

Caracterización morfológica de *Aggregata* spp. parásito del calamar *Lolliguncula panamensis* en el Golfo de Tehuantepec

Morphological characterization of *Aggregata* spp., a parasite of the squid *Lolliguncula panamensis* in the Gulf of Tehuantepec

Víctor Enrique Sánchez-García¹ , Mónica Marcela Galicia-Jiménez^{2*} , Irma Gisela Nieto-Castañeda³ , María del Carmen Alejo-Plata⁴ 

¹Licenciatura de Biología, Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.

²Instituto de Investigación de Genética. Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.

³Instituto de Investigación de Ecología. Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.

⁴Instituto de Investigación de Recursos, Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia: mmgaliciaj@gmail.com

Nota científica

Recibida: 12 de mayo 2025

Aceptada: 15 de octubre 2025

RESUMEN. Los Apicomplexa, como *Aggregata*, son parásitos intracelulares que infectan moluscos y crustáceos, con ciclos de vida heteroxenos (etapas asexuales en crustáceos y sexuales en cefalópodos). Este estudio caracterizó morfológicamente *Aggregata* spp. en el calamar *Lolliguncula panamensis* del golfo de Tehuantepec, México. Se analizaron 21 hembras en desove, identificando nódulos blanquecinos iridiscentes (0.02-0.92 mm) en el tracto digestivo y otros tejidos, indicando infección extraintestinal. Microscópicamente, se observaron microgametos ($1.42 \pm 0.06 \mu\text{m}$, un flagelo), macrogametos ($9.82 \times 8.9 \mu\text{m}$) y esporoquistes ($12.83 \times 10.39 \mu\text{m}$) con dos esporozoítos ($3.75 \pm 0.15 \mu\text{m}$). Comparado con otras especies, este parásito presentó diferencias clave: menor tamaño de esporozoítos y solo dos por esporoquiste (vs. 3-22 en otras). Los resultados sugieren una posible nueva especie o variante geográfica. Este es el primer registro detallado de *Aggregata* en *L. panamensis*, resaltando la necesidad de estudios moleculares para confirmar su taxonomía.

Palabras clave: Apicomplexa, parásitos de cefalópodos, morfología parasitaria, *Lolliguncula panamensis*.

ABSTRACT. Apicomplexa, such as *Aggregata*, are intracellular parasites that infect mollusks and crustaceans, with heteroxenous life cycles (asexual stages in crustaceans and sexual stages in cephalopods). This study morphologically characterized *Aggregata* spp. in the squid *Lolliguncula panamensis* from the Gulf of Tehuantepec, Mexico. Twenty-one spawning females were analyzed, identifying iridescent whitish nodules (0.02–0.92 mm) in the digestive tract and other tissues, indicating extraintestinal infection. Microscopically, microgametes ($1.42 \pm 0.06 \mu\text{m}$, one flagellum), macrogametes ($9.82 \times 8.9 \mu\text{m}$), and sporocysts ($12.83 \times 10.39 \mu\text{m}$) with two sporozoites ($3.75 \pm 0.15 \mu\text{m}$) were observed. Compared to other species, this parasite presented key differences: smaller sporozoite size and only two per sporocyst (vs. 3-22 in others). The results suggest a possible new species or geographic variant. This is the first detailed record of *Aggregata* in *L. panamensis*, highlighting the need for molecular studies to confirm its taxonomy.

Keywords: Apicomplexa, cephalopod parasites, morphological taxonomy, *Lolliguncula panamensis*.

INTRODUCCIÓN

Los cefalópodos son componentes esenciales en las redes tróficas marinas, actuando como depredadores y presas de especies como cachalotes, túnidos y aves oceánicas. Su amplia distribución y presión pesquera contrastan con las dificultades para estudiarlos mediante muestreo directo (Alejo-Plata *et al.* 2014). En el Golfo de Tehuantepec se han registrado al menos 24 especies, incluyendo *Lolliguncula panamensis*, que participa activamente en cadenas alimenticias pelágicas y es capturada incidentalmente en la pesca de camarón. Aunque su aprovechamiento comercial es limitado, su inclusión en estudios parasitológicos es clave para evaluar riesgos sanitarios y definir estrategias de manejo (Alejo-Plata *et al.* 2014, León-Guzmán *et al.* 2020).

Los Apicomplexa Levine, 1970 son parásitos intracelulares cuyo nombre deriva del complejo de orgánulos apicales que facilitan la penetración de células hospederas (Ryan y Ray 2017). Entre ellos, la familia Aggregatidae Labbé, 1899 agrupa parásitos específicos de moluscos (Kristmundsson y Freeman 2018), destacando el género *Aggregata* Frenzel, 1885. Estos organismos presentan un ciclo de vida heteroxeno, con fases asexuales (merogonia) en crustáceos (hospederos intermediarios) y sexuales (gamogonia y esporogonia) en cefalópodos (hospederos definitivos) (Gestal *et al.* 2002a, 2005). De las 15 especies de *Aggregata* que infectan cefalópodos de importancia comercial (Castellanos-Martínez *et al.* 2019, Colunga -Ramírez *et al.* 2021, Ren *et al.* 2022, Wang *et al.* 2023, Colunga-Ramírez *et al.* 2025), se ha documentado que causan daños mecánicos (lesiones tisulares), bioquímicos (alteración enzimática digestiva) y moleculares (supresión inmune celular), como en el síndrome de mala absorción (Gestal *et al.* 2002b). Estos impactos subrayan la necesidad de estudiar su morfología y distribución.

En el Pacífico mexicano, los registros de *Aggregata* se limitan a *Octopus bimaculatus* (golfo de California) y casos aislados no caracterizados (Colunga-Ramírez *et al.* 2021, Colunga-Ramírez *et al.* 2025). Este vacío es particularmente relevante en especies de importancia pesquera como el calamar *Lolliguncula panamensis* Berry, 1911, distribuido desde México hasta Perú (16–65 m de profundidad; Sánchez, 2003). Considerado el loliginido más robusto del Pacífico oriental tropical (Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012), *L. panamensis* es explotado directa e incidentalmente en el golfo de Tehuantepec, principalmente en la pesca de camarón (León-Guzmán *et al.* 2020).

En el Golfo de Tehuantepec, la escasez de estudios parasitológicos ha limitado la evaluación sanitaria de especies como *Lolliguncula panamensis*. Aunque se ha documentado una alta diversidad de cefalópodos en la región, su interacción con parásitos como *Aggregata* permanece inexplorada, a pesar de los avances moleculares que han permitido redefinir especies y ciclos de vida en otros moluscos. Este estudio presenta la primera caracterización morfológica de *Aggregata* en *L. panamensis*, aportando evidencia inicial sobre su presencia y destacando la necesidad de complementar la identificación taxonómica con herramientas genéticas. Estos hallazgos ofrecen información clave para el manejo sanitario y la valorización comercial de la especie en contextos pesqueros regionales

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y procesamiento de muestras

Se utilizaron muestras de 21 ejemplares de *L. panamensis* (hembras en estadio III, capturadas en temporada de lluvias, agosto 2018), incluyendo: 10 láminas histológicas de intestino y ciego, 5 muestras congeladas y 6 muestras fijadas en formol al 10%. Se transportaron al Laboratorio de Genética para su preservación a 4°C., para su posterior análisis. Para cada individuo se registraron las dimensiones corporales básicas, incluyendo la longitud del manto dorsal (LMD) y el ancho del manto (AM), utilizando un vernier digital con precisión de 0.01 mm. Los datos se expresaron como promedio $\pm$ desviación estándar

Análisis macroscópico

Se identificaron lesiones parasitarias mediante la búsqueda de nódulos blanquecinos iridiscentes (Castellanos-Martínez *et al.* 2013, Colunga-Ramírez *et al.* 2021), realizando un esquema de zonificación anatómica (Figura 1). Las zonas de estudio incluyeron: Manto: Dividido en tres regiones longitudinales (I: inferior, II: intermedio, III: superior) y dos subzonas transversales (A: orilla, B: centro), considerando además las aletas (zona IV) y la cabeza (zona V). Apéndices: Tentáculos (zona VI): evaluados en sus porciones derecha e izquierda, Brazos (zona VII): analizados en su región exterior. Órganos internos: Se examinaron específicamente: VIII. Ciego, IX. Estómago, X. Esófago, XI. Branquias, XII. Boca (con evaluación tanto externa como interna). Se midió la longitud de los nódulos blanquecinos iridiscentes usando estereoscopio digital MotiC DM143 con un aumento de 20X, mientras que las mediciones morfométricas se realizaron utilizando el software ImageJ (versión 1.54f, National Institutes of Health, USA).

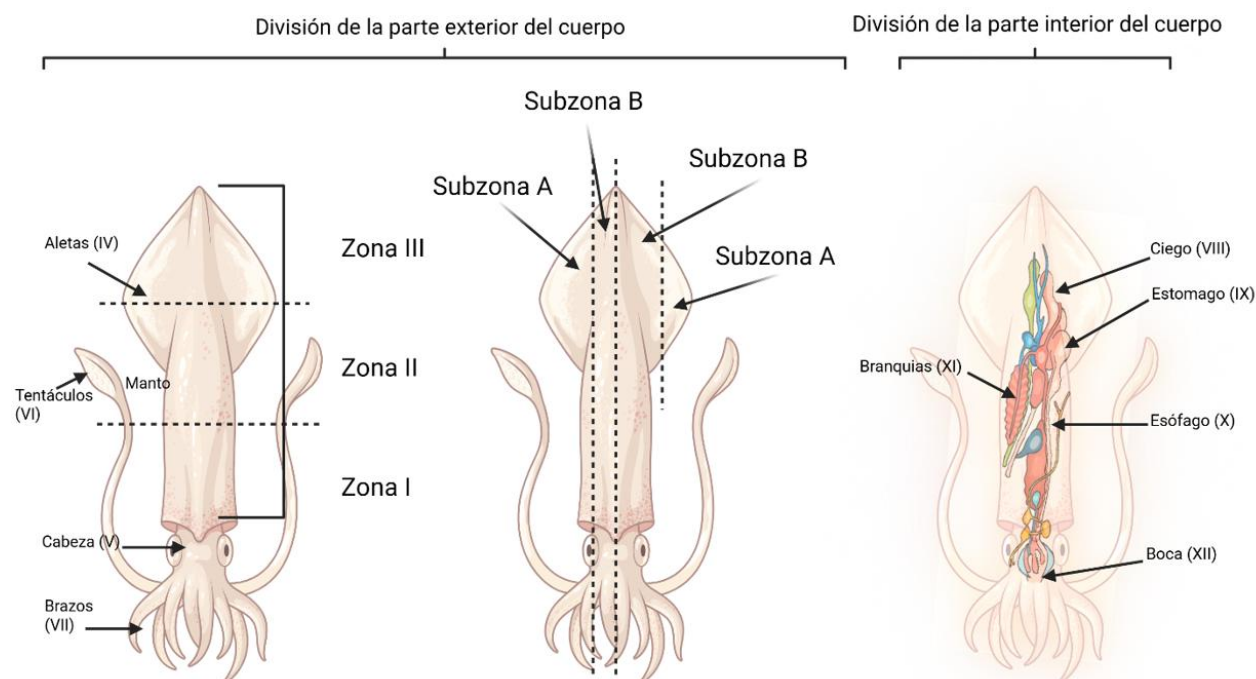


Figura 1. Esquema de zonificación anatómica. Para la identificación de lesiones con nódulos iridiscentes.

Análisis microscópico

Para caracterizar las fases parasitarias se empleó un microscopio Carl Zeiss Primo Star Hal Full-Kohler con un aumento de 100x cuantificando parámetros morfométricos clave: Gametogonia, Macrogametos: Diámetro (DaM, DbM), grosor parietal (GpM), Microgametos: Longitud (Lm), Esporogonia, Ooquistes: Diámetro (DaO, DbO), grosor parietal (GpO), Esporoquistes, Número (Nes), longitud (laE), grosor parietal (GpE), Esporozoitos: Longitud total (LTez), ancho apical/central (Aez).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 21 individuos analizados de *L. panamensis* correspondieron a hembras en fase de desove, que presentaron las siguientes dimensiones corporales (intervalo de tallas): Longitud del manto dorsal: 66.16 ± 5.64 mm (rango: 28.7 - 88.2 mm), ancho del manto: 40.06 ± 3.22 mm (rango: 19.5 - 66.7 mm).

Descripción macroscópica

En las muestras frescas (n = 5) y fijadas en formol (n = 6) se identificaron nódulos blanquecinos iridiscentes con una longitud promedio de 0.39 ± 0.018 mm, oscilando entre 0.02 mm (mínimo) y 0.92 mm (máximo) (Figura 2).

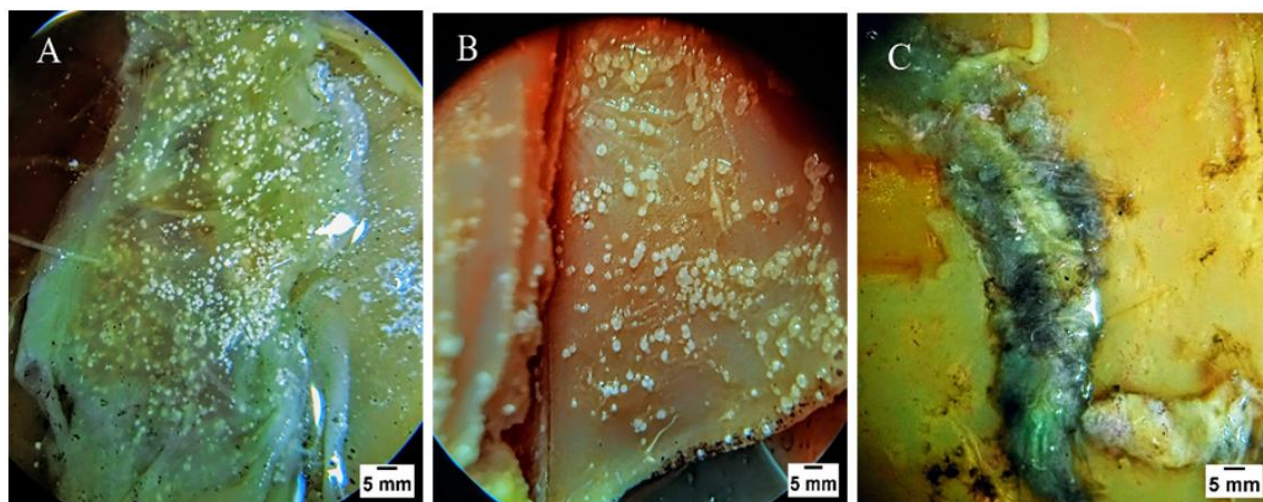


Figura 2. Localización macroscópica de los nódulos blanquecinos iridiscentes en las diferentes zonas de *Lolliguncula panamensis*. A) Zona VIII (ciego). B) Zona interior/ zona I/ subzona A y B (interior de las aletas). C) XI (estómago).

Los coccidios del género *Aggregata* son parásitos comunes en cefalópodos, con alta especificidad por su hospedero (Peñalver *et al.* 2008). En *L. panamensis*, los nódulos blanquecinos iridiscentes se localizaron no solo en el tracto digestivo, sino también en otros tejidos (Figura 2), sugiriendo un patrón de infección extraintestinal similar al reportado en *A. octopiana* y *A. polibraxiona* (Gestal 2000, Pascual *et al.* 2006). Esta característica podría indicar una infección avanzada, donde la colonización de órganos (ciego, estómago y esófago) habría inducido la dispersión del parásito hacia otros tejidos (Ibáñez *et al.* 2005).

La distribución y tamaño de los nódulos (0.02–0.92 mm) mostró variaciones significativas según la zona analizada. Los nódulos más grandes se localizaron en órganos digestivos (Figura 2), posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes y tiempo de retención del alimento, condiciones óptimas para el desarrollo del parásito (Domínguez *et al.* 2004). En contraste, los nódulos más pequeños se encontraron en tentáculos y brazos, zonas con menor aporte nutricional. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la capacidad de colonización y reproducción de *Aggregata* está directamente influenciada por las características del microhábitat (Ibáñez *et al.* 2005).

Descripción microscópica

El análisis histológico de cortes teñidos con hematoxilina-eosina y muestras frescas del ciego e intestino de *L. panamensis* reveló las distintas fases del ciclo reproductivo del parásito. Para la fase de gametogonia se identificaron dos tipos celulares característicos, 1) microgametos: Morfología ovalada ($1.42 \pm 0.06 \mu\text{m}$ de longitud; intervalo: 0.9–1.45 μm) con presencia de un único flagelo (Figura 3A); 2) macrogametos: células semiesféricas (9.82 μm de diámetro $\times$ 8.9 μm de ancho) con núcleo único, membrana definida y citoplasma de textura esponjosa (Figura 3B). Esporogonia. Se distinguieron dos estructuras clave: 1) Esporoquistes: De forma semiesférica ($12.83 \pm 0.43 \mu\text{m}$ de longitud; rango: 7.58–19.91 $\mu\text{m} \times 10.39 \pm 0.42 \mu\text{m}$ de ancho; intervalo: 6.26–16.9 μm) con pared de $0.85 \pm 0.08 \mu\text{m}$ de grosor (rango: 0.27–2.81 μm) (Figura 2C–E). Cada esporoquiste albergaba dos esporozoítos. 2) Esporozoítos: Vermiformes ($3.75 \pm 0.15 \mu\text{m}$ de longitud; rango: 2.98–4.26 μm), con dimensiones variables, ancho central: $0.67 \pm 0.04 \mu\text{m}$ (rango: 0.5–0.81 μm), ancho apical: $0.53 \pm 0.04 \mu\text{m}$ (rango: 0.34–0.62 μm), ancho contra apical: $0.37 \pm 0.04 \mu\text{m}$ (rango: 0.24–0.5 μm). Todos presentaban un núcleo apical único (Figura 3F).

La identificación de *Aggregata* se basa en caracteres morfológicos como las fases de desarrollo y las dimensiones de estructuras clave (Gestal *et al.* 2005, Colunga-Ramírez *et al.* 2021). En este estudio, se observaron las siguientes características: Gametogonia, macrogametos: Forma ovoide (9.82 $\times$ 8.9 μm) con citoplasma esponjoso y núcleo único, coincidiendo con descripciones previas (Gestal *et al.* 2005). Microgametos: Uniciliados ($1.42 \pm 0.06 \mu\text{m}$), a diferencia de los microgametos multinucleados de *A. polibraxiona* (Colunga-Ramírez *et al.* 2021). Esporogonia, esporoquistes: Ultraestructura lisa (7.58–19.91 μm de longitud; 6.26–16.9 μm de ancho) con una posible cápsula micropolar no descrita anteriormente (Figura 4). Esta estructura muestra similitudes con micrografías de *A. andresi* y *A. polibraxiona* (Gestal *et al.* 2000, Colunga-Ramírez *et al.* 2021). Esporozoítos: Vermiformes (2.98–4.26 μm), significativamente más pequeños que en otras especies del género y con solo dos individuos por esporoquiste (Figura 3).

Al comparar las características morfológicas de otras especies de *Aggregata* (Tabla 1) se observó que el parásito de *L. panamensis* difiere de otras especies de *Aggregata* en su menor número de esporozoítos por esporoquiste (2 vs. 3–22) y tamaño reducido (2.98–4.26 μm), características que podrían reflejar adaptaciones a su hospedero específico (Tabla 1).

El parasitismo por *Aggregata* spp. en *Lolliguncula panamensis* revela dinámicas ecológicas clave en los ecosistemas tropicales del Pacífico mexicano. En primer lugar, la alta prevalencia observada (100% en las muestras analizadas) sugiere una relación hospedero-específica (Castellanos-Martínez *et al.* 2019, Colunga-Ramírez *et al.* 2021, Ren *et al.* 2022, Wang *et al.* 2023, Colunga-Ramírez *et al.* 2025), posiblemente influenciada por las condiciones oceanográficas del Golfo de Tehuantepec y

por la presión pesquera que reduce la diversidad de hospederos alternativos. En segundo lugar, la presencia simultánea de todas las fases reproductivas del parásito en hembras desovantes podría indicar una sincronización con la estacionalidad reproductiva del hospedero, fenómeno previamente documentado en otros Apicomplexa de zonas tropicales. En tercer lugar, la infección por *Aggregata* podría funcionar como un bioindicador de estrés ecosistémico, vinculado a cambios en la disponibilidad de hospederos intermediarios por efectos de la variabilidad climática o la sobrepesca.

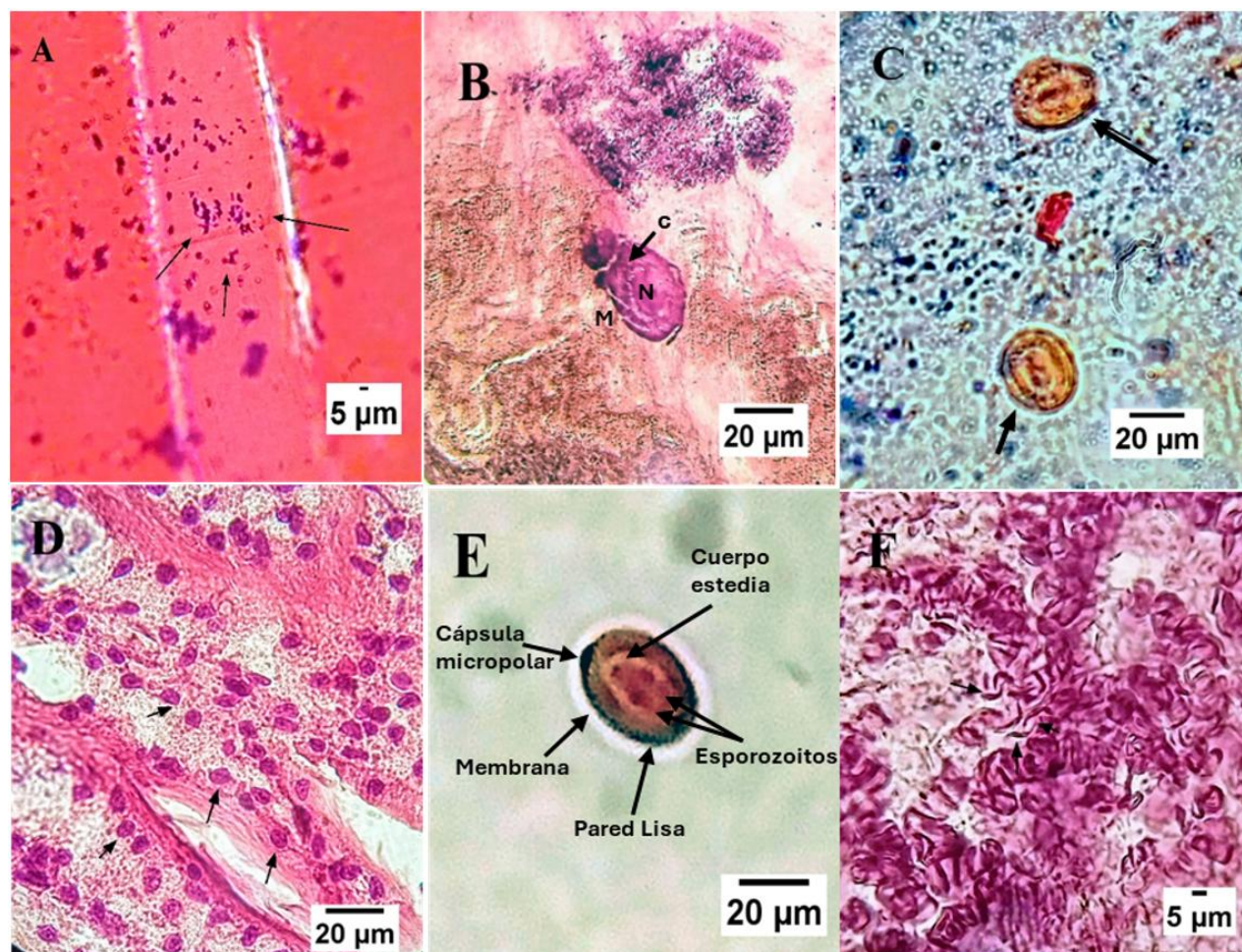


Figura 3. Descripción microscópica. A. Microgametos dispersos en el tejido (señalados con flechas). B. Macrogameto (M) mostrando un núcleo (N) y un citoplasma de aspecto esponjoso (C). C. Esporoquistes mostrando su pared lisa (señalado con flechas negras). D. Esporoquistes con 2 esporozoítos (señalados con flechas). E. Esporoquiste en fresco de *Aggregata* mostrando sus estructuras. F. Esporozoítos distribuidos en el tejido del calamar.

Los hallazgos morfológicos obtenidos en este estudio confirman la presencia de *Aggregata* spp. en *L. panamensis* del Golfo de Tehuantepec, aportando evidencia preliminar sobre su distribución y características estructurales. La descripción detallada de los nódulos y formas parasitarias, junto con la comparación con literatura reciente, permite situar este trabajo dentro del marco actual de la parasitología marina. Aunque las determinaciones taxonómicas se basaron en morfología, se reconoce que esta aproximación presenta limitaciones frente a la plasticidad fenotípica del parásito.

Por ello, se destaca la necesidad de complementar estos hallazgos con herramientas genéticas, particularmente mediante la secuenciación del gen 18S rRNA, lo que permitiría confirmar la identidad taxonómica de *Aggregata*, establecer relaciones filogenéticas confiables y fortalecer su uso como indicador ecológico en evaluaciones de salud de ecosistemas marinos tropicales. En conjunto, estos resultados contribuyen al conocimiento de las interacciones hospedero-parásito en cefalópodos y ofrecen una base para evaluar posibles implicaciones ecológicas y sanitarias en el manejo pesquero de la región.

Tabla 1. Características de especies de *Aggregata* descritas en cefalópodos y comparadas con los datos obtenidos en este trabajo. Los datos no disponibles se indican con ND. Tabla obtenida y modificada de Castellanos-Martínez *et al.* (2019).

Especie de <i>Aggregata</i>	Hospedero	Localidad	Esporoquistes			Esporozoitos		Referencias
			Longitud µm	Ancho µm	Ultraestructura	Longitud µm	Núm. de trofozoítos	
sp	<i>L. panamensis</i>	Golfo de Tehuantepec	7.58-19.91	6.26-16.9	Lisa	2.98-4.26	2	Este trabajo
<i>A. octopiana</i>	<i>Octopus vulgaris</i>	Mediterráneo	11-15	11-15	Espinosa	16-24	8	Gestal <i>et al.</i> (1999)
<i>A. octopiana</i>	<i>O. vulgaris</i>	Mar Mediterráneo	15-18	15-18	Espinosa	ND	8	Tedesco <i>et al.</i> (2017)
<i>A. octopiana</i>	<i>O. vulgaris</i>	Mar Adriático	11-13	11-13	Lisa	ND	8	Tedesco <i>et al.</i> (2017)
<i>A. octopiana</i>	<i>O. vulgaris</i>	Mar Jónico	10-12	10-12	Espinosa/Lisa	ND	8	Tedesco <i>et al.</i> (2017)
<i>A. sp</i>	<i>O. vulgaris</i>	Mar Adriático Mediterráneo	ND	ND	ND	ND	4-5.8	Mladineo y Bocina (2007) Mladineo y Joczic (2005)
<i>A. eberthi</i>	<i>Sepia officinalis</i>	Atlántico noroeste y oeste	8-9	ND	Lisa	15-17	3	Gestal <i>et al.</i> (2002a))
<i>A. dobelli</i>	<i>Enteroctopus dofleini</i>	Océano Pacífico	18-31	15-27	Lisa	18-23	9-22	Poynton <i>et al.</i> (1992)
<i>A. millerorum</i>	<i>O. bimaculoides</i>	Océano Pacífico noroeste	12-20	11-17	Lisa	18-31	8-10	Poynton <i>et al.</i> (1992)
<i>A. patagonica</i>	<i>Enteroctopus megalocyatus</i>	suroeste Atlántico	13	12	Lisa	18	8	Sardella <i>et al.</i> (2000)
<i>A. valdesensis</i>	<i>O. tehuelchus</i>	suroeste Atlántico	10	10	ND	17	4-8	Sardella <i>et al.</i> (2000)
<i>A. bathyterma</i>	<i>Vulcanoctopus hydrothermalis</i>	Pacífico noroeste	27-32	24-32	Lisa	49	14-17	Gestal <i>et al.</i> (2010)
<i>A. sagittata</i>	<i>Todarodes sagittatus</i>	noroeste Atlántico	16-18	15-17	Lisa	11-13	4-8	Gestal <i>et al.</i> (2000)
<i>A. andresi</i>	<i>Martialina hyadesi</i>	sudoeste Atlántico	9.5-10	8-8.5	Lisa	16-20	3	Gestal <i>et al.</i> (2005)
<i>A. kudoi</i>	<i>Sepia elliptica</i>	noroeste de la India	9.4 -14.5	ND	Lisa	16-18	6-12	Narasimhamurti (1979)
<i>A. polibraxiona</i>	<i>Octopus bimaculatus</i>	Golfo de California, México	12-24	11-22	Espinosa	16-26	11-13	Colunga -Ramírez <i>et al.</i> (2021)
<i>A. sinensis</i>	<i>Amphioctopus fangsiao</i>	Océano Pacífico Occidental	20.6	20.3	Espinosa	22.8	4-18	Ren y Zheng (2021)
	<i>Octopus minor</i>	Océano Pacífico Occidental	20.9	20.3		21.7	3-16	Ren y Zheng (2021)
<i>A. sinensis n. sp</i>	<i>Amphioctopus fangsiao</i>	Océano Pacífico Occidental	20.61	20.31	Lisa	22.77	7-18	Ren <i>et al.</i> (2021)
<i>A. sinensis n. sp</i>	<i>Octopus minor</i>	Océano Pacífico Occidental	20.90	20.26	Lisa	21.72	5-16	Ren <i>et al.</i> (2021)
<i>A. aspera n. sp</i>	<i>Amphioctopus ovulum</i>	Océano Pacífico Occidental	17.4	16.6	Espinosa	15.1	12-15	Wang <i>et al.</i> (2023)
<i>A. aspera n. sp</i>	<i>Amphioctopus marginatus</i>	Océano Pacífico Occidental	17.4	16.8		14.2	12-16	Wang <i>et al.</i> (2023)
<i>A. sp</i>	<i>O. bimaculatus</i>	Ensenada Baja California, Mexico	10-18	11-17	Espinosa	11-18	11	Colunga-Ramírez <i>et al.</i> (2025)

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Mar por el apoyo otorgado al proyecto titulado Análisis poblacional de coccidios *Aggregata* spp en relación con las características de su hospedero tres especies de calamares *Lolliguncula* del Subsistema Oaxaqueño, Golfo de Tehuantepec con Clave de Unidad Programática 2IG2203. Al proyecto "Calamares: recurso pesquero alternativo para la costa de Oaxaca" (CONACYT PN-15740). Por facilitar los ejemplares para este estudio.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos.

LITERATURA CITADA

- Alejo-Plata MC, Salgado-Ugarte I, Herrera-Galindo J, Meraz-Hernando J (2014) Biodiversidad de cefalópodos del Golfo de Tehuantepec, México, determinada a partir de muestreos directos y del análisis de la dieta de peces pelágicos grandes. *Hidrobiológica* 24(1): 57-68.
- Arizmendi-Rodríguez DI, Salinas-Zavala CA, Quiñónez-Velázquez C, Mejía-Rebollo A (2012) Abundancia y distribución del calamar dedal, *Lolliguncula panamensis* (Teuthida: Loliginidae), en el golfo de California. *Ciencias marinas* 38(1A): 31-45.
- Castellanos-Martínez S, Gestal C, Pascual S, Mladineo I, Azevedo C (2019) Protist (Coccidia) and related diseases In: Gestal C, Pascual S, Guerra A, Fiorito G, Vieites JM (eds) *Handbook of pathogens and diseases in cephalopods*. Springer. Switzerland. pp 143-150. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11330-8>
- Castellanos-Martínez S, Pérez-Losada M, Gestal C (2013) Molecular phylogenetic analysis of the coccidian cephalopod parasites *Aggregata octopiana* and *Aggregata eberthi* (Apicomplexa: Aggregatidae) from the NE Atlantic coast using 18S rRNA sequences. *European Journal of Protistology* 49(3): 373-380. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2012.11.005>
- Colunga-Ramírez GE, Camino Gestal, Castellanos-Martínez S (2025) Do sibling hosts harbor sibling parasites? The case of *Aggregata* sp. (Apicomplexa: Aggregatidae) infecting *Octopus bimaculoides* Pickford and McConnaughey, 1949 in the northwest Mexican Pacific. *Journal of Invertebrate Pathology* 213: 108416. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2025.108416>.
- Colunga-Ramírez GE, Martínez-Aquino A, Flores-López CA, Gestal C, Azevedo C, Castellanos-Martínez S (2021) *Aggregata polibraxiona* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae) from *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883 (Mollusca: Cephalopoda) from the Gulf of California, Mexico. *European Journal of Protistology* 81: 125825. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2021.125825>
- Gestal C, Guerra A, Pascual S, Azevedo C (2002a) On the life cycle of *Aggregata eberthi* and observations on *Aggregata octopiana* (Apicomplexa, Aggregatidae) from Galicia (NE Atlantic). *European Journal of Protistology* 37(4): 427-435. <https://doi.org/10.1078/0932-4739-00817>

- Gestal C, De La Cadena MP, Pascual S (2002b) Mal absorption syndrome observed in the common *octopus vulgaris* infected with *Aggregata octopiana* (Protista: Apicomplexa). *Diseases of aquatic organisms* 51(1): 61-65. <https://doi.org/10.3354/dao051061>
- Gestal C, Guerra A, Abollo E, Pascual S (2000) *Aggregata sagittata* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae), a coccidian parasite from the European flying squid *Todarodes sagittatus* (Mollusca: Cephalopoda). *Systematic Parasitology* 47: 203-206. <https://doi.org/10.1023/A:1006400619047>
- Gestal C, Nigmatullin CM, Hochberg FG, Guerra A, Pascual S (2005) *Aggregata andresi* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae) from the ommastrephid squid *Martialia hyadesi* in the SW Atlantic Ocean and some general remarks on *Aggregata* spp. in cephalopod hosts. *Systematic Parasitology* 60: 65-73. <https://doi.org/10.1007/s11230-004-1385-6>
- Gestal C, Pascual S, Corral L, Azevedo C (1999) Ultrastructural aspects of the sporogony of *Aggregata octopiana* (Apicomplexa, Aggregatidae), a coccidian parasite of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) from NE Atlantic coast. *European Journal of Protistology* 35(4): 417-425. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(99\)80051-0](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(99)80051-0)
- Gestal C, Pascual S, Hochberg FG (2010) *Aggregata bathytherma* sp. nov. (Apicomplexa: Aggregatidae), a new coccidian parasite associated with a deep-sea hydrothermal vent octopus. *Diseases of aquatic organisms* 91(3): 237-242. <https://doi.org/10.3354/dao02264>
- Ibáñez CM, Pardo-Gandarillas MC, George-Nascimento M (2005) Uso del microhábitat por el protozoo parásito *Aggregata patagonica* en Sardella, Ré & Timi, 2000 (Apicomplexa: Aggregatidae) en su hospedador definitivo, el pulpo *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852) (Cephalopoda: Octopodidae) en el sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78(3): 441-450. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2005000300007>
- Kristmundsson Á, Freeman MA (2018) Harmless sea snail parasites cause mass mortalities in numerous commercial scallop populations in the northern hemisphere. *Scientific Reports* 8(1): 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26158-1>
- León-Guzmán SS, Guzmán-Intzin H, Alejo-Plata M del C (2020) Cefalópodos de la fauna de acompañamiento en la pesca de arrastre del camarón en el Golfo de Tehuantepec, México. *Ciencia Pesquera* 28(1-2): 7-15.
- Mladineo I, Bocina I (2007) Extraintestinal gamogony of *Aggregata octopiana* in the reared common octopus (*Octopus vulgaris*) (Cephalopoda: Octopodidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 96(3): 261-264. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.05.010>
- Mladineo I, Jozic M (2005) *Aggregata* infection in the common octopus, *Octopus vulgaris* (Linnaeus, 1758), Cephalopoda: Octopodidae, reared in a flow-through system. *Acta Adriatica* 46(2): 193-199.
- Narasimhamurti CC (1979) The eimeriid *Aggregata kudoi* n. sp. from *Sepia eliptica*. *Angewandte Parasitology* 20(3): 154-158. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1006400619047.pdf>
- Pascual S, González AF, Guerra A (2006) Unusual sites of *Aggregata octopiana* infection in octopus cultured infloating cages. *Aquaculture* 254(1-4): 21-23. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.10.014>
- Poynton S, Reimschuesse R, Stoskopf MK (1992) *Aggregata dobelli* n. sp. and *Aggregata millerorum* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae) from two species of octopus (Mollusca: octopodidae) from the Eastern North Pacific Ocean. *Journal of Protozoology* 39(1): 248-256. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1992.tb01309.x>
- Ren J, He W, Wang L, Tang Y, Zheng X (2021) Morphological and molecular characterization of a new species of *Aggregata* (Apicomplexa: Aggregatidae) infecting *Octopus sinensis*. *Oceanologia Limnologia Sinica* 52(5): 1321-1331. <https://doi.org/10.11693/hyhz20210200052>
- Ren J, Zheng X (2021) *Aggregata sinensis* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae), a new coccidian parasite from *Amphioctopus fangsiao* and *Octopus minor* (Mollusca: Octopodidae) in the Western Pacific Ocean. *Parasitology Research* 121(1): 373-381. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07389-0>

- Ryan KJ, Ray C (2017) Apicomplexa y microsporidios. In: Rivera Muñoz B, Ryan KJ, Ray C (eds) Sherris Microbiología médica. 6 ed. McGraw Hill Education. New York, USA. pp: 1-30.
- Sardella NH, Ré ME, Timi JT (2000) Two new *Aggregata* species (Apicomplexa: Aggregatidae) infecting *Octopus tehuelchus* and *Enteroctopus megalocyatus* (Mollusca: Octopodidae) in Patagonia. Argentina. Journal of Protozoology 86(5): 1107-1113. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2000\)086\[1107:TNASAA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086[1107:TNASAA]2.0.CO;2)
- Tedesco P, Gestal C, Begic K, Castellanos-Martínez S, Catanese G, Mladineo I, Fiorito G (2017) Morphological and molecular characterization of *Aggregata* spp. Frenzel 1885 (Apicomplexa: Aggregatidae) in *Octopus vulgaris* Cuvier 1797 (Mollusca: Cephalopoda) from Central Mediterranean. Protist 168(5): 636-48. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2017.08.002>
- Wang L, Ren J, Zheng X (2023) Morphological and molecular analysis of *Aggregata aspera* n. sp. (Apicomplexa: Aggregatidae) in *Amphioctopus ovulum* and *Amphioctopus marginatus* (Mollusca: Cephalopoda) from the Western Pacific Ocean. European Journal of Protistology 88: 125957. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2023.125957>