

Plantilla basada en pdf_document2, de bookdown, y normas APA

Curso XXX

*Author One*¹

*Author Two*²

10 de abril, 2019

¹University of Somewhere

²University of Nowhere

Índice general

1	Introducción	7
2	Metodología	9
2.1	Área de estudio	9
2.2	Muestreo de Lobatus galeatus	9
3	Resultados	11
4	Discusión	17
	Bibliografía	19

Índice de cuadros

Capítulo 1

Introducción

Lobatus gigas es un gasterópodo muy importante comercialmente en muchos de los lugares donde se distribuye. La carne de este caracol es conocida por ser una buena fuente de alimento y proteína, además la concha es comercializada con propósitos ornamentales (Forbes Pacheco, 2011). Este molusco alcanza unos 25 cm de longitud en la concha después de 3 a 4 años; edad a partir de la cual son sexualmente maduros. El cambute habita en aguas poco profundas, raras veces son observadas a más de 50 m de profundidad. La especie está distribuida en la región del Atlántico Occidental, desde Bermudas en el norte hasta el Golfo de México, la parte del Gran Caribe y la costa del norte de América del Sur (García Rodríguez, 2016). En la vertiente del Pacífico el género *Lobatus* se ubica desde México hasta las islas Galápagos.

En la costa del Pacífico americano, los caracoles del género *Lobatus*, mejor conocidos como cambute, se distribuyen desde el Golfo de México hasta las islas Galápagos. En Costa Rica es posible hallar estos caracoles a lo largo de toda la costa, principalmente en zonas rocosas y poco profundas. En el sector San Miguel del Refugio Nacional de Vida Silvestre Cabo Blanco, se estimó la población de *Lobatus galeatus* en 627 individuos, donde el adulto con mayor peso alcanzó 2800 g y el juvenil más pequeño pesó 50 g. A nivel etario es posible separar los individuos de cambute en tres clases de edades (adultos, subadultos y juveniles), de acuerdo con la biometría de su concha (largo, ancho y grosor del labio). Por ejemplo, se estima que el largo medio de la concha de los adultos es de (183.2 ± 9.5) mm, mientras que el ancho medio de la concha es de (146.5 ± 11.1) mm (???)

Las poblaciones de *Lobatus galeatus* en lugares como: Panamá, México, Ecuador y otros lugares del Pacífico muestran una baja tasa de crecimiento en los últimos años. Esta situación se relaciona con la explotación masiva sin regulaciones provocada por el ser humano para el consumo de este molusco (Castellanos-Galindo, Cantera, Espinosa, & Mejía-Ladino, 2011). Los modelos de crecimiento en esta especie son utilizados en muchos para establecer políticas que regulen la extracción y comercialización. Por ejemplo, en Panamá han detectado que cinco años después de haber prohibido la extracción de cambute, la población aun no muestra una tendencia al aumento, a pesar de encontrar principalmente individuos adultos (Cipriani, Guzman, Vega, & Lopez, 2008).

Los modelos de crecimiento en esta especie son utilizados en muchos estudios con el fin de de-

terminar si la población se encuentra en declive o en aumento, después de que se prohíbe o se permite la extracción comercial de este caracol. Tal es el caso de una investigación realizada en Panamá donde detectan que cinco años después de haber prohibido la pesca de cambute, la población de estos en Las Perlas y Coiba Archipelagos no se encuentra en aumento, encontrando principalmente individuos adultos (Cipriani et al., 2008).

Una sola hembra puede ovopositar entre 190 000 y 460 000 huevos en cada desove. Esta variación en la cantidad de huevos puestos por cada hembra, se debe al efecto que ciertas condiciones ambientales generan sobre ellas, como por ejemplo: la temperatura y la disponibilidad de alimento. Cada hembra puede poner entre 8 y 9 masas de huevos en cada temporada reproductiva (Robertson, 1959).

Otro estudio adapta un modelo de crecimiento de Von Bertalanffy a datos de juveniles, utilizando los siguientes parámetros: $L_{\infty} = 320$ mm , $K = 0.029$ /mo , y $t_0 = 0.50$ mo. En el mismo se llegó a observar que la apariencia de un labio delgado es considerado un criterio pobre para la madurez sexual y entre mayor sea este, es recomendado para lograr la protección de las poblaciones bajo una fuerte presión de pesca, permitiendo que las poblaciones de *L. galeatus* puedan restablecerse con éxito (Cipriani et al., 2008). El objetivo de este trabajo es estimar la probabilidad de extinción a cinco años de la población de *Lobatus galeatus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Punta Mala, Costa Rica.

Capítulo 2

Metodología

2.1 Área de estudio

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Punta Mala está localizado en la costa del Pacífico Central de Costa Rica, a 8 km de Playa Jacó y entre las coordenadas 9°31'04"N y 84°32'25" W (Alvarado, 2007). Parte de la zona marino costera del refugio, consiste de varios metros de material rocoso formados durante el Mioceno medio, que quedan expuestos durante el periodo de marea baja (Seyfried, Sprechmann, & Aguilar, 1985) (Figura 1). Las condiciones climatológicas de la zona tiene una precipitación media anual de 3 689 mm, una temperatura media anual de 27 °C y la humedad relativa del 98 % (Solano & Villalobos, 2012).

NO SE ENVIÓ LA FIGURA

2.2 Muestreo de *Lobatus galeatus*

Se establecieron tres parcelas de 10 m × 10 m, a conveniencia en la zona intermareal durante la marea baja, preferiblemente en zonas donde haya pozas o agua estancada. Además en cada parcela se efectuó una búsqueda intensiva de individuos de *L. galeatus* por un tiempo determinado de 20 min; así mismo se utilizó la técnica de búsqueda por buceo con tubo de respiración (según lo sugerido por Arroyo-Mora & Mena (1998)). Posteriormente se recolectaron solamente los individuos vivos con el fin de realizar la biometría del largo total de la concha (medición con vernier, ± 0.0050 mm) de cada animal, una vez medidos se depositaron a una distancia no menor de diez metros de la parcela medida. Este procedimiento se replicó por tres veces mínimo, hasta que no se encuentren individuos vivos dentro del lapso de tiempo determinado a este proceso se le denomina remoción.

Por otro lado utilizando las medidas descritas por (Arroyo-Mora & Mena, 1998), donde asigna a cada individuo una clase según la edad, por ejemplo para juveniles corresponde a una longitud inferior a 150 mm, subadultos entre 150 mm a 170 mm y adultos superior a los 170 mm. Se logró separar cada organismo recolectado en las distintas clases y a partir de los datos obtenidos se construyó una tabla de vida.

2.2.1 Análisis de datos

Para el análisis de los datos recolectados, se utilizó el paquete de R, denominado “unmarked”, es un modelo que se utiliza para animales no marcados y de abundancia. Así mismo, se utilizó la función “gmultmix generalized multinomial N-mixture model”, basándose en la opción de remoción (Removal) y variando la función de acuerdo a los datos que se obtuvieron. Además esta función, toma en cuenta las características de abundancia, disponibilidad y probabilidad de detección, es decir para obtener la probabilidad de existencia en los sitios de muestreo de las clases obtenidas. A continuación la función utilizada fue:

Por otra parte, a partir del conjunto de datos recolectados de la longitud de la concha para cada clase de edad, se utilizó la función de crecimiento de Von Bertalanffy para estimar la probabilidad de madurez sexual de cada individuo. Por último se calculó la matriz de transición proyectada a 5 años, que permito estimar la probabilidad de extinción de la especie en ese sitio al final de ese período. A continuación la función de Von Bertalanffy y la matriz de transición respectivamente.

Capítulo 3

Resultados

Aquí se presentará la estimación de la probabilidad de extinción a 5 años para cada especie. También cualquier resultado que surge como paso intermedio para calcular la probabilidad de extinción.

Durante los muestreos en los 12 sitios de estudio no se encontraron con individuos adultos, los individuos con talla de subadulto fueron dos individuos y estados inmaduros fueron los mas comunes de encontrar con un total de 21 individuos. en la figura 1 muestra el calculo de las probabilidades de presencia por sitio de muestreo para los individuos inmaduros y en la figura 2 se muestran las probabilidades de presencia por sitio de individuos juveniles, para el calculo de adultos no se pudo realizar por falta de datos.

nT:(21,1,0)

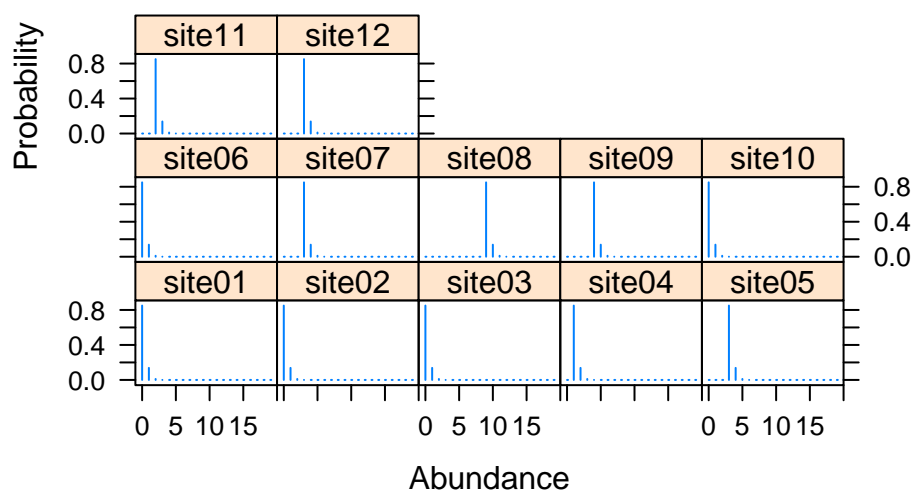


Figura 3.0.1: probabilidades de presencia de *S. galeatus* juveniles en las parcelas escogidas aleatoriamente.

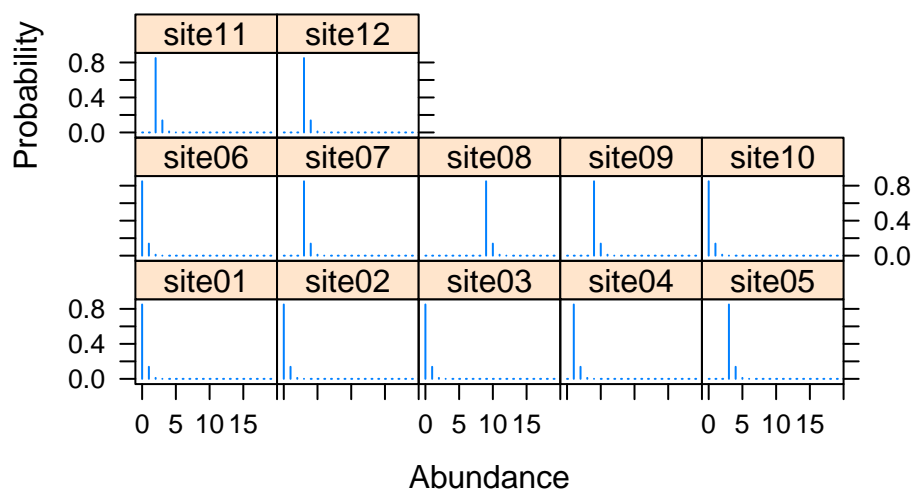


Figura 3.0.2: probabilidad de presencia de individuos subadultos de *S. galeatus* en las parcelas seleccionadas para el estudio.

Mediante la funcion de crecimiento de von bertalanffy pudimos determinar que los organismos de *S. galeatus* tardan aproximadamente 5 años en crecer hasta tener la talla adecuada para la madurez sexual (figura 3)

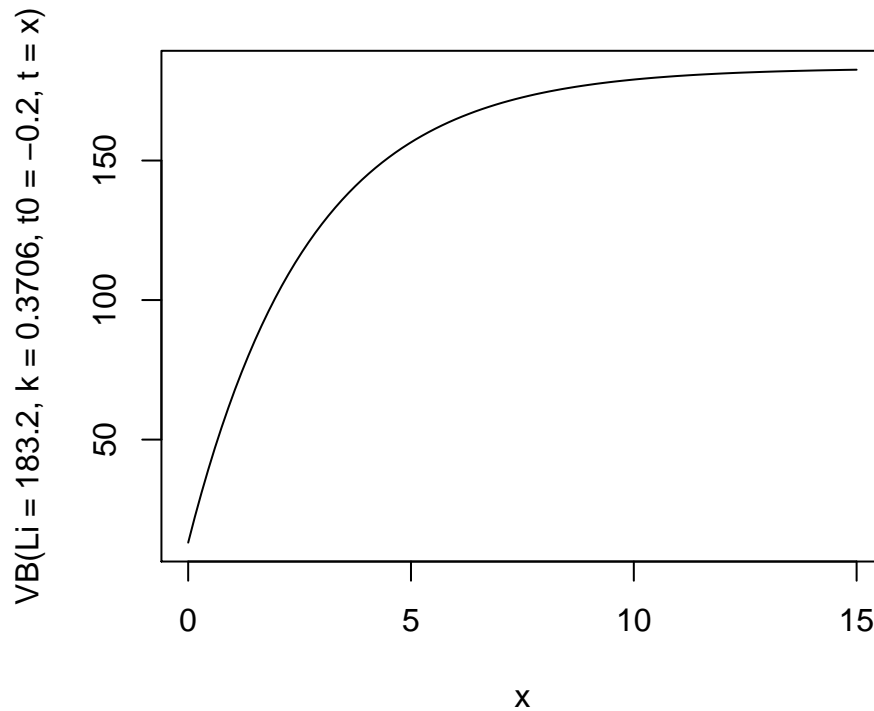


Figura 3.0.3: funcion de crecimiento de von Bertalanffy de *S. gigas*

posteriormente el calculo de la matriz de transicion nos indica que la poblacion goza de buena salud, sin embargo cabe recalcar que en este estudio no se tomo en consideracion la mortalidad, por esto se asume que todos los individuos juveniles pasan a sub adultos y de subadultos a adultos sin haber bajas en sus individuos.

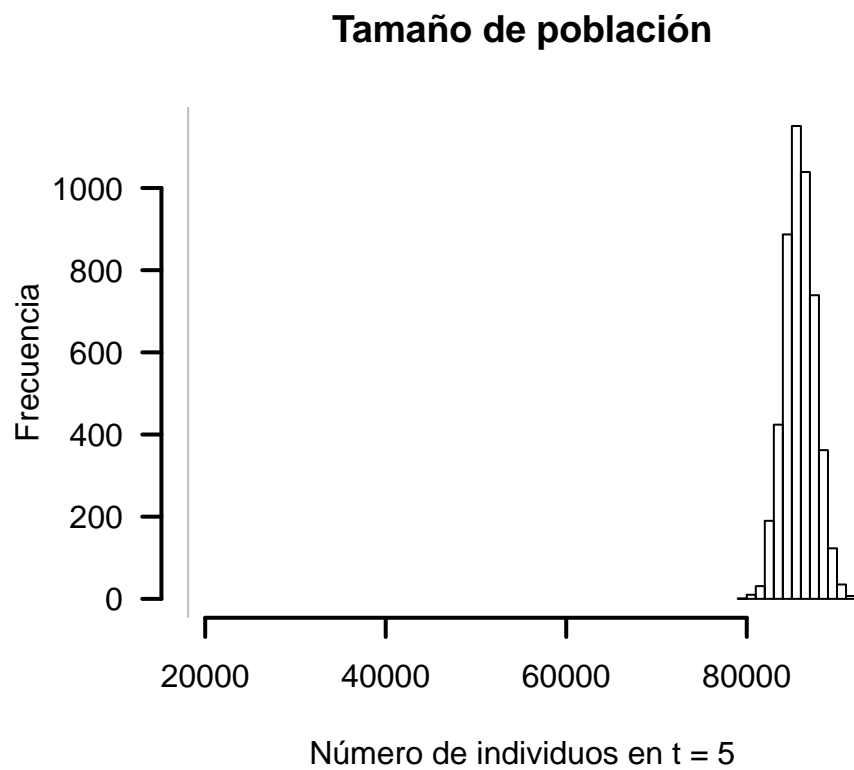


Figura 3.0.4: Viabilidad de la población de cambute a 5 años

la probabilidad de extinción para los individuos de *S. gigas* en 5 años es de 0 individuos, indicando que en los próximos 5 años la población de cambute seguirá en el sitio.

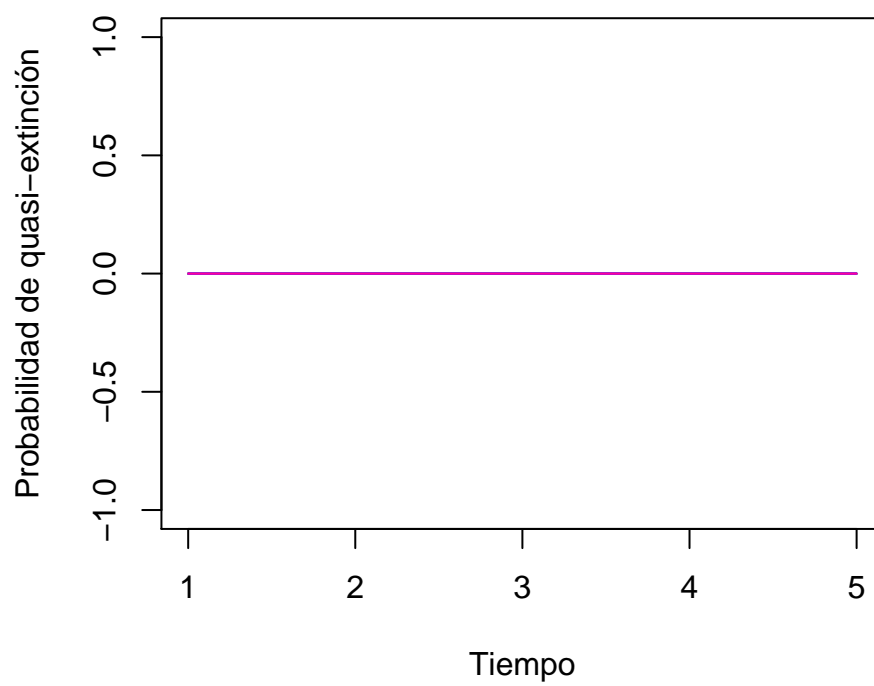


Figura 3.0.5: Probabilidad de extinción de la población de cambute a 5 años

Capítulo 4

Discusión

Los resultados muestran que la abundancia de *S.galeatus* en el RNVS Punta Mala es baja, al menos en la zona supralitoral. El metodo utilizado en este estudio permitió una deteccion similar en los doce cuadrantes, aunque los individuos registrados fueron pocos y correspondieron en su mayoría a la clase juvenil, no se puede ausgar que en el sitio haya habido una alta extraccion de caracoles para la comercializacion, ya que los cambios drasticos en las condiciones ambientales que esta zona experimenta a llargo del dia, puede ser un factor que afecte la abundancia de caracoles vivos en las diferentes clases de edad. Por lo tanto es recomendable realizr un muestreo estratificado a diferentes profundidades.

En lo referente a la evaluación de viabilidad de la población dentro de cinco años, esta no presenta probabilidad de extinguirse en ese periodo. Pero esto no implica que esta población esté en óptimas condiciones, esto debido a que la densidad poblacional es muy baja siendo de 0,02 individuos por metro cuadrado, en comparación con otras poblaciones en las que se han podido registrar de uno a dos individuos por metro cuadrado. Esta población a pesar de no presentar individuos reproductores, en los siguientes cinco años todos estos individuos registrados podrán reproducirse debido a que a partir de los 3,5 años de edad pueden reproducirse, sumado a la gran tasa reproductiva de esta especie podrían renovar a esta población, pero el problema de disponibilidad de alimento podría ser la misma limitante que impediría el establecimiento de nuevos individuos. Esta población fue representada en su mayoría por individuos juveniles, se sabe que para esta clase de edad existe un requerimiento de hábitat muy diferente al de los adultos, el cual debe ser de áreas con altas densidades de pastos marinos, estas funcionan como guarderías que les permite a los individuos jóvenes esconderse de potenciales depredadores y a la vez poder alimentarse del pasto marino. En el área de estudio la disponibilidad de este recurso fue muy escaso y de los pocos individuos registrados, la mayoría estaba asociado a las algas adheridas en las rocas. A pesar de que en este estudio no se realizó una evaluación de la disponibilidad de alimento para el cambute, esta baja densidad puede ser la explicación principal del tamaño reducido de esta población. Una de las principales razones de la perdida de pastos marinos se debe a la presencia de contaminantes en el agua, pudiendo asociarse la presencia de algún químico o la alta concentración de sedimentos con la muerte de estos organismos, esta población se encuentra relativamente cerca de la desembocadura del rio Tárcoles, siendo este uno de los cuerpos de agua más contaminados de Latinoamérica, que podria estar afectando a

esta poblacion.

Bibliografía

- Alvarado, G. M. (2007). Migración de la gaviota *Larus pipixcan* (Aves : Laridae) sobre el Refugio. *Brenesia*, 75-76.
- Arroyo-Mora, D., & Mena, L. (1998). Estructura de la población del cambute *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en Cabo Blanco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 46(6), 37-46.
- Castellanos-Galindo, G. A., Cantera, J. R., Espinosa, S., & Mejía-Ladino, L. M. (2011). Use of local ecological knowledge, scientist's observations and grey literature to assess marine species at risk in a tropical eastern Pacific estuary. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(1), 37-48. <https://doi.org/10.1002/aqc.1163>
- Cipriani, R., Guzman, H. M., Vega, A. J., & Lopez, M. (2008). Population Assessment of the Conch *Strombus galeatus* (Gastropoda, Strombidae) in Pacific Panama. *Journal of Shellfish Research*, 27(4), 889-896. [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2008\)27\[889:PAOTCS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2008)27[889:PAOTCS]2.0.CO;2)
- Forbes Pacheco, T. Y. (2011). *Evaluación de la población de caracol pala, Strombus gigas (Linnaeus 1758) en el sector sur del área marina protegida Seaflower, Caribe insular colombiano* (Tesis doctoral). UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO; Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- García Rodríguez, A. (2016). *Queen conch in the Grenadines islands: A preliminary assessment on its abundance and current management needs [graduate project]*. (Tesis doctoral). Table 4. Abundance; density results for the 12 selected surveys of 2013; all 2016 surveys, in total; also by maturity level, protection level,; depth.
- Robertson, R. (1959). Observations on the spawn and veligers of conchs (*Strombus*) in the Bahamas. *Journal of Molluscan Studies*, 33(4), 164-171.
- Seyfried, H., Sprechmann, P., & Aguilar, T. (1985). Sedimentología y paleoecología de un estuario del litoral Pacífico del Istmo Centroamericano primordial (Mioceno Medio, Costa Rica). *Revista Geológica de América Central*, 3, 1-68.
- Solano, J., & Villalobos, R. (2012). Regiones y sub-regiones climáticas de Costa Rica. *Instituto Meteorológico Nacional*, (mapa 1), 32.