



UNIVERSIDAD DEL MAR
campus Puerto Ángel

DINÁMICA REPRODUCTIVA DEL CALAMAR DEDAL
***Lolliguncula panamensis* BERRY, 1911 (CEPHALOPODA:**
LOLIGINIDAE) EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta
Fernando Daniel Armengol Martínez

Directora
Dra. María del Carmen Alejo Plata

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2021

AGRADECIMIENTOS

A ti papá que viste iniciar este trabajo, que lo apoyaste incondicionalmente, gracias por estar conmigo y compartirme parte de tu experiencia... hasta siempre.

A ti mamá por apoyarme siempre en todo y que, aunque nuestra forma de pensar a veces era contraria, supiste permitirme elegir mi propio camino. Gracias por preocuparte por mí y apoyarme de múltiples formas.

A ti mi hermana que siempre has estado a mi lado contándome acerca de sus impresiones, sueños o de cosas de la vida cotidiana a pesar de la distancia.

A mi directora de tesis la Dra. María del Carmen Alejo Plata por iniciarme en el camino de los cefalópodos y por todo el apoyo dado.

A mis revisores: M. en C. Aldrin Labastida Che, M. en C. Ada Lizbeth Nuñez Orozco, Ocean. Pablo Pintos Antonio Terán y Dr. Francisco Benítez Villalobos por sus comentarios al momento de revisar este trabajo para que fuera mejor.

A Sairi por ayudarme y orientarme, principalmente en la parte histológica, gracias por aclararme mis dudas y hacer más llevadero este proceso.

A los técnicos y laboratorios de Histología y Biología, por prestarme el espacio y el equipo necesario para el desarrollo de las muestras.

Al equipo de cefalópodos por hacer más amenas las horas de trabajo tanto de laboratorio como de diversas salidas a campo.

A todos mis entrañables amigos que hicieron soportables todos estos años, Nery gracias por apoyarme en todo.

Este trabajo se realizó gracias al Proyecto CONACyT Convocatoria problemas Nacionales 2015-01-1740 “Calamares: recurso pesquero alternativo para la costa de Oaxaca” y al Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Salina Cruz (CRIAP).

DEDICATORIAS

Aún falta mucho por descubrir, este trabajo representa solo un grano de arena en el inmenso mar del conocimiento, aún así, este es mi pequeño aporte a la comunidad científica, en especial a la gente que se ve interesada aunque sea un poco en los cefalópodos, es por eso que esta tesis va dedicada a ellos.

ÍNDICE

RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. OBJETIVOS	5
4.1 Objetivo general	5
4.2 Objetivos específicos	5
5. HIPÓTESIS	5
6. ÁREA DE ESTUDIO	6
7. MATERIALES Y MÉTODOS	8
7.1 Estructura de tallas	10
7.2 Relación peso total-longitud dorsal del manto.....	11
7.3 Desarrollo gonádico	12
7.4 Índice gonadosomático.....	12
7.5 Fecundidad	12
7.6 Distribución de los diámetros de los ovocitos.....	13
7.7 Histología	14
8. RESULTADOS	18
8.1 Estructura de tallas	18
8.2 Relación peso total-longitud dorsal del manto.....	20
8.3 Etapas de madurez.....	22
8.4 Índice gonadosomático.....	24
8.5 Fecundidad	25
8.6 Estructura del diámetro de ovocitos.....	27
8.7 Histología	28
8.7.1 Estadio gonádico	29
9. DISCUSIÓN	35
9.1 Estructura de tallas y relación LDM-PT	35
9.2 Madurez e IGS	36
9.3 Fecundidad y patrones de desove.....	37
9.4 Histología	38
9.5 Dinámica reproductiva	39
10. CONCLUSIÓN	40
11. REFERENCIAS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio con sitios de muestreo. Los puntos grises indican registros de <i>Lolliguncula panamensis</i> mientras que los negros indican ausencia.....	7
Figura 2. Calamar dedal hembra <i>L. panamensis</i> hembra. A) vista externa, longitud dorsal del manto (LDM), longitud ventral del manto (LVM), B) vista interna, gónada (Go), glándula oviductal (Gv), branquia (Br), glándula nidamental (Gn), saco de tinta (St).....	9
Figura 3. Cohortes hipotéticas en la distribución de frecuencias en hembras según el criterio de Akaike.....	19
Figura 4. Estructura de tallas de <i>Lolliguncula panamensis</i> en el Golfo de Tehuantepec en los meses de mayo, julio y agosto de 2018 con el AIC óptimo	19
Figura 5. Relación peso total-longitud dorsal del manto en hembras de <i>L. panamensis</i> . Los triángulos representan las medidas de cada organismo mientras que la línea continua indica la tendencia de la función	20
Figura 6. Distribución de frecuencias de tallas y su relación con las etapas de madurez en hembras de <i>L. panamensis</i>	22
Figura 7. Porcentaje de la variación mensual del desarrollo gonadal de acuerdo con la etapa de madurez en hembras de <i>L. panamensis</i>	23
Figura 8. Variación mensual del índice gonadosomático en hembras de <i>L. panamensis</i>	24
Figura 9. Relación entre la fecundidad y la longitud dorsal del manto en hembras de <i>L. panamensis</i>	25
Figura 10. Relación entre la fecundidad y el peso total del organismo para hembras de <i>L. panamensis</i>	26
Figura 11. Grupos modales en la distribución del diámetro de ovocitos en hembras según el criterio de Akaike.....	27
Figura 12. Previtelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovogonia (Op0), Célula folicular plana (cf), Núcleo (n), Vitelo (vi). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	29

Figura 13. Previtelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovocito previtelogénico temprano (Op1), Célula folicular plana (cf). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	30
Figura 14. Previtelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovocito previtelogénico temprano (Op1), Ovocito previtelogénico tardío (Op2), Célula folicular plana (cf). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	30
Figura 15. Vitelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovogonia (Op0), Ovocito previtelogénico temprano (Op1), Ovocito vitelogénico temprano (Ov1), Célula folicular plana (cf), Núcleo (n), Invaginaciones (in). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	31
Figura 16. Vitelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovogonia (Op0), Ovocito vitelogénico tardío (Ov2), Célula folicular plana (cf). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	32
Figura 17. Post-vitelogénesis: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovocito post-vitelogénico (Opv), Inclusiones lipídicas (il). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson	32
Figura 18. Desove: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovocito previtelogénico temprano (Op1), Célula folicular plana (cf), Ovocito atrésico (A). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson.....	33
Figura 19. Post-desove: corte transversal a 5µm de una gónada de <i>L. panamensis</i> , Ovocito atrésico (A), Folículo post-ovulatorio (FP). A) Tinción Hematoxilina-Eosina, B) Tinción Tricrómica de Masson.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso de deshidratación, aclaración e infiltración de las muestras en un histoquinete (Tomado de León-Guzmán 2019)	15
Tabla 2. Técnica de tinción Hematoxilina-Eosina usada para el análisis histológico (Humason 1979) modificada por Bancroft y Stevens (1990)	16
Tabla 3. Técnica de tinción Tricrómica de Masson utilizado en el análisis histológico (Sheehan y Hrapchak 1980).....	17
Tabla 4. Cohortes estimadas para hembras de <i>L. panamensis</i> . LL es el nivel de verosimilitud, θ_i Número de parámetros utilizados, AIC criterio de Akaike, (*) muestra el AIC más bajo	18
Tabla 5. Relación peso total - longitud dorsal del manto en hembras de <i>L. panamensis</i> correspondiente a la etapa de madurez	21

RESUMEN

En la costa del Océano Pacífico Tropical Oriental el calamar dedal *Lolliguncula panamensis* (Berry, 1911) es el más robusto y de mayor talla del género *Lolliguncula* siendo considerado como un recurso potencial de aprovechamiento en la región, a pesar de esto, la información para esta especie es escasa y, por lo tanto, no se conoce mucho acerca de su biología reproductiva. El objetivo de este trabajo fue identificar la estrategia de desove y fecundidad de hembras de *L. panamensis* en el Golfo de Tehuantepec, México. Las muestras se obtuvieron como fauna de acompañamiento en la pesca del camarón, durante noviembre-diciembre 2017 y mayo, julio y agosto de 2018. Se registraron 442 hembras, con tallas de 12 a 117 mm de longitud dorsal del manto y dos cohortes, la primera va de 12 a 92 mm y de 57 a 117mm de LDM respectivamente; el peso varió de 0.9 a 102g. La especie presentó un crecimiento alométrico negativo ($b= 2.43$). Se encontraron cinco etapas de maduración, de los cuales, el estadio inmaduro fue el más abundante, además, se observó un pico de reproducción en agosto; Las hembras con madurez avanzada presentaron una media de 16,796 ovocitos que mantenían una fuerte relación con el peso del organismo, dentro de la gónada se encontraron tres grupos modales. El análisis histológico mostró que el calamar dedal tiene un desarrollo ovárico asincrónico llegando a desovar más de una vez, además, presenta cinco etapas de madurez y seis estadios ovocitarios, por lo tanto, se establece a *L. panamensis* como un desovador por grupos catalogándolo como un desovador terminal intermitente.

Palabras clave: Histología, Oaxaca, calamar, ovocitos, cohorte, pesca camarón, desove.

1. INTRODUCCIÓN

La clase Cephalopoda está constituida por nautilus, sepias, calamares y pulpos; los calamares pertenecen al orden teuthoidea y se sabe que en el mundo existen más de 300 especies de los cuales México cuenta con aproximadamente 79 (Rosas 2012). Estos organismos comparten varias características como lo son la propulsión a chorro, la forma de torpedo del manto, cuatro pares de brazos y dos tentáculos (Roper *et al.* 1995, Rosas 2012).

Tradicionalmente, los calamares se han considerado organismos semelparos, es decir, tienen un solo período de reproducción durante su ciclo de vida (Boyle 1983, Mangold 1987) y los individuos invierten tanta energía en la reproducción que la muerte es inevitable. El concepto de iteroparidad, por otro lado, hace referencia a aquellos organismos que se reproducen repetidamente durante su vida (Smith y Charnov 2001). En este sentido, Rocha *et al.* (2001) proponen cambiar el concepto de semelparidad e iteroparidad en cefalópodos debido a la gran gama de estrategias reproductivas que presentan estos organismos sugiriendo así una nueva clasificación: 1) Desove de una vez (antes semelparidad); a) desove simultáneo y 2) Desove de más de una vez (anteriormente iteroparidad); a) desove policíclico, b) desove múltiple, c) desove terminal y d) desove continuo.

Los calamares emplean una variedad de tácticas reproductivas como la selección intrasexual en donde el macho pelea por la hembra y la selección intersexual en la que la hembra elige al macho. Las estrategias reproductivas pueden clasificarse según la ovulación, el patrón de desove, si hay crecimiento entre camadas de huevos, así como la duración del período de desove (Rocha *et al.* 2001). Al respecto, en calamares de la familia Loliginidae se ha observado evidencia de múltiples desoves (Harman *et al.* 1989, Sauer y Lipinski 1990, Boyle *et al.* 1995, Nigmatullin *et al.* 1995, Melo y Sauer 1998, Melo y Sauer, 1999).

En la costa del Océano Pacífico mexicano se han reportado tres especies correspondientes al género *Lolliguncula*: *Lolliguncula panamensis* Berry, 1911; *Lolliguncula argus* Brakoniecki & Roper, 1985 y *Lolliguncula diomedeeae* Hoyle, 1904 (Granados-Amores *et al.* 2013) de entre los cuales el calamar dedal *L. panamensis* es el

más robusto y de mayor talla, además es una especie recurrente, con abundancia importante en el Golfo de Tehuantepec (GT), lo que lo ubica como un recurso potencial de aprovechamiento en la región (Guzmán-Intzin 2019).

No obstante, la información disponible para esta especie aún es escasa, uno de los más importantes aspectos para entender el ciclo de vida de un organismo es conocer su biología reproductiva, ejemplo de estos son el periodo de desove, tipo de desove que presenta o la calidad del desove. La biología reproductiva de este calamar junto con otros aspectos biológicos, resultan importantes para implementar una pesquería hacia este recurso, además, con la información generada se puede constituir un plan de manejo pesquero para que su aprovechamiento sea sustentable, es así que el objetivo del presente trabajo es analizar la dinámica reproductiva de hembras de *Lolliguncula panamensis* en el Golfo de Tehuantepec, México.