

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS



T E S I S

**Análisis histológico gonadal del tipo de reproducción del camarón
renacuajo *Triops* (Branchiopoda: Notostraca) de México: hacia una
propuesta de manejo**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA:**

HUMBERTO GARCÍA VELAZCO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

FEBRERO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS
MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

TESIS

Análisis histológico gonadal del tipo de reproducción
del camarón renacuajo *Triops* (Branchiopoda: Notostraca) de México:
hacia una propuesta de manejo.

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

HUMBERTO GARCÍA VELAZCO

APROBADA:

COMISIÓN DE TESIS



DR. ALEJANDRO MAEDA MARTÍNEZ

DIRECTOR



DR. FAUSTINO CAMARENA ROSALES

SINODAL



DR. GORGONIO RUIZ CAMPOS

SINODAL



DR. GOPAL MURUGAN

SINODAL

RESUMEN

Se realizó un análisis histológico gonadal de 22 poblaciones del camarón renacuajo *Triops* del norte de México. De las nueve especies (y 19 haplotipos) representadas por las poblaciones de estudio, siete de ellas se caracterizan por su reproducción sexual androdióica, sus individuos generalmente con ovisacos, y ser anatómicamente hermafroditas facultativos capaces de autofertilizarse y de cruzarse con machos que ocurren en baja proporción. Asimismo, se encontró que dos especies, una procedente de Aguascalientes y la otra de Durango exhibieron una reproducción sexual gonocórica. Estos datos indican que el 80% o más de las especies que concurren en el norte de México son del tipo hermafrodita autocompatible facultativa de cruzarse con machos. La mayor frecuencia de poblaciones y especies con reproducción sexual uniparental o hermafrodita en comparación con aquellas de reproducción sexual biparental en estos notostracos puede ser tomada como una evidencia del mayor nivel de éxito que tienen los hermafroditas sobre los gonocóricos en cuerpos de agua temporales. Sin embargo, la incidencia de un bajo porcentaje de machos en las poblaciones de hermafroditas sugiere que la reproducción no es estrictamente uniparental. Dados los antecedentes sobre el uso y manejo de *Triops*, parece apropiado el promover el uso de especies hermafroditas encontradas en esta investigación como candidatas potenciales para aplicarse como controladores de larvas de mosquitos, así como alimento de peces y crustáceos de importancia económica.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Facultad de Ciencias, donde cursé mis estudios de maestría.

Al comité tutorial de tesis: Dr. Alejandro M. Maeda Martínez, Dr. Gorgonio Ruiz Campos, Dr. Gopal Murugan, Dr. Faustino Camarena Rosales y M. en C. Ernesto Campos González.

A la M. en C. María del Carmen Rodríguez Jaramillo, responsable del Laboratorio de Histología e Histoquímica del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por la asesoría y apoyo brindado para la obtención y análisis de las preparaciones histológicas; así mismo agradezco al personal del mismo laboratorio Teresa Arteché, Sofía Ramos, Adriana Greene y Eulalia Meza por su asistencia en la elaboración de las preparaciones histológicas.

A la M. en C. Hortencia Obregón Barboza, responsable del Laboratorio de Carcinología del CIBNOR por el apoyo técnico brindado en el cultivo de los organismos, en la toma de fotografías digitales de gónadas, así como por sus críticas y comentarios a la presente investigación.

A Adriana Landa, Gerardo Hernández y Oscar Armendáriz del Departamento de Diseño Gráfico y Fotografía del CIBNOR por su ayuda en la preparación e impresión de las figuras de la presente tesis.

Al CIBNOR, por las facilidades prestadas para llevar a cabo en sus laboratorios los estudios histológicos de la tesis.

Esta investigación de tesis se desarrolló como parte de los proyectos "Biología y cultivo de Branquiópodos", "Biodiversidad del Noroeste de México" apoyados por el

CIBNOR y "Molecular systematics of the living fossil *Triops* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca) from México" (clave CONACYT 35137-V) apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el CIBNOR.

A mis compañeros y amigos de la generación de la maestría: Claudia, Laura, Lourdes, Liz, Patricia, Sonia y Alex.

A los docentes de la maestría, por compartir sus conocimientos.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	6
2.1. Revisión de la histología gonadal de los Notostraca	10
2.1.1. Aspectos generales	10
2.1.2. Ovarios	12
2.1.3. Testículos	14
2.1.4. Ovariotestis	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos específicos	16
4. HIPÓTESIS	16
5. MATERIAL Y MÉTODOS	18
5.1. Fijación de material	18
5.2. Preparación de laminillas histológicas	18
5.2.1. Deshidratación	18
5.2.2. Inclusión en parafina	20
5.2.3. Corte y montaje	20
5.2.4. Tinción de Hematoxilina-Eosina (de Harris)	20
5.2.5. Tinción de Fulgen-azul de picrometil	21
5.2.6. Análisis histológico gonadal	22
5.2.7. Presentación de resultados	22

6. RESULTADOS	24
6.1. <i>Triops</i> sp. A	24
6.1.1. Haplotipo: 59BCN	24
6.1.2. Haplotipo: 05BCN	27
6.2. <i>Triops</i> sp. B	30
6.2.1. Haplotipo: 22BCS	30
6.2.2. Haplotipo: 27BCS	32
6.3. <i>Triops</i> sp. C	36
6.3.1. Haplotipo: 09COAH	36
6.3.2. Haplotipo: 09COAH	38
6.3.3. Haplotipo: 09COAH	41
6.4. <i>Triops</i> sp. D	44
6.4.1. Haplotipo: 12DGO	44
6.4.2. Haplotipo: 14DGO	47
6.5. <i>Triops</i> sp. E	50
6.5.1. Haplotipo: 02BCS	50
6.5.2. Haplotipo: 13BCS	53
6.5.3. Haplotipo: 38BCS	55
6.5.4. Haplotipo: 27SON	58
6.5.5. Haplotipo: 31SON	61
6.5.6. Haplotipo: no determinado	64
6.6. <i>Triops</i> sp. F	67
6.6.1. Haplotipo: 96BCN	67
6.7. <i>Triops</i> sp. G	70

6.7.1. Haplotipo: 06COAH	70
6.7.2. Haplotipo: 06COAH	72
6.7.3. Haplotipo: 06COAH	75
6.8. <i>Triops</i> sp. H	79
6.8.1. Haplotipo: 10COAH	79
6.8.2. Haplotipo: 14SLP	81
6.8.3. Haplotipo: 14SLP	84
6.8.4. Haplotipo: 32CHIH	86
6.9. <i>Triops</i> sp. I	89
6.9.1. Haplotipo: 12AGS	89
7. DISCUSIÓN	92
8. CONCLUSIONES	96
9. LITERATURA CITADA	98

1. INTRODUCCIÓN

El orden Notostraca (camarón renacuajo) está compuesto por la familia Triopsidae, con dos géneros conocidos, *Triops* Schrank y *Lepidurus* Leach. El género *Triops* se encuentra en todos los continentes, excepto la Antártica (Belk, 1982). Sus hábitat naturales son cuerpos de agua efímeros caracterizados por condiciones físicas y químicas extremas. *Triops* se alimenta principalmente de algas, bacterias, protozoarios, rotíferos y detritus. También se le ha observado ingiriendo renacuajos muertos, lombrices, moluscos y huevos de ranas. *Triops* es considerado un "fósil viviente" porque ha tenido un mínimo de cambios morfológicos en 170 millones de años (Longhurst, 1955a).

Packard (1871) describió *Triops lucasanus* de Cabo San Lucas, Baja California Sur, y *Triops aequalis* de Matamoros (sin mencionar estado). Richard (1895) reportó *T. aequalis* de la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Linder (1952) colocó estas dos especies como sinónimos de *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846). De acuerdo al inventario de Maeda-Martínez (1991), *Triops* sp. (citado como *T. longicaudatus*) ha sido reportado principalmente de las regiones áridas y semiáridas de los estados del norte y centro de México: Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas y el Distrito Federal. Maeda-Martínez *et al.* (1997) añadieron Baja California (Norte) a la lista de estados donde se distribuye *Triops*. Recientemente, Maeda-Martínez *et al.* (2002) reportaron que *Triops* sp. se conoce en México de 124 localidades distribuidas en 17 estados, y adicionaron a Jalisco, Oaxaca y Sonora como nuevos registros estatales.

Linder (1952) propuso que todas las especies descritas de *Triops* del continente Americano, incluido México, fueran sinónimos de una sola especie, *T. longicaudatus*. Sassaman *et al.* (1997) demostraron por electroforesis de isoenzimas y análisis morfológicos de poblaciones de EE. UU., que esta especie es una mezcla de al menos dos especies aisladas reproductivamente. Bajo este nuevo escenario, el problema de cuántas especies de *Triops* concurren en México se encuentra sin resolver, a pesar que la distribución del género en este país es bien conocida (Maeda-Martínez, 1991; Maeda-Martínez *et al.*, 1997; Maeda-Martínez *et al.*, 2002). Basados en morfología, Sassaman *et al.* (1997) reportaron la presencia de hembras de "cuerpo corto" de *Triops "longicaudatus"* y hembras de *T. "newberryi"* de Baja California. Sin embargo, un estudio reciente de sistemática molecular demuestra la presencia en México de por lo menos 25 haplotipos (12S + COI ADNmt) diferentes, representando por lo menos a 10 especies (Obregón-Barboza, 2005).

Los Notostraca se conocen por exhibir un gran polimorfismo externo, haciendo la delimitación de especies una tarea difícil. Linder (1952) y Longhurst (1955a) revisaron la taxonomía del género *Triops* y reconocieron sólo cuatro especies de un grupo de alrededor de 45 especies nominales. Hasta hace pocos años, la clasificación de Linder (1952) y Longhurst (1955a) fue ampliamente usada; sin embargo, los estudios genéticos de Sassaman *et al.* (1997), King y Hanner (1998) y Suno-Uchi *et al.* (1997) han demostrado que la clasificación de Linder y Longhurst no debe ser aceptada.

Actualmente, la sistemática de los Notostraca es un tema complejo de investigación, dado los recientes descubrimientos en *Triops* de la existencia de

diferentes tipos de reproducción (Sassaman, 1989, 1991, 1995; Sassaman y Weeks, 1993). De acuerdo a estos autores, en los Notostraca se presentan al menos dos tipos de reproducción: la reproducción gonocórica que requiere de machos y hembras (cruzamiento obligado) y la reproducción androdioica, en la que participan machos (genotipo en el locus determinante del sexo (s/s)), hermafroditas amfigénicos (S/s) y hermafroditas monogénicos (S/S). Los hermafroditas amfigénicos y monogénicos tienen ovariotestis y pueden producir descendencia tanto uniparentalmente o por cruzamiento con un macho (Sassaman, 1991). De la misma manera Weeks *et al.* (2005) encontraron a partir de análisis histológicos que los individuos con ovisacos de *Eulimnadia agassizii* presentan tejido testicular en la parte posterior de sus gónadas, por lo que consideraron que esta especie tiene reproducción androdioica. Tal y como lo realizaron con *Eulimnadia texana* al encontrar ovariotestis en sus gónadas (Zucker *et al.*, 1997).

La determinación del tipo de reproducción de las poblaciones de *Triops* es importante tanto para entender los diferentes tipos de especie (Sassaman, 1991; Maeda-Martínez *et al.*, 2000), como para proponer estrategias de su manejo o aprovechamiento (Obregón-Barboza *et al.*, 2001). Actualmente no existe un manejo de los notostracos mexicanos con fines de aprovechamiento por el desconocimiento de sus características biológicas básicas como es su identidad taxonómica y tipo de reproducción. De acuerdo a las revisiones realizadas por Zaffagnini y Trentini (1980), las gónadas de individuos de varias poblaciones sin machos de diferentes países han sido histológicamente caracterizadas para elucidar el tipo de reproducción. La presencia de zonas testiculares en tejido ovárico se ha tomado como un indicador de

reproducción hermafrodita (Barnard, 1895; Longhurst, 1955b). De esta forma se han reportado hermafroditas en *Triops cancriformis* de Europa, *T. "longicaudatus"* de California y Japón y en varias poblaciones de *Lepidurus* (Longhurst, 1955a; Akita, 1971; Zaffagnini y Trentini, 1980).

Los branquiópodos pueden ser aprovechados a escala industrial tal como sucede con el camarón de salmuera *Artemia* (Sorgeloos, 1980). Por otro lado, la pesquería en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, México del branquiópodo conostraco conocido localmente como "conchilla", ha registrado cosechas de hasta 200 toneladas por año, lo cual representa un ingreso económico adicional para los pescadores (Martínez *et al.*, 2002). En la utilización de las poblaciones del género *Triops* para fines de control biológico o en la acuicultura se ha recomendado utilizar para ello especies nativas y así evitar la introducción de especies exóticas (Obregón-Barboza *et al.*, 2001). Estos autores estudiaron el potencial reproductivo de varias cepas uniparentales de Baja California Sur y encontraron que *Triops* de forma corta produce un promedio de 5821 quistes en 20 días, con puestas individuales diarias de hasta 1231 quistes, así como una rápida maduración de seis días.

La presente investigación de tesis comprende el análisis histológico gonadal de los diferentes tipos individuos que ocurren en *Triops* (i.e. hembras gonocóricas, hermafroditas putativos y machos) de 22 poblaciones mexicanas representantes de 19 haplotipos. Con base en esta información se infiere el tipo de reproducción de la población (gonocórica ó hermafrodita). Esta tesis, forma parte de un proyecto general que se enfoca al estudio de la identidad, diversidad, filogenia y aprovechamiento de las especies de *Triops* en México, a través de análisis

moleculares, histológicos, morfológicos, reproductivos y ecológicos (Maeda-Martínez, 2001). La meta de este trabajo es contribuir a la definición del número de especies que ocurren en el país y establecer cuál es su estado de conservación y cuales de ellas podrían ser utilizadas con fines productivos en acuicultura, ya sea en forma de cultivos para obtención de biomasa o para la producción de quistes, así como para la utilización de control de las poblaciones de mosquitos.

2. ANTECEDENTES

En 1891 y 1895, Bernard estudió tres especies diferentes de notostracos (*Lepidurus glacialis*, *Lepidurus productus* y *Triops cancriformis*), y reportó que todas ellas presentaban células espermáticas en los tubos genitales, por lo que concluyó que existía evidencia de una reproducción hermafrodita. Posteriormente, Longhurst (1955b) describió la reproducción y citología de los Notostraca, y reportó poblaciones con reproducción gonocórica (citada como bisexual) con reproducción hermafrodita. Longhurst (1955a) en su revisión sistemática de *Triops* y *Lepidurus*, reportó a *Triops cancriformis*, *T. longicaudatus*, *Lepidurus apus* y *L. articus* como especies con reproducción gonocórica (citada como bisexual) y con reproducción hermafrodita, mientras que a *Triops australiensis*, *T. granarius*, *Lepidurus batesoni* y *L. lemmoni* (citada como *L. lynchi*) como especies con reproducción gonocórica (citada como bisexual). Jézéquel (1921), observó una diferencia significativa en la proporción de machos con respecto a las hembras (323 machos y 63 hembras) en una población de *Lepidurus productus* (citado como *Apus*) en Francia, aunque no reportó el tipo de reproducción que presentaba la población. Grigarick *et al.* (1961), realizaron un estudio sobre el control de la población de *Triops* en campos de arroz en California, y reportaron que *T. longicaudatus* presentaba tanto reproducción gonocórica (citada como bisexual) como hermafrodita.

En un artículo sobre la historia natural de *Triops cancriformis* de Polonia, Hempel-Zawitkowska (1967) describió la fecundidad e histología gonadal de esta especie y concluyó, a pesar de observar tejido similar a testículo, que las poblaciones estudiadas de esta especie se reproducían por partenogénesis. Akita

(1971), en un trabajo sobre reproducción de *Triops longicaudatus*, señaló que en Japón concurren dos razas de *Triops longicaudatus*, una de las cuales presenta ambos sexos y la otra sin machos; la raza sin machos presentaba dos tipos de individuos, uno con un bien desarrollado lóbulo testicular unido al ducto folicular, mientras que el otro tipo de individuo mostraba un lóbulo testicular rudimentario.

Zaffagnini y Rossi (1980) estudiaron a 24 individuos de una población sin machos de *Triops cancriformis* en Italia. En todos los individuos examinados encontraron la presencia de ovariotestis, con un hermafroditismo variable; estos lóbulos testiculares presentes en los túbulos somáticos, no presentaban una distribución uniforme a lo largo del sistema reproductor, pero casi siempre estaban presentes detrás del oviducto eferente. Debido a lo anterior, estos autores consideraron la presencia de una disminución gonadal de lóbulos testiculares en la parte anterior y un incremento hacia la parte posterior del oviducto eferente.

Longhurst (1955c) mencionó que la reproducción hermafrodita en *Triops*, estaba relacionada con su ámbito de distribución; las poblaciones *Triops cancriformis* de Europa y el norte de África están en tres categorías. Las del sur como, gonocóricas (citado como bisexuales), mientras que en el centro había una presencia irregular de machos y en el norte, poblaciones hermafroditas. En tanto que Zaffagnini y Trentini (1980) reportaron que el tipo de reproducción del camarón renacuajo *Triops cancriformis* de Europa estaba relacionado con la latitud de su distribución: i.e. en poblaciones del norte de Europa, la presencia de machos era nula o rara; en poblaciones de Europa central, el número de machos era inferior al de las hembras; en tanto que en poblaciones del sur y oeste de Europa y norte de África, la proporción sexual (machos: hembras) era cercano a 1:1. De acuerdo con

estos autores las poblaciones de *Triops cancriformis* del norte de Europa presentan una reproducción hermafrodita autogámica, mientras que las poblaciones del sur de Europa y norte de África son gonocóricas (citadas como bisexuales), aunque, en España hay poblaciones hermafroditas autogámicas. Takahashi (1977), señaló que en Japón están presentes tres especies: *Triops cancriformis* con reproducción hermafrodita, *T. granarius* con reproducción gonocórica (citado como bisexual), y *T. longicaudatus* con reproducción hermafrodita. De la misma manera, Takahashi (1994) mencionó que el género *Triops* comprende a cuatro especies: *Triops longicaudatus* que concurre en Norte América y Oceanía y presenta una reproducción gonocórica (citado como bisexual) y hermafrodita, en Asia *T. granarius* presenta una reproducción gonocórica (citado como bisexual), para el sur de Europa *T. cancriformis* de reproducción gonocórica (citado como bisexual) y con reproducción hermafrodita para las poblaciones situadas al norte de Europa y en Japón. Las poblaciones de *T. australiensis* que habitan en Australia y Madagascar presentan una reproducción gonocórica (citado como bisexual).

Engelmann *et al.* (1996) realizaron estudios etológicos, morfológicos en 29 individuos de *Triops cancriformis* de dos localidades de Alemania localizadas al norte de los 50 grados latitud norte. La presencia de tres machos se corroboró histológicamente a través de sus gónadas y no se encontró evidencia histológica de individuos hermafroditas, por lo que los autores sugirieron que las poblaciones alemanas, no son clonales sino que son hermafroditas facultativas. También por primera vez se registró la presencia de reproducción sexual biparental en

poblaciones europeas de *Triops cancriformis* en latitudes más allá del paralelo 50° N (Engelmann *et al.*, 1996).

Trentini y Scanabissi (1982) a través de microscopía electrónica, estudiaron las células del ducto folicular así como la formación de la concha de los huevos y la reproducción en *Triops cancriformis*; a pesar que encontraron lóbulos testiculares, estos autores consideraron que la población tiene una reproducción partenogenética ya que presenta una forma rudimentaria de hermafroditismo. Tommasini *et al.* (1989) en su estudio del desarrollo de la concha del huevo de *Triops cancriformis* trabajaron con poblaciones italianas sin machos y señalaron que las gónadas femeninas de esta especie son anatómicamente hermafroditas rudimentarias.

Engelmann *et al.* (1997) realizaron un estudio con microscopía de transmisión (TEM) de las gónadas de hembras y machos de *Triops cancriformis* en poblaciones que se encontraban al norte de Alemania. En las hembras estudiadas no se encontraron evidencias de lóbulos testiculares, mientras que en los machos se encontraron indicios de degeneración en los espermatozoos. Por lo que estos autores concluyeron que las poblaciones examinadas de esta especie se reproducían biparentalmente o por partenogénesis, más que por hermafroditismo.

Recientemente, Scanabissi y Mondini (2002a) realizaron una investigación en poblaciones italianas de *Limnadia lenticularis* y el notostraco *Lepidurus apus lubbocki* para verificar la condición sexual a través de estudios morfológicos de la gametogénesis, estructura gonadal y la formación de la concha del huevo y encontraron que *Limnadia lenticularis* es una especie hermafrodita y no

partenogenética como algunos autores señalaban, mientras que *Lepidurus apus lubbocki* presenta reproducción biparental y no reproducción hermafrodita.

En un estudio sobre la biología reproductiva de branquiópodos de Italia Scanabissi y Mondini (2002b), analizaron machos de *Lepidurus apus lubbocki* y *Triops longicaudatus* para determinar el verdadero funcionamiento de las células germinales del macho y sus implicaciones sexuales así como sus estrategias de reproducción. Encontraron evidencias de que el macho de *Lepidurus apus lubbocki* no es funcional sexualmente por lo que concluyeron que esta especie se debía reproducir por partenogénesis; mientras que en el caso del macho de *Triops longicaudatus* encontraron que los lóbulos testiculares y los espermatoцитos si eran funcionales.

2.1. Revisión de la histología gonadal de los Notostraca

2.1.1. Aspectos generales

La reproducción en los Branchiopoda es compleja y ha sido objeto de numerosos estudios. La mayoría de las especies del orden Anostraca exhiben una reproducción sexual biparental (gonocórica), aunque en algunas formas se observa la reproducción asexual partenogenética como en *Artemia* (Wolfe, 1971; Fryer, 1987c; Belk, 1991; Criel, 1991; Martin, 1992). Wolfe (1971) señaló que el reporte de partenogénesis en otros géneros distintos a *Artemia* podría ser incorrecto. Por otro lado, los camarones del orden Notostraca exhiben una reproducción sexual biparental (gonocórica) o uniparental (hermafrodita). Según Longhurst (1954, 1955) y Fryer (1987c, 1988) en algunas especies el tipo de reproducción parece relacionarse

con su situación latitudinal. Fryer (1987c, 1988) ha sugerido que la mayoría de los casos de partenogénesis reportados para los Notostraca son incorrectos. Sin embargo, Zaffagnini y Trentini (1980) presentaron evidencias de partenogénesis automítica en poblaciones europeas de *Triops cancriformis*, denominándolas en un estado de hermafroditismo rudimentario. Parte de su razonamiento se basó en evidencias previas de partenogénesis automítica de otro branquiópodo del orden Spinicaudata, *Limnadia lenticularis*, una especie que, como ciertos notostracos, presenta lóbulos testiculares entre el tejido ovárico (Zaffagnini, 1969). La mayoría de las poblaciones de espinicaudatos son de reproducción sexual biparental, aunque no es raro encontrar poblaciones con un radio sexual dominado por individuos productores de huevos o quistes. La reproducción uniparental se conoce en espinicaudatos de la familia Limnadiidae (Sassaman, 1989). En el género *Limnadia*, la presencia de machos es rara o desconocida. De manera similar, en organismos del orden Cyclesthera (*Cyclestheria*), la presencia de machos es rara. Por ejemplo, no se conocen machos en las poblaciones de *Cyclestheria* de Australia (Timms, 1986) e India (Nair, 1968), aunque si son conocidos en algunas poblaciones de Norte América (Sissom, 1980). De manera general, dependiendo de la población y la estación del año, *Cyclestheria* se puede reproducir tanto por reproducción sexual biparental que finaliza en la producción de quistes, o por reproducción partenogenética que finaliza en el desarrollo de huevos en un ovisaco dorsal (Martin, 1992). Finalmente, los branquiópodos del orden Laevicaudata siempre exhiben individuos de ambos sexos, por lo que se asume que su reproducción es sexual biparental (Martin, 1992).

Las gónadas de los Notostraca han sido estudiadas por varios investigadores. Hace más de 200 años, Shaeffer (1756, en Longhurst, 1955b) publicó una monografía basada en material de *Triops* y *Lepidurus*, en la cual incluyó descripciones y esquemas de las gónadas, así como las etapas de eclosión de los quistes y el desarrollo larval. En 1857, Kozubowski esquematizó y describió los testículos de *Triops cancriformis* (Bosc), reportando a los espermatozoides como cuerpos redondos e inmóviles (Longhurst, 1955b). Siebold en 1871, publicó una revisión sobre la ovogénesis, la cual posteriormente fue actualizada por los trabajos de Bernard (1892), Moore (1893) y von Zograf (1906) (Longhurst, 1955b). Longhurst (1955b) describió las gónadas masculinas y femeninas de *Triops cancriformis*, *T. granarius*, *T. longicaudatus* y *T. australiensis*. Casi medio siglo después, Scanabissi y Mondini (2002b) describieron las gónadas masculinas de los notostracos *Lepidurus apus lubbocki* de Italia, y *Triops longicaudatus* de California, EE.UU.

2.1.2. Ovarios

Las gónadas femeninas de *Triops cancriformis* son un par de ovarios que se encuentran en el hemocele a ambos lados del canal alimenticio (Longhurst, 1955b; Trentini y Scanabissi, 1982). Hempel-Zawitkowska (1967) mencionó que en las hembras adultas, los ovarios y oviductos se sitúan en gran parte del hemocele en la región abdominal y del cefalotórax, ubicándose desde el segundo par de patas hasta los últimos tres o cuatro anillos corporales. Esta autora, señaló que el volumen que ocupan las gónadas es grande y que junto con el tracto digestivo llena en gran parte el hemocele. Los oviductos eferentes desembocan en un ovisaco en cada uno de los

toracópodos del onceavo par (Wingstrand, 1978; Tommasini *et al.*, 1989; Martin, 1992; Tommasini y Scanabissi, 1992). Los ovarios presentan internamente un oviducto principal colector de oocitos, huevos fertilizados y/o quistes en formación, el cual se conecta al oviducto eferente (Longhurst, 1955b). Cuando el oviducto esta completamente lleno de huevos, su pared se presenta como una membrana delgada y translúcida (Hempel-Zawitkowska, 1967). Del oviducto principal existen muchas ramificaciones llamadas ductos foliculares formados de epitelio simple que da lugar a pequeñas células redondeadas, que aparentemente ocluyen el lumen del ducto formando las regiones germinales o folículos, los cuales se componen de tétradas celulares; dichas tétradas se conforman de un oocito y tres células nodrizas (Longhurst, 1955b). El desarrollo de las tétradas se observa con un incremento en tamaño formando una protuberancia lateral en el ducto folicular (Longhurst, 1955b). La pared del ducto folicular esta compuesta de epitelio simple formado de células somáticas columnares, las cuales secretan la sustancia formadora de la concha del huevo (Longhurst, 1955b; Scanabissi y Mondini, 2002a). Este epitelio puede ser elástico al pasar los oocitos o huevos por el ducto folicular en dirección al oviducto principal (Longhurst, 1955b), con la capacidad de reducirse de 30 a 3 micrómetros (Trentini y Scanabissi, 1982). El oviducto principal, que funciona como un saco conductor y de almacenamiento de oocitos y huevos, consta de un epitelio de células planas algo más pequeñas y con núcleos más pequeños que aquellas que componen el ducto folicular (Longhurst, 1955b). Las células de las tétradas de las regiones germinales se encuentran en una citocinesis incompleta ya que se encuentran conectadas por un puente intracelular citoplasmático de 0.9 a 1.9 micrómetros de ancho (Trentini y Scanabissi, 1978). Al inicio del desarrollo de la

tétrada, las células nodrizas se diferencian del oocito verdadero por un incremento más rápido en su tamaño y en que sus núcleos contienen mucho más nucléolos; adicionalmente, el citoplasma de las células nodrizas contiene cromatina dispersa con ribosomas libres, dando una apariencia más oscura que el citoplasma del oocito (Trentini y Scanabissi, 1978). Cuando la tétrada o folículo está completamente extendido hacia el exterior, se forman microvellos sobre la superficie de las células e inicia la vitelogénesis. Durante esta fase, una gran cantidad de yema se acumula en el citoplasma del oocito hasta alcanzar su máximo volumen. Ninguna otra característica peculiar durante el proceso de maduración ayuda a discriminar al verdadero oocito de las otras células; por tanto se asume que la célula que está más cercana al hemocele se desarrollará en un verdadero oocito (Scanabissi y Mondini, 2002a).

2.1.3. Testículos

Las gónadas masculinas o testículos se presentan como un par de listones irregulares largos localizados en el hemocele a ambos lados del tracto digestivo. Tienen forma de un saco lobulado, en cuyo interior se aprecia un conducto longitudinal principal, el cual se une al ducto eferente localizado en la base de cada uno de los toracópodos del onceavo anillo torácico. Del conducto principal se conectan numerosos túbulos espermáticos que tienen forma irregular. La pared gonadal testicular abarca una sola capa de células somáticas. Scanabissi y Mondini (2002b) afirman que las áreas germinales del macho pueden ser reconocidas debido a su apariencia menos densa. Los quistes espermáticos pueden distinguirse en áreas abultadas y se reconocen por tener de cinco a seis células (Scanabissi y

Mondini, 2002b). Los espermatoцитos son células redondas y sin movimiento con un núcleo central denso (Longhurst, 1955b). Para el género *Artemia*, Criel (1992) describió tres fases en la espermatogénesis: en la primera fase sucede la espermatocitogénesis, donde la espermatogonia más primitiva prolifera por división mitótica, dando lugar a generaciones sucesivas de espermatogonias, cada vez más diferenciadas a un espermatoцитo primario; en la segunda fase sucede la meiosis durante la cual el número cromosómico del espermatoцитo es dividido en dos, dando lugar a los espermátides. En la tercera fase, el espermátide se transforma para formar el espermatozoides. Los espermatozoides son redondos u ovals y miden de 6 a 7 micrómetros de diámetro (Martin, 1992).

2.1.4. Ovariotestis

Desde finales del Siglo XIX, fueron descubiertos lóbulos de tejido con apariencia testicular en gónadas de individuos con ovisacos de dos especies de *Triops* y una de *Lepidurus*. Dichos lóbulos fueron reportados por primera vez por Bernard (1892) en *Triops cancriformis*, *Lepidurus apus* y *L. articus*. Recientemente, en individuos con ovisacos pertenecientes a la morfoespecie *Triops longicaudatus*, las células germinales masculinas fueron encontradas en ambos lados de los túbulos longitudinales y de las ramificaciones laterales, mientras que en las puntas se diferencian las células germinales femeninas (Scanabissi y Mondini, 2002b).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Determinar los tipos de individuos según su sexo (hembras, hermafroditas o machos) e inferir el tipo de reproducción (gonocórica o hermafrodita) de 22 poblaciones del camarón renacuajo *Triops* spp. del norte de México utilizando histología gonadal, y con base en esta información proponer criterios de manejo y aprovechamiento de este recurso.

3.2. Objetivos específicos

1. Analizar la histología gonadal en individuos de 22 poblaciones mexicanas de *Triops* spp., con el propósito de determinar los tipos de individuos presentes según su sexo (hembras, hermafroditas o machos) y describir la anatomía gonadal de los mismos.
2. Determinar el tipo de reproducción (gonocórica o hermafrodita) de cada población con base en el tipo de individuos encontrados.
3. Proponer criterios de manejo y aprovechamiento de las poblaciones estudiadas de *Triops*.

4. HIPÓTESIS

Hipótesis 1. Las poblaciones con una proporción igual o aproximada de 1 individuo sin ovisacos (macho): 1 individuo con ovisacos, son poblaciones con reproducción sexual biparental (gonocórica). Los ovarios de los individuos con ovisacos en éstas poblaciones no presentan áreas testiculares.

Hipótesis 2. Las poblaciones con un número de machos igual o menor al 25% de los individuos, son poblaciones con reproducción sexual uniparental (hermafrodita). Los ovarios de los individuos con ovisacos en éstas poblaciones presentan áreas testiculares.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron individuos de 22 poblaciones de ocho estados de la República Mexicana (Fig. 1). El material de estudio se obtuvo directamente de su hábitat natural o de cultivos. Los cultivos se realizaron en tanques de fibra de vidrio con capacidad de 1,200 L. Como medio de cultivo se utilizó agua potable (sólidos disueltos totales $<0.3 \text{ g L}^{-1}$) y 20 kg de suelo (seco) como sustrato de cultivo y como fuente de quistes de *Triops* procedente de las poblaciones de estudio.

5.1. Fijación de material

Los ejemplares vivos se lavaron con agua potable y se sumergieron en solución de Davidson durante 48 h. Posteriormente se transfirieron a una solución de alcohol etílico al 70% para su almacenaje hasta su procesamiento.

5.2. Preparación de laminillas histológicas

5.2.1. Deshidratación

Para la deshidratación del material fijado se utilizó una serie gradual de soluciones acuosas de alcohol etílico (%), las cuales se aplicaron por una hora cada una: 70-I, 70-II, 80, 90, 96, 100-I y 100-II. Posterior al proceso de deshidratación, la muestra se sumergió en una mezcla de alcohol etílico absoluto y xilol (1:1) durante 20 minutos. Finalmente la muestra se aclaró sumergiéndola en xilol absoluto durante cinco a diez minutos.

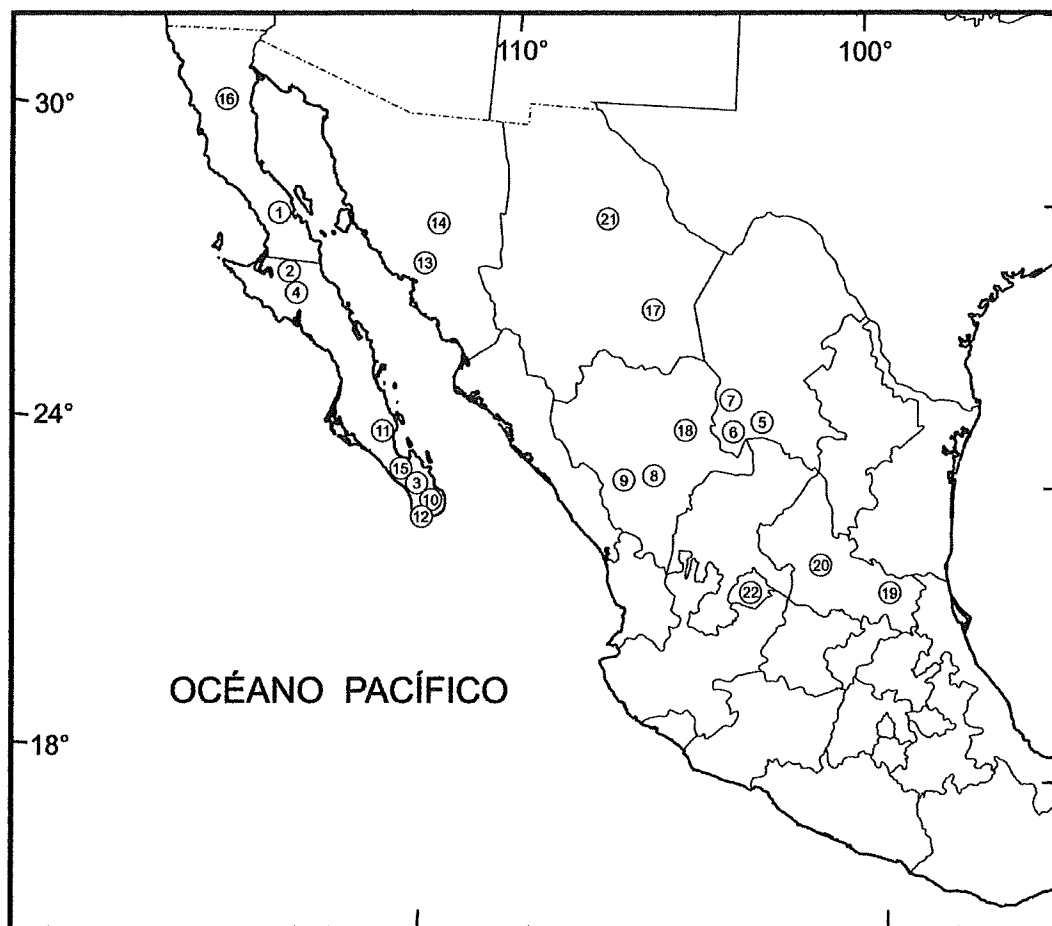


Fig. 1. Situación geográfica de las poblaciones de estudio: 1. 59BCN: Km 39 a Bahía de los Angeles, B. C.; 2. 05BCS: 28.9 km S El Arco, B.C.S.; 3. 22BCS: Km 76.5, carr. fed. No. 1, Todos Santos-Cabo San Lucas, B.C.S.; 4. 27BCS: 500 m W Vizcaíno, carr. fed. No. 1, Vizcaíno-Guerrero Negro, B.C.S.; 5. 10COAH: Puente El Refugio, Cerro Bola, 70 Km E Torreón, carr. fed. No. 40, Torreón-Paila, Coah.; 6. 09COAH: Saucillo, Viesca, Coah.; 7. 06COAH: Parque de béisbol infantil, Torreón Jardín, Torreón, Coah.; 8. 12DGO: Ejido Arturo Bernal-Rancho Viborillas, carr. fed. No. 40, Fco. I. Madero-Durango, Dgo.; 9. 14DGO: Km. 268, carr. fed. No. 45, Zacatecas-Durango, Dgo.; 10. 02BCS: Km 64, carr. fed. No. 1, Cabo San Lucas-La Paz, B.C.S.; 11. 13BCS: Km 5 a San Juan de la Costa, B.C.S.; 12. 38BCS: Rancho Balmaceda, Cabo San Lucas, B.C.S.; 13. 27 SON: Km 89, carr. fed. No. 15, Empalme-Ciudad Obregón, Son.; 14. 31 SON: Entronque Rancho El Coruco, Los Hornos-Presa Álvaro Obregón, Son.; 15. 42BCS: Laguna Seca, La Paz, B.C.S.; 16. 96BCN: Km. 79.3, carretera federal No. 3, Ensenada-San Felipe, B.C.; 17. 21CHIH: Entronque Estación Rellano-Los Sauces, carr. fed. No. 49, Escalón-Jiménez, Chih.; 18. 08DGO: León Guzmán, carr. fed. No. 49, Lerdo-Cuencamé, Dgo.; 19. 14SLP: Tanque Santa Gertrudis, Ciudad del Maíz-Cárdenas, S.L.P.; 20. 15 SLP: Km152, carr. fed. No. 57, San Luis Potosí-Matehuala, S.L.P.; 21. 32CHIH: Km 208, carr. estatal No. 5, Ignacio Zaragoza-Buenaventura, Chih.; 22. 12AGS: Estanque El Jagüey Salto del Burro, Aeropuerto de Aguascalientes, Ags.

5.2.2. Inclusión en parafina

Las muestras de estudio fueron incluidas en parafina de acuerdo al siguiente procedimiento: Solución de parafina xilol (1:1) durante 25 minutos; parafina I en el horno por una hora; parafina II en el horno por una a dos horas; parafina III en horno por una a dos horas; y parafina IV en horno de una a dos horas. Posteriormente la muestra se colocó en un molde de plástico donde se le agregó parafina semilíquida y se dejó solidificar a temperatura ambiente.

5.2.3. Corte y montaje

Se realizaron cortes histológicos de tres a seis micrómetros de espesor con un microtomo de rotación (Leica RM202). Los cortes fueron colocados en agua caliente para posteriormente montarlos en un portaobjetos.

5.2.4. Tinción de Hematoxilina-Eosina (de Harris)

Las laminillas con los cortes seleccionados se sumergieron en soluciones de xilol I, II y III por diez minutos cada una. Posteriormente se colocaron en soluciones de alcohol etílico: 96% dos minutos; 70% I y II dos minutos cada una y se sumergieron en agua por cinco minutos. Enseguida las laminillas fueron teñidas con Hematoxilina de Harris por un minuto (Humanson, 1979). Posteriormente se sumergieron en una solución de agua I y II, durante cinco minutos y se colocaron en una solución ácida durante 10 a 15 segundos. Las laminillas fueron sumergidas en agua por cinco minutos y agua amoniacal durante 10 a 15 segundos. Posteriormente las laminillas fueron colocadas en agua durante cinco minutos para luego sumergirlas en alcohol etílico al 50% y 70% por dos minutos en cada una de las soluciones. Las laminillas se sumergieron en una solución de Eosina azulosa alcohólica durante tres minutos. El siguiente paso fue sumergir las laminillas en soluciones de alcohol etílico al 96% I

y II de uno a dos minutos en cada una de las soluciones. Enseguida las laminillas se colocaron en soluciones de alcohol etílico absoluto I y II durante un minuto cada una; posteriormente se sumergieron en soluciones de xilol I, II, III por cinco minutos cada una. Finalmente los cortes fueron cubiertos con resina sintética y cubreobjetos.

5.2.5. Tinción de Fulgen-azul de picrometil

Los cortes seleccionados para corroboración de la presencia de áreas testiculares (detectados en laminillas con HE) fueron teñidos con la tinción de Fulgen Howard y Smith. (1983) de acuerdo al siguiente procedimiento: Las laminillas se sumergieron en agua destilada durante dos minutos, para enseguida hidrolizarlas en HCl 5N a temperatura ambiente, durante 30 minutos. Posteriormente se lavaron varias veces sumergiéndolas en una solución de agua destilada durante un minuto. El siguiente paso fue secar bien las laminillas antes de sumergirlas por 15 minutos en una solución de reactivo de Schiff's. Luego las laminillas se sumergieron en agua destilada por un minuto y agua potable por dos minutos y nuevamente en agua destilada por tres minutos. Posteriormente se aplicó el azul de picrometil al 0.03% durante tres minutos, para luego desteñir en una parte de alcohol etílico absoluto a nueve partes de butanol. Las laminillas se sumergieron en soluciones de butanol durante 90 segundos en una y tres minutos en la otra. Luego las laminillas se aclararon con dos cambios de xilol. Finalmente las laminillas fueron cubiertas con resina sintética y cubreobjetos. El proceso de tinción resulta con ADN de color rojo, nucléolo, músculo y otras sustancias acidófilas de color amarillo, tejido conectivo de color azul, y proteínas citoplásmicas de color verde.

5.2.6. Análisis histológico gonadal

El análisis histológico y posterior descripción de la anatomía gonadal se realizaron con base en el trabajo de Scanabissi y Mondini (2002a). Se tomaron microfotografías de gónadas con un microscopio compuesto (Olympus BX41) equipado con cámara de fotografía digital y programa computacional para la captura de imágenes (Image-Pro plus 4.5.0.19).

5.2.7. Presentación de resultados

Los resultados se presentan a partir de la información de la histología gonadal de las poblaciones de estudio, de acuerdo a los siguientes apartados: (1) Especie; con base en el estudio de sistemática molecular con fragmentos de los genes 12S ARN ribosomal y Citocromo oxidasa subunidad I (COI) de ADN mitocondrial de *Triops* de México reportado por Obregón-Barboza (2005), donde las poblaciones estudiadas son ordenadas en su respectivo taxón. (2) Haplotipo; se proporciona el código del haplotipo correspondiente reportado por Obregón-Barboza (2005). (3) Localidad; se proporciona el código y nombre de la localidad y coordenadas. (4) Material examinado; se proporciona información sobre el número de individuos (con y sin ovisacos) estudiados, número de laminillas histológicas teñidas con HE, número de cortes estudiados en laminillas con HE, número de laminillas teñidas con Fulgen, número de cortes estudiados en laminillas con Fulgen, número de individuos con ovarioteses. (5) Descripción histológica gonadal; antes de la descripción, se menciona el tipo de individuo (con o sin ovisacos) y entre paréntesis el código del ejemplar de referencia; posteriormente se describe la histología gonadal correspondiente. (6) Proporción de machos; se da el código de la localidad, fuente, fecha de recolecta, número de catálogo, número de machos, número de individuos

con ovisacos, total de organismos y proporción de machos en el lote. (7) Tipos de individuos en la población; se reportan los tipos de individuos determinados con base en estudio histológico gonadal. (8) Tipo de reproducción inferida; se menciona el tipo de sistema de reproducción inferido por histología gonadal para la población bajo estudio.

6. RESULTADOS

6.1. *Triops* sp. A

6.1.1. Haplotipo: 59BCN

Localidad: 59BCN: Km 39, carretera a Bahía de los Ángeles, carretera federal No.1, Agua Amarga, charco 1, Ensenada, Baja California (Norte), 29° 32' 03" N, 113° 47' 23" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	25	68	4	12	3	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML1 (5), Km. 38, Bahía de los Ángeles abril-01 He) (Fig.2):
Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observan 19 túbulos somáticos con zonas testiculares (ovariotestis). En el tórax se observa un túbulo somático con tres ductos foliculares; en uno de los extremos del túbulo folicular se observa un oocito con restos de oocitos abortivos. En la base del oocito se observa el área germinal. En otra de las puntas del túbulo somático con tres ductos foliculares se observa un folículo con tres células y con dos oogonios jóvenes. En otro túbulo somático del tórax se observa cuando un oocito pasa a través del ducto folicular y se observa la elasticidad de las células que cubren la pared del ducto folicular al pasar el oocito, así como la gran dilatación del lumen.

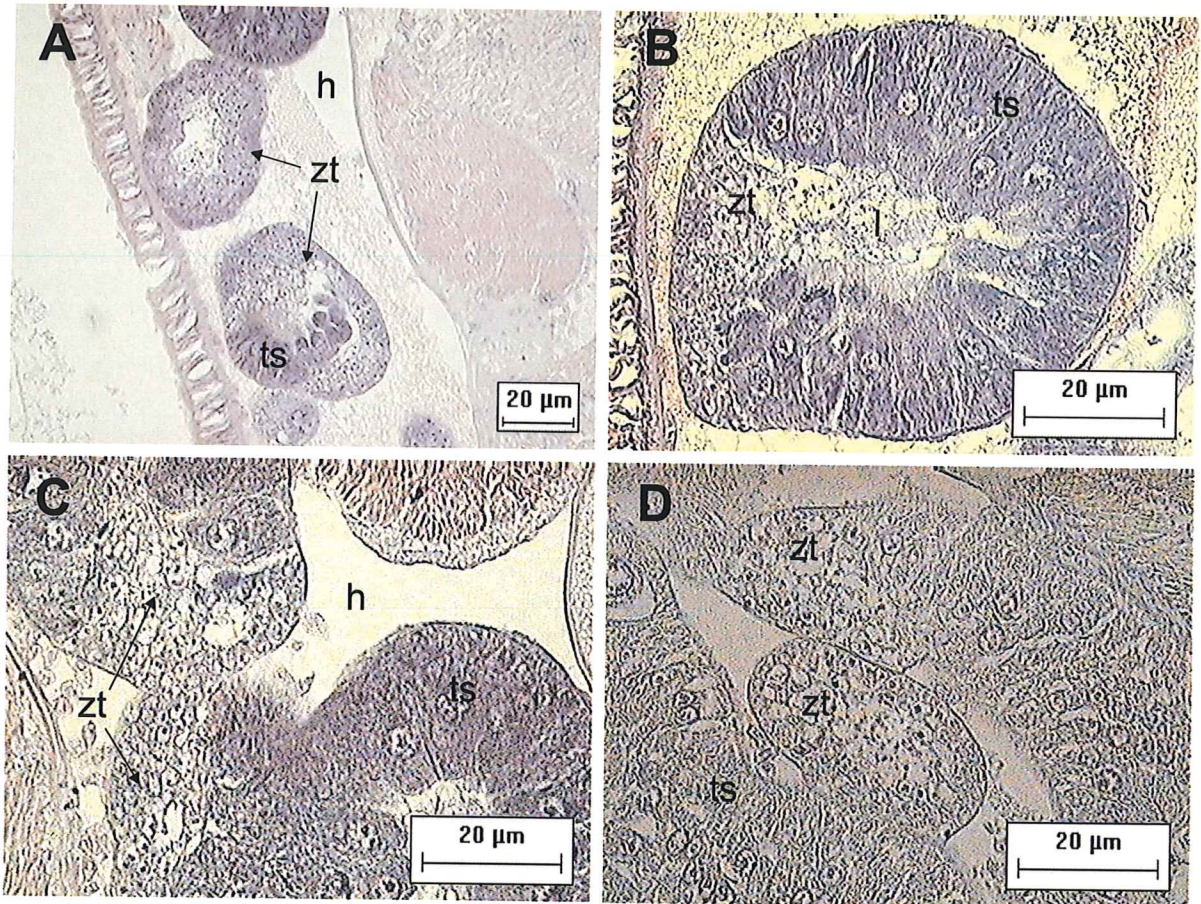


Fig. 2. *Triops* sp. A, haplotipo 59BCN, localidad 59BCN. A-D: Hermafrodita de forma larga. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Túbulos somáticos con zonas testiculares. B: Túbulo somático con zona testicular. C: Túbulos somáticos con zonas testiculares. D: Túbulos somáticos con zonas testiculares. h. hemocele, l. lumen, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

A un lado se observa un túbulo somático con dos folículos en crecimiento y en la base de los mismos se observa el área germinal.

En el abdomen se observa un túbulo somático con un folículo con dos células y en la base de éste se distinguen dos oogonios jóvenes así como oocitos foliculares en crecimiento; en el lumen y el ducto folicular no se observa el material formador de la concha. A un lado en el hemocele se observan una gran cantidad de oocitos maduros y oocitos foliculares en diferentes estadios.

En el tórax se observa un túbulo somático totalmente cubierto por la zona testicular (ovariotestis), al túbulo sólo se le observan algunas células somáticas con su núcleo. En la zona testicular del túbulo se observan los espermatoцитos. En otro túbulo somático con zona testicular (ovariotestis), localizado en el tórax, se observan los espermatoцитos en el lumen.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
59BCN	campo	21.06.95	CIB-065	00	18	18	00.00
59BCN	cultivo	25.04.01	CIB-564	00	02	02	00.00
59BCN	cultivo	28.04.01	CIB-565	00	12	12	00.00
59BCN	cultivo	30.04.01	CIB-567	00	10	10	00.00
59BCN	cultivo	11.05.01	CIB-569	00	88	88	00.00
59BCN	cultivo	21.04.01	CIB-646	00	06	06	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.1.2. Haplotipo: 05BCS

Localidad: 05BCS: 28.9 km. al sur de El Arco, Mulegé, Baja California Sur, 27° 57' 39" N, 113° 30' 27" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	53	124	0	0	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML1 (6), Km. 28.9 al sur de El Arco B.C.S. 21-05-01 He) (Fig.3): Presencia de túbulos somáticos desde el segundo par de patas hasta el abdomen. Se observa la presencia de 12 túbulos somáticos con zonas testiculares (ovariotestis) en la parte del tórax. En una de las puntas del túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) se observan los espermatoцитos, mientras que en el otro extremo del mismo túbulo folicular se observan las células somáticas con núcleos visibles. En el tórax se observan tres túbulos somáticos totalmente cubiertos con zona testicular (todo el folículo es zona testicular), a los tres túbulos se les observa el lumen cubierto por espermatoцитos, solo se observan las células de la membrana basal. En el lumen del túbulo somático se observa la sustancia que forma la concha de los huevos. A un lado del túbulo somático en el hemocele se observa un oocito. En el abdomen se observan oocitos y oocitos foliculares en diferentes estadios. En un túbulo somático en el tórax se observa un oocito pasar a través del ducto folicular cubierto por la sustancia que forma la concha del huevo, de la misma manera se

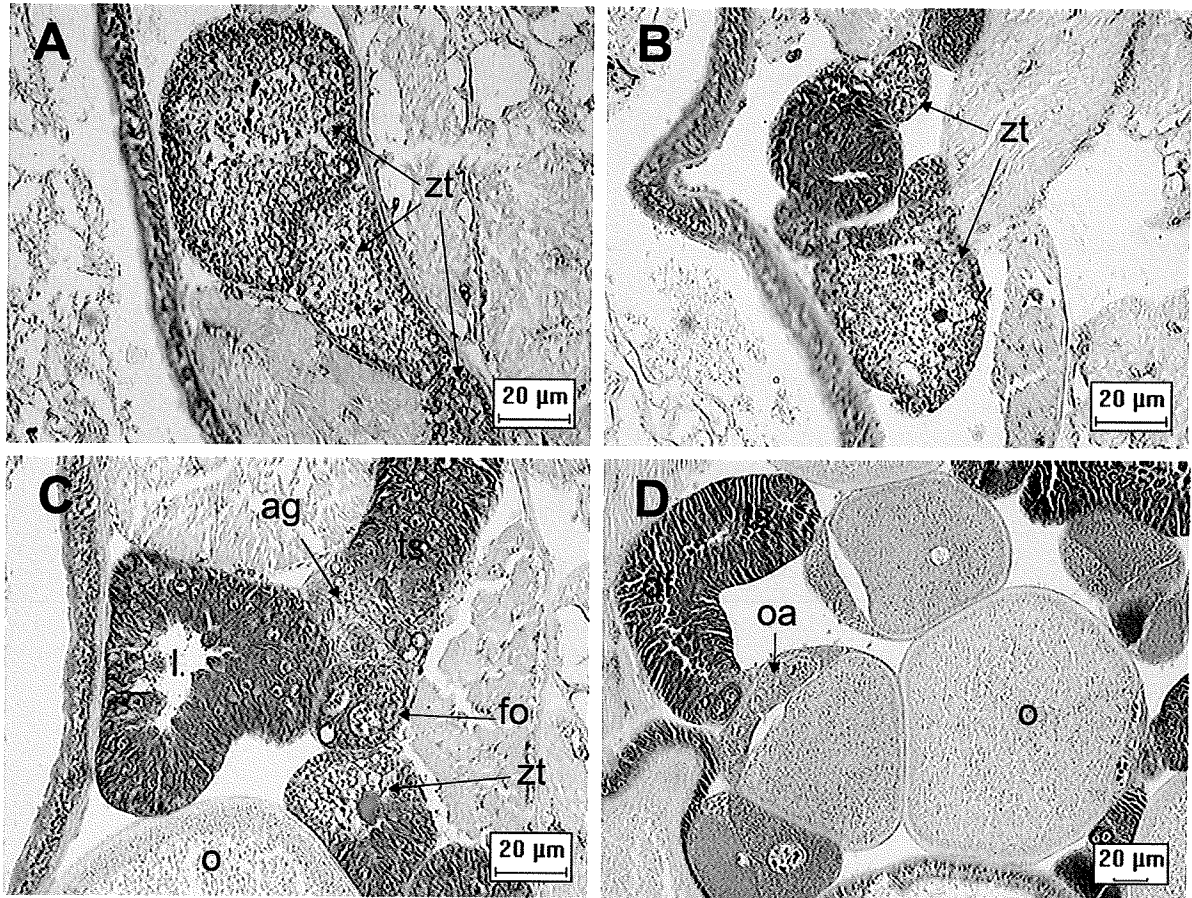


Fig. 3. *Triops* sp. A, haplotipo 05BCS, localidad 05BCS. A-D: Hermafrodita de forma larga con tinción HE. A: Túbulo con zonas testiculares. B: Túbulo somático con zona testicular. C: Túbulo somáticos con área germinal, un folículo ovárico y una zona testicular. D: Túbulo somático con un oocito abortivo y oocitos en diferentes estadios de desarrollo. ag. área germinal, fo. folículo ovárico, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, oa. oocito abortivo, ts. túbulo somático, zt. zona testicular.

observa la dilatación del lumen al pasar el oocito, así como el estiramiento de las células somáticas al pasar el oocito hacia el oviducto.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
05BCS	cultivo	16.06.00	CIB-514	00	01	01	00.00
05BCS	cultivo	29.05.01	CIB-550	00	66	66	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíóica.

6.2. *Triops* sp. B

6.2.1. Haplotipo: 22BCS

Localidad: 22BCS: Km., 76.5, carretera federal No. 1, Todos Santos-Cabo San Lucas, Ejido Elías Calles, La Paz, Baja California Sur, 23° 14' 02" N, 110° 09' 00" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	18	31	2	3	3	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML (3) 07-07-99 He) (Fig.4): Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En tórax se observa la presencia de 19 túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En uno de los túbulos somáticos con zona testicular se observa la presencia de la zona testicular (todo el folículo es zona testicular) (ovariotestis), con una gran cantidad de espermatocitos en el lumen. En el hemocele del tórax y abdomen se observan oocitos en diferentes estadios, así como oocitos foliculares con células.

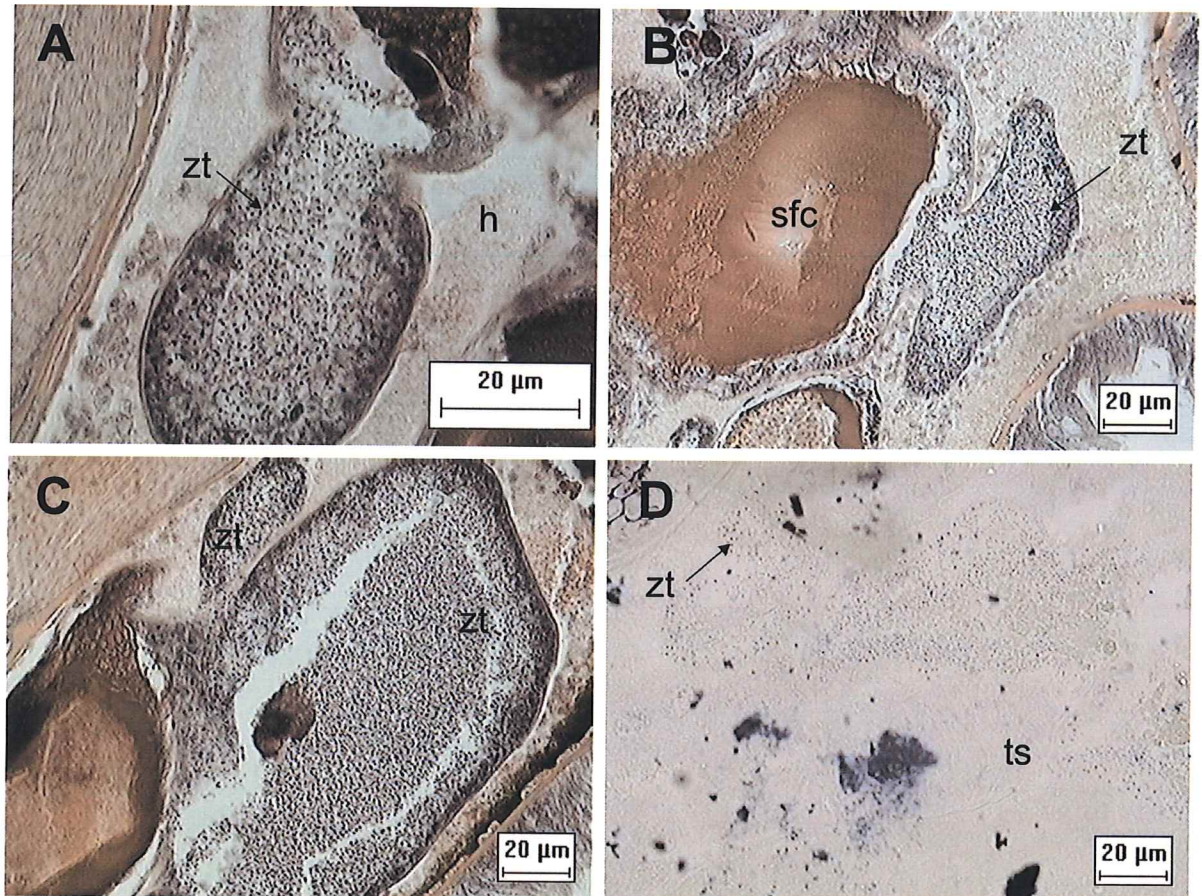


Fig. 4. *Triops* sp. B, haplotipo 22BCS, localidad 22BCS. A-D: Hermafrodita de forma larga. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Túbulo con zona testicular. B: Túbulos somáticos con zona testicular y lumen lleno por la sustancia formadora de la concha. C: Túbulos con zonas testiculares. D: Túbulos somáticos con zona testicular. h. hemocoele, sfc. sustancia formadora de la concha, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
22BCS	campo	07.10.95	CIB-133	00	01	01	00.00
22BCS	campo	22.10.95	CIB-124	00	07	07	00.00
22BCS	cultivo	30.06.97	CIB-459	00	01	01	00.00
22BCS	cultivo	18.09.98	CIB-465	00	07	07	00.00
22BCS	cultivo	30.09.98	CIB-467	00	02	02	00.00
22BCS	cultivo	10.05.98	CIB-470	00	06	06	00.00
22BCS	cultivo	15.07.99	CIB-481	00	22	22	00.00
22BCS	cultivo	11.11.99	CIB-483	00	10	10	00.00
22BCS	cultivo	19.11.99	CIB-484	00	16	16	00.00
22BCS	cultivo	15.07.99	CIB-497	00	08	08	00.00
22BCS	cultivo	22.06.99	CIB-499	00	05	05	00.00
22BCS	cultivo	15.07.99	CIB-501	00	09	09	00.00
22BCS	cultivo	18.06.00	CIB-515	00	02	02	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita: Androdíica.

6.2.2. Haplotipo: 27BCS

Localidad: 27BCS: 500 m W Vizcaíno, carretera federal. No. 1, Vizcaíno-Guerrero Negro, Mulegé, Baja California Sur, 27° 39' 00" N, 113° 23' 23" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariostestis	individuos con ovarios
4	24	95	9	34	4	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML1 (1) 06-06-01 He)(Fig.5): Túbulos somáticos desde el primer par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observan seis túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis).

En una de las puntas de un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) se observa una gran cantidad de espermatoцитos, mientras que en la otra punta se observan un oogonio joven. El lumen esta cubierto con la sustancia que forma la concha del huevo. En el hemocele se observan oocitos y oocitos foliculares en diferentes estadios. En el abdomen se observa en una de las puntas del túbulo somático un oocito, en la base del oocito se observan restos de células nodrizas, así como el área germinal. En una de las puntas de otro túbulo somático se observa un folículo celular, con cuatro células, tres de ellas con su núcleo visible, mientras que en la otra punta se observan dos oogonios jóvenes.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
27BCS	campo	29.08.96	CIB-259	00	26	26	00.00
27BCS	cultivo	05.06.00	CIB-519	00	10	10	00.00
27BCS	cultivo	00.00.00	CIB-522	00	20	20	00.00
27BCS	cultivo	12.06.01	CIB-551	00	26	26	00.00
27BCS	cultivo	20.06.01	CIB-553	00	95	95	00.00
27BCS	cultivo	21.06.01	CIB-555	00	12	12	00.00
27BCS	cultivo	27.06.01	CIB-557	00	10	10	00.00

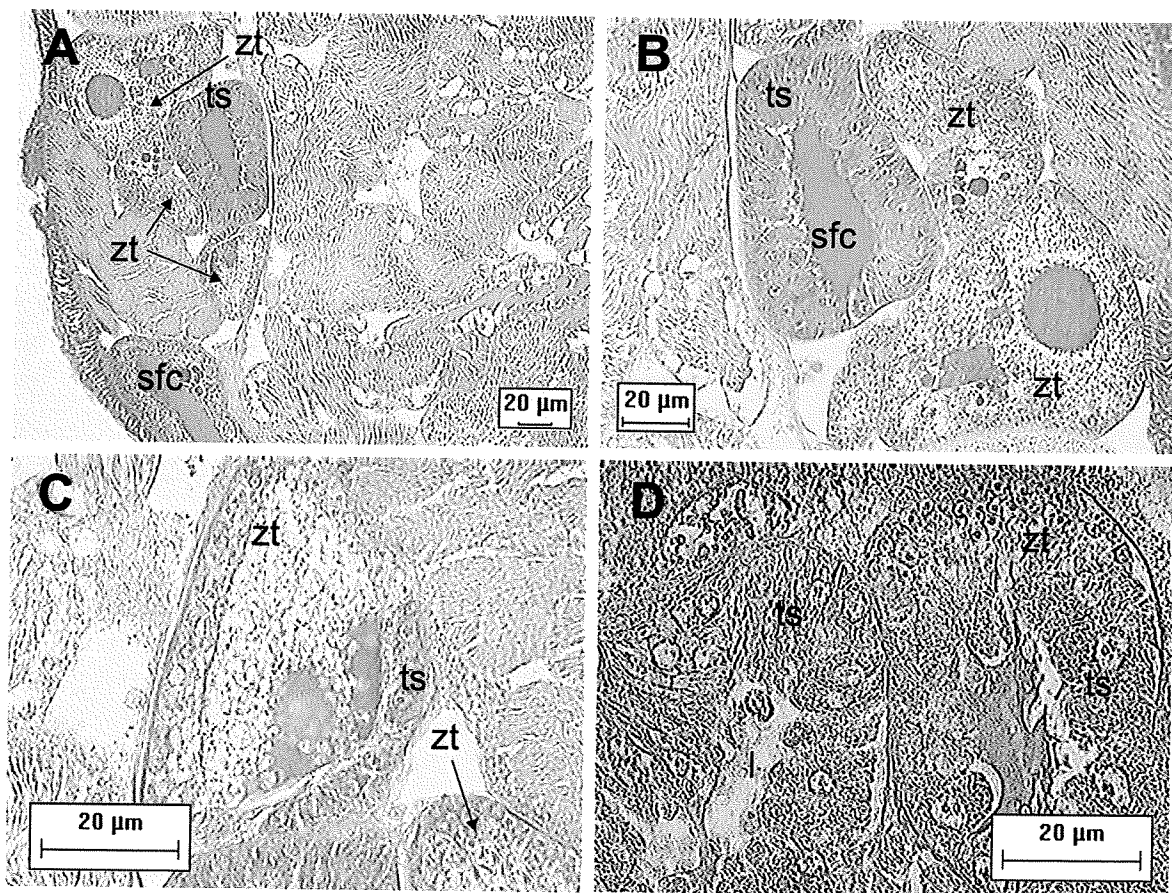


Fig. 5. *Triops* sp. B, haplotipo 27BCS, localidad 27BCS. A-D: Hermafrodita de forma larga. A-C: Tinción HE. D. Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Túbulos con lumen lleno de la sustancia formadora de la concha y con zonas testiculares. B. Vista aumentada de A; túbulos somáticos con lumen lleno de sustancia formadora de la concha y con zonas testiculares. C: Túbulos somáticos con zonas testiculares. D: Túbulos somáticos con zona testicular. l. lumen, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíica.

6.3. *Triops* sp. C

6.3.1. Haplotipo: 09COAH

Localidad: 10COAH: Puente El Refugio, Cerro Bola, 70 Km., E Torreón, carretera federal No. 40, Torreón-Paila, Viesca, Coahuila, 25° 35' 02" N, 102° 45' 02" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	27	60	4	9	3	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML (3) *Triops*, Cerro Bola, Coah 24-08-01 He) (Fig.6): Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. Se observa la presencia de cinco túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis) en el tórax. En el abdomen se observa un túbulo somático con dos folículos en uno de los folículos se observa un oocito cubierto por la sustancia formadora de la concha del huevo; en la base del oocito se encuentra el área germinal donde se observa un oogonio joven. En el otro folículo se observa un oocito folicular con dos células, una de ellas con un núcleo bien desarrollado. En la base del oocito folicular se observa el área germinal con un oogonio joven. En el resto del túbulo se observan células somáticas. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios y oocitos foliculares. En uno de los túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis) se observa la zona testicular y parte del lumen con espermatozoides y en la otra punta se observan células somáticas.

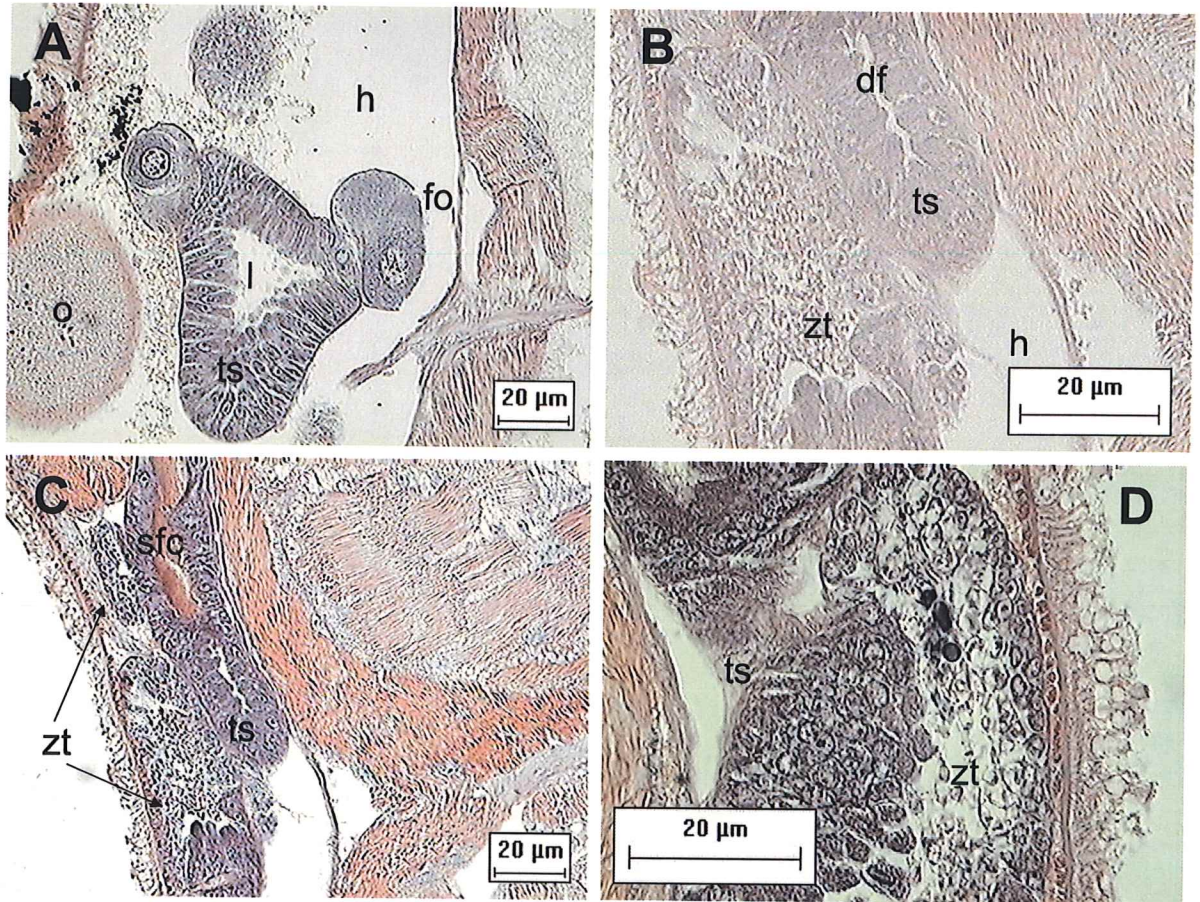


Fig. 6. *Triops* sp. C, haplotipo 09COAH, localidad 10 COAH. A-D: Hermafrodita de forma larga. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito y túbulos somáticos con folículos ováricos. B: Túbulos somáticos, uno de ellos con una zona testicular. C: Túbulos somáticos con zonas testiculares. D: Túbulo somático con zona testicular. h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
10COAH	campo	25.11.84	UANL-131	00	33	33	00.00
10COAH	campo	25.11.84	UJED-098	00	05	05	00.00
10COAH	cultivo	22.08.01	CIB-584	00	05	05	00.00
10COAH	cultivo	23.08.01	CIB-585	00	02	02	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.3.2. Haplotipo: 09COAH

Localidad: 09COAH: Saucillo, Viesca, Coahuila, 25° 26' 04" N, 102° 56' 04" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
4	28	109	3	12	4	0

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	12	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (ML5(R), Saucillo 2, Coahuila 03-07-01 He) (Fig.7A-C):

Folículos presentes sólo en abdomen. Un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) en abdomen. En la zona testicular del túbulo somático se observan una gran cantidad de espermatoцитos y en la otra zona se observan las células somáticas del túbulo. En el abdomen se observa un folículo con un oocito. En la base del oocito se observan restos de oocitos abortivos, así como un oogonio joven y la zona germinal. A un lado del folículo se observa un folículo vacío. En la misma zona se observan oocitos foliculares, así como oogonios en diferentes estadios. El folículo con zona testicular (ovariotestis), presenta una zona testicular donde se observan espermatoцитos y al otro extremo del folículo se observan células somáticas con su núcleo.

Macho (Saucillo No. 2) (Fig. 7D): Se observan túbulos testiculares en abdomen. En los túbulos espermáticos se observan una gran cantidad de espermatoцитos con un núcleo central. Hacia el lumen se observa una gran cantidad de espermatozoides con un núcleo en la periferia y alargado.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
09COAH	campo	15.05.81	FCB-163	00	03	03	00.00
09COAH	campo	05.05.81	UANL-135-6,196	01	22	23	4.34
09COAH	campo	15.05.81	UANL-139-151	00	17	17	00.00
09COAH	cultivo	04.06.01	CIB-577-578	03	29	32	9.37
09COAH	cultivo	18.06.01	CIB-660				
09COAH	cultivo	26.06.01	CIB-661				
09COAH	cultivo	03.07.01	CIB-582				

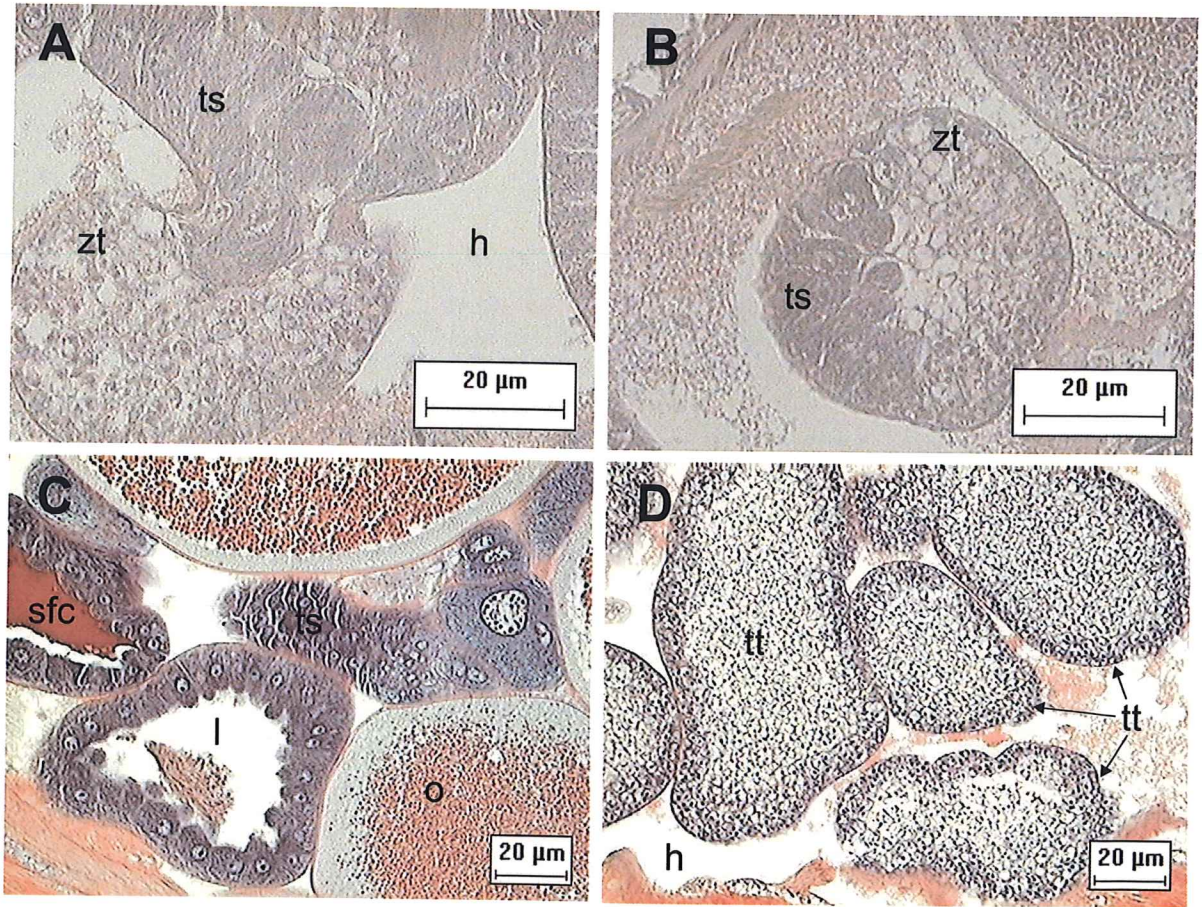


Fig. 7. *Triops* sp. C, haplotipo 09COAH, localidad 09 COAH. A-C: Hermafrodita de forma larga. D: Macho de forma larga. A-D: Tinción HE. A: Túbulo somático con zona testicular. B: Túbulo somático con una zona testicular. C: Oocitos, túbulos somáticos, uno de ellos lleno de la sustancia formadora de la concha. D: Túbulos testiculares. h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, tt. túbulo testicular, zt. zona testicular.

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.3.3. Haplotipo: 09COAH

Localidad: 06COAH: Parque de béisbol infantil, lado sur, Colonia Torreón Jardín, Torreón, Coahuila, 25° 31' 37" N, 103° 25' 14" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	24	65	7	24	3	0

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	8	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (Jardín 3(3), Torreón Coah. 27-08-01 He) (Fig.8A-C): Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observan 20 túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En el abdomen se observa un túbulo somático con un folículo celular con cuatro células

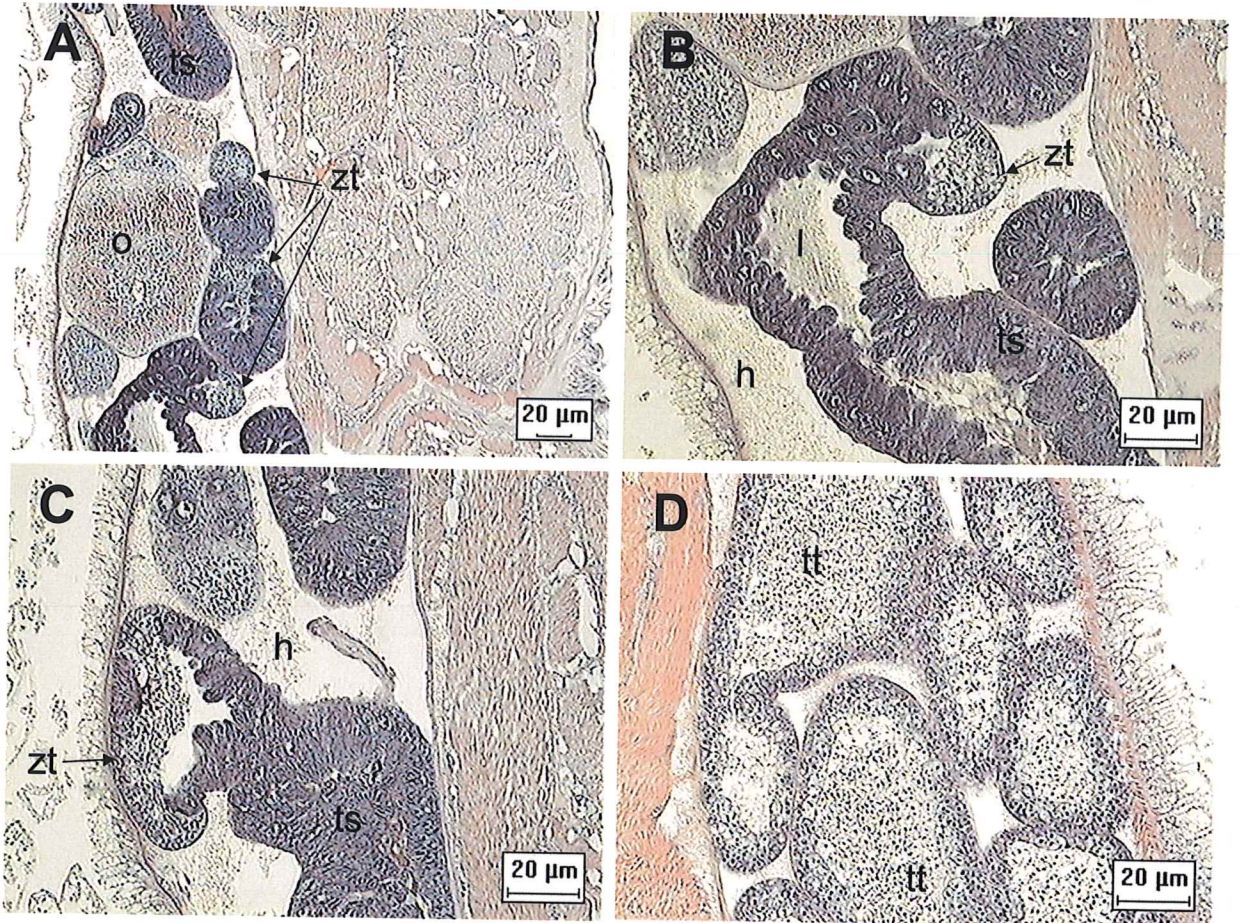


Fig. 8. *Triops* sp. C, haplotipo 09COAH, localidad 06COAH. A-C: Hermafrodita de forma larga. D: Macho de forma larga. A-D: Tinción HE. A: Túbulos somáticos con zonas testiculares y oocitos en diferentes estadios de desarrollo. B: Túbulos somáticos, uno de ellos con una zona testicular. C: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. D: Túbulos testiculares. h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, ts. túbulos somáticos, tt. túbulos testiculares, zt. zona testicular.

foliculares, tres de ellas con un núcleo visible. En la base del folículo se observa el área germinal, también se observa el lumen con el material que forma la concha del huevo y se observa pasar un oocito por el ducto folicular, cubierto por la materia que forma la concha. Al pasar el oocito por el ducto se observa la elasticidad de las células de la pared del ducto folicular. En un túbulo somático con dos zonas testiculares (ovariotestis), se observan los espermatoцитos, al lado de estos se observan las células somáticas. En otro túbulo somático con un folículo celular con tres células, en la base del folículo, se observa el área germinal. También se observa el lumen cubierto de la sustancia que forma la concha del huevo. En el hemocele del tórax y abdomen se observan oocitos y oocitos foliculares en diferentes estadios.

Macho (Torreón Jardín) (Fig.8D): Se observan túbulos testiculares en abdomen y tórax. Se observa una gran cantidad de espermatoцитos con un núcleo central, hacia el lumen se observan una gran cantidad de espermatoцитos con un núcleo en la periferia.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
06COAH	campo	10.07.85	UJED-113-115	03	15	18	16.66
06COAH	cultivo	23.08.01	CIB-592	02	13	15	13.33
06COAH	cultivo	27.08.01	CIB-593				
06COAH	cultivo	28.08.01	CIB-594				

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.4. *Triops* sp. D

6.4.1. Haplotipo: 12DGO

Localidad: 12DGO: Ejido Arturo Bernal-Rancho Viborillas, carretera federal No. 40, Francisco I. Madero-Durango, Guadalupe Victoria, Durango, 24° 21' 53" N, 104° 22' 16" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
1	15	45	1	3	0	1

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	9	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC1 (1), Viborillas, Dgo. 31-08-01 He) (Fig.9 A-C): Túbulos somáticos sólo en abdomen. En algunas partes del abdomen se observa parte del oviducto. Un túbulo somático presenta un oocito folicular, se observan restos de oocitos abortivos. En la base del oocito folicular se observa el área germinal y en el ducto folicular del túbulo se observa la sustancia formadora de la concha. También se observa un túbulo somático con tres ductos foliculares, en uno de los ductos se observa el paso de un oocito cubierto por la sustancia que forma la concha del

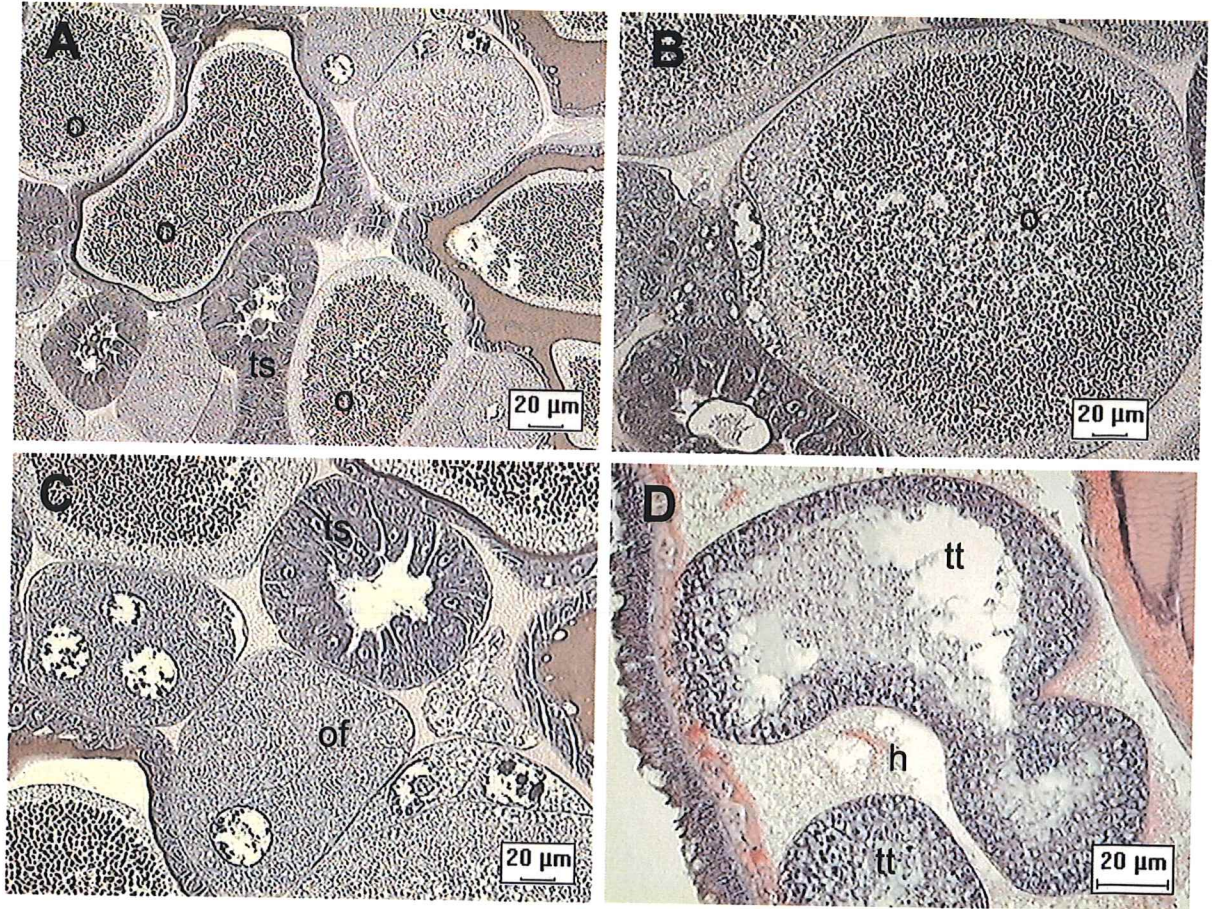


Fig. 9. *Triops* sp. D, haplotipo 12DGO, localidad 12DGO. A-C: Hembra de forma larga. D: Macho de forma larga. A-D: Tinción HE. A: Oocitos, túbulos somáticos. B. Oocitos, túbulo somático. C: Oocitos, túbulos somáticos. D: Túbulos testiculares. h. hemocele, o. oocito, of. oocito folicular, ts. túbulos somáticos, tt. túbulos testiculares, zt. zona testicular.

huevo. En este túbulo se puede observar la dilatación del ducto, así como la elasticidad que presentan las células del ducto. En otro túbulo somático se observa el paso de un oocito por el ducto. También se observa en una punta del túbulo un folículo en crecimiento, en la base del folículo se observa el área germinal y varios oogonios jóvenes. En el hemocele se observan oocitos foliculares y folículos celulares en diferentes estadios.

Macho (Viborillas, Dgo. 24-08-01 He) (Fig.9D): Túbulos testiculares solamente en abdomen. Se observan en el túbulo testicular espermatoцитos en diferentes estadios de desarrollo; en el lumen se observan algunos espermatozoides.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
12DGO	campo	16.07.85	FCB-205/UJED-111	23	14	37	62.16
12DGO	cultivo	23/24.08.01	CIB-605-606	01	01	02	50.00
12DGO	cultivo	31.08.01	CIB-607-608	03	03	06	50.00
12DGO	Cultivo	09.03.03	CIB-691	04	01	05	80.00

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos cuyas gónadas se determinan anatómicamente como ovarios.

Tipo de reproducción inferida: Sexual biparental gonocórica.

6.4.2. Haplotipo: 14DGO

Localidad: 14DGO: Km. 268, carretera federal No. 45, Zacatecas-Durango, Durango,
24° 00' 32" N 104° 25' 19" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariostestis	individuos con ovarios
5	53	172	12	43	0	5

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariostestis	individuos con testículos
1	3	10	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (3(5), KM 268, Dgo. 06-05-03 He) (Fig.10A-C): Túbulo somático desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observa un túbulo somático con un oocito al pasar por el ducto folicular, se observa la gran dilatación del ducto, así como la elasticidad de las células. También se observa como el oocito esta cubierto por la sustancia que forma la concha del huevo. En el tórax se observa un folículo celular con cuatro células; las cuatro células con su núcleo visible.

En el abdomen se observa parcialmente el oviducto con varios oocitos, todos cubiertos con la sustancia que forma la concha del huevo. En el abdomen se

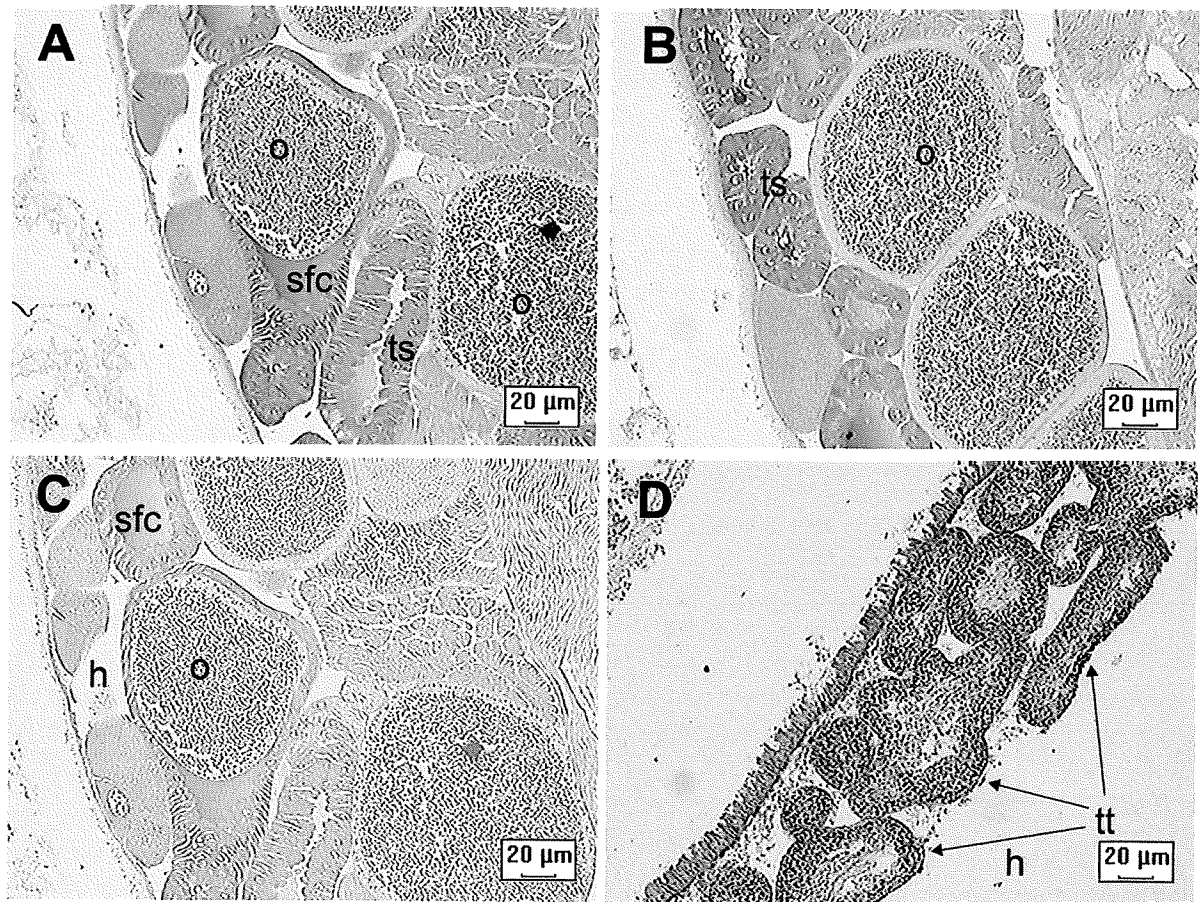


Fig. 10. *Triops* sp. D, haplotipo 14DGO, localidad 14DGO. A-C: Hembra de forma larga. D: Macho de forma larga. A-D: Tinción HE. A: Túbulos somáticos con lumen lleno por la sustancia formadora de la concha; se observan varios oocitos, uno de los oocitos cubierto por la sustancia formadora de la concha en tránsito por el conducto folicular. B: Oocitos y varios túbulos somáticos. C: Oocitos y túbulos somáticos. D: Túbulos testiculares. h. hemocele, l. lumen, o. oocito, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, tt. túbulo testicular.

observa un túbulo somático con tres ductos foliculares y parte del oviducto con varios oocitos cubiertos por la sustancia que forma la concha del huevo. En una de las puntas del folículo se observa un oocito folicular en crecimiento, en la base del folículo se observa el área germinal, con cinco oogonios jóvenes. En el hemocele se observan oocitos y folículos en diferentes estadios.

Macho (3, Km. 268, 06-05-03 He) (Fig.10D): Túbulos testiculares sólo en el abdomen. En un túbulo testicular se observa una gran cantidad de espermatoцитos en diferentes estadios, hacia el lumen se observan varios espermatoцитos.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
14DGO	campo	16.07.85	FCB-203	01	01	02	50.00
14DGO	campo	16.07.85	UJED-103, 108	06	06	12	50.00
14DGO	campo	20.10.02	CIB-610	57	51	108	52.77
14DGO	cultivo	07.05.03	CIB-690	10	11	21	47.61

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos cuyas gónadas se determinan anatómicamente como ovarios.

Tipo de reproducción inferida: Sexual biparental gonocórica.

6.5. *Triops* sp. E

6.5.1. Haplotipo: 02BCS

Localidad: 02BCS: Km. 64, carretera federal No. 1 Cabo San Lucas-La Paz, Los Cabos, Baja California Sur, 23° 20' 52" N, 109° 45' 35" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	20	55	16	35	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC2 (5) He) (Fig.11): Se observan túbulos somáticos en el tórax y el abdomen. En el tórax se observan dos túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En un extremo de un túbulo somático se observa la zona testicular (ovariotestis) con una gran cantidad de espermatozoides y con el otro extremo del túbulo somático se observan las células somáticas. El lumen se encuentra lleno de la sustancia formadora de la concha del huevo. En una de las puntas del túbulo se observa un oocito. En otro túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) localizado en el tórax, se observa un túbulo con zona testicular (ovariotestis). El lumen se observa lleno de la sustancia formadora de la concha del huevo.

En el tórax se observa, en un túbulo somático, cuando el oocito pasa por el ducto folicular, al pasar por el ducto, el oocito es cubierto por la sustancia que forma la concha. Además se observa la elasticidad de las células al pasar el oocito por el ducto. En el tórax se observan oocitos en diferentes estadios, folículos y folículos

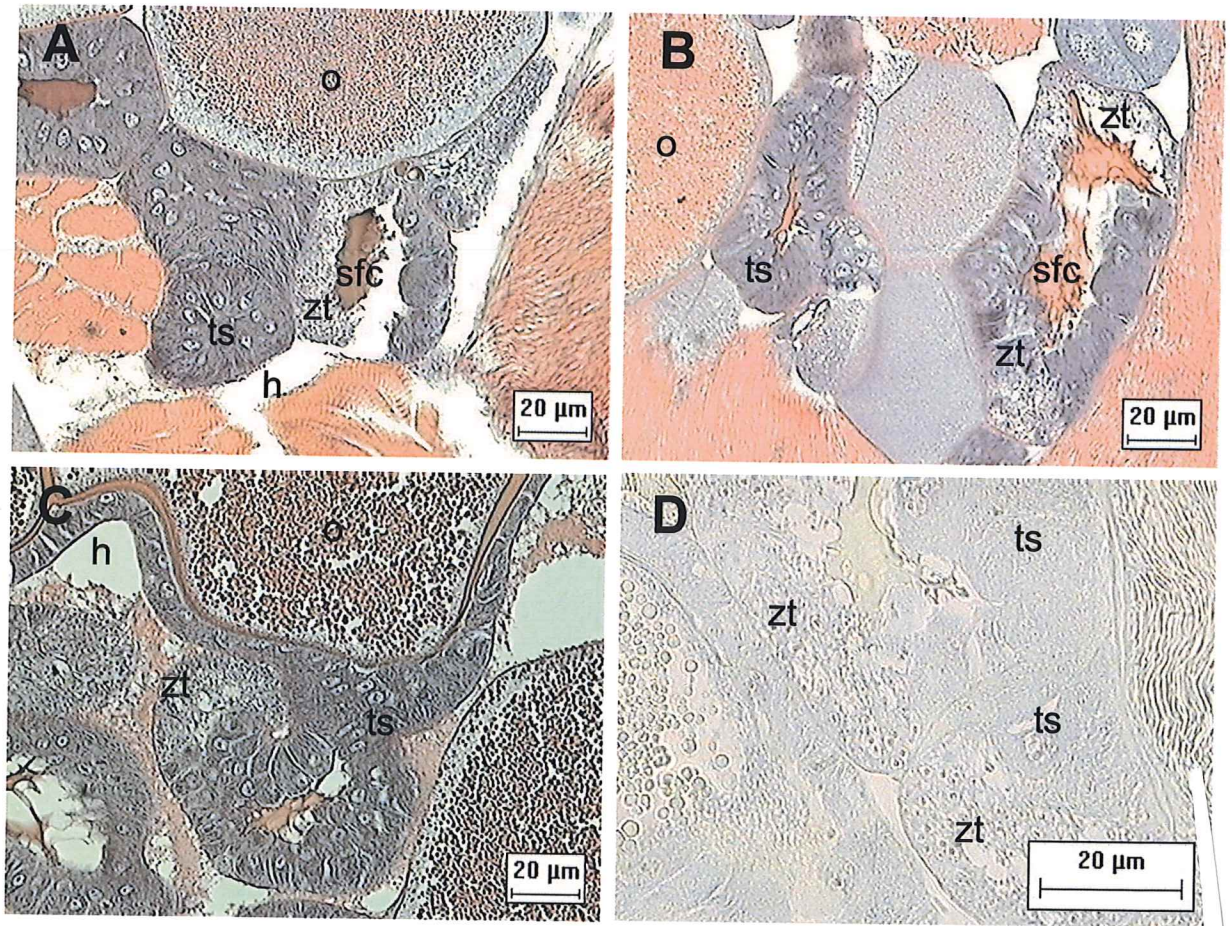


Fig. 11. *Triops* sp. E, haplotipo 02BCS, localidad 02BCS. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito y túbulo somático con zona testicular, lumen lleno de sustancia formadora de la concha. B: Túbulos somáticos con lumen lleno de sustancia formadora de la concha, y un túbulo somático con dos zonas testiculares. C: Dos oocitos, uno de ellos en tránsito por un conducto folicular. D: Túbulos somáticos con zona testicular. h, hemocele, l. lumen, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulo somático, zt. zona testicular.

celulares. En el abdomen se observa parte del oviducto con varios oocitos cubiertos de la sustancia que forma la concha del huevo.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
02BCS	cultivo	13.12.99	CIB-471	00	17	17	00.00
02BCS	cultivo	15.07.99	CIB-474	00	05	05	00.00
02BCS	cultivo	11.11.99	CIB-475	00	07	07	00.00
02BCS	cultivo	25.12.99	CIB-476	00	02	02	00.00
02BCS	cultivo	13.12.99	CIB-478	00	01	01	00.00
02BCS	cultivo	19.00.99	CIB-485	00	03	03	00.00
02BCS	cultivo	12.10.00	CIB-512	00	35	35	00.00
02BCS	cultivo	09.11.00	CIB-513	00	01	01	00.00
02BCS	cultivo	22.11.99	CIB-633	00	07	07	00.00
02BCS	cultivo	19.06.02	CIB-634	00	10	10	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. A androdióica.

6.5.2. Haplotipo: 13BCS

Localidad: 13BCS: Km. 5, carretera a San Juan de la Costa, La Paz, Baja California Sur, 24° 09' 03" N, 110° 28' 58" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes con HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	39	160	3	9	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisaco (MC1 (5) 09-10-01 He) (Fig.12): Túbulo somáticos presentes desde el tercer apéndice torácico hasta el abdomen. Se observan dos túbulo somáticos con zona testicular (ovariotestis). Un ovariotestis en tórax y otro en abdomen. En el túbulo somático del tórax con zona testicular (ovariotestis) se observa en una de las puntas de este folículo la presencia de células somáticas y en la otra punta, la zona testicular (ovariotestis), en el lumen se observan los espermatozoides. A un lado se observa en un túbulo somático el momento en que un oocito pasa por el ducto folicular y se observa como se dilata el lumen para permitir el paso del oocito hacia el oviducto, así como la elasticidad de las células de la pared del ducto folicular. También se observa un oocito cubierto por la sustancia de color café rojizo al pasar por el ducto folicular. Mientras que en el abdomen, se observa en una de las puntas del túbulo somático la zona testicular (ovariotestis), con una gran cantidad de espermatozoides y en el lumen del túbulo se observan los espermatozoides. En la otra punta del túbulo se observan las células somáticas. También se observa parte del

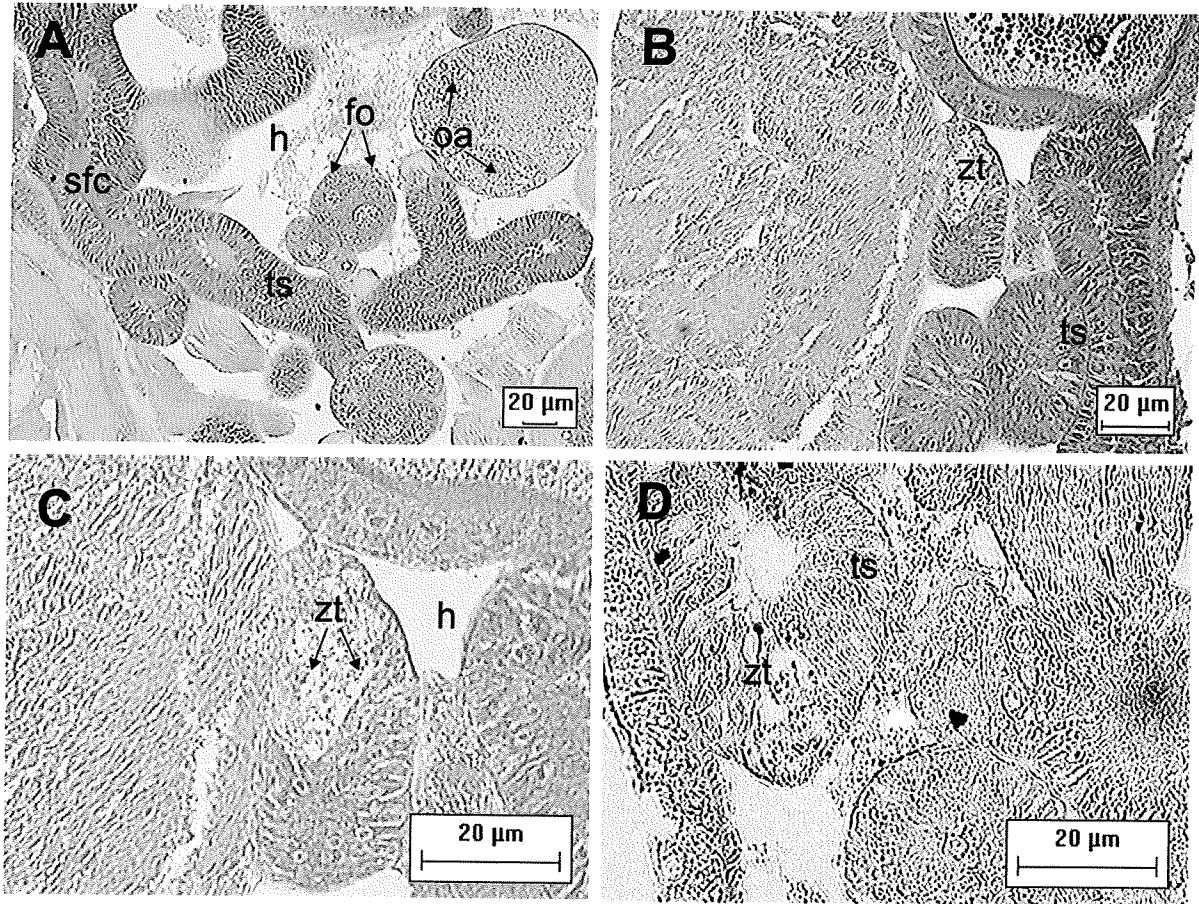


Fig. 12. *Triops* sp. E, haplotipo 13BCS, localidad 13BCS. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Túbulos somáticos, folículos ováricos y oocitos abortivos. B: Oocito en tránsito por el conducto folicular, túbulo somático con zona testicular. C: Vista aumentada de B, se observa túbulo somático con zona testicular. D: Túbulos somáticos con zona testicular. fo. folículo ovárico, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, oa. oocito abortivo, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

oviducto con cuatro oocitos cubiertos por la sustancia formadora de la concha del huevo. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios, así como varios oocitos foliculares y folículos celulares.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
13BCS	campo	29.09.96	CIB-325	00	01	01	00.00
13BCS	campo	09.10.01	CIB-636	00	37	37	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíóica.

6.5.3. Haplotipo: 38BCS

Localidad: 38BCS: Rancho Balmaceda, Cabo San Lucas, Baja California Sur, 22° 52' 30" N, 109° 57' 15" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	36	183	15	44	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC1 (1) 06-06-01 He) (Fig.13): Túbulos somáticos desde el segundo apéndice torácico hasta el abdomen. En el tórax se presentan seis túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis) y en el abdomen se observan tres túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En el tórax de uno de los túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis) en las dos puntas del tubo se observa la zona testicular. Hacia el ducto folicular se observa la sustancia formadora de la concha del huevo. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios y oocitos foliculares. También se observa parte del oviducto con 14 oocitos cubiertos por la sustancia que forma la concha del huevo.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
38BCS	cultivo	11.09.00	CIB-526	00	07	07	00.00
38BCS	cultivo	12.06.01	CIB-559	00	15	15	00.00
38BCS	cultivo	18.06.01	CIB-562	00	152	152	00.00
38BCS	cultivo	06.06.01	CIB-563	00	05	05	00.00
38BCS	cultivo	15.09.00	CIB-635	00	05	05	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

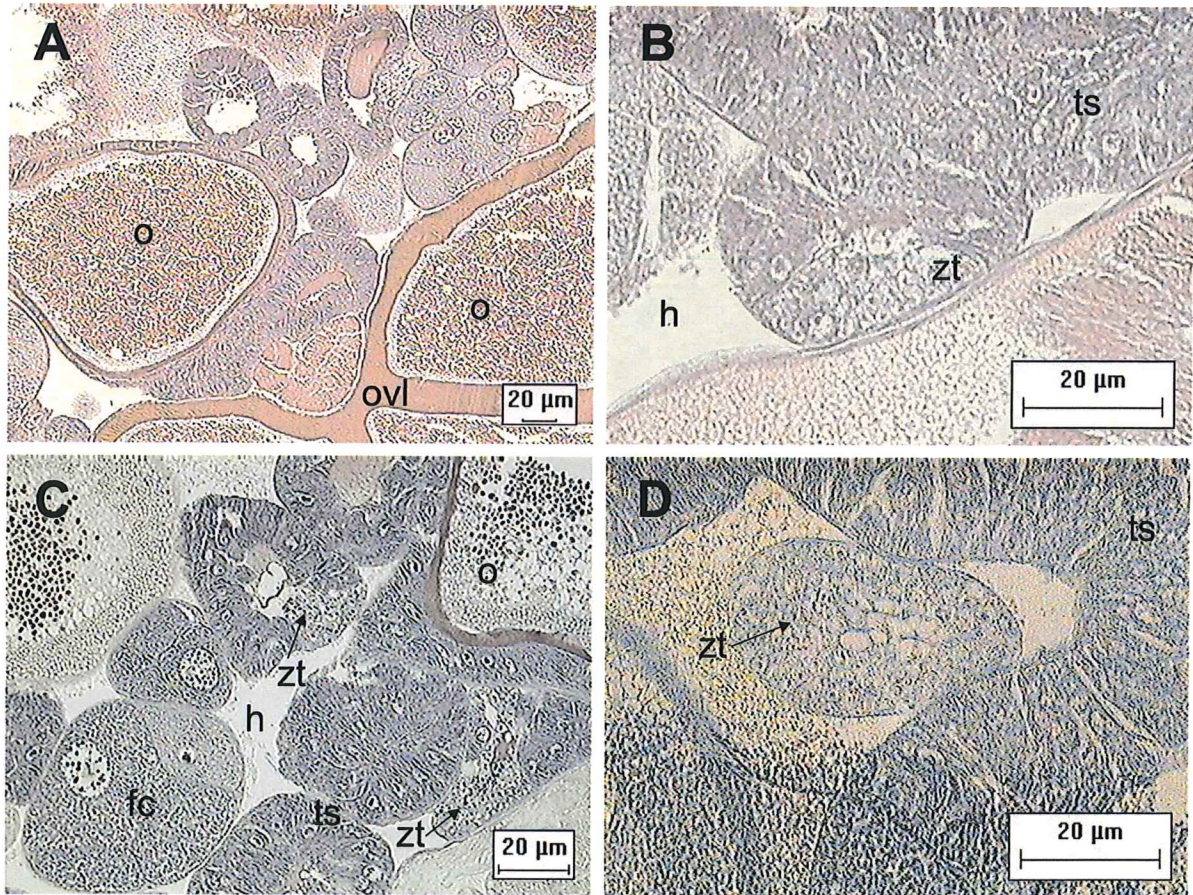


Fig. 13. *Triops* sp. E, haplotipo 38BCS, localidad 38BCS. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocitos y túbulos somáticos, lumen lleno de sustancia formadora de la concha. B: Túbulo somático con zona testicular. C: Oocitos, uno de ellos atraviesa un ducto folicular, folículo celular y túbulos somáticos, dos de ellos con zonas testiculares. D: Túbulo somático con zona testicular. fc. folículo celular, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

6.5.4. Haplotipo: 27SON

Localidad: 27 SON: Km. 89, carretera federal No. 15, Empalme-Ciudad Obregón, Guaymas, Sonora, 27° 54' 35" N, 110° 43' 33" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
4	30	98	0	0	4	0

individuos sin ovisacos	laminillas con HE	cortes con HE	laminillas con Fulgen	cortes con Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	6	14	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC4 (5) 25-05-01 He) (Fig.14A-C): Túbulo somático sólo en abdomen. En el abdomen se observa un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis), en la zona testicular se observan espermatoцитos en diferentes estadios. A un lado se observa un túbulo somático con tres ductos foliculares, en una de las puntas se observa un folículo celular con tres células, dos de ellas con su núcleo visible, la tercera célula se encuentra más hacia el hemocele. En la base del folículo se observa el área germinal y un folículo en crecimiento, así como un oogonio joven. En las otras dos puntas del túbulo se observan las células somáticas. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios, así como folículos

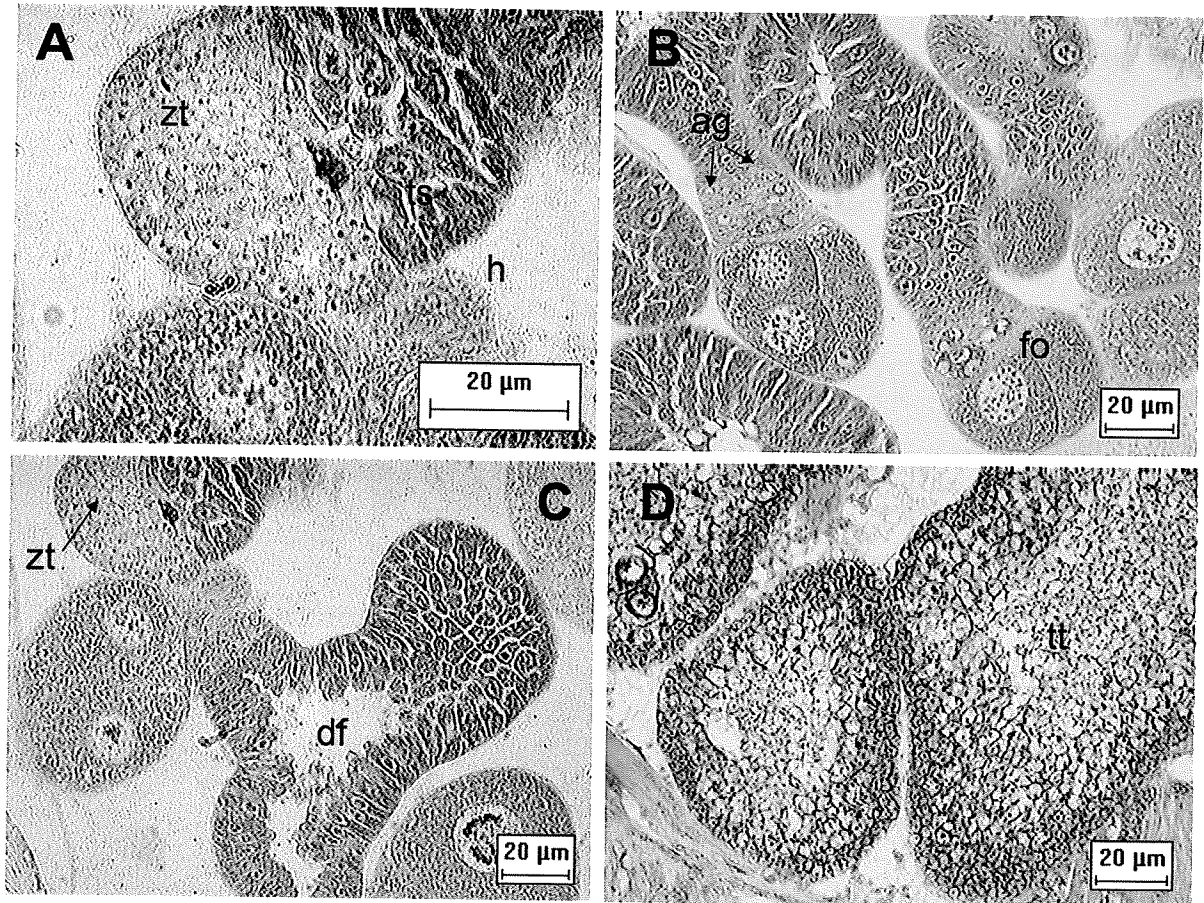


Fig. 14. *Triops* sp. E, haplotipo 27SON, localidad 27SON. A-C: Hermafrodita de forma corta. D: Macho de forma corta. A-D: Tinción HE. A: Túbulo somático con zona testicular. B: Folículos ováricos con áreas germinales y túbulos somáticos. C: Túbulo somático con conductos foliculares y zona testicular. D: Túbulos testiculares. ag. área germinal, fo. folículo ovárico, h. hemocele, o. oocito, ts. túbulos somáticos, tt. túbulo testicular, zt. zona testicular.

celulares. En otro túbulo somático se observa el lumen cubierto por la sustancia que forma la concha del huevo.

Macho (Km. 89, Sonora 25-05-01 He) (Fig.14D): Túbulos testiculares desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En los túbulos testiculares se observan espermatoцитos en diferentes estadios de desarrollo, y hacia el lumen se observan espermatoцитos.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
27SON	campo	07.09.96	CIB-298	03	36	39	7.69
27SON	cultivo	25.05.01	CIB-617	09	104	113	7.96
27SON	cultivo	30.05.01	CIB-618				
27SON	cultivo	04.06.01	CIB-619				
27SON	cultivo	12.06.01	CIB-620				
27SON	cultivo	03.06.02	CIB-670	08	73	81	9.87
27SON	cultivo	19.06.02	CIB-671				
27SON	cultivo	27.09.02	CIB-672	04	15	19	21.05
27SON	cultivo	08.10.02	CIB-673				

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.5.5. Haplotipo: 31SON

Localidad: 31 SON: Entronque Rancho El Coruco, carretera Los Hornos-Presa Álvaro Obregón, Cajéme, Sonora, 27° 42' 25" N, 109° 55' 10" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	81	285	0	0	5	0

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	7	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC1, El Coruco, Sonora 25-05-01 He) (Fig.15A-C): Túbulo somáticos en tórax y en el abdomen. En el abdomen se observa un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis). En la zona testicular del túbulo somático se observan espermatoцитos. Mientras que el lumen se observa vacío y en el lado opuesto de la zona testicular se observan las células somáticas del túbulo. También se observa parte del oviducto con varios oocitos cubiertos por la sustancia que forma la concha del huevo. A un lado del ovariotestis se observa un folículo celular con tres células, dos de ellas con un núcleo visible. En la base del folículo, se observa el área germinal con un oogonio joven. A un lado del folículo se observa un oocito con los

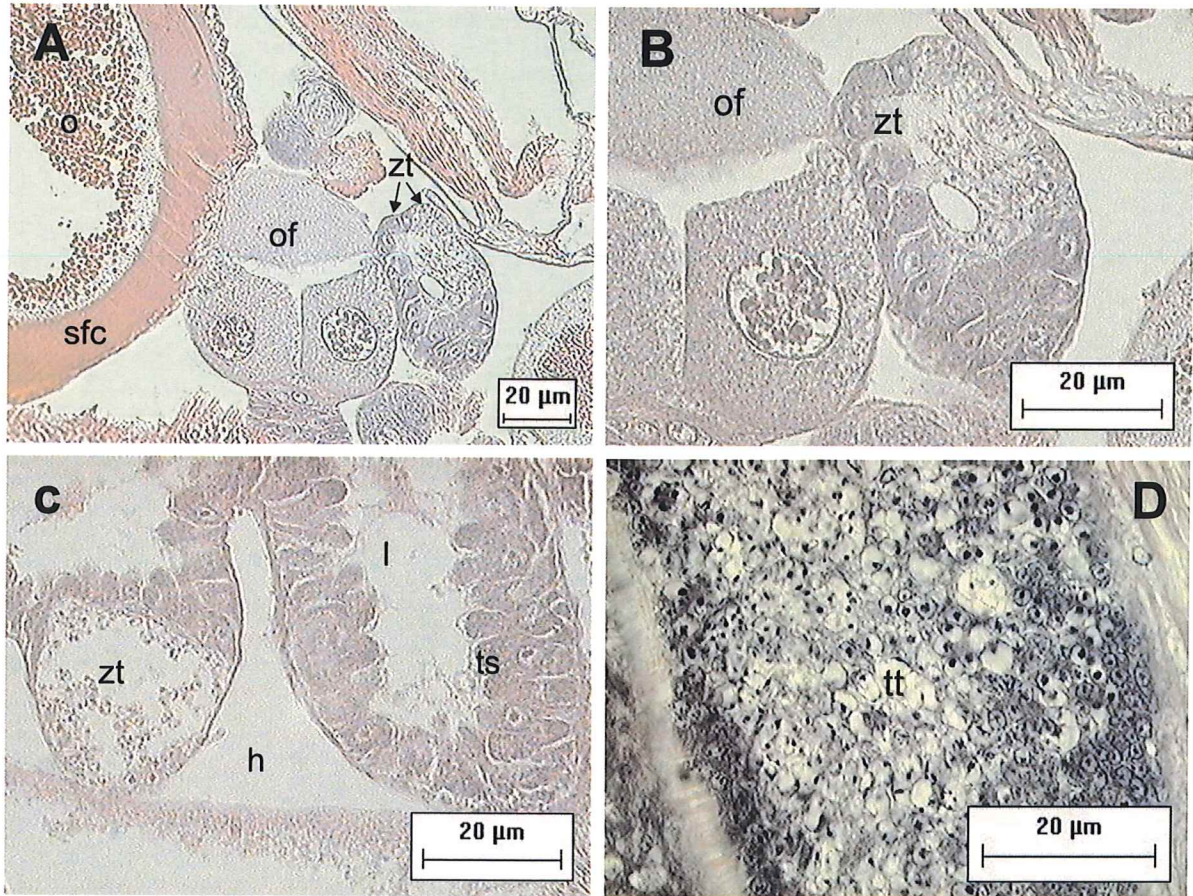


Fig. 15. *Triops* sp. E, haplotipo 31SON, localidad 31SON. A-C: Hermafrodita de forma corta. D: Macho de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito, oocito folicular y túbulo somático con zona testicular. B: Vista aumentada de A, se observa el oocito folicular y el túbulo somático con zona testicular. C: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. D: Túbulo testicular. h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, of. oocito folicular, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, tt. túbulo testicular, zt. zona testicular.

restos de dos oocitos abortivos. En el hemocele se observan oocitos y folículos en diferentes estadios.

Macho (31 Sonora 28-05-01 He)(Fig.15D): Túbulo testicular en el abdomen. En un túbulo testicular se observan los espermatozoides en diferentes estadios de desarrollo. El lumen se encuentra cubierto por espermatozoides.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
31SON	campo	08.09.96	CIB-306	00	07	07	00.00
31SON	cultivo	30.04.01	CIB-621	00	10	10	00.00
31SON	cultivo	14.05.01	CIB-622	11	236	247	4.45
31SON	cultivo	15.05.01	CIB-623				
31SON	cultivo	02.05.01	CIB-665				
31SON	cultivo	29.05.01	CIB-666				

Tipos de individuos en la población: individuos sin ovisaco con testículos e individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.5.6. Haplotipo: No determinado. Asignado a esta especie por morfología.

Localidad: 42BCS: Laguna Seca, Baja California Sur, 24° 10' 40" N, .110° 16' 45" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	23	70	6	16	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (Triops 5(5) 01-10-02 He) (Fig.16): Los túbulos somáticos parecen estar restringidos al abdomen. Se observan hasta 12 túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). Los cortes de la región abdominal permiten observar un túbulo somático con cuatro ductos foliculares y con el lumen lleno de la sustancia formadora de la concha del huevo o quiste de color pardo rojizo; en uno de los extremos de un ducto se observa la zona testicular (ovariotestis), en el ovariotestis se observan espermatoцитos. También en el túbulo se observan las células somáticas con su núcleo bien desarrollado. En otro túbulo somático con tres ductos foliculares, se observa en un extremo de uno de los ductos la presencia de zona testicular (ovariotestis), en el ovariotestis se observan espermatoцитos. En el hemocele se observan oocitos en varios estadios, así como oocitos con restos de oocitos abortivos, también se observan oocitos foliculares. En otro túbulo somático con tres ductos foliculares se observa un folículo celular con tres células una de ellas con un núcleo bien desarrollado, en la base del folículo se observa el área germinal con varios oogonios jóvenes. En otro de los extremos del folículo se observa un

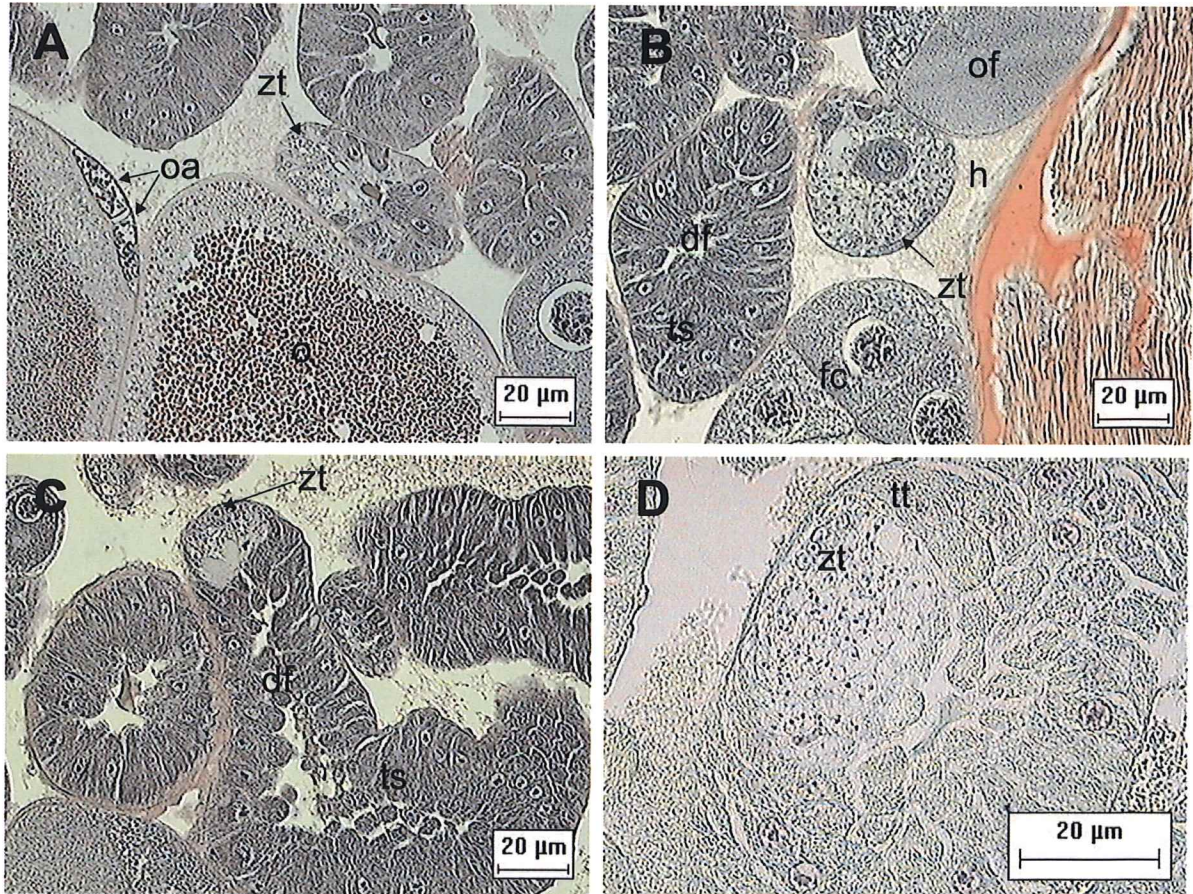


Fig. 16. *Triops* sp. E, haplotipo no determinado, localidad 42BCS. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocitos, oocitos abortivos, túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. B: Folículo celular, oocito folicular y túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. C: Túbulo somático con zona testicular. D: Túbulo somático con zona testicular. df. ducto folicular, fc. folículo celular, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, oa. oocito abortivo, of. oocito folicular, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

oocito folicular en crecimiento. En el ducto folicular se observa la presencia de la sustancia que forma la concha del huevo de color café rojiza.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
42BCS	cultivo	27.09.02	CIB-637	00	22	22	00
42BCS	cultivo	01.10.02	CIB-638	00	09	09	00
42BCS	cultivo	08.10.02	CIB-639	00	26	26	00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíica.

6.6. *Triops* sp. F

6.6.1. Haplotipo: 96BCN

Localidad: 96BCN: Km. 79.3, carretera federal No. 3, Ensenada-San Felipe, Ensenada, Baja California (Norte), 31° 36' 30" N, 115° 39' 45" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	52	152	5	15	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC3 (5) Km. 79 Carretera a San Felipe, B.C. 25-abril-01 He) (Fig.17): Se observan túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observan nueve túbulos somáticos con zonas testiculares (ovariotestis). En el tórax se observa un túbulo somático con dos ductos foliculares, en una de las puntas del túbulo somático se observa un folículo celular con tres células, una de ellas con un núcleo visible. En la base del folículo se observa el área germinal. En la otra punta del mismo túbulo somático se observan las células somáticas. En el lumen se observa la sustancia formadora de la concha del huevo. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios. En otro túbulo somático se observa la zona testicular (ovariotestis) con espermatozoides. En otro túbulo somático se observa como la zona testicular cubre el lumen con espermatozoides, y en el otro extremo del mismo túbulo somático se observan las

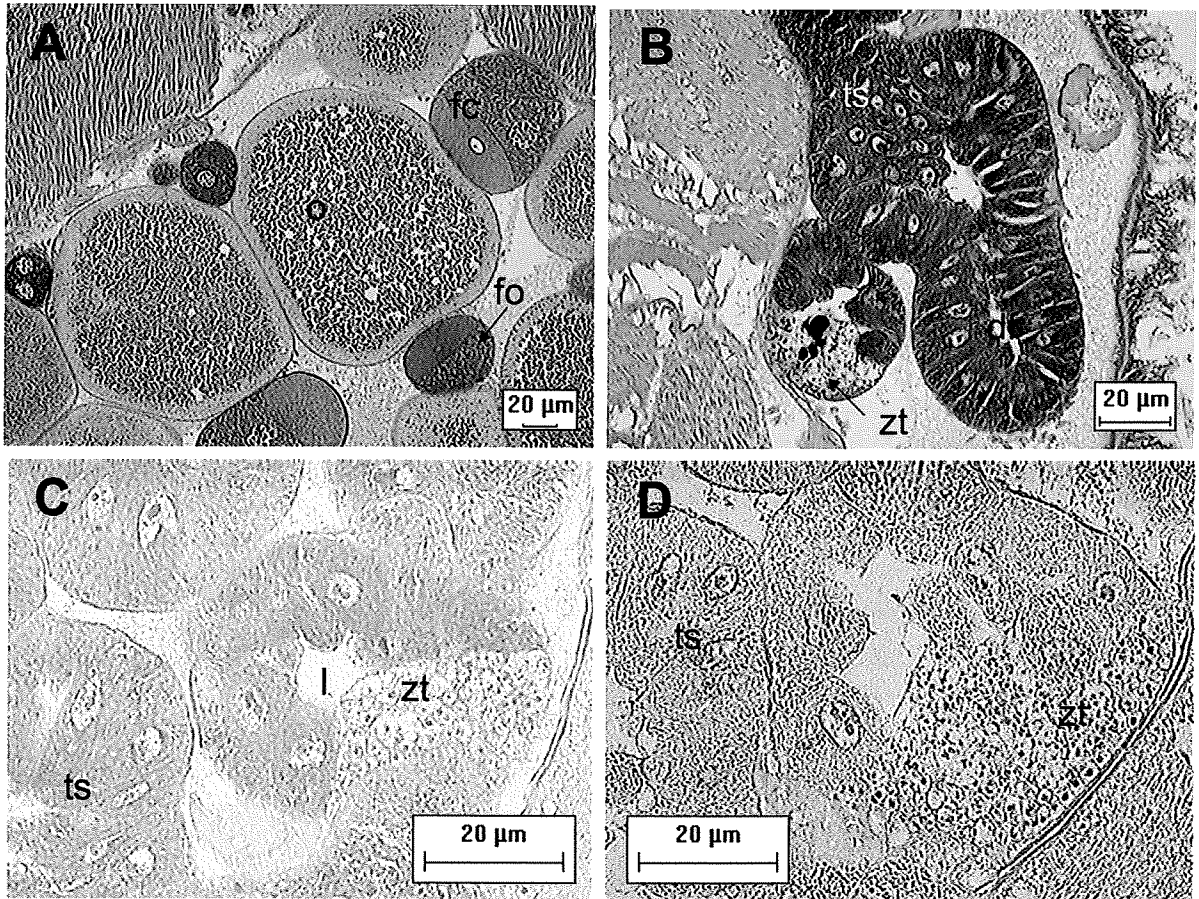


Fig. 17. *Triops* sp. F, 96BCN, localidad 96BCN. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocitos, y folículos celulares. B: Túbulo somático con su conducto folicular y una zona testicular. C: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. D: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. df. ducto folicular, l. lumen, fc. folículo celular, fo. folículo ovárico, o. oocito, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

células somáticas con núcleo. En el abdomen se observan oocitos en diferentes estadios, así como algunos túbulos somáticos.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
96BCN	campo	28.09.97	CIB-415	05	29	34	14.70
96BCN	cultivo	23.06.00	CIB-531	00	25	25	00.00
96BCN	cultivo	29.06.00	CIB-532	00	37	37	00.00
96BCN	cultivo	08.07.00	CIB-533	00	13	13	00.00
96BCN	cultivo	15.07.00	CIB-535	00	12	12	00.00
96BCN	cultivo	08.07.01	CIB-546	00	21	21	00.00
96BCN	cultivo	21.04.01	CIB-571	00	33	33	00.00
96BCN	cultivo	25.04.01	CIB-574	00	54	54	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíica.

6.7. *Triops* sp. G

6.7.1. Haplotipo: 06COAH

Localidad: 21CHIH: Entronque Estación Rellano-Los Sauces, carretera federal No. 49, Escalón-Jiménez, Jiménez, Chihuahua, 26° 50' 37" N, 104° 29' 24" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	30	96	6	25	3	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC2 (5), Estación Rellano, Chihuahua, He) (Fig.18): Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen; se observan seis túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis) en el tórax. En uno de los túbulos somáticos con zona testicular se observa en un extremo la zona testicular y en el otro las células somáticas, a un lado se observa otra zona testicular. En el abdomen se observan dos secciones del oviducto, una con diez oocitos y la otra con siete oocitos, todos los oocitos cubiertos por la sustancia formadora de la concha. También se observan varios túbulos somáticos con el lumen lleno por la sustancia formadora de la concha del huevo. Se observa un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) en el abdomen. En un ovariotestis se observa en una de sus puntas la zona testicular, a un lado se observa un oocito, mientras que en el otro extremo se observan las células somáticas. En otro túbulo somático con zona

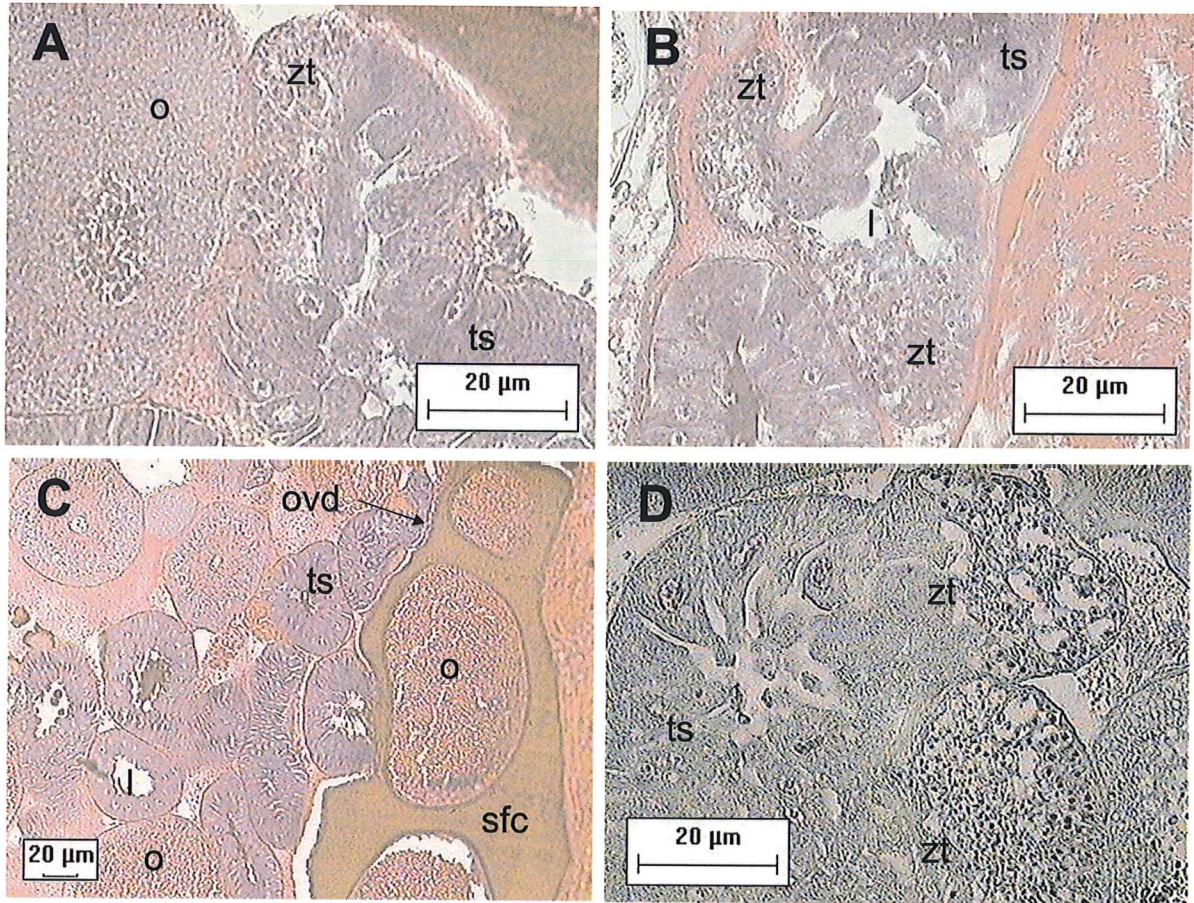


Fig. 18. *Triops* sp. G, haplotipo 06COAH, localidad 21CHIH. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito y túbulo somático con zona testicular. B: Túbulo somático con dos zonas testiculares. C: Oocitos y túbulos somáticos, uno de ellos con oviducto lleno por la sustancia formadora de la concha. D: Túbulos somáticos, cada túbulo con una zona testicular. l. lumen, o. oocito, ovd. oviducto, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

testicular (ovariotestis) localizado en el tórax, se observan también oocitos en varios estadios.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
21CHIH	campo	16.07.83	UJED-125	00	02	02	00.00
21CHIH	cultivo	07.05.03	CIB-654	00	05	05	00.00
21CHIH	cultivo	29.07.07	CIB-655	00	60	60	00.00
21CHIH	cultivo	30.07.07	CIB-656	00	79	79	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita.

6.7.2. Haplotipo: 06COAH

Localidad: 08DGO: León Guzmán, carretera federal No. 49, Lerdo-Cuencamé, Lerdo, Durango, 25° 30' 40" N, 103° 38' 37" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariostestis	individuos con ovarios
5	42	117	7	21	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC4 (12) León Guzmán, Dgo. 12-06-01He) (Fig.19): Túbulos somáticos sólo en abdomen. En abdomen se observan dos túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) se observan los espermatoцитos y en la otra punta se observan células somáticas, así como el ducto folicular. En el otro túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) solamente se observan los espermatoцитos. En otro túbulo somático se observa un folículo celular apuntando hacia el hemocele con cuatro células, una de ellas con un núcleo bien desarrollado, en la base del folículo celular se observa el área germinal con un oogonio en crecimiento, a un lado se observa un folículo vacío. En otro túbulo somático en una de sus puntas se observa un oocito cubierto por el material que forma la concha, en el oocito se observan restos de oocitos abortivos, así como el área germinal y varios oogonios jóvenes, mientras que en el ducto folicular se observa la presencia del material que forma la concha. En otro túbulo somático se observa como un oocito cubierto por el material que forma la concha pasa por el ducto folicular y como las células de la pared del ducto se estiran. En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios, así como oocitos foliculares.

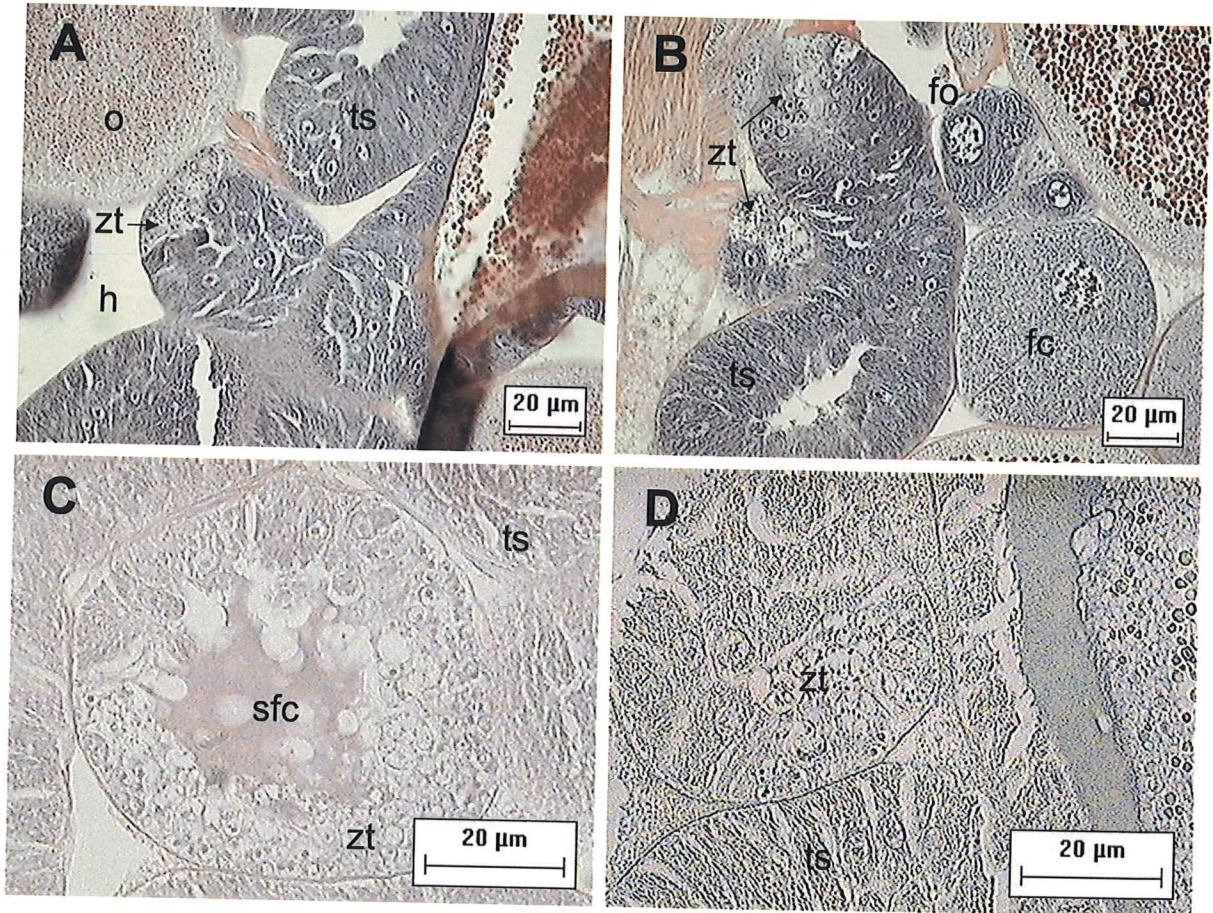


Fig. 19. *Triops* sp. G, haplotipo 06COAH, localidad 08DGO. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito y túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. B: Folículos celulares, folículo ovárico, oocito, túbulos somáticos con zonas testiculares. C: Túbulo somático con zona testicular. D: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. h. hemocele, fc. folículo celular, fo. folículo ovárico, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
08DGO	campo	10.09.83	UJED-117	00	02	02	00.00
08DGO	cultivo	12/13.06.01	CIB-604	00	17	17	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.7.3. Haplotipo: 06COAH

Localidad: 06COAH: Parque de Béisbol Infantil, Torreón Jardín, Torreón, Coahuila, 25° 31' 37" N, 103° 25' 14" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
1	14	27	3	6	1	0

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	8	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC1 (5) Torreón Jardín, Coah. 03-09-01 He) (Fig.20A-C):

Túbulos somáticos en tórax hasta el abdomen. Se observa solamente un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) en el abdomen. En el túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) se puede observar en la zona testicular la presencia de espermatozoides. En el mismo túbulo somático se observa como pasa un oocito cubierto del material que forma la concha del huevo a través del ducto folicular. También se observa la elasticidad de las células del ducto folicular. En otro túbulo somático con dos folículos se observa un oocito y en la parte inferior de este, se observan los restos de una célula nodriza, en la base del oocito se observa el área germinal, así como un oogonio joven y a un lado se observa un folículo vacío; en la otra punta del túbulo donde se encuentra el otro folículo se observa un oocito folicular en crecimiento. En el hemocele se observan oocitos y oocitos foliculares en varios estadios. También se observa parcialmente el oviducto con tres a cuatro oocitos.

Macho (Torreón Jardín) (Fig.20D): Se observan túbulos testiculares en abdomen y tórax. Se observan una gran cantidad de espermatozoides con un núcleo central, hacia el lumen se observan una gran cantidad de espermatozoides con un núcleo alargado en la periferia.

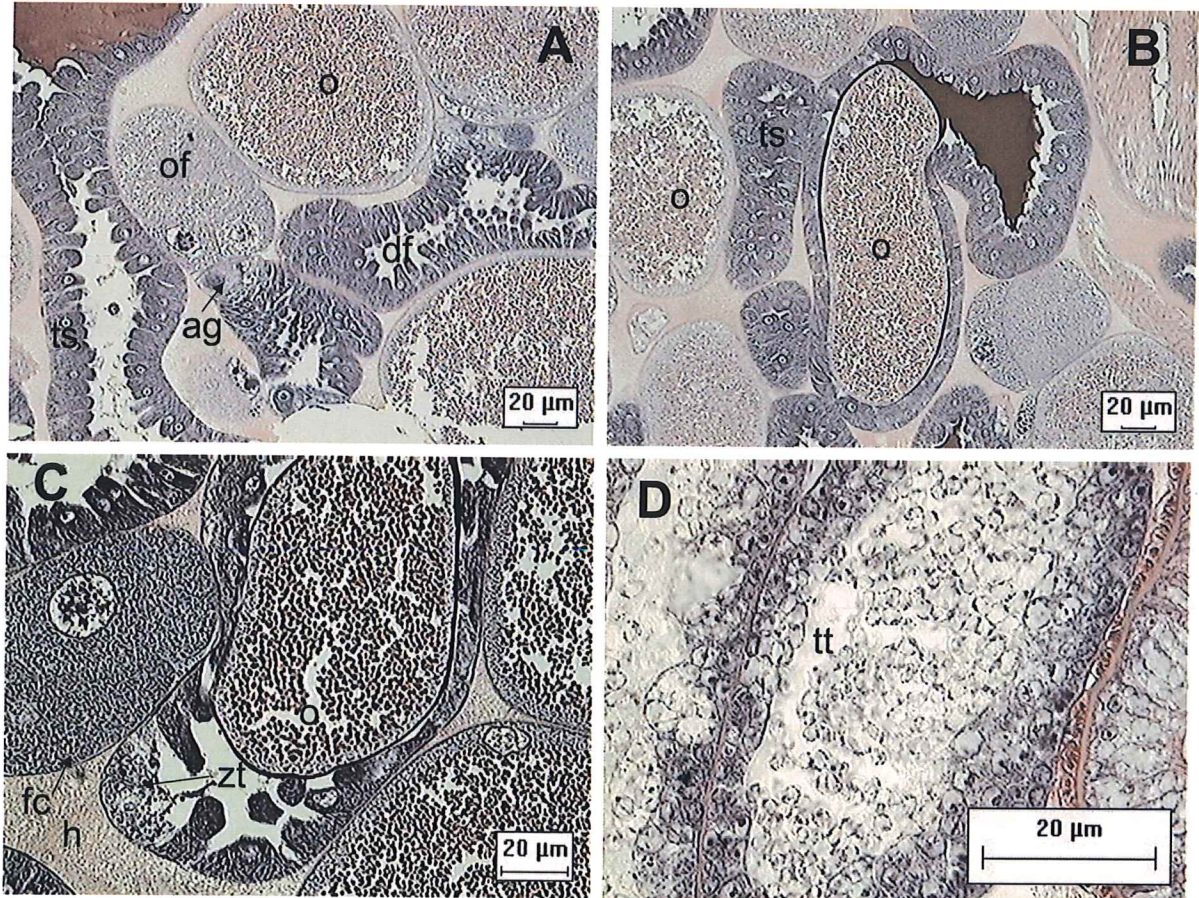


Fig. 20. *Triops* sp. G, haplotipo 06COAH, localidad 06COAH. A-C: Hermafrodita de forma corta. D: Macho de forma corta. A-D: Tinción HE. A: Oocitos, oocito folicular sobre área germinal y túbulos somáticos. B: Oocitos, túbulos somáticos, en uno de ellos con un oocito en tránsito por el conducto folicular justo en contacto con la sustancia formadora de la concha. C: Folículo celular y oocito en tránsito por el conducto folicular cerca de una zona testicular. D. Túbulos testiculares. ag. área germinal, df. ducto folicular, fc. folículo celular, h. hemocele, of. oocito folicular, o. oocitos, ts. túbulos somáticos, tt. túbulos testiculares, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
06COAH	campo	10.07.85	UJED-113	00	15	15	00.00
06COAH	cultivo	28.08.01	CIB-594	00	02	02	00.00
06COAH	cultivo	03.09.01	CIB-597	00	03	03	00.00

Tipos de individuos: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdíica.

6.8. *Triops* sp. H

6.8.1. Haplotipo: 10COAH

Localidad: 10COAH: Puente El Refugio, Cerro Bola, 70 Km. E Torreón, carretera federal No. 40, Torreón-Paila, Viesca, Coahuila, 25° 35' 02" N, 102° 45' 02" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
4	24	70	11	28	4	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC2 (1) Cerro Bola, Coahuila. 28-08-01 He) (Fig.21):
Túbulos somáticos solamente en abdomen. En el abdomen se observan tres túbulos somáticos con zona testicular (ovariotestis). En el hemocele se observan oocitos en diferentes estadios. Se observa un túbulo somático con zona testicular (ovariotestis) con espermatoцитos, del otro lado del túbulo somático se observan las células somáticas. En otro de los túbulos somáticos en la zona testicular (ovariotestis) se observa la presencia de espermatoцитos. En otro túbulo somático se observa pasar un oocito cubierto por la sustancia formadora de la concha a través del ducto folicular y se observa la elasticidad de las células de la pared del ducto. En el hemocele se observan folículos celulares con dos o tres células, así como oocitos foliculares en crecimiento.

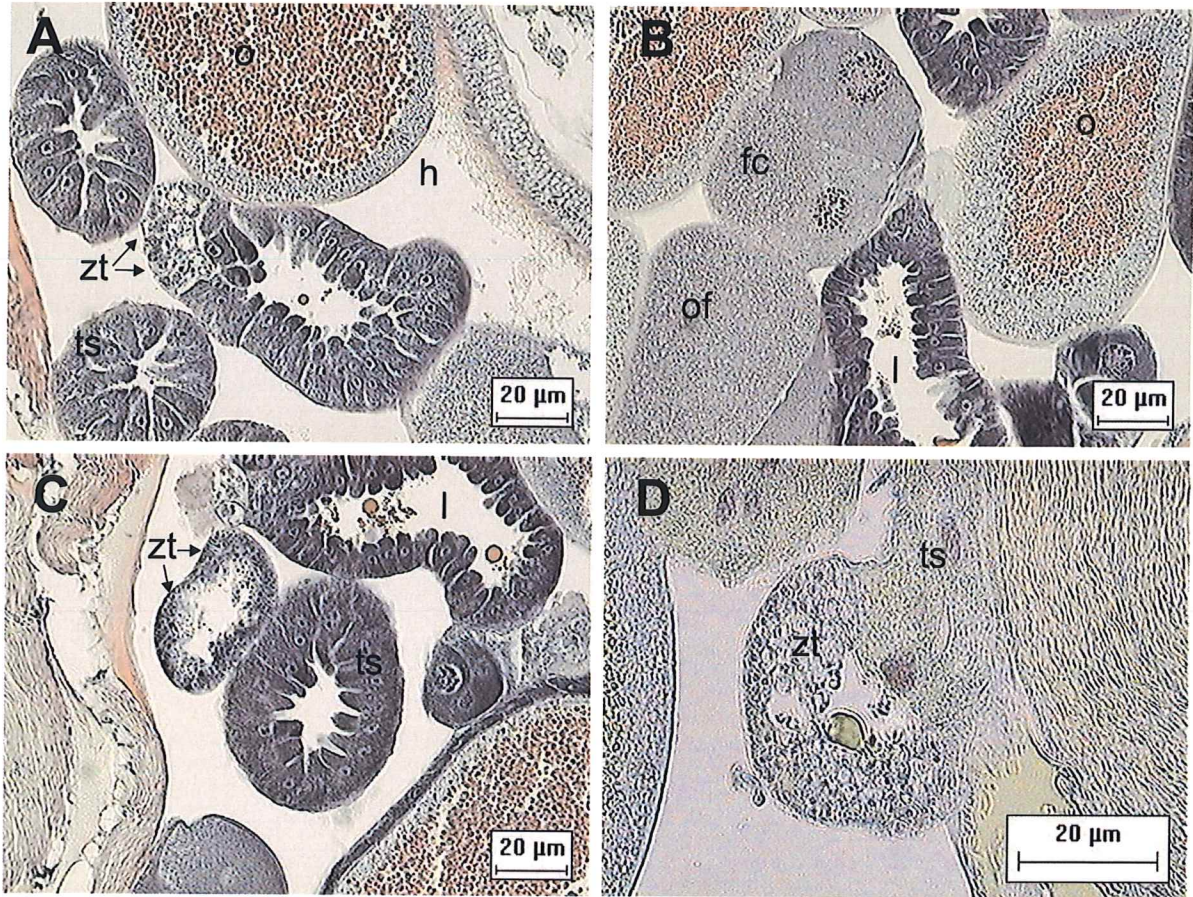


Fig. 21. *Triops* sp. H, haplotipo 10COAH, localidad 10COAH. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito, túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. B: Oocitos, túbulos somáticos, uno de ellos con un folículo celular y otro con un oocito folicular. C: Oocito, túbulos somáticos, uno de ellos con una zona testicular. D: Túbulo somático con zona testicular. h. hemocele, fc. folículo celular, l. lumen, o. oocitos, of. oocito folicular, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
10COAH	cultivo	23.08.01	CIB-586	00	07	07	00.00
10COAH	cultivo	27.08.01	CIB-587	00	07	07	00.00
10COAH	cultivo	31.08.01	CIB-590	00	36	36	00.00
10COAH	cultivo	09.09.02	CIB-658	00	19	19	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.8.2. Haplotipo: 14SLP

Localidad: 14SLP: Tanque Santa Gertrudis, carretera Ciudad del Maíz-Cárdenas, San Luis Potosí, 22° 18' 00" N, 99° 37' 00" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
4	30	65	14	39	4	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC3 (5), Santa Gertrudis, San Luis Potosí 27-08-01 He) (Fig.22): Túbulos somáticos sólo en abdomen. En el abdomen se observan cinco túbulos somáticos con zonas testiculares (ovariotestis). En un túbulo somático con

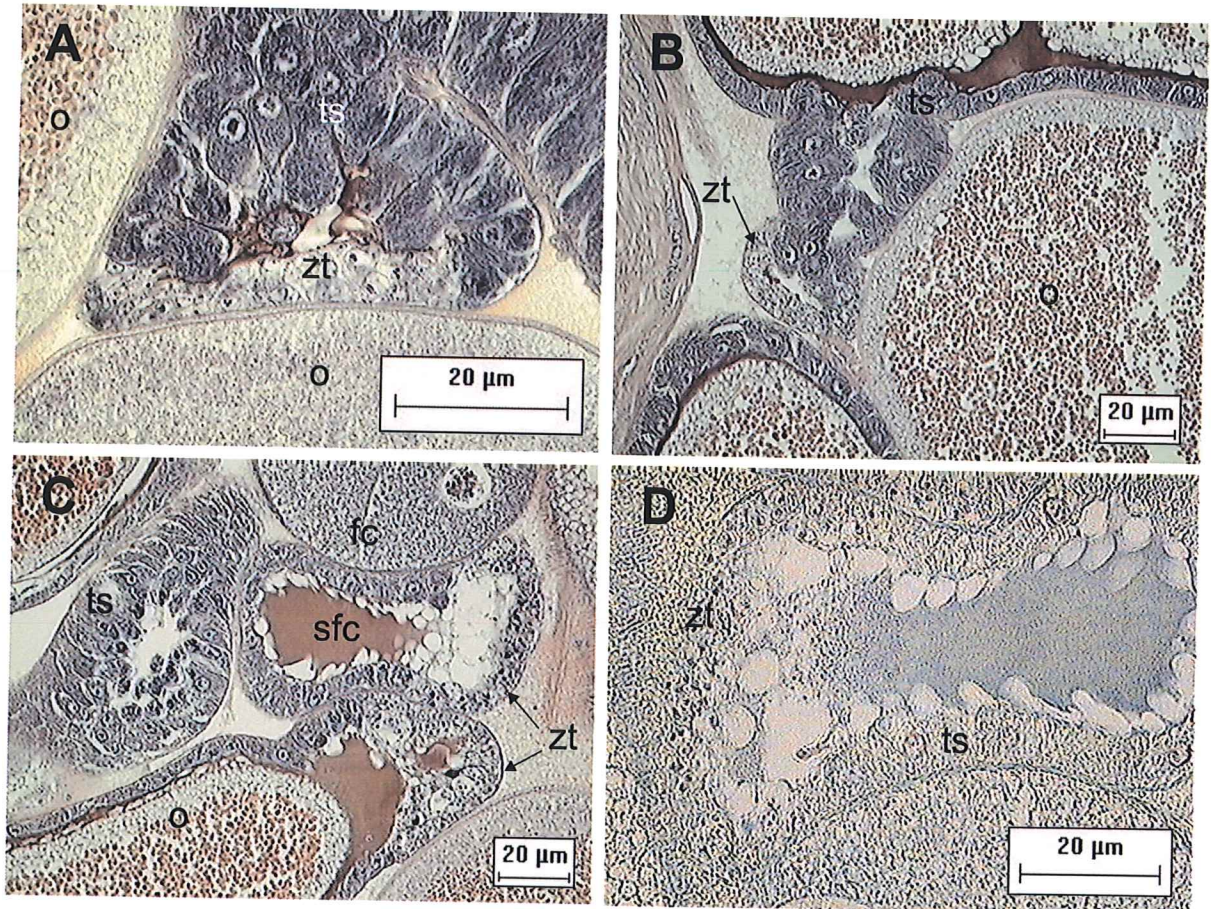


Fig. 22. *Triops* sp. H, haplotipo 14SLP, localidad 14SLP. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocitos, túbulo somático con zona testicular. B: Oocitos, túbulos somáticos con zona testicular. C: Oocitos, uno de ellos en tránsito por el conducto folicular cerca de zona testicular, se observa también folículo celular y túbulos somáticos con zonas testiculares y lumen lleno por sustancia formadora de la concha. D: Túbulo somático con zona testicular. fc. folículo celular, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

tres ductos se observa cuando pasan por el ducto folicular varios oocitos cubiertos por la sustancia que forma la concha del huevo. En una de las puntas del folículo se observa la zona testicular (ovariotestis) junto con la sustancia que forma la concha del huevo. También se observa la elasticidad de las células del ducto folicular cuando pasa un oocito a través del ducto. En otro túbulo somático se observa pasar un oocito por el ducto folicular, cubierto por la sustancia que forma la concha del huevo y en la otra punta del túbulo se observa la zona testicular (ovariotestis). En la zona testicular del túbulo somático se observan algunos espermatoцитos en diferentes estadios. A un lado del túbulo se observa otro túbulo somático con zona testicular y con el lumen cubierto de la sustancia que forma la concha del huevo. En el abdomen se observan oocitos y folículos celulares en diferentes estadios.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
14SLP	campo	30.07.99	CIB-443	00	05	05	00.00
14SLP	cultivo	23.08.01	CIB-611	00	04	04	00.00
14SLP	cultivo	27.08.01	CIB-612	00	05	05	00.00
14SLP	cultivo	04.09.01	CIB-613	00	15	15	00.00
14SLP	cultivo	11.10.01	CIB-614	00	09	09	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.8.3. Haplotipo: 14SLP

Localidad: 15 SLP: Km.152, carretera federal No. 57, San Luis Potosí-Matehuala, San Luis Potosí, 23° 01' 00" N, 100° 29' 00" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
5	27	137	23	95	5	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC1 (5) Km. 152, San Luis Potosí 02-07-01 He) (Fig.23):
Túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. Se observan en el tórax tres túbulos somáticos con zonas testiculares (ovariotestis). En los tres túbulos somáticos con zona testicular se observan espermatoцитos en diferentes estadios. A un lado se observa un túbulo somático con el lumen lleno de la sustancia formadora de la concha del huevo. En el tórax se observa un oocito con restos de oocitos abortivos. En el abdomen en un túbulo somático se observa cuando pasa un oocito por el ducto folicular cubierto por la sustancia que forma la concha del huevo. También se observa la elasticidad de las células del ducto folicular. Se observan oocitos y folículos celulares en diferentes estadios de desarrollo.

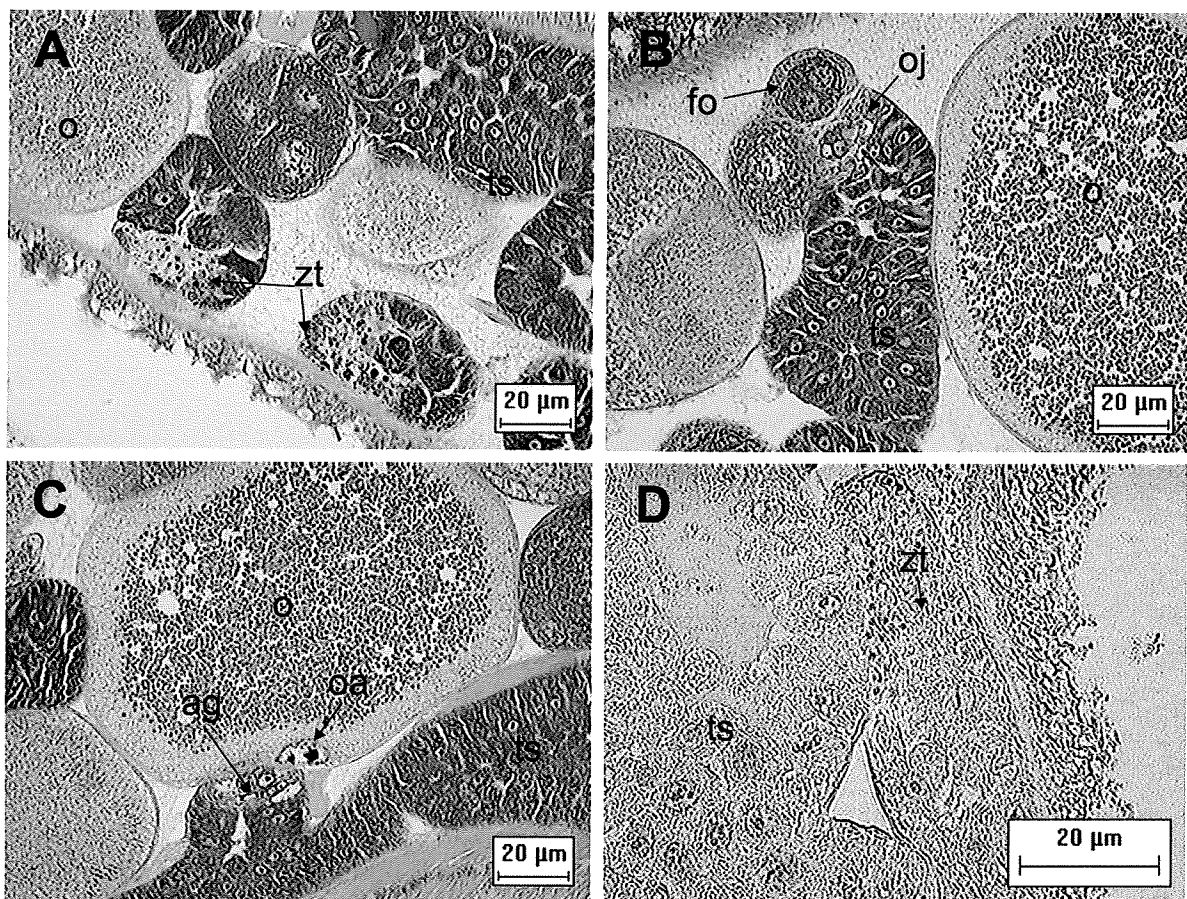


Fig. 23. *Triops* sp. H, haplotipo 14SLP, localidad 15SLP. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-C: Tinción HE. D: Tinción Fulgen-azul de Picrometil. A: Oocito, túbulos somáticos, dos de ellos con zonas testiculares. B: Oocito, oögonio joven y túbulo somático con folículo ovárico. C: Túbulo somático con área germinal, un oocito dirigido hacia el hemocele y un oocito abortivo. D: Túbulos somáticos, uno de ellos con zona testicular. ag. área germinal, fo. folículo ovárico, o. oocitos, oa. oocito abortivo, oj. oögonio joven, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
15SLP	campo	29.07.99	CIB-441	00	105	105	00.00
15SLP	cultivo	19.06.01	CIB-615	00	05	05	00.00
15SLP	cultivo	02.07.01	CIB-616	00	05	05	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

6.8.4. Haplotipo: 32CHIH

Localidad: 32CHIH: Km 208, carretera estatal No. 5, Ignacio Zaragoza-Buenaventura, Chihuahua, 29° 42' 29.4" N, 107° 42' 52.0" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
2	18	66	3	11	2	0

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (MC2 (3) I. Zaragoza, Chihuahua He) (Fig.24): Se observan túbulos somáticos desde el tórax hasta el abdomen, todo el cuerpo cubierto de gónadas. Se observan varios túbulos somáticos, aproximadamente seis zonas testiculares (ovariotestis) en el tórax. También se observa en los túbulos somáticos cuando pasa un oocito por el ducto folicular. Se observa el oviducto longitudinal a lo largo del cuerpo con una gran cantidad de oocitos, cubiertos por la sustancia formadora de la concha del huevo. También se observan oocitos en diferentes estadios de desarrollo.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
32CHIH	cultivo	12.06.03	CIB-657	00	08	08	00.00

Tipos de individuos en la población: Individuos con ovisacos anatómicamente hermafroditas.

Tipo de reproducción inferida: Sexual hermafrodita. Androdióica.

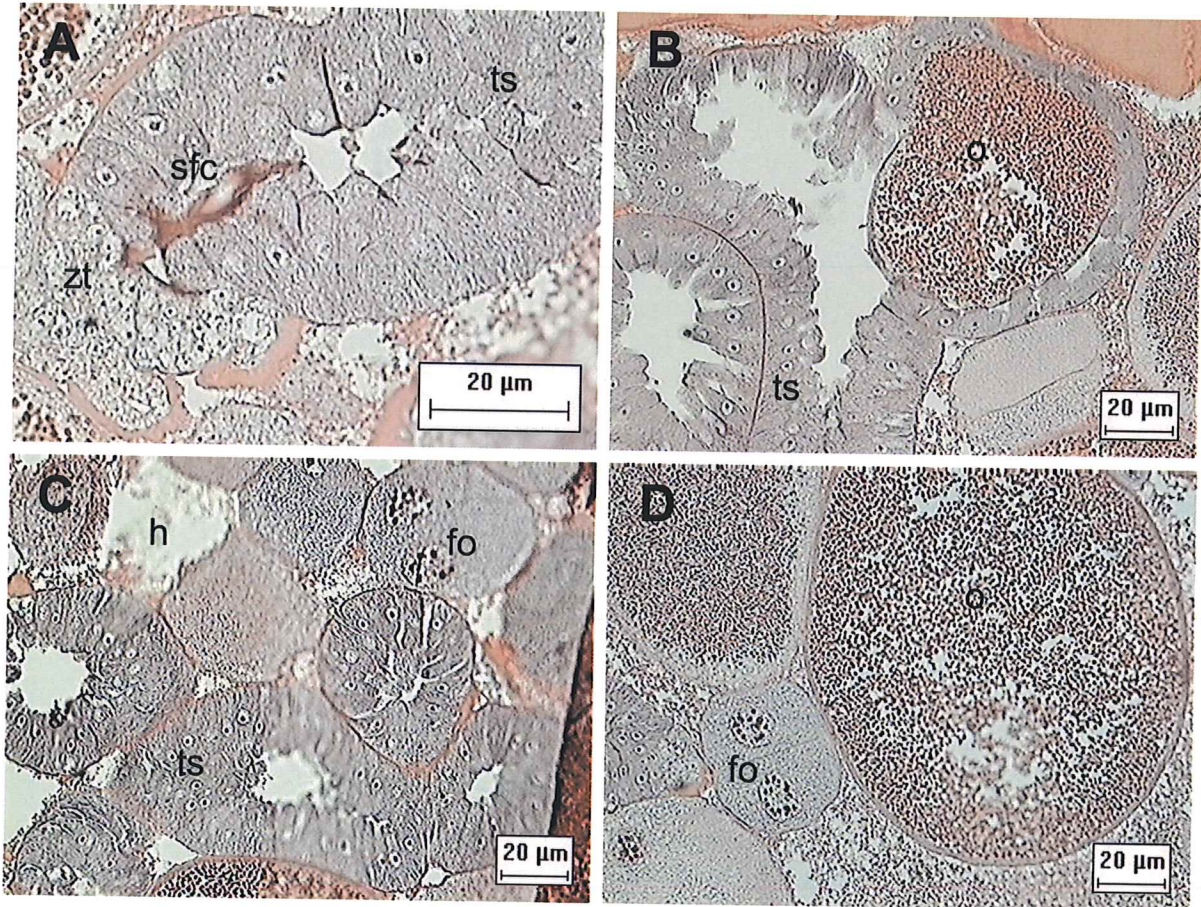


Fig. 24. *Triops* sp. H, haplotipo 32CHIH, localidad 32CHIH. A-D: Hermafrodita de forma corta. A-D: Tinción HE. A: Túbulo somático con zona testicular. B: Túbulos somáticos, uno de ellos con oocito en tránsito. C: Túbulos somáticos y folículo ovárico. D: Folículo ovárico y oocitos. fo. folículo ovárico, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, zt. zona testicular.

6.9. *Triops* sp. I

6.9.1. Haplotipo: 12AGS

Localidad: 12AGS: Estanque El Jagüey, Salto del Burro, Aeropuerto de la Ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes, 21° 43' 00" N, 102° 18' 00" W.

Material examinado:

individuos con ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con ovarios
3	27	94	0	0	0	3

individuos sin ovisacos	laminillas HE	cortes HE	laminillas Fulgen	cortes Fulgen	individuos con ovariotestis	individuos con testículos
1	3	9	0	0	0	1

Descripción histológica:

Individuo con ovisacos (hembra2 (3), Aguascalientes, Aguascalientes 24-09-01He) (Fig.25A-C): Se observan túbulos somáticos desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observa un túbulo somático con el lumen lleno de la sustancia formadora de la concha del huevo. En el abdomen se observa un túbulo somático con un folículo celular con dos células cada una de ellas con un núcleo bien desarrollado, en la base del folículo se observa el área germinal. En el abdomen se observa cuando un oocito pasa a través del ducto folicular y como las células del túbulo se estiran para permitir el paso del oocito. En el hemocele se

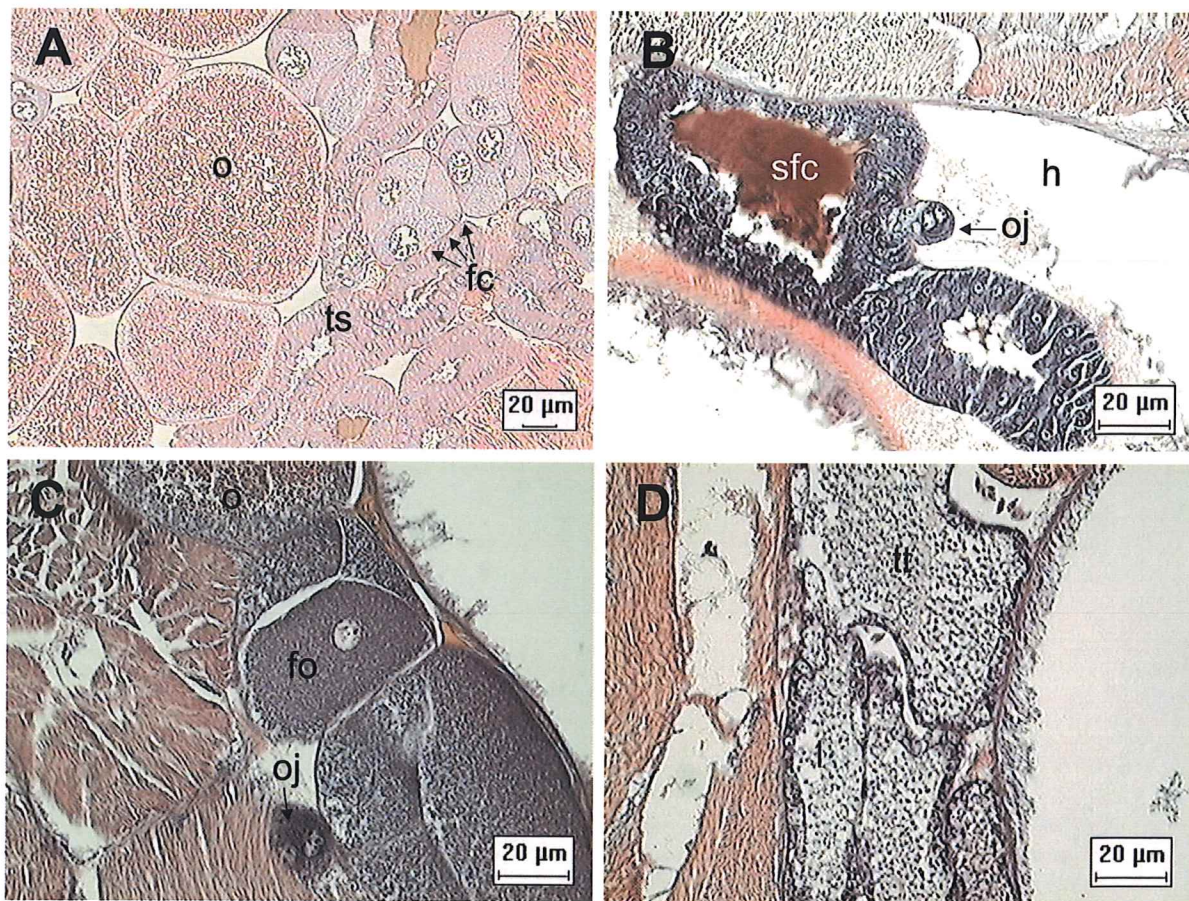


Fig. 25. *Triops* sp. I, haplotipo 12AGS, localidad 12AGS. A-C: Hembra de forma larga. D: Macho de forma larga. A-D: Tinción HE. A: Folículos celulares, oocitos y túbulos somáticos. B: Túbulos somáticos, uno de ellos con el lumen lleno de sustancia formadora de la concha. C: Folículo ovárico, oocito y oogonio joven. D: Túbulos testiculares, fc. folículo celular, fo. folículo ovárico, h. hemocele, l. lumen, o. oocitos, oj. oogonio joven, sfc. sustancia formadora de la concha, ts. túbulos somáticos, tt. túbulos testiculares.

pueden observan oocitos en diferentes estadios de desarrollo así como oocitos foliculares.

(Macho Aguascalientes, Aguascalientes) (Fig.25D): Los túbulos testiculares están presentes desde el segundo par de apéndices torácicos hasta el abdomen. En el tórax se observa un túbulo testicular, con espermatoцитos en diferentes estadios, mientras que en el lumen se observa una gran cantidad de espermatoцитos.

Proporción de machos:

localidad	origen	fecha recolecta	número de catálogo	machos	individuos con ovisacos	total	proporción machos
12AGS	campo	23.06.99	CIB-627	03	03	06	50.00
12AGS	campo	27.06.99	CIB-628	03	03	06	50.00
12AGS	cultivo	17.09.01	CIB-629	02	00	02	100.00
12AGS	cultivo	14.09.01	CIB-631	12	03	15	80.00
12AGS	cultivo	30.11.01	CIB-632	01	00	01	100.00
12SGS	cultivo	21.07.03	CIB-683	03	01	04	75.00

Tipos de individuos en la población: Individuos sin ovisacos con testículos e individuos con ovisacos cuyas gónadas se determinan anatómicamente como ovarios.

Tipo de reproducción inferida: Sexual biparental gonocórica.

7. DISCUSIÓN

En estudios previos sobre histología gonadal en poblaciones de *Triops longicaudatus* de California y Arizona, EE.UU. Longhurst (1955a), Akita (1971), y Scanabissi y Mondini (2002b) encontraron que los individuos de las poblaciones estudiadas eran anatómicamente hermafroditas. La presente investigación es un estudio más extenso sobre poblaciones de Norte América, ya que considera 22 poblaciones representantes de 19 haplotipos (12S ARNr + COI) y nueve especies (Obregón-Barboza, 2005), las cuales se distribuyen geográficamente a lo largo de ocho estados del norte de México.

Con base en la integración de la información aquí generada sobre histología gonadal, así como de la identidad molecular de las poblaciones y especies de *Triops* de México reportada por Obregón-Barboza (2005), se establece que siete especies (*Triops* sp. A-C, E-H) tienen una reproducción sexual androdióica. De acuerdo al modelo de este tipo de reproducción, estas especies de *Triops* se componen principalmente de individuos con ovisacos, anatómicamente hermafroditas, capaces de autofertilizarse, sin embargo pueden ocurrir machos en baja proporción (<20%), los cuales probablemente se cruzan con los hermafroditas (Sassaman, 1991). Dos especies, *Triops* sp. D y *Triops* sp. I, se proponen como formas con reproducción sexual gonocórica; estas especies para reproducirse requieren de machos y hembras para un cruzamiento obligado. Si las poblaciones estudiadas son representativas de las que concurren en el norte de México, estos datos indican que el 80% o más de las especies de esa región son del tipo hermafrodita autocompatible y facultativa a entrecruzarse con machos.

Bernard (1891 y 1895) y Longhurst (1955a, b) describieron las gónadas de *Triops* y *Lepidurus*, sin embargo no precisaron sobre el tamaño o desarrollo de las zonas testiculares de los individuos estudiados. Akita (1971) mencionó que en *Triops longicaudatus* de Japón existen dos tipos de individuos: uno con una zona testicular bien desarrollada y otro con una zona testicular rudimentaria. De la misma forma Zaffagnini y Trentini (1980) señalaron que las zonas testiculares están a lo largo del cuerpo y pueden ser de diferente tamaño.

En las diferentes poblaciones estudiadas se observó un mayor número y mayor desarrollo o cobertura de zonas testiculares en aquellas con morfotipos largos. Mientras que en aquellas con morfotipos cortos se observaron un menor desarrollo y cantidad de zonas testiculares. En el individuo "ML 1" (*Triops* sp. A, haplotipo 59BCN) (Fig. 2) se encontraron 19 túbulos somáticos con zonas testiculares; en algunos túbulos, la zona testicular cubre todo el túbulo. En el individuo "ML 1" (*Triops* sp. A, haplotipo 05BCS) (Fig. 3) se localizaron 12 túbulos somáticos con zonas testiculares; en tres de los túbulos, las zonas testiculares cubren totalmente los túbulos somáticos. En el individuo "ML" (*Triops* sp. B, haplotipo 22BCS) (Fig. 4) se encontraron 19 túbulos somáticos con zona testicular; en algunos de los túbulos la zona testicular cubre todo el túbulo somático. En el individuo "ML 1" (*Triops* sp. B, haplotipo 27BCS) (Fig. 5) se localizaron seis túbulos somáticos con zona testicular, tres de ellos totalmente cubiertos por la zona testicular. En el individuo "Jardín 3" (haplotipo 09COAH) (Fig. 8) se encontraron 20 túbulos somáticos con zona testicular. Los individuos de forma corta con más zonas testiculares fueron el individuo "Triops 5" (*Triops* sp. E), en el cual se encontraron 12 túbulos somáticos

con zonas testiculares, y el individuo "MC 1" con nueve túbulos somáticos con zonas testiculares.

Las zonas testiculares en los hermafroditas estudiados se encontraron tanto en la región torácica como en la abdominal. Zaffagnini y Trentini (1980) en su estudio sobre reproducción de *Triops cancriformis* de Europa señalaron que las áreas testiculares se encontraron distribuidas a lo largo de las gónadas. Mientras que en otro estudio con *Triops cancriformis* de Italia, Zaffagnini y Rossi (1980) distinguieron en 24 individuos áreas testiculares sin una distribución uniforme a lo largo del cuerpo y determinaron que existe una reducción de áreas testiculares hacia la parte anterior (torácica) del oviducto eferente. Zucker *et al.* (1997) y Weeks *et al.* (2005) señalaron que los espinicaudatos hermafroditas *Eulimnadia texana* y *E. agassizii* presentan zonas testiculares mayormente desarrolladas en las gónadas localizadas en la parte abdominal, después del onceavo segmento torácico.

En la actualidad el manejo de las especies es de gran importancia, tanto para garantizar su conservación como para encontrar formas de uso sostenible. Especies del género *Triops* han sido reportadas como plagas en campos de arroz en varios países de América, África, Asia y Europa (Fox, 1949; Grigarick *et al.*, 1961). Este camarón, sin embargo, ha sido utilizado para el control de malezas en campos de arroz en Japón (Takahashi, 1977) y también ha sido propuesto como un agente controlador de mosquitos (Tietze y Mulla, 1991). Así mismo, dado su rápido crecimiento, maduración temprana (seis días) y reproducción uniparental vía quistes, el haplotipo 02BCS de forma corta de *Triops* sp. E y el haplotipo 22BCS de forma larga de *Triops* sp. B, ambos de Baja California Sur y con reproducción hermafrodita

están siendo estudiadas para establecer la factibilidad de su uso en la acuicultura. La forma corta de *Triops* produjo un promedio de 3193 quistes en 15 días y 5821 quistes en 20 días, con puestas individuales diarias de hasta 1231 quistes y una rápida maduración de seis días (Obregón-Barboza *et al.*, 2001). Mientras que la forma larga (*Triops* sp. B), llegó a producir solo 4.2 huevos por día; se consideró que esa diferencia significativa en producción de quistes fue debido a que eran especies diferentes, aunque la forma larga creció en promedio más que la forma corta (Obregón-Barboza *et al.*, 2001). La ventaja reproductiva de las formas uniparentales sobre las biparentales es significativa cuando se comparan las poblaciones hermafroditas de forma corta con una especie gonocórica como *Triops granarius* que produjo solamente 206 quistes en 25 días (Meintjes, 1996).

Dados los antecedentes que existen sobre el uso y manejo de *Triops*, de las 22 poblaciones estudiadas, las 19 formas con individuos hermafroditas tienen un mayor potencial de uso considerando su rápido crecimiento, maduración temprana y reproducción (Baja California 2, Baja California Sur 7, Coahuila 3, Chihuahua 2, Durango 1, San Luis Potosí 2 y Sonora 2). Estos hermafroditas son candidatos potenciales para utilizarse como controladores de larvas de mosquitos (Tieze y Mulla, 1991) así como para acuicultura en forma de quistes, nauplios y adultos (Obregón-Barboza *et al.*, 2001). Para evitar la introducción de especies exóticas y conservar la biota original, se recomienda utilizar para estos fines las especies nativas aquí descritas.

8. CONCLUSIONES

1. Siete especies se caracterizan como entidades de reproducción sexual androdióica, las cuales se componen principalmente de individuos con ovisacos, que son anatómicamente hermafroditas facultativos capaces de autofertilizarse y de cruzarse con machos los cuales ocurren en baja proporción.
2. Dos especies, procedentes de Aguascalientes y Durango, se caracterizan como entidades de reproducción sexual gonocórica, las cuales se componen de individuos machos e individuos hembras.
3. Estos datos indican que el 80% o más de las especies que ocurren en el norte de México son del tipo hermafrodita autocompatible.
4. La presencia de un mayor número de poblaciones de *Triops* con reproducción sexual hermafrodita sobre las de reproducción sexual biparental parece evidenciar un mayor nivel de éxito de la aptitud que tienen los grupos hermafroditas sobre los biparentales en los ambientes extremos como son los cuerpos de agua temporales. La incidencia de un bajo porcentaje de machos en algunas poblaciones hermafroditas sugieren que la reproducción en éstas no es estrictamente uniparental (reproducción androdióica). Esta condición probablemente tenga una función dual, en la que mientras un hermafrodita (anfigénico o monogénico) funciona como el colonizador ideal, la presencia de machos funciona como sistema mediador de los efectos de la depresión endogámica por la reproducción hermafrodita autocompatible.

5. En la actualidad el manejo de las especies es de gran importancia, tanto para garantizar su conservación como para encontrar formas de uso sustentable. Especies del género *Triops* han sido reportadas como plagas en campos de arroz en varios países de América, África, Asia y Europa. Este camarón sin embargo, ha sido utilizado para el control de malezas en campos de arroz en Japón y también ha sido propuesto como un agente controlador de mosquitos. Así mismo, dado su rápido crecimiento, maduración temprana (seis días), reproducción uniparental vía quistes y producción de quistes varias formas de *Triops* de la península de Baja California Sur están siendo estudiadas para establecer la factibilidad de sus uso en la acuicultura.
6. Con base en los resultados de esta investigación se reconocen 19 poblaciones con reproducción hermafrodita. Se propone que estas poblaciones de *Triops* distribuidas en Baja California (2), Baja California Sur (7), Coahuila (3), Chihuahua (2), Durango (1), San Luis Potosí (2) y Sonora (2), son factibles de explotación, en las regiones donde se localizan que es principalmente en las regiones áridas y semiáridas del norte de México. Parece viable el uso de las poblaciones hermafroditas por su rápido crecimiento, maduración temprana y reproducción para aplicarse como controladores de larvas de mosquitos, así como alimento de peces y crustáceos de importancia económica.

9. LITERATURA CITADA

- Akita, M., 1971. On the reproduction of *Triops longicaudatus* (LeConte). Zool. Magazine 80:242-250.
- Belk, D., 1982. Branchiopoda. In S.P. Parker (ed.), Synopsis and classification of living organisms. McGraw Hill, pp. 174-180.
- Bernard, H. M., 1891. Hermaphroditism of the Apodidae. Naturae 43: 343-344.
- Bernard, H.M., 1895. Hermaphroditism among the Apodidae. Ann. Mag. Nat. Hist. S. 6 52:296-309.
- Criel, G.R.J., 1991. Morphology of *Artemia*. In R.A. Browne, P.A. Sorgeloos, and C.N.A. Trotman (eds.): *Artemia* Biology. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 119-153.
- Criel, G.R.J., 1992. Gametogenesis, Fertilization and Development in *Artemia* sp. (Crustacea: Anostraca). Universiteit Gent, Faculteit Wetenschappen. pp. 342.
- Engelmann, M., G. Hoheisel, T. Hahn, W. Joost, J. Veiweg & W. Naumann, 1996. Populations of *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca) in Germany northerly 50° N are not clonal and at best facultatively hermaphroditic. Crustaceana (Leiden) 69: 755-768.
- Engelmann, M., T. Hahn & G. Hoheisel, 1997. Ultrastructural characterization of the gonad of *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca) from population containing both females and males: no evidence for hermaphroditic reproduction. Zoomorph. 117: 175-180.
- Fox, M., 1949. On Apus: its rediscovery in Britain, nomenclature and habits. Proc. zool. Soc. 119:693-702.

- Fryer, G., 1987c. A new classification of the branchiopod Crustacea. Zool. J. Linn. Soc. 91: 357-383.
- Fryer, G., 1988. Studies on the functional morphology and biology of the Notostraca (Crustacea: Branchiopoda). Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 321: 27-124.
- Grigarick, A.A., W.H. Lange & D.C. Finrock, 1961. Control of the tadpole shrimp, *Triops longicaudatus*, in California rice fields. J. Econ. Ent. 54:36-40.
- Hempel-Zawitkowska, J. 1967. Natural history of *Triops cancriformis* (Bosc). Zoologica Poloniae 17: 173-239.
- Howard, D. W. y C. S. Smith, 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusks. Technical Memorandum NM FS-F/NEC-25, Department of Commerce. Woods Hale, U.S.A. pp 97.
- Humason, L. G. 1979. Animal tissue technique. Fourth Edt. W. H. Freeman and Company, Sn. Francisco. Printed in the United States. Of America. 661 p.
- Jézéquel, J., 1921. Prédominance anormale de mâles dans une population d'Apus (*Lepidurus productus* Bosc.). Bull. Soc. Zool. Fr. : 99-100.
- King, J.L. & R. Hanner, 1998. Cryptic species in a "living fossil" lineage: taxonomic and phylogenetic relationships within the genus *Lepidurus* (Crustacea: Notostraca) in North America. Molecular Phylogenetics and Evolution 10:23-36.
- Linder, F., 1952. Contributions to the morphology and taxonomy of the Branchiopoda Notostraca, with special reference to the North American species. Proc. U.S. nat. Mus. 102:1-69.
- Longhurst, A.R., 1955a. A review of the Notostraca. Bull. Brit. mus. nat. hist. (Zool.) 3:3-57.

- Longhurst, A. R., 1955b. The reproduction and cytology of the Notostraca (Crustacea, Phyllopora). Proc. Zool. Soc. Lond. 125: 671-680.
- Longhurst, A. R., 1955c. Evolution in the notostraca. Evolution 9: 84-86
- Maeda-Martínez, A.M., 1991. Distribution of species of Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, and Laevicaudata in México. Hydrobiologia 212:209-219.
- Maeda-Martínez, A.M., H. Obregón-Barboza, H. García-Velazco., 1997. New records of large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, and Spinicaudata) in México. Hydrobiologia 359:63-68.
- Maeda-Martínez, A.M., 1999. Biología y cultivo de branquiópodos. Proyecto Interno; Programa de Acuicultura y Biotecnología Marina, 1999-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).
- Maeda-Martínez, A.M., & H. Obregón-Barboza, 1997. Taxonomía y distribución de los filópodos (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, and Laevicaudata) de México. Informe Final. Proyecto H068 CONABIO-CIBNOR.
- Maeda-Martínez, A.M., H. Obregón-Barboza, H. García-Velazco & G. Murugan, 2000a. A proposal on the phylogeny and the historical biogeography of the tadpole shrimp *Triops* (Branchiopoda: Notostraca). Anostracan News 8: 1-4.
- Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza, H. García-Velazco y G. Murugan, 2002. Branchiopoda: Notostraca. En: Llorente, J. Y J. J. Morrone (eds). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su Conocimiento. Vol. III, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.: 333-339.

- Martin, J. W., 1992. Branchiopoda. In F. W. Harrison & A. G. Humes (eds). *Microscopic Anatomy of Invertebrates*. Vol. 9. Crustacea. Wiley-Liss, Inc. New York: 25-224.
- Martínez Pantoja, A., J. Alcocer y A. Maeda-Martínez. 2002. Population biology of clam shrimp (Branchiopoda: Spinicaudata) from Cuitzeo Lake, Michoacán, México. *Hydrobiologia* 486: 207-213.
- Meintjes, S., 1996. Observations on some reproductive traits of *Triops granaries* (Lucas) (Crustacea, Notostraca). *Hydrobiologia* 325: 213-218.
- Nair, K. K. N. 1968. observations on the biology of *Cyclestheria hislopi* (Baird), (Conchostraca: Crustacea). *Arch. Hydrobiologia*. 65: 96-99.
- Obregón-Barboza, H., 2005. Revisión sistemática del genero *Triops* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca) de México, con una selección de especies con potencial de uso en acuicultura. Informe de avance No. 6, investigación de tesis doctoral. Doctorado en ciencias con especialidad en Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 32 pp.
- Obregón-Barboza, H., A.M. Maeda-Martínez y Gopal Murugan. 2001. Reproduction, molting, and growth of two Mexican uniparental forms of the tadpole shrimp *Triops* (Branchiopoda: Notostraca) under a recirculating culture system. *Hydrobiologia* 462: 173-184.
- Packard, A. S., 1871. Preliminary notice of new North American Phyllopora. *Am. J. Sci. Arts, Ser. 3*, 2: 108-113.
- Richard, M.J., 1895. Sur les crustacés phyllopoques recueillis par M. Diguët dans la Basse-Californie. *Bull. Mus. Hist. nat. I. Paris*:107-108.

- Sassaman, C., 1989. Inbreeding and sex ratio variation in female-biased populations of a clam shrimp, *Eulimnadia texana*. Bull. mar. sci. 45:425-432.
- Sassaman, C., 1991. Sex ratio variation in female-biased populations of Notostracans. Hydrobiologia 212:169-179.
- Sassaman, C., 1995. Sex determination and evolution of unisexuality in the Conchostraca. Hydrobiologia 298:45-65.
- Sassaman, C. & S.C. Weeks, 1993. The genetic mechanism of sex determination in the conchostracan shrimp *Eulimnadia texana*. Amer. nat. 141:314-328.
- Sassaman, C., M.A. Simovich & M. Fugate, 1997. Reproductive isolation and genetic differentiation in North American species of *Triops* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca). Hydrobiologia 359:125-147.
- Scanabissi, F. & C. Mondini, 2002a. A survey of the reproductive biology in Italian branchiopods. Part A. the female gonad of *Limnadia lenticularis* (Linnaeus, 1761) (Spinicaudata) and *Lepidurus apus lubbocki* Brauer, 1873 (Notostraca). Hydrobiologia 486: 263-272.
- Scanabissi, F. & C. Mondini, 2002b. A survey of the reproductive biology in Italian branchiopods. Part B. The male gonad of *lepidurus apus lubbocki* Brauer, 1873 (Notostraca). Hydrobiologia 486: 273-278.
- Sissom, S. L. 1980. An occurrence of *Cyclestheria hislopi* in North America. Texas J. Sci. 32: 1.
- Sorgeloos, P. 1980. Life history of the brine shrimp *Artemia*. In Persoone G., Sorgeloos P., Roels O. & Jaspers E. (eds.). The Brine Shrimp *Artemia*. Vol. 1, 2 and 3. Universa Press. Wetteren, Belgium.

- Suno-Uchi, N., F. Sasaki, S. Chiba, M. Kawata, 1997. Morphological stasis and phylogenetic relationships in tadpole shrimps, *Triops* (Crustacea: Notostraca). Biol. J. Linn. soc. 61:439-457.
- Takahashi, F. 1977. Pioneer life of the tadpole shrimps, *Triops* spp. (Notostraca: Triopsidae). Appl. ent. zool. 12:104-117.
- Takahashi, F. 1994. Use of the tadpole shrimp (*Triops* spp.) as a biological agent to control paddy weeds in Japan. Food and Fertilizer Technology Center.
- Tietze, N.S. & M.S. Mulla, 1991. Biological control of *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) by the tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Notostraca: Triopsidae). J. Med. Entomol. 28:24-31.
- Timms, B. V., 1986. *Cyclestheria hislopi* (Conchostraca) in Australia, Crustaceana 51: 302-305.
- Tommasini, S. & F. Scanabissi, 1992. Morphological and functional aspects of the female gonad of the conchostracan *Leptestheria dahalacensis* Ruppel, 1837 (Crustacea, Branchiopoda), and a comparison with the gonads of the other Branchiopoda. Can. J. Zool. 70: 511-517.
- Tommasini, S., F. Scanabissi, & M. Trentini, 1989. Scanning electron microscope study of eggshell development in *Triops cancriformis* (Bosc) (Crustacea, Notostraca). Vie Milieu 39: 29-32.
- Trentini, M. & F. Scanabissi, 1978. Ultrastructural observations on the oogenesis of *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca). I. Origin and differentiation of nurse cells. Cell. Tissue Res. 194: 71-77.

- Trentini, M. & F. Scanabissi, 1982. Follicle duct cell ultrastructure and egg shell formation in *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca). *J. Morph.* 172: 113-121.
- Weeks, S. C., Ryan T. Posgai, Michele Cesari y Franca Scanabissi, 2005. Androdioecy inferred in the clam shrimp *Eulimnadia agassizzi* (Spinicaudata: Limnadiidae). *Journal of Crustacean Biology* 25: 323-328.
- Wingstrand, K.G., 1978. Comparative spermatology of the Crustacea. *Entomostraca*. I. Subclass Branchiopoda. *Kongl Danske Vid Selskab. Biol. Skr.* 22: 1-66.
- Wolfe, A.F., 1971. A histological and histochemical study of the male reproductive system of *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda). *J. Morphol.* 135: 51-70.
- Zaffagnini, F., 1969. Rudimentary hermaphroditism and automictic parthenogenesis in *Limnadia lenticularis* (Phyllopora, Conchostraca). *Experientia* 25: 650-651.
- Zaffagnini, F. & M. Trentini, 1980. The distribution and reproduction of *Triops cancriformis* (Bosc) in Europe (Crustacea Notostraca). *Monitore zool. ital.* 14:1-8.
- Zaffagnini, F. & F. Rossi, 1980. *L'ermafroditismo* in *Triops cancriformis* (Crustacea, Notostraca). *Linnei Rend. Sc. fis. mat. e nat.* 69: 71-75.
- Zucker, N. M. Cunningham, H. Adams, 1997. Anatomical evidence for androdioecy in the clam shrimp *Eulimnadia texana*. *Hydrobiologia* 359: 171-175.