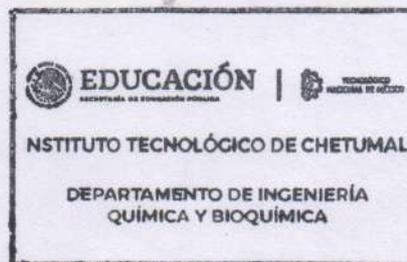
A T E N T A M E N T E

Excelencia en Educación Tecnológica.  
Cultura, Ciencia y Tecnología para la Superación de México®

M.C. ALEJANDRO MEDINA QUEJ  
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA.

		
DR. JOSÉ MANUEL CASTRO PÉREZ ASESOR	M.C. ALEJANDRO MEDINA QUEJ REVISOR	BIOL. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ LORENZO REVISOR

C.c.p. Expediente



## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis especialmente para mis padres quienes me apoyaron y creyeron en mí, siempre motivándome a seguir adelante hasta poder terminar la carrera.

Gracias por brindarme ese amor incondicional que me motivaba a seguir adelante y así poder culminar esta etapa de mi vida.

A Karen por el cariño que le tengo ya que siempre me apoyo, me escuchó y me aconsejo.

También se lo dedico a mis mejores amigos Rommel y Carlos que siempre estuvieron para mí, para apoyarme en momentos difíciles.

A Irina que siempre estuvo ahí para mí, apoyándome y motivándome en lo último de mi proceso académico.

En verdad muchas gracias por siempre estar ahí.

# Índice

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	10
<b>Antecedentes</b> .....	12
<b>Justificación</b> .....	14
<b>Objetivos</b> .....	17
Objetivo general .....	17
Objetivos específicos .....	17
<b>Materiales y métodos</b> .....	17
1. Área de estudio.....	17
2. Metodología para el muestreo .....	19
Diseño de muestra .....	19
3. Procesamiento de datos.....	20
Cálculo de densidad .....	20
Comparación del promedio de densidades por zonas .....	20
Distribución de las frecuencias de las densidades por zonas de muestreo .....	20
Comparación del promedio de las tallas (longitud sifonal) del caracol rosado por zonas de muestreo .....	20
Estructura de tallas (longitud sifonal) de los organismos por zonas de muestreo.....	21
Resultados.....	22
Densidad total y por mes.....	22
Densidad del caracol rosado por zonas .....	22
Comparación del promedio de caracol .....	22
b) Distribución de frecuencias de las densidades por zonas de muestreo .....	24
Estructura de tallas (Longitud sifonal) por zonas .....	26
b) la distribución de la frecuencia de las longitudes sifonales de los caracoles por zonas de muestreo .....	28
<b>Discusión</b> .....	32
Densidad total y por zona de muestreo .....	32
Estructura de tallas (longitud sifonal) por zonas de muestreo .....	34
Conclusión .....	35
Densidad total y variabilidad temporal .....	35

Densidad por zonas de muestreo.....	36
Estructura de tallas y proporción de individuos aptos para la pesca. ....	37
Implicaciones para la conservación y manejo del recurso .....	37
Bibliografía.....	39

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la Reserva de Banco Chinchorro en el estado de Quintana Roo, México (Castro, 2023). .....	18
Figura 2. Área de estudio con las 35 estaciones distribuidas en las 6 zonas de importancia en RBBC; Sotavento Norte (SN), Sotavento Centro (SC), Sotavento Sur (SS), Barlovento Norte (BN), Barlovento Centro (BC) y Barlovento Sur (BS). .....	19
Figura 3. Comparación del promedio de densidades durante el año 2023 en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro. Los grupos homogéneos ( Prueba Tukey. $P > 0.05$ ) se indican con letras iguales para cada zona. Barlovento Centro (BC), Barlovento Norte (BN), Barlovento Sur (BS), Sotavento Centro (SC), Sotavento Norte (SN) y Sotavento Sur (SS). .....	23
Figura 4. Distribución de frecuencia de las estaciones por intervalos de densidad para las zonas en RBBC: A) Barlovento Norte, B) Barlovento Centro, Sotavento Centro, Sotavento Norte y Sotavento Sur. ....	26
Figura 5. Comparación del promedio de la longitud sifonal de la población del caracol rosado por zonas de muestreo. ....	27
Figura 6. Distribución de la longitud sifonal de los organismos de la población de caracol rosado por zonas: 1.-Barlovento Sur, 2.-Sotavento Centro, 3.- Sotavento Norte, 4.-Barlovento Centro, 5.- Barlovento Norte y 6.- Sotavento Sur. Línea discontinua: análisis comparativo caracoles aptos y no aptos para la pesca tomando en cuenta LS (200 mm) Talla de captura legal (Stoner <i>et al.</i> , 2012) .....	32

## Resumen

El presente estudio analiza la población del caracol rosado (*Lobatus gigas*) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBC) durante el año 2023, con el objetivo de evaluar su densidad y estructura de tallas en diferentes zonas de muestreo. La sobrepesca y la pesca furtiva han reducido significativamente las poblaciones de esta especie en el Caribe, lo que ha llevado a su inclusión en el Apéndice II de la CITES y en la Lista Roja de la UICN como especie vulnerable. Banco Chinchorro es uno de los pocos lugares en México donde la captura del caracol rosado está regulada, por lo que es fundamental monitorear su población para garantizar su conservación y aprovechamiento sostenible.

Durante los meses de agosto y noviembre de 2023, se realizaron muestreos en 35 estaciones dentro de la RBBC, cubriendo un área total de **55,400 m<sup>2</sup>**, donde se contabilizaron **7,467 individuos**, lo que resultó en una densidad global de **0.134 ind./m<sup>2</sup>**. Se observaron ligeras diferencias entre meses, con densidades de **0.132 ind./m<sup>2</sup>** en agosto y **0.129 ind./m<sup>2</sup>** en noviembre.

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas en la densidad entre las seis zonas de muestreo ( $F=3.21$ ;  $P=0.0120$ ), identificando a **Barlovento Norte (BN)** como la zona con mayor densidad (**0.2708 ind./m<sup>2</sup>**), mientras que **Barlovento Sur (BS)** presentó la menor (**0.1537 ind./m<sup>2</sup>**). La distribución de individuos varió según la disponibilidad de hábitats y la posible presión pesquera diferencial entre zonas.

En cuanto a la estructura de tallas, se encontraron diferencias significativas entre las zonas ( $F=322.36$ ;  $P<0.01$ ). Las tallas promedio más grandes se registraron en **Barlovento Sur (188,59 mm)** , mientras que las más pequeñas se encontraron en **Sotavento Sur (114,36 mm)** y **Barlovento Norte (128,0 mm)**. Un hallazgo preocupante fue la alta proporción de organismos juveniles con **longitud sifonal (LS)  $\leq$  200 mm**, lo que indica que la mayoría de los individuos aún no son aptos para la pesca legal. En algunas zonas, más del **90% de los individuos** se encontraron por debajo de la talla mínima de captura, lo que sugiere una presión pesquera alta sobre los organismos adultos.

Estos resultados indican que, si bien hay un reclutamiento activo de menores en el Banco Chinchorro, la recuperación de la población no ha sido estable y persisten desafíos para su manejo. La densidad general sigue estando por debajo de los valores históricos reportados en la década de 1990, cuando las poblaciones alcanzaban hasta **2.651 ind./m<sup>2</sup>** . La combinación de pesca furtiva, extracción de reproductores adultos y posibles impactos ambientales podría estar limitando la regeneración natural del recurso.

Este estudio refuerza la necesidad de continuar con los monitoreos poblacionales y fortalecer las estrategias de manejo en la RBBC, incluyendo medidas adicionales para reducir la pesca ilegal y mejorar la protección de hábitats críticos. La información obtenida servirá como base para futuras decisiones de conservación, garantizando la sostenibilidad del caracol rosado en Banco Chinchorro y en el Caribe mexicano.

## Introducción

Uno de los recursos pesqueros más relevantes del Caribe es el caracol rosado *Lobatus gigas* (Linnaeus, 1758), anteriormente conocido como *Strombus gigas*, un molusco emblemático que, desde épocas precolombinas, ha sido parte integral de las tradiciones culturales y económicas de las comunidades costeras. Su importancia en la región se debe a su alto valor gastronómico y comercial, pues su carne es una fuente fundamental de proteínas para las poblaciones locales, además de ser un producto altamente cotizado en los mercados internacionales, principalmente en Estados Unidos, República Dominicana y las Bahamas (Prada et al., 2008).

El caracol rosado ha sido utilizado por diversas culturas del Caribe y Mesoamérica. Civilizaciones como los taínos y los mayas lo empleaban no solo como alimento, sino también en la elaboración de herramientas, instrumentos musicales y adornos ceremoniales (Randall, 1964; Brownell y Stevely, 1981). En la actualidad, sus conchas siguen siendo apreciadas para la producción de artesanías y joyería, lo que incrementa aún más su demanda y presión de captura.

Desde el punto de vista ecológico, *L. gigas* desempeña un papel clave en los ecosistemas marinos del Caribe. Se encuentra en fondos arenosos y pastos marinos, donde contribuye a la estructura y dinámica del bento al reciclar nutrientes y mantener el equilibrio de la cadena trófica. Sin embargo, su lento crecimiento y tardía madurez reproductiva lo hacen particularmente vulnerable a la sobrepesca (Stoner, 1997). Se estima que el caracol rosado alcanza la madurez sexual entre los 3 y 4 años, con un crecimiento de aproximadamente 3 cm por año en sus

primeras etapas, lo que significa que la extracción de individuos juveniles reduce excesivamente la capacidad de reposición de la población (Aldana-Aranda et al., 2003).

La explotación a gran escala ha ocasionado una reducción crítica de las poblaciones en varias regiones del Caribe, con efectos devastadores en países como Jamaica, Puerto Rico y Haití, donde la sobrepesca ha llevado al colapso de las poblaciones locales de la especie (Appeldoorn, 1994).; Stoner y Ray-Culp, 2000). Debido a esta situación, *Lobatus gigas* fue incluido en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en 1992, lo que implica que su comercialización debe estar regulada mediante permisos especiales para evitar su sobreexplotación. (CITES, 2019). Además, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) lo ha catalogado como una especie vulnerable en su Lista Roja, indicando que las poblaciones continúan disminuyendo en muchas partes de su rango de distribución (Gómez-Campo et al., 2010).

A pesar de estas regulaciones, la captura ilegal y la exportación no regulada siguen representando una gran amenaza para la especie. En varios países del Caribe, la pesca furtiva es un problema recurrente, ya que los altos precios de su carne y concha incentivan su extracción sin respetar vedas ni tallas mínimas de captura (Medley et al., 2019). Para abordar esta problemática, algunos países han implementado períodos de veda prolongadas y prohibiciones de exportación, como ocurrió en Belice y Colombia, donde se han adoptado medidas más estrictas para reducir la presión sobre la especie (FAO, 2020).

## Antecedentes

**Appeldoorn (1994)** evaluó la variabilidad espacial en las poblaciones de *A. gigas* en el Caribe. Sus estudios revelaron que las poblaciones en áreas de alta presión pesquera mostraban una reducción significativa en la proporción de adultos reproductores, mientras que en áreas protegidas los individuos alcanzaban mayores tamaños y tenían tasas de reproducción más altas.

**Stoner y Ray-Culp (2000)** realizaron un estudio sobre la densidad y el reclutamiento del caracol rosado en diferentes hábitats del Caribe. Sus resultados indicaron que la reproducción y reclutamiento de *Aliger gigas* dependen directamente de la densidad de adultos en la población. Cuando la densidad es baja, la probabilidad de reproducción efectiva disminuye, lo que compromete la recuperación de la especie a largo plazo.

**Aldana-Aranda et al. (2003)** analizaron los patrones reproductivos del caracol rosado en la región del Caribe mexicano. Encontraron que la especie alcanza su madurez sexual entre los 3 y 4 años y que la extracción de juveniles compromete la recuperación de las poblaciones.

**Basurto y Coleman (2005)** estudiaron el impacto de la pesca furtiva en la recuperación del caracol rosado en Banco Chinchorro. Sus resultados indicaron que, a pesar de las regulaciones vigentes, la extracción ilegal sigue siendo un problema significativo, afectando la regeneración de la población y reduciendo la efectividad de las medidas de conservación.

**De Jesús-Navarrete et al. (2009)** realizaron un monitoreo de la población de caracol rosado en Banco Chinchorro en el 2009 comparándolo con los datos obtenidos entre los años de 1990 y 1997. Encontraron que la densidad del recurso del reducido tamaño de 2.651 a 0.006 ind./m<sup>2</sup> en tan solo siete años.

**Stoner et al. (2012)** estudiaron los efectos de la implementación de reservas marinas en la recuperación del caracol rosado en distintas regiones del Caribe. Concluyeron que, si bien las áreas protegidas favorecen el aumento de biomasa y la presencia de adultos reproductores, la efectividad de estas depende de medidas de la reducción de la pesca ilegal y del cumplimiento de las regulaciones de captura.

**Cala et al. (2013)** evalúan la densidad, estructura de tallas y comportamiento reproductivo de *A. gigas* en Banco Chinchorro entre 2009 y 2010. Su estudio mostró que el 42% de la población presentaba tamaños mínimos aptos para la pesca, pero que la densidad de adultos reproductores era insuficiente para garantizar el éxito reproductivo de la especie.

**Medley et al. (2019)** evalúan el impacto del comercio internacional en la sostenibilidad de la pesquería de *A. gigas*. Determinaron que la creciente demanda de carne de caracol en los mercados de Estados Unidos y Europa ha intensificado la presión sobre las poblaciones del Caribe, incrementando la pesca furtiva y reduciendo la efectividad de las normativas de conservación en varios países.

**FAO (2020)** publicó un informe sobre el estado de la pesquería de *A. gigas* en el Caribe, destacando que la implementación de vedas y cuotas de captura ha sido

efectiva en ciertas regiones, pero que es necesario reforzar las acciones de manejo para asegurar la sostenibilidad de la especie a largo plazo.

**Benítez (2023)** en su tesis sobre la evaluación del caracol rosado en Banco Chinchorro entre 2015 y 2018, documentó una disminución en la densidad de la especie y la presencia de organismos juveniles en mayor proporción. Su estudio sugirió que, a pesar de las medidas de manejo, la recuperación de la especie es lenta y aún enfrenta desafíos relacionados con la pesca ilegal y la degradación del hábitat.

## **Justificación**

El caracol rosado (*Lobatus gigas*) es uno de los recursos pesqueros de mayor valor comercial y cultural en el Caribe, desempeñando un papel fundamental en la economía y en la seguridad alimentaria de muchas comunidades costeras. Su carne es altamente demandada en el mercado nacional e internacional, mientras que sus conchas son utilizadas en la fabricación de artesanías y joyería. Sin embargo, el intenso aprovechamiento de esta especie ha llevado a un marcado descenso de sus poblaciones en diversas regiones, generando preocupación entre científicos, pescadores y organismos de conservación.

En México, la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBC) ha sido reconocida como un área clave para la conservación del caracol rosado, siendo el único sitio del país donde se permite su captura de manera regulada. Desde su declaración como área protegida en 1996, se han implementado como cuotas de captura, vedas temporales y monitoreos poblacionales con el objetivo de medidas de garantizar la

sostenibilidad de la especie. A pesar de estos esfuerzos, la recuperación del caracol rosado ha sido lenta y su población sigue en riesgo debido a múltiples factores.

Uno de los principales problemas que enfrenta el caracol rosado en Banco Chinchorro es la pesca furtiva. A pesar de las regulaciones establecidas, la alta demanda del producto en los mercados internacionales incentiva la extracción ilegal, lo que reduce la efectividad de las estrategias de manejo. Además, la captura de ejemplares juveniles compromete la capacidad reproductiva de la población, afectando su regeneración a largo plazo.

Otro factor relevante es la presión ambiental que enfrenta la especie. El cambio climático y la degradación de los hábitats marinos, como los pastos marinos y los arrecifes de coral, afectan las condiciones óptimas para el desarrollo del caracol rosado. La acidificación de los océanos y el aumento de la temperatura del agua pueden impactar negativamente su crecimiento y supervivencia, lo que hace aún más urgente la necesidad de estudios actualizados que evalúen su estado poblacional en la RBBC.

Contar con datos recientes del año 2024 es crucial para evaluar la densidad y estructura de tallas de *A. gigas* en Banco Chinchorro y determinar si las medidas de manejo vigentes han sido efectivas en la recuperación del recurso. Un monitoreo continuo permitirá detectar tendencias poblacionales, identificar posibles riesgos y ajustar estrategias de conservación de manera informada.

Este estudio contribuirá a llenar los vacíos de información sobre la distribución del caracol rosado en la RBBC, brindando herramientas científicas para la toma de

decisiones en la gestión pesquera y la conservación del recurso. Además, los resultados obtenidos podrán ser utilizados como referencia para la aplicación de políticas de manejo en otras áreas del Caribe donde la especie enfrenta problemas similares.

Dado que la pesca del caracol rosado representa una fuente de ingresos significativa para muchas comunidades locales, es fundamental promover estrategias que integren tanto la conservación de la especie como el bienestar de los pescadores. La combinación de monitoreos científicos, control de la pesca ilegal y educación ambiental puede ser clave para garantizar la sostenibilidad de la pesca y la conservación a largo plazo de *Aliger gigas* en el Caribe mexicano.

Contar con datos recientes del año 2024 es crucial para evaluar el estado actual de la población de *A. gigas* y validar la efectividad de las medidas de manejo vigentes. El monitoreo continuo permite detectar cambios en la densidad y estructura de tallas, lo cual es esencial para ajustar estrategias de conservación y garantizar la sostenibilidad del recurso a largo plazo.

El Banco Chinchorro es un ecosistema único y estratégico para la conservación del caracol rosado por varias razones. En primer lugar, su estatus como Reserva de la Biosfera protege hábitats críticos para la reproducción y el crecimiento de esta especie, como pastos marinos y arrecifes coralinos. En segundo lugar, la pesca legal en esta zona sigue lineamientos estrictos que buscan minimizar el impacto en las poblaciones. Sin embargo, los beneficios de estas medidas solo pueden mantenerse si se dispone de información científica actualizada que permita tomar decisiones informadas.

## Objetivos

### Objetivo general

- Evaluar la distribución de tallas y densidades de la población de caracol rosado (*Lobatus gigas*) durante el año 2023 en la reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro.

### Objetivos específicos

- Determinar la densidad total de organismos de Banco Chinchorro
- Comparar el promedio de la densidad por zonas en Banco Chinchorro
- Comparar la longitud sifonal de los organismos por zonas en Banco Chinchorro

## Materiales y métodos

### 1. Área de estudio

La Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBC) se encuentra en el estado de Quintana Roo, México, formando parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Este sistema arrecifal ovalado tiene aproximadamente 42 km de largo y 20 km de ancho, cubriendo una superficie de 840 km<sup>2</sup>. Alberga una gran biodiversidad y hábitats clave, como pastos marinos, manglares y lagunas someras con profundidades que van de 1 a 13 metros (Benítez, 2023).

El Banco Chinchorro es considerado una de las zonas más importantes para la conservación del caracol rosado (*Lobatus gigas*), siendo uno de los pocos lugares en México donde la pesca de esta especie está regulada. Sin embargo, su proximidad al continente (42 km de Chetumal) y su accesibilidad aumentan el riesgo

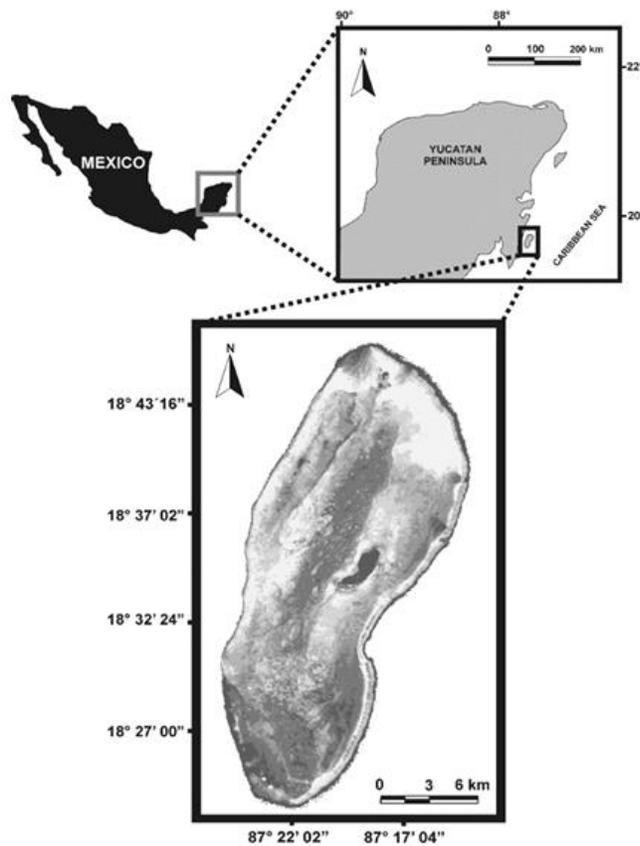


Figura 1. Ubicación de la Reserva de Banco Chinchorro en el estado de Quintana Roo, México (Castro, 2023).

## 2. Metodología para el muestreo

### Diseño de muestra

Para la recolección de los datos se muestrearon 35 estaciones distribuidas en seis zonas de importancia en la captura de caracol rosado en RBBC, los cuales son: Sotavento Norte, sotavento Centro, Sotavento Sur, Barlovento Norte, Barlovento Centro y Barlovento Sur (Figura 2)

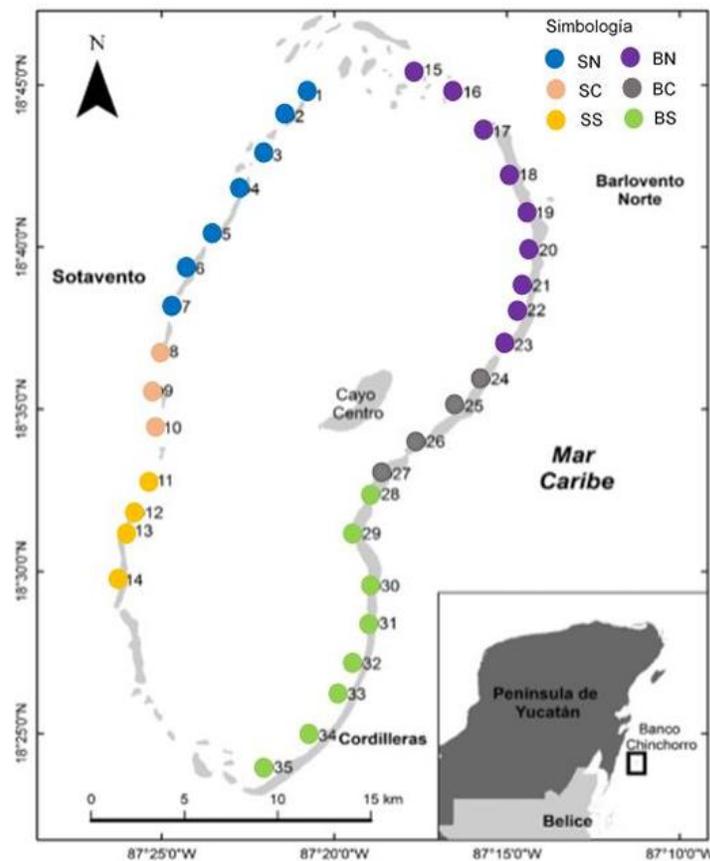


Figura 2. Área de estudio con las 35 estaciones distribuidas en las 6 zonas de importancia en RBBC; Sotavento Norte (SN), Sotavento Centro (SC), Sotavento Sur (SS), Barlovento Norte (BN), Barlovento Centro (BC) y Barlovento Sur (BS).

Para cada estación se realizaron cinco 5 muestreo (réplicas), utilizando un círculo de 8 metros de diámetro (200 m<sup>2</sup> por réplica) donde se obtuvieron datos como la densidad y talla d ellos organismos. Para las muestras los buzos con equipo básico

recolectaron los individuos, los cuales fueron agrupados para posterior subirlos a la embarcación. Teniendo los organismos ya agrupados se contabilizaron todos y se les tomó datos métricos como la longitud sifonal (LS) medida que se registra del ápice hasta el canal sifonal y grosor del labio (GL) se registra a 40 mm de profundidad del borde de la concha hasta para parte central, utilizando un vernier para obtener correctamente los datos.

### 3. Procesamiento de datos

#### Cálculo de densidad

Para obtener la densidad total de organismos se calculo con el nuero total de individuos entre el área total muestreada en todo el sistema arrecifal.

#### Comparación del promedio de densidades por zonas

Para comparación de densidades por zonas en el año muestreado se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) (Zar, 1999). Cuando hubo diferencias entre las zonas, se procedió hacer la prueba a posteriori de diferencias significativas entre sus promedios de la densidad. Ambas pruebas estadísticas se utilizó el programa STATGRAPHICS plus 5.1 (Statistical Graphics Corp, 2000)

#### Distribución de las frecuencias de las densidades por zonas de muestreo

Ya obtenido los grupos por zonas de muestreo que presentaron diferencias en el promedio de las densidades con la prueba de rangos múltiples de Fisher, los datos de densidad fueron distribuidos en una tabla de distribución de frecuencias considerando los rangos de densidad para su análisis.

#### Comparación del promedio de las tallas (longitud sifonal) del caracol rosado por zonas de muestreo

La comparación del promedio de la longitud sifonal de los caracoles por zonas de muestreo, los datos se transformaron con  $\log_{10}(x)$  para posteriormente realizar un

análisis de varianza de una vía (ANOVA), luego se procedió con la prueba a posteriori de diferencias significativas mediante el análisis de rangos múltiples Fisher (LSD) (Zar, 1999) para poder identificar las zonas que presentaron diferencias significativas entre sus promedios de tallas.

#### Estructura de tallas (longitud sifonal) de los organismos por zonas de muestreo

Cada zona que presento diferencias en el promedio de la longitud sifonal (LS) con la prueba de rangos múltiples de Fisher, los datos fueron distribuidos en la tabla de distribución de frecuencias considerando los rangos de longitud sifonal de los organismos para su análisis. Para obtener el porcentaje por grupos de las zonas de muestreo de los caracoles que fueron aptos para la pesca y lo que no eran aptos para la pesca, se tomó el siguiente criterio con base al tamaño mínimo de captura legal en México (200 mm de LS): Caracoles que son aptos para la pesca ( $LS \geq 200$  mm) y los caracoles que no son aptos para la pesca ( $LS \leq 200$  mm)

## Resultados

### Densidad total y por mes

Durante los meses de agosto y noviembre del 2023, realizaron muestreos en 35 estaciones en un área total de 55,400 m<sup>2</sup>, obteniendo una abundancia total de 7,467 individuos, lo que corresponde a una densidad global de 0,134 individuos por metro cuadrado. Al desglosar los datos por mes, en agosto se registraron 4.697 individuos en un área de 35.000 m<sup>2</sup>, resultando en una densidad de 0,132 ind./m<sup>2</sup>. Por otro lado, en noviembre se observaron 2.770 individuos en un área de 20.400 m<sup>2</sup>, con una densidad de 0,129 ind./m<sup>2</sup>. Estos resultados permiten entender mejor la variación en la densidad poblacional entre ambos meses.

### Densidad del caracol rosado por zonas

#### Comparación del promedio de caracol

Los promedios de las densidades a través del análisis de anova mostro diferencias significativas ( $F= 3.21$ ;  $P= 0.0120$ ) entre las zonas analizadas y la prueba posteriori de rangos múltiples Fisher (LSD) detectaron las diferencias separándolo en 3 grupos, considerando la densidad, el grupo uno está conformado por la zona Barlovento Sur (BS) el cual presentó la densidad más baja  $0.15375 \pm 0.14763$ , Barlovento Centro (BC)  $0.15 \pm 0.121949$ , Sotavento Centro (SC)  $0.0883333 \pm 0.00047619$ , Sotavento Norte (SN)  $0.0878571 \pm 0.182976$  y Sotavento Sur (SS)

0.18375+- 0.0870833 presentaron las densidades intermedias y por último la zona de Barlovento Norte (BN) 0.270833 presento la densidad más alta

Tabla 1. Comparación del promedio de la densidad de la población del caracol rosado a través del Análisis de Varianza de una Vía (ANOVA) por zonas de muestreo de la RBBC.  $P > 0.05$  existen diferencias significativas.

Tabla ANOVA para Densidades según Zonas

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.420645	5	0.0841291	3.21	0.0120
Intra grupos	1.6504	63	0.0261968		
Total (Corr.)	2.07104	68			

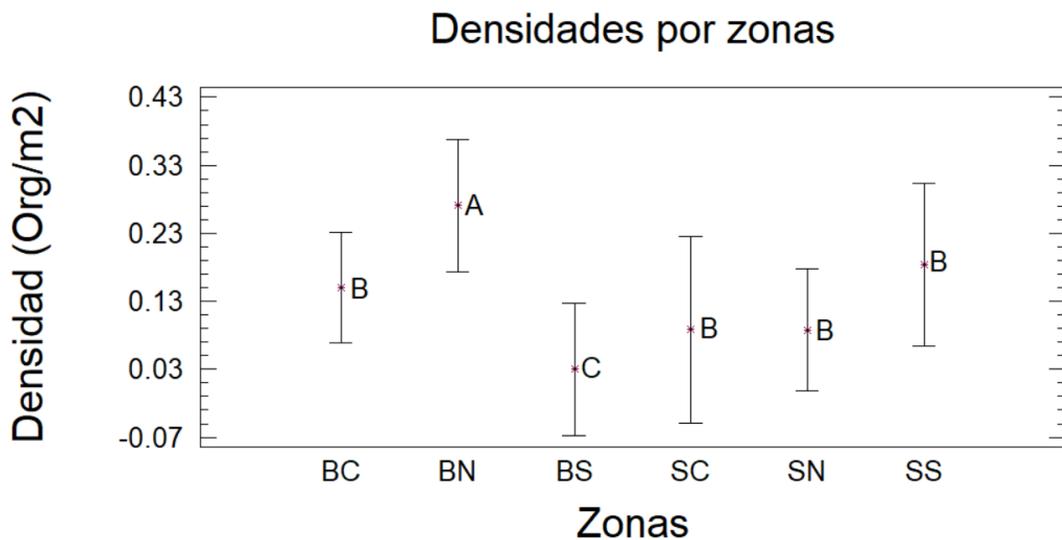


Figura 3. Comparación del promedio de densidades durante el año 2023 en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro. Los grupos homogéneos ( Prueba Tukey.  $P > 0.05$ ) se indican con letras iguales para cada zona. Barlovento Centro (BC), Barlovento Norte (BN), Barlovento Sur (BS), Sotavento Centro (SC), Sotavento Norte (SN) y Sotavento Sur (SS).

## b) Distribución de frecuencias de las densidades por zonas de muestreo

Grupo 1 BN

Grupo 2 BC, SC, SN, SS

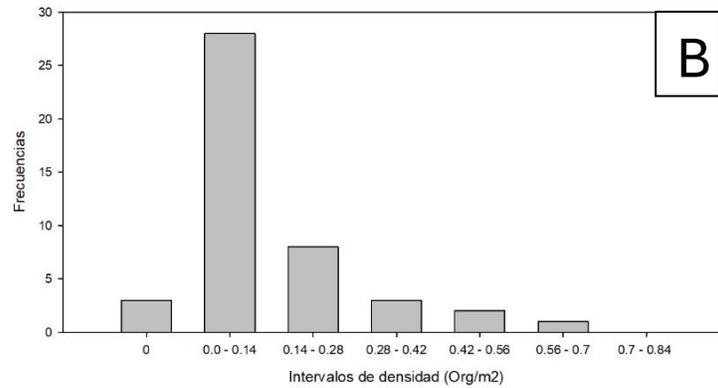
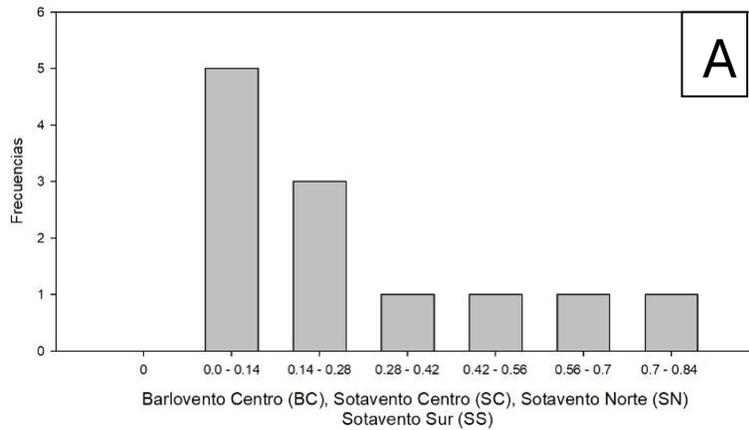
Grupo 3 BS

A través de la comparación de las densidades por promedio se analizó la distribución de frecuencia de las estaciones en los intervalos de los 3 grupos formados (Figura 3). En el grupo 1 conformado por Barlovento Norte se observa un rango que van de 0 a 0.84 ind/m<sup>2</sup> presentando una distribución por estación de muestreo, con su mayor pico de frecuencia de estaciones en el intervalo de 0 a 0.14 con 5 estaciones, seguido de los intervalos de 0.14 a 0.20, 0.20 a 0.42, 0.42 a 0.56, 0.56 a 0.7 y 0.70 a 0.84 con 3,1,1,1 y 1 estaciones.

En el grupo dos conformados por Barlovento centro, Sotavento Centro, Sotavento Centro, Sotavento Norte y Sotavento Sur, se observa un rango que va de 0 a .84 ind/m<sup>2</sup> presentando una distribución por estación de muestreo, empezando con 0 donde se registro 3 estaciones seguido del intervalo de 0 a 0.14 con el mayor numero de estaciones 28, seguido de los intervalos 0.14 a 0.28, 0.28 a 0.42, 0.42 a 0.56 0.56 a 0.7, 0.7 a 0.84 con 8, 3, 2, 1y 0 estaciones.

Por último, el grupo 3 conformado por barlovento Sur con un rango de 0 a 0.84 presentando una distribución por estación de muestreo, con el intervalo 0 con una estación, seguido con el intervalo de 0 a 0.14 con 11 estaciones siendo el único intervalo con la mayor numero de estaciones, los intervalos de 0.14 a 0.28, 0.28 a 0.42, 0.42 a 0.56, 0.56 a 0.7 y 0.7 a 8.84 con 0 estaciones.

Barlovento Norte (BN)



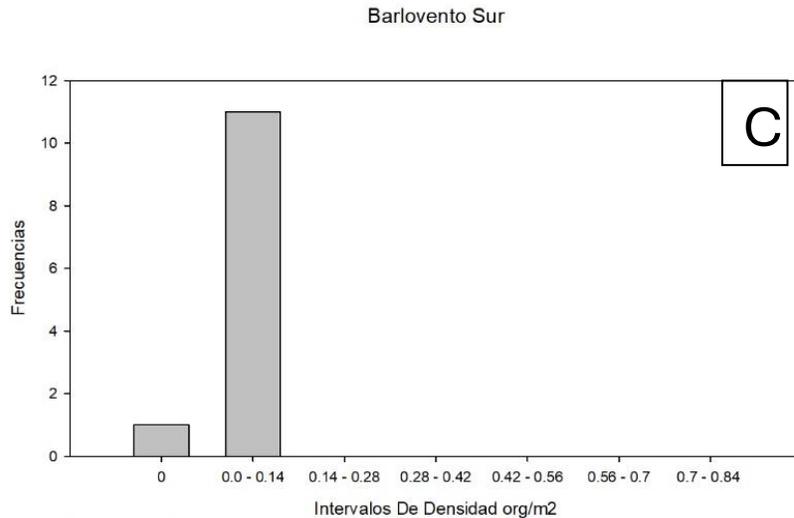


Figura 4. Distribución de frecuencia de las estaciones por intervalos de densidad para las zonas en RBBC: A) Barlovento Norte, B) Barlovento Centro, Sotavento Centro, Sotavento Norte y Sotavento Sur.

#### Estructura de tallas (Longitud sifonal) por zonas

Se llevo a cabo una comparación del promedio de las tallas considerando la longitud sifonal de cada individuo por zonas a través de un ANOVA simple, dando como resultado diferencias significativas de estas variables entre las zonas analizadas ( $F=322.36$ ;  $p < 0.01$ ). La prueba posteriori de rangos múltiples de Fisher mostro esas diferencias significativas separándolas por zonas diferentes zonas cada una quedando de la siguiente manera: Barlovento sur (BS) ( $188.59 \pm 2.62$ ) teniendo las mayores longitudes, sotavento centro (SC) ( $168.60 \pm 1.71$ ), seguido de Sotavento Norte (SN) con ( $156.79 \pm 1.15$ ), Barlovento centro (BC) con ( $142.74 \pm 0.83$ ) y con las menores longitudes Barlovento Norte (BN) con  $128.0 \pm 0.72$ ) y Sotavento Sur (SS) con ( $114.36 \pm 1.13$ ).

Tabla 2. Comparación del promedio de la longitud sifonal de los organismos de la población del caracol rosado a través del Análisis de Varianza de una Vía (ANOVA) por zonas,  $P < 0.05$  existe diferencias significativas,

Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2.22378E6	5	444756.0	322.36	0.0000
Intra grupos	1.02084E7	7399	1379.7		
Total (Corr.)	1.24322E7	7404			

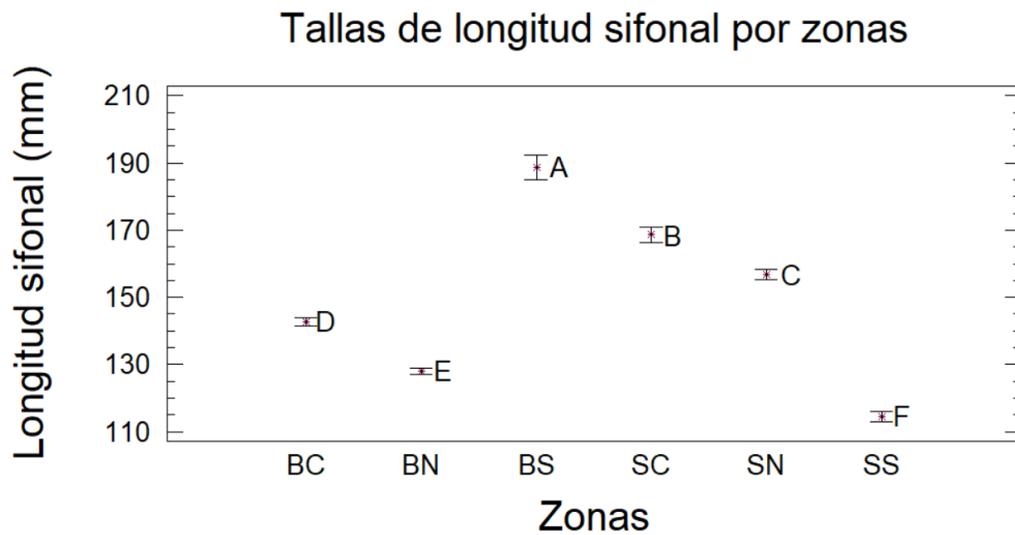


Figura 5. Comparación del promedio de la longitud sifonal de la población del caracol rosado por zonas de muestreo.

## Grupos

1 BS

2 SC

3 SN

4 BC

5 BN

6 SS

### b) la distribución de la frecuencia de las longitudes sifonales de los caracoles por zonas de muestreo

En Barlovento Sur se presentaron organismos con un rango de tallas de 80.00 a 261.0 mm, con sus mayores picos de frecuencia de organismos en los intervalos de 213.0 a 242.0 con 63 individuos y los intervalos de 184.0 a 213.0, 155.0 a 184.0, 126.0 a 155.0 y 97.0 a 126.0 con 54, 35, 20 y 17 individuos. Los intervalos que presentaron las menores frecuencias fueron de 242.0 a 271.0 y 68.0 a 97.0 con 6 y 5 individuos. Los otros intervalos presentaron 0 individuos. Los caracoles con  $L_s \geq 200$  mm fueron 69 y  $L_s \leq 200$  mm fueron 131.

En la zona de sotavento centro se encontraron organismos entre el rango de tallas de 72.0 hasta 279.0, encontrándose sus mayores picos de frecuencia en los intervalos de 150.0 a 180.0 y 180.0 a 210.0 con 159 y 156 individuos. Los intervalos con frecuencia media se encontraron entre el rango de tallas que van de 90.0 a 120.0, de 210.0 a 140.0, 120.0 a 140.0 y 60.0 a 90.0 con 56,36,31 y 21 y los

intervalos la frecuencia baja van de 240.0 a 270.0, 270.0 a 300.0 con 5 y 3 individuos y los otros intervalos con 0. Los individuos con  $LS \geq 200$  fueron 44 y  $LS < 200$  mm fueron 423.

En la zona de sotavento Norte se encontraron organismos entre el rango de tallas de 40.0 hasta 275.0, encontrando sus mayores picos de frecuencia en los intervalos 150.0 a 180.0, 180.0 a 210.0 y 60.0 a 90.0 con 419, 285 y 194 individuos. Los intervalos con frecuencia media fueron 210.0 a 240.0, 120.0 a 150.0 y 90.0 a 120.0 con 49, 49 y 40 individuos. Los intervalos con frecuencia baja fueron 240.0 a 270.0, 270.0 a 300 y 30.0 a 60.0 con 3, 1 y 1. Los individuos con  $LS \geq 200$  fueron 53 y  $LS \leq 200$  fueron 988.

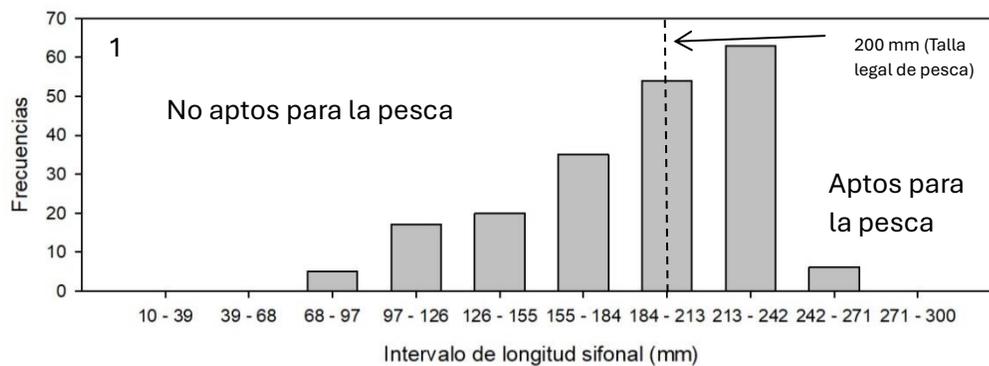
En la zona de barlovento Centro se encontraron organismos entre el rango de talla de 35.0 a 298.0, encontrando sus mayores picos de frecuencias en los intervalos 90.0 a 120.0, 120.0 a 150.0 y 150.0 a 180.0 con 645, 529, y 387 individuos. Los intervalos con frecuencia media fueron 180.0 a 210.0, 210.0 a 240.0 y 60.0 a 90.0 con 263, 80, y 64 individuos. Los intervalos con frecuencia baja fueron 240.0 a 270.0, 270 a 300.0 y 30.0 a 60.0 con 10, 2 y 2. Los individuos con  $LS > 200$  fueron 92 y  $LS < 200$  fueron 1,890 individuos.

En la zona Barlovento Norte se encontraron organismos entre el rango de tallas de 27.0 a 301.0, se encontraron los mayores picos de frecuencias en los intervalos 90.0 a 120.0, 120.0 a 150.0 y 150.0 a 180.0 con 987, 705 y 439 individuos. Los intervalos con frecuencia media fueron 60.0 a 90.0 y 180.0 a 210.0 con 278 y 186 individuos. Los intervalos frecuencia baja fueron 210.0 a 240.0, 30.0 a 60.0, 240.0 a 270.0,

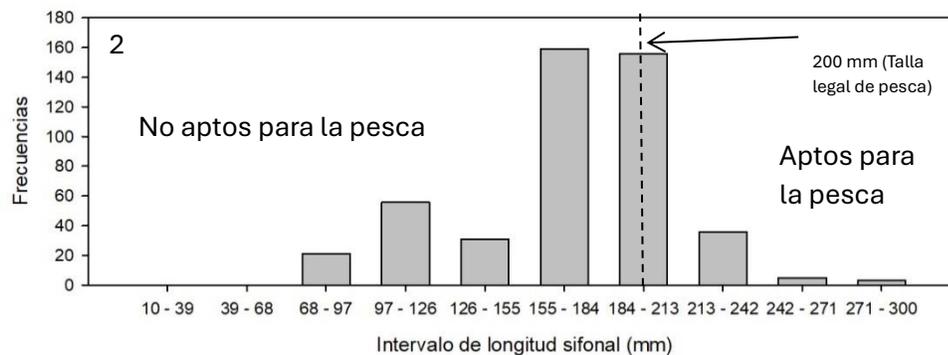
270.0 a 300.0, 300.0 y 0.0 a 30.0 con 33, 9, 5, 1, 1, y 1. Los individuos con LS > 200 fueron 40 y LS < 200 fueron 2,605 individuos.

En la zona de Sotavento Sur se encontraron organismo entre el rango de tallas de 16.0 a 239.0. encontrando su mayor pico de frecuencias en los intervalos 90.0 a 120.0, 60.0 a 90.0 y 120.0 a 150.0 con 482, 239 y 183 individuos. Los intervalos con frecuencia media fueron 180.0 a 210.0 y 150.0 a 180.0 con 76 y 70 individuos. Los intervalos con frecuencia baja fueron 210.0 a 240.0, 30.0 a 60.0 y 0.0 30.0 con 15, 4 y 1. Los individuos con LS > 200 fueron 15 y LS < 200 fueron 1,055 individuos.

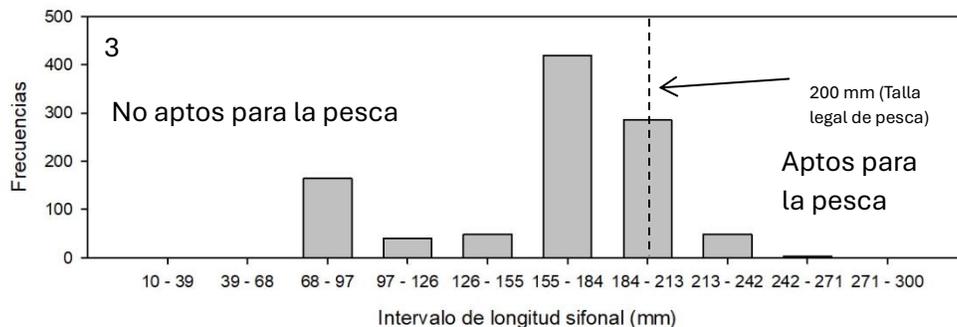
Barlovento Sur (BS)



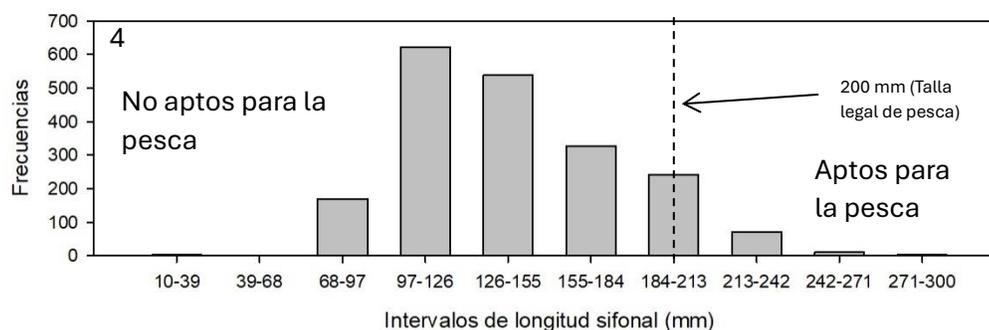
Sotavento Centro (SC)



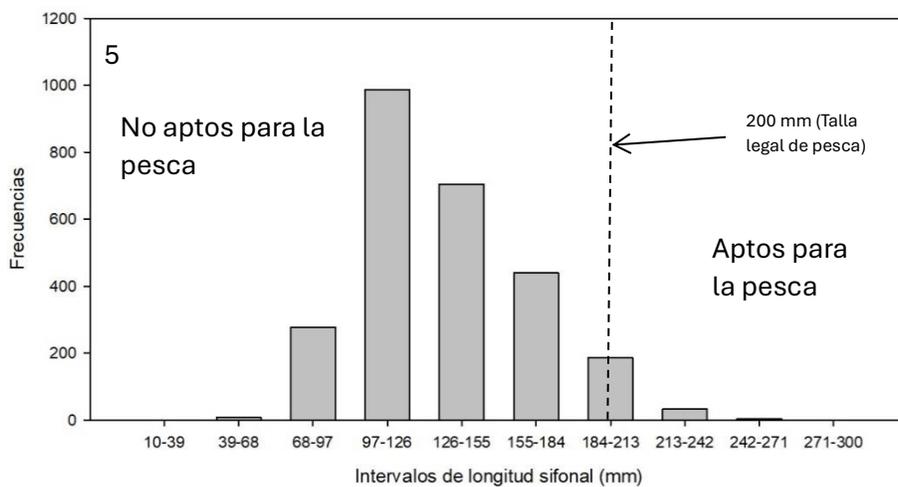
Sotavento Norte (SN)



Barlovento Centro (BC)



Barlovento Norte (BN)



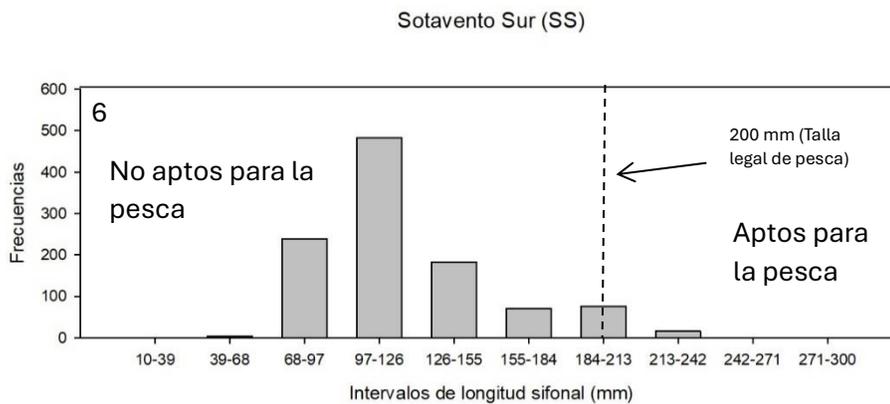


Figura 6. Distribución de la longitud sifonal de los organismos de la población de caracol rosado por zonas: 1.-Barlovento Sur, 2.-Sotavento Centro, 3.- Sotavento Norte, 4.- Barlovento Centro, 5.- Barlovento Norte y 6.- Sotavento Sur. Línea discontinua: análisis comparativo caracoles aptos y no aptos para la pesca tomando en cuenta LS (200 mm) Talla de captura legal (Stoner *et al.*, 2012)

## Discusión

### Densidad total y por zona de muestreo

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la densidad promedio del caracol rosado (*Lobatus gigas*) en Banco Chinchorro durante el 2023 fue de **(0,134 )** ind./m<sup>2</sup>, lo que indica **aumento** en comparación con años anteriores. En estudios anteriores, la densidad del caracol ha mostrado fluctuaciones importantes: **0.060 ind./m<sup>2</sup> en 2015, 0.074 ind./m<sup>2</sup> en 2016 y 0.036 ind./m<sup>2</sup> en 2018** (Benítez, 2023). Estos valores reflejan que la recuperación de la población en Banco Chinchorro no ha sido constante y que aún enfrenta desafíos significativos para su sostenibilidad.

En términos de distribución espacial, la densidad varió entre las seis zonas de muestreo. **Barlovento Norte** presentó los valores más altos, mientras que

**Barlovento Sur** mostró la menor concentración de individuos. Estas diferencias espaciales podrían estar relacionadas con la disponibilidad de hábitats adecuados, la presión pesquera en ciertas áreas o la posible migración de individuos hacia zonas más profundas y menos accesibles (Cala et al., 2013).

Los datos obtenidos indican que la densidad del caracol sigue siendo inferior a los valores reportados en estudios de la década de 1990, cuando las poblaciones de *A. gigas* en Banco Chinchorro alcanzaron densidades de hasta 2.651 ind./m<sup>2</sup> (de Jesús-Navarrete et al. ., 2003). Esta reducción se puede atribuir principalmente a la sobrepesca histórica y la pesca furtiva, factores que han limitado la recuperación efectiva de la especie en la región (Stoner et al., 2012).

La zona de **Barlovento Sur** presentó densidades significativamente menores en comparación con las otras áreas de muestreo, lo que sugiere una posible sobreexplotación localizada o condiciones ambientales desfavorables. Esta tendencia ya había sido observada en estudios previos, lo que refuerza la necesidad de monitoreos constantes para identificar las causas de esta variabilidad y tomar decisiones de manejo adecuadas (Sabido-Itzá et al., 2021).

La implementación de vedas y cuotas de captura en Banco Chinchorro ha tenido un impacto en la recuperación de la especie, pero los resultados sugieren que estas medidas por sí solas no han sido suficientes para garantizar una recuperación estable y sostenida. La persistencia de densidades bajas en algunas zonas y la falta de un incremento generalizado en la población indican que es necesario reforzar las estrategias de manejo, incluyendo una mayor vigilancia contra la pesca furtiva y el

fortalecimiento de la protección en áreas críticas para la reproducción del caracol rosado.

#### Estructura de tallas (longitud sifonal) por zonas de muestreo

La longitud sifonal del caracol rosado ha sido genrealmente influencia por condiciones ambientales, interacciones biológicas y la pesca como acción modificadora del medio (Galera, 2019). En la mayoría de las zonas analizadas en la RBBC presentaron una gran cantidad de juveniles y pocos adultos. Considerando el criterio para aptos para la pesca siendo los organismo que tiene  $LS \geq 200$  y los no aptos para la pesca con  $LS \leq 200$ , en la mayoría de las zonas presento un porcentaje bajo de caracoles aptos para la pesca. Barlovento Sur presento 34.5% apto y 65.5% no apto, Sotavento Centro presentó un 9.4% apto y un 90.6% no apto, Sotavento Norte presentó un 5.10% apto y un 94.90% no apto, Barlovento Centro presentó un 4.65% apto y un 95.35% no apto, Barlovento Norte presentó un 1.6% apto y un 98.4% no apto, por último Sotavento Sur presentó un 1.4% apto y un 98.6% no apto para la pesca, el problema de la sobre explotación del recurso ha sido abordado en estudios precedentes (Jesus.Navarrete *et al.*, 2003) mostrando una disminución en la densidad de la población desde 1990 a 1997. Esto autores mencionan que el caracol rosado estuvo dominado por individuos jóvenes y sugieren que la pesca legal e ilegal fueron responsables de los cambios a pesar de las regulaciones de pesquería de la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA)

La pesca legal o ilegal una de las causas principales de la disminución del tamaño de los individuos de la población de caracol en la RBBC. Esto se debe a que los pescadores capturan un número de individuos para completar la cuota asignada

cada año, lo que lleva a una disminución de adultos y por siguiente una disminución ente machos y hembras. El problema crece gracias a los pescadores furtivos que extraen los caracoles sin importar el tamaño, aunque exista un marco legal, esto no se aplica por el bajo interés de las autoridades para hacer cumplir las leyes establecidas.

En diversos países se han impuesto cierres totales de la pesca legal del caracol rosado con el objetivo de dar a una población sobreexplotada la oportunidad de recuperarse a través de procesos naturales. La forma de recuperación de las poblaciones es por medio de la reproducción por la parte adulta, el crecimiento de los juveniles para alcanzar la madures sin perturbaciones y el reclutamiento de larvas de fuentes externas a áreas cerradas. Resultados previos donde se han impuesto vedas extensas ha dado resultados favorables para la recuperación de las poblaciones (Benitez, 2023).

## Conclusión

El presente estudio sobre la población del caracol rosado (*Aliger gigas*) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro durante el año 2023 permitió evaluar la distribución de densidad y estructura de tallas de la especie en diferentes zonas de muestreo. Los resultados obtenidos indican que, si bien la población de caracol rosado sigue presente en la RBBC, persisten desafíos en términos de recuperación y manejo del recurso.

## Densidad total y variabilidad temporal

Durante los muestreos realizados en agosto y noviembre de 2023, se registró una densidad global de **0.134 ind./m<sup>2</sup>**, con una ligera disminución en noviembre (**0.129**

**ind./m<sup>2</sup>** ) en comparación con agosto ( **0.132 ind./m<sup>2</sup>** ). Estas cifras indican que la población de caracol rosado en Banco Chinchorro sigue estando por debajo de los valores históricos reportados en la década de 1990, cuando las densidades alcanzaban hasta **2.651 ind./m<sup>2</sup>** (de Jesús-Navarrete et al., 2003).

La variación en la densidad entre los meses sugiere que pueden existir factores ambientales o de presión pesada que afectan la abundancia del caracol en diferentes épocas del año. Sin embargo, dado que las diferencias entre los meses fueron mínimas, es probable que la estructura poblacional esté relativamente estable en el corto plazo, aunque a niveles inferiores a los esperados para una recuperación plena del recurso.

#### Densidad por zonas de muestreo

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas en la densidad entre las zonas muestreadas ( $F= 3.21$ ;  $P= 0.0120$ ), lo que indica que la distribución del caracol rosado en Banco Chinchorro no es homogénea. La zona con la mayor densidad fue **Barlovento Norte (BN)** con **0.2708 ind./m<sup>2</sup>** , mientras que la menor densidad se registró en **Barlovento Sur (BS)** con **0.1537 ind./m<sup>2</sup>** .

Las diferencias en densidad por zonas pueden estar relacionadas con la disponibilidad de hábitats adecuados, la presión pesquera diferencial en cada zona y factores ambientales como la temperatura del agua y la calidad del sustrato. La alta densidad en **Barlovento Norte** podría estar asociada con condiciones favorables para el reclutamiento y el crecimiento del caracol, mientras que las zonas con densidad más baja podrían estar afectadas por una mayor presión de pesca, ya sea legal o ilegal.

### Estructura de tallas y proporción de individuos aptos para la pesca.

El análisis de la longitud sifonal (LS) mostró diferencias significativas entre las zonas ( $F=322.36$ ;  $P < 0.01$ ). Las tallas promedio más altas se registraron en **Barlovento Sur (188,59 mm)** y Sotavento Centro (168,60 mm), mientras que las más bajas se observaron en **Barlovento Norte (128,0 mm)** y Sotavento Sur (114,36 mm).

Un aspecto preocupante de los resultados es que en todas las zonas analizadas se observa una predominancia de individuos con **LS < 200 mm**, lo que indica que la mayoría de los organismos en la RBBC aún no alcanzan la talla legal de captura. En zonas como **Barlovento Norte y Sotavento Sur**, la proporción de individuos no aptos para la pesca fue especialmente alta (**2.605 y 1.055 individuos, respectivamente**), lo que sugiere que la extracción de adultos está afectando la estructura poblacional, dejando una mayor presencia de juveniles. .

Estos resultados coinciden con estudios previos en los que se ha señalado que la captura continua de organismos de talla legal ha reducido la proporción de adultos en la población, afectando la capacidad reproductiva de la especie (Stoner et al., 2012). La ausencia de una cantidad suficiente de reproductores adultos podría comprometer el reclutamiento futuro, lo que hace necesario reforzar las estrategias de manejo en Banco Chinchorro.

### Implicaciones para la conservación y manejo del recurso

Los hallazgos de este estudio refuerzan la importancia de continuar con monitoreos periódicos de la población de *A. gigas* en Banco Chinchorro, ya que los datos

obtenidos muestran que la recuperación de la especie no ha sido estable y que persisten desafíos en términos de densidad y estructura. de tallas.

Si bien la presencia de juveniles en la reserva es un indicio de reclutamiento activo, la baja densidad general y la escasez de organismos adultos sugieren que la tasa de extracción sigue superando la capacidad de regeneración de la especie en ciertas zonas. En este sentido, es fundamental reforzar la vigilancia contra la pesca furtiva y evaluar la posibilidad de implementar medidas adicionales, como la ampliación de vedas o el establecimiento de zonas de exclusión para la pesca.

Además, se recomienda llevar a cabo estudios complementarios que analicen otros factores que puedan estar afectando la población de *L. gigas*, como cambios en las condiciones ambientales, calidad del hábitat y posibles interacciones con otras especies en la RBBC.

El caracol rosado sigue siendo un recurso vulnerable en Banco Chinchorro, con densidades que, aunque ligeramente superiores a las reportadas en 2018, aún están lejos de los niveles históricos. La predominancia de individuos juveniles refuerza la necesidad de mantener medidas de manejo que garanticen la recuperación de la especie y su sostenibilidad a largo plazo.

Este estudio proporciona información clave para la actualización de estrategias de conservación y manejo en la RBBC, destacando la necesidad de fortalecer el monitoreo y la aplicación de regulaciones para proteger a *Aliger gigas* y asegurar su papel en el ecosistema y la economía local.

## Bibliografía

- Appeldoorn, RS (1994). *Variabilidad espacial en la abundancia de las poblaciones y el manejo del caracol rosado del Caribe* . Instituto de Pesca del Golfo y el Caribe, 43 , 24-30.
- Brownell, WN y Stevely, JM (1981). *Biología, pesca y manejo del caracol rosado, Strombus gigas* . Marine Fisheries Review, 43 (7), 1-12.
- Randall, JE (1964). *Contribuciones a la biología del caracol rosado, Strombus gigas* . Boletín de Ciencias Marinas, 14 (2), 246-295.
- Roberts, CM, y Polunin, NVC (1991). *¿Son las reservas marinas eficaces en la gestión de las pesquerías de arrecifes? Reseñas en Fish Biology and Fisheries*, 1 (1), 65-91.
- Dugan, JE, y Davis, GE (1993). *Aplicaciones de los refugios marinos a la gestión de la pesca costera* . Revista Canadiense de Pesca y Ciencias Acuáticas, 50 (9), 2029-2042.
- Dayton, PK, Thrush, SF, Agardy, MT y Hofman, RJ (1995). *Efectos ambientales de la pesca marina* . Conservación acuática: ecosistemas marinos y de agua dulce, 5 (3), 205-232.
- de Jesús-Navarrete, A., & Valencia-Hernández, J. (2003). *Dinámica poblacional del caracol rosado en Banco Chinchorro, México: Implicaciones*

*para la conservación y el manejo pesquero . Investigación pesquera, 147 , 394-400.*

- Aldana-Aranda, D., Frenkiel, L., y Lozano-Álvarez, E. (2003). *Patrones reproductivos de Strombus gigas Linnaeus, 1758 en el Caribe mexicano: implicaciones para la gestión pesquera y la acuicultura. Journal of Shellfish Research, 22 (3), 731-736.*
- González, JA, Valle, C., & Sánchez-Lizaso, JL (2003). *Uso del hábitat y estructura poblacional del caracol rosado en Banco Chinchorro, México. Serie de progreso de la ecología marina, 257, 179-189.*
- Basurto, X., & Coleman, E. (2005). *Pesca ilegal y desafíos para la conservación en Banco Chinchorro. Marine Policy, 29 (6), 509-520.*
- Stoner, AW, y Ray-Culp, M. (2000). *Evidencia de efectos dependientes de la densidad en poblaciones de caracol rosado: importancia de la población adulta en el éxito del reclutamiento. Journal of Shellfish Research, 19 (2), 39-47.*
- Cala, P., Aldana-Aranda, D. y Frenkiel, L. (2013). *Patrones de crecimiento y reproducción de Aliger gigas en Banco Chinchorro. Revista de investigación de mariscos, 32 (1), 157-165.*
- Stoner, AW, Davis, MH y Booker, CJ (2012). *Consecuencias negativas de la densidad de individuos conespecíficos para la liberación de larvas de caracol rosado (Strombus gigas) . Marine Biology, 159 (2), 521-528.*

- Prada, M., Appeldoorn, RS y Glazer, R. (2017). *Estado actual y gestión de las pesquerías de caracol rosado en el Caribe. Boletín de Pesca del Caribe*, 12 , 18-27.
- CITES. (2019). *Examen del comercio significativo de Strombus gigas: Informe del Comité de Fauna . Secretaría de la CITES, Ginebra .*
- Medley, PA, Menezes, M., y Posada, JM (2019). *Pesquerías de caracol rosado: desafíos actuales y direcciones futuras . Informe de Pesca y Acuicultura de la FAO n.º 1253, Roma, Italia .*
- FAO. (2020). *Estado de la pesca del caracol rosado y su gestión en el Atlántico centro-occidental . Documento técnico de pesca de la FAO n.º 655 .*
- Sabido-Itzá, M., Valle-Esquivel, M., & Ochoa, M. (2021). *Efectos de una veda pesquera de cinco años en la pesquería de caracol rosado en Banco Chinchorro, México . Fisheries Management and Ecology*, 28 (1), 64-78.
- Benítez, I. (2023). *Evaluación del caracol rosado ( Aliger gigas ) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro: Análisis de densidad y estructura de tallas entre 2015 y 2018 . [Tesis de Maestría]. Instituto Tecnológico De Chetumal (ITCH) .*