

Monitoreo de la calidad y cantidad de agua para evaluar la salud de las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco

Informe de resultados
Enero 2024



FONDO PARA
LA COMUNICACIÓN
Y LA EDUCACIÓN
AMBIENTAL, A.C.



FONNOR
Fondo Noroeste
y Occidente

Fondo Noroeste y Occidente, A.C.

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.

Dirección general: María Teresa Gutiérrez Mercadillo

Coordinación técnica: Karla Isabel Rivera Ramírez

Coordinación científica: Victor Hugo Salinas Camarillo y Arantza Ivonne Daw

Guerrero

Boulevard Manuel Ávila Camacho 67, Col. Polanco V Sección, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11560. Ciudad de México, México.

www.fcea.org.mx

Forma de citar:

Salinas, V; Daw, A; Rivera-Ramírez, K; Gutiérrez, M. (2024). Monitoreo de la calidad y cantidad de agua para evaluar la salud de las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco. Fondo Noroeste y Occidente, A.C.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	CALIDAD ECOLÓGICA.....	6
1.2	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	7
1.3	PARÁMETROS PAISAJÍSTICOS.....	8
1.3.1	<i>Calidad hidromorfológica.....</i>	8
1.3.2	<i>Calidad de la vegetación de ribera</i>	9
1.4	PARÁMETROS BIOLÓGICOS	10
1.4.1	<i>Bacterias coliformes totales.....</i>	10
1.4.2	<i>Diatomeas bentónicas.....</i>	13
1.4.3	<i>Macrófitas acuáticas.....</i>	16
1.4.4	<i>Macroinvertebrados bentónicos</i>	19
2	OBJETIVO	19
3	MÉTODOS.....	20
3.1	ÁREA DE ESTUDIO	20
3.2	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	25
3.3	PARÁMETROS PAISAJÍSTICOS.....	26
3.3.1	<i>Calidad hidromorfológica.....</i>	26
3.3.2	<i>Calidad de la vegetación de ribera</i>	27
3.4	PARÁMETROS BIOLÓGICOS	28
3.4.1	<i>Bacterias coliformes totales.....</i>	28
3.4.2	<i>Diatomeas bentónicas.....</i>	28
3.4.3	<i>Macroalgas bentónicas.....</i>	31
3.4.4	<i>Macroinvertebrados bentónicos</i>	31
4	RESULTADOS.....	34
4.1	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	34
4.1.1	<i>Temperatura del agua</i>	34
4.1.2	<i>pH.....</i>	37
4.1.3	<i>Conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales.....</i>	39
4.1.4	<i>Salinidad.....</i>	45
4.1.5	<i>Saturación de oxígeno.....</i>	46
4.1.6	<i>Turbidez</i>	49
4.1.7	<i>Caudal.....</i>	52
4.1.8	<i>Ortofosfatos.....</i>	56

4.1.9	<i>Nitrógeno de nitratos</i>	59
4.1.10	<i>Nitrógeno amoniacal</i>	63
4.2	PARÁMETROS PAISAJÍSTICOS.....	70
4.2.1	<i>Calidad hidromorfológica</i>	70
4.2.2	<i>Calidad del bosque de ribera</i>	75
4.3	PARÁMETROS BIOLÓGICOS.....	82
4.3.1	<i>Bacterias coliformes totales</i>	82
4.3.2	<i>Diatomeas bentónicas</i>	82
4.3.2.1	Riqueza de diatomeas bentónicas.....	82
4.3.2.2	Diversidad de diatomeas bentónicas.....	143
4.3.2.3	Índice de diatomeas bentónicas.....	148
4.3.3	<i>Macrófitas</i>	153
4.3.3.1	Riqueza de macrófitas.....	153
4.3.3.2	Diversidad de Macrófitas.....	204
4.3.4	<i>Macroinvertebrados bentónicos</i>	211
4.3.4.1	Riqueza de macroinvertebrados bentónicos.....	211
4.3.4.2	Diversidad de macroinvertebrados bentónicos.....	255
4.3.4.3	Índice de macroinvertebrados bentónicos.....	261
5	ANÁLISIS INTEGRADO.....	267
6	CONCLUSIONES.....	268
7	RECOMENDACIONES.....	271
8	REFERENCIAS.....	272

Resumen ejecutivo

La región de Puerto Vallarta es una zona de gran importancia ambiental y económica para el Estado de Jalisco. Las cuencas que la rodean proveen diversos servicios ecosistémicos que permiten el desarrollo social, destacando la provisión de agua en calidad y cantidad. Sin embargo, la degradación ambiental en el territorio y la alta demanda de agua comprometen la disponibilidad actual y futura del recurso para los ecosistemas, su biodiversidad y la población humana. Por ello, se requieren herramientas de gestión del territorio que garanticen la buena salud de las cuencas y de sus ecosistemas acuáticos, así como esquemas de monitoreo que permitan identificar cambios que pudieran reflejar amenazas a la salud ambiental.

En este contexto se desarrolla el proyecto “Provisión de servicios ambientales hidrológicos a Puerto Vallarta a través de un manejo integrado de cuencas y acuíferos”, el cual integra un componente para la caracterización de la salud de las cuencas que drenan a Puerto Vallarta. En esta vía se realiza el primer esfuerzo de monitoreo de la calidad ecológica de los ecosistemas acuáticos. El presente informe muestra el análisis conjunto del monitoreo del agua en secas (mayo-abril) y lluvias (octubre) en 42 sitios a lo largo de las cuencas Ameca-Mascota, Pitillal, Cuale, Las Juntas y El Tuito.

De manera general, los resultados exponen un patrón en las cinco cuencas; la buena conservación de los elementos paisajísticos se asocia con una mejor calidad de los físico-químicos y biológicos, por lo que el mantenimiento de los elementos hidromorfológicos y de la vegetación de ribera es base para el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, todas las cuencas reflejaron un gradiente de degradación ambiental desde la parte alta hasta la baja, aunque el tipo y dimensión de las presiones fue desigual.

En la cuenca Ameca-Mascota las actividades agrícolas y ganaderas constituyen un factor de degradación importante, asimismo, al igual que en el resto de las cuencas, la urbanización y las actividades turísticas no ordenadas en la parte baja repercuten en el funcionamiento de los ecosistemas. Por su parte, la cuenca Pitillal se encontró afectada principalmente por el cambio de uso de suelo forestal a ganadero con la consecuente deforestación. Y las cuencas las Juntas, Cuale y El Tuito se registraron con afectaciones vinculadas fundamentalmente con los asentamientos humanos.

Se recomienda continuar con los esfuerzos para robustecer la línea base de información ambiental y ecológica que abra las puertas a la generación de herramientas regionales propias que permitan interpretaciones más precisas respecto a las condiciones ecológicas.

1 Introducción

La región de Puerto Vallarta es una zona de gran interés económico para el Estado de Jalisco, su desarrollo depende de la disponibilidad de recursos, no solo económicos, sino también ambientales. Entre estos, la disponibilidad de agua en calidad y cantidad y demás servicios ecosistémicos que las cuencas Ameca-Mascota, Pitillal, Cuale, Las Juntas y El Tuito proveen. Sin embargo, la degradación ambiental en el territorio y la alta demanda de agua comprometen la disponibilidad actual y futura del recurso para los ecosistemas, su biodiversidad y la población humana.

Con el objetivo de asegurar la provisión de servicios ambientales hidrológicos para Puerto Vallarta, Fondo Noroeste y Occidente, A.C., elaboró en el año 2018 el Plan de Manejo Integrado de Cuencas (PAMIC) para la Región Vallarta y en seguimiento comenzó a implementar en abril del año 2020 el proyecto “Provisión de servicios ambientales hidrológicos a Puerto Vallarta a través del manejo integrado de cuencas y acuíferos”, con el financiamiento de la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. Uno de los componentes del proyecto se basa en la caracterización de la salud de las cuencas que drenan a Puerto Vallarta mediante el monitoreo del agua. En este marco, el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., inicia actividades en el año 2023 mediante estudios para la evaluación de la calidad ecológica de ecosistemas acuáticos en las cuencas de interés. El presente informe muestra los resultados del monitoreo durante temporada de secas (mayo-abril) y lluvias (octubre) del año 2023.

1.1 Calidad ecológica

De manera histórica se ha utilizado la aproximación de *calidad del agua* para el estudio de los ecosistemas acuáticos mediante el análisis de parámetros de percepción (p.ej. color y olor), físico-químicos y microbiológicos, con criterios establecidos o valores máximos permisibles. Estos valores dependen del uso que se busque dar al agua, desde el consumo

humano directo, riego agrícola, consumo para el ganado, recreación o en muy pocos casos, para el mantenimiento de la vida acuática. Sin embargo, se carece de un mecanismo que permita evaluar la calidad ambiental de los cuerpos de agua naturales.

Si bien los análisis de calidad del agua permiten detectar de manera puntual eventos de contaminación, arrojando una fotografía del momento en el que la muestra fue tomada, su interpretación se da preponderantemente en función de los potenciales riesgos para la salud humana, dejando un gran vacío en la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

A partir del surgimiento de la Directiva Marco del Agua Europea (EC, 2000) se dio un cambio de paradigma en el estudio de los ecosistemas acuáticos, pues se denotó la importancia de caracterizar su calidad de manera integral. De esta manera, se propone la evaluación de la *calidad ecológica* a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos ya conocidos, adicionando la evaluación de la calidad hidromorfológica (grado de conservación de la naturalidad de los cauces), la calidad de la vegetación de ribera, y la evaluación de las comunidades acuáticas de productores primarios: fitoplancton, diatomeas bentónicas, macrófitos acuáticos (plantas acuáticas y macroalgas) y de consumidores: macroinvertebrados bentónicos y peces.

La evaluación de la calidad ecológica se centra en reconocer la estructura (quiénes los habitan) y funcionamiento (el papel que desarrollan los habitantes acuáticos) de los ecosistemas acuáticos. Con estos atributos se procura el mantenimiento de los procesos y dinámicas que ocurren de manera natural en los ecosistemas y que permiten la provisión de beneficios a las poblaciones humanas.

1.2 Parámetros físico-químicos

Para conocer las características de los sistemas acuáticos y entender los procesos que en ellos ocurren se utilizan numerosos indicadores físico-químicos, como la temperatura del agua, el nivel de acidez o basicidad (pH), el contenido de sales disueltas (conductividad eléctrica), la materia orgánica e inorgánica disuelta o suspendida (sólidos disueltos totales o sólidos suspendidos totales), la salinidad, la concentración de oxígeno disuelto, la

concentración de nutrientes como nitrógeno o fósforo, el contenido de carbonatos y bicarbonatos, la concentración de metales pesados, entre muchos otros.

Los valores de estos parámetros suelen estar regulados por características y procesos naturales, como el origen geológico de las cuencas, el clima, latitud y elevación, o por los cambios que acompañan a las estaciones del año, o los hidroperiodos de lluvias y estiaje. Sin embargo, también pueden ser alterados por el efecto de diversas actividades humanas, desde obras hidráulicas que modifiquen la estructura de los cauces (p.ej. represamientos o canalizaciones), o procesos de contaminación puntual (p.ej. descargas de aguas residuales) o difusas (p.ej. lixiviación de fertilizantes).

1.3 Parámetros paisajísticos

Los elementos físicos del paisaje, como la diversidad de sustratos en el cuerpo de agua y los regímenes de velocidad y profundidad, intervienen de manera crítica para que los ecosistemas acuáticos funcionen de manera adecuada. Asimismo, la vegetación que se desarrolla como una “frontera” entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, interviene en múltiples procesos que se llevan a cabo en ambos. En este contexto, la incorporación de estos parámetros resulta indispensable al momento de hablar de calidad ecológica.

1.3.1 Calidad hidromorfológica

El estudio de las formas del paisaje originadas por el agua se denomina *hidromorfología*. En particular se estudia el *régimen hidrológico* (la fluctuación de los caudales), las relaciones con el agua subterránea y características morfológicas como la profundidad, ancho, forma y naturaleza de bancos e islas. Estas formas del paisaje son muy variables en el tiempo y el espacio, presentando una gran diversidad de características físicas que afectan la calidad de del ambiente donde las comunidades biológicas se desarrollan.

Para poder evaluar la calidad hidromorfológica de los ecosistemas acuáticos se deben utilizar indicadores que permitan reconocer la diferencia entre las características

hidrológicas y geomorfológicas actuales, y aquellas que se tendrían en ausencia de alteraciones humanas, algunas de las cuales provocan la homogenización del hábitat que, a su vez, da lugar a la disminución en la riqueza de especies.

1.3.2 Calidad de la vegetación de ribera

La mayoría de los sistemas acuáticos del mundo poseen en sus márgenes un bosque de ribera o también conocido como bosque de galería constituido por vegetación adaptada a crecer en suelos fértiles y que puede resistir inundaciones periódicas.

Estos bosques tienen un efecto directo sobre los procesos que se llevan a cabo en los sistemas acuáticos: proporcionan sombra, ayudan a regular la temperatura del agua además de mantenerla bien oxigenada, constituyen una importante entrada de materia orgánica (hojas, frutos, troncos) que sirven de refugio y/o alimento para otros organismos acuáticos, limitan la erosión de los márgenes, sirven como filtro para retener partículas y nutrientes, y funcionan como corredores biológicos.

Las características de los bosques de ribera, como su composición, estructura y funcionamiento, cambian dependiendo del tipo de sistema acuático, de su ubicación geográfica y de los procesos de erosión, transporte y sedimentación de materiales que se llevan a cabo en los cuerpos de agua. Por lo anterior, es importante conocer cada atributo de la vegetación de ribera respecto a su estado natural, es decir, en condiciones prístinas o lo más conservadas posibles.

Algunos de los aspectos que se evalúan para calificar la calidad de estos bosques son la proporción de la cubierta forestal ribereña; la estructura del bosque en función de los árboles y arbustos; la calidad de la cobertura, considerando la proporción de especies nativas o introducidas; y, el grado de naturalidad del canal fluvial dependiendo de las modificaciones humanas que existan (p.ej. canales y represamientos).

La evaluación de la calidad del bosque de ribera nos permite conocer el estado de conservación en el que se encuentra, ubicar fácilmente los tramos mejor conservados y vincular el estado ambiental con las presiones existentes. Esta tarea también facilita el diagnóstico de los principales problemas ambientales mediante el reconocimiento de las presiones que modifican la composición, estructura y funcionamiento de la vegetación de ribera. Con lo anterior, se contribuye al diseño de estrategias para la restauración y conservación de este tipo de bosques.

1.4 Parámetros biológicos

Los habitantes de los cuerpos de agua desempeñan funciones de vital importancia para los ecosistemas, por ejemplo, al encargarse de la descomposición de la materia orgánica o de la generación de oxígeno y alimento para el resto de los seres vivos acuáticos y terrestres.

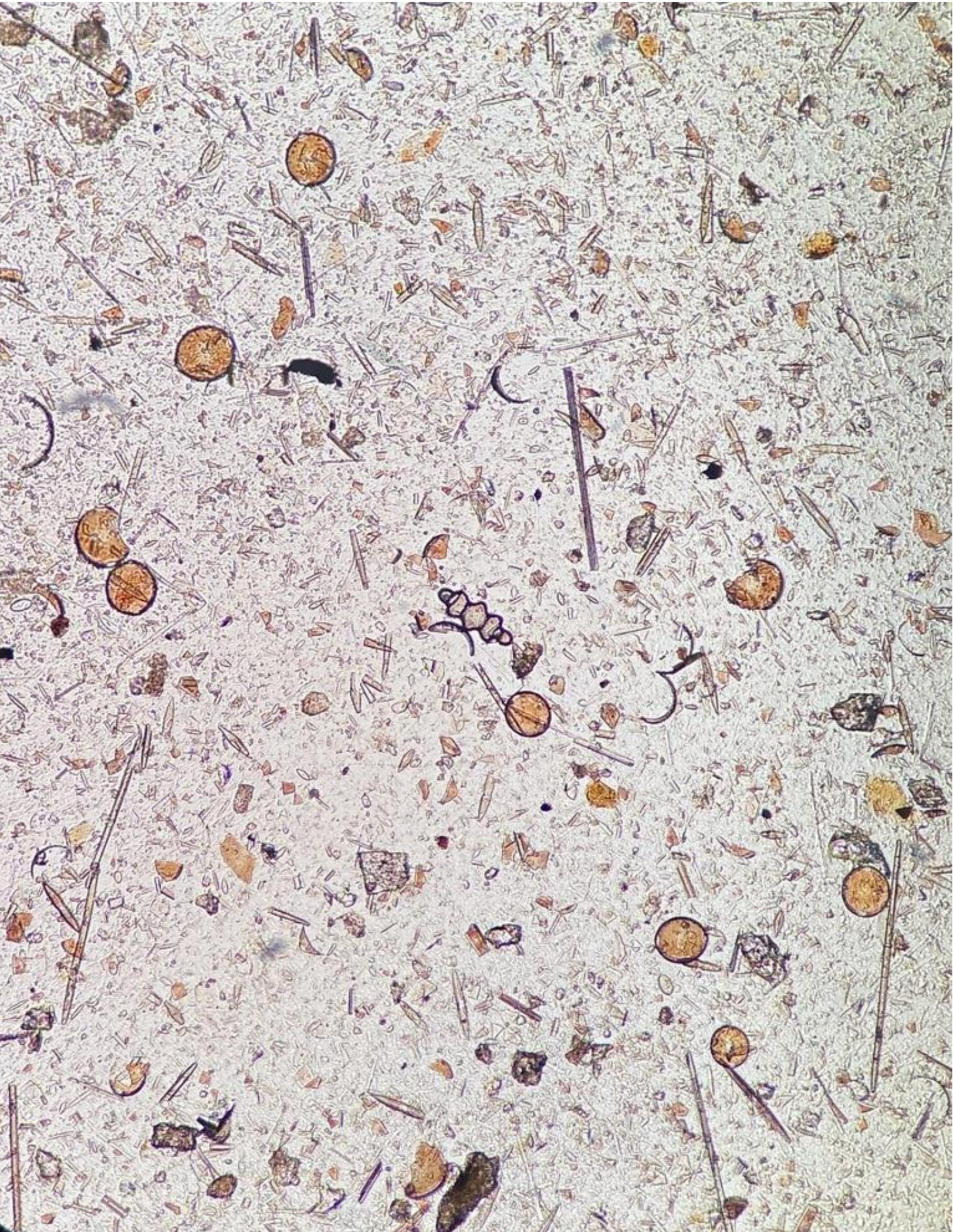
Las bacterias, las microalgas, las macrófitas acuáticas y los macroinvertebrados bentónicos son utilizados como indicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos debido a que muchos de ellos son sensibles a los cambios en su entorno, incluida la calidad del agua. Al monitorear su presencia, ausencia o cantidad se pueden detectar posibles contaminantes, cambios en los niveles de oxígeno en el agua, en el pH, temperatura, modificaciones en las condiciones hidromorfológicas o del bosque de ribera, así como variaciones en la cantidad de nutrientes, factores que podrían afectar negativamente a los ecosistemas.

1.4.1 Bacterias coliformes totales

Las bacterias son uno de los grupos de microorganismos más utilizados como indicadores de la presencia de patógenos que transmiten enfermedades infecciosas. El grupo de los coliformes totales incluye diversas especies de bacterias, algunas de ellas con potencial para causar efectos negativos en la salud de las personas.

Los coliformes son ampliamente utilizados a nivel mundial como indicadores de contaminación de origen fecal en el agua, ya que, pese a que pueden vivir de manera natural

en el ambiente, son habitantes frecuentes del tracto digestivo de animales de sangre caliente (incluidos los seres humanos). Estas bacterias comúnmente llegan a las corrientes hídricas por el vertimiento de aguas residuales, desechos de rellenos sanitarios, infiltraciones de tanques sépticos, defecación a campo abierto y por la presencia de animales domésticos y silvestres que defecan en o cerca de los cursos de agua.



1.4.2 Diatomeas bentónicas

Las diatomeas son un grupo de algas microscópicas unicelulares (cada célula es un organismo independiente) que parecen vivir en casas de cristal, puesto que sus paredes celulares están hechas de sílice; un material transparente y muy resistente. Las formas de dichas paredes y los patrones de ornamentación que presentan son la base para la identificación de las especies. Aunque estos organismos sólo pueden observarse a través de un microscopio, forman crecimientos que en ocasiones pueden detectarse a simple vista en hábitats acuáticos, como tapetes color café o dorado (debido a los pigmentos fotosintéticos), además, suelen ser los responsables de generar la textura resbalosa en las superficies mojadas debido al mucílago que producen para adherirse o moverse en los sustratos.

Las diatomeas están presentes en todos los ecosistemas donde hay agua, desde manantiales, ríos, lagos, humedales, lagunas costeras y, por supuesto, en los océanos, donde se ha estimado que producen casi 30 % del oxígeno que respiramos en el planeta. Esta capacidad de habitar tal diversidad de ambientes se ve reflejada en la enorme diversidad de especies que existen, estimada en un rango de 20,000 a 2 millones. Al ser los organismos fotosintéticos dominantes en el lecho de los ríos (rocas, sedimentos y plantas), desempeñan un papel fundamental en los sistemas acuáticos, pues son responsables de generar oxígeno y de gran parte del reciclaje de nutrientes como fósforo y nitrógeno, funcionando como la base de las redes tróficas y de esta manera, sosteniendo a la vida acuática.

Estos organismos tienen un ciclo de vida corto, por lo que los cambios en el ambiente (naturales o antropogénicos) que repercuten en su crecimiento y reproducción son notables en el corto plazo (días, semanas). Variables ambientales, como la temperatura del agua, pH, salinidad, contaminación orgánica, nutrientes inorgánicos y metales pesados, además de contaminación difusa o puntual, modifican las características del hábitat de las diatomeas, lo cual se refleja en la composición de especies y, sobre todo, en alteraciones en su nivel de

abundancia, dado que las especies presentan diferentes intervalos de preferencia o tolerancia.

Las diatomeas, al ser tan sensibles a las características del agua, son consideradas uno de los mejores indicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos.

A nivel mundial se han desarrollado índices que permiten asignar un valor de calidad dependiendo de la composición y la abundancia de las especies presentes en cada comunidad, reflejando las condiciones de su hábitat. Aunque cada índice funciona para la región para el que fue desarrollado, incorporando la diversidad local de especies y su respuesta ante las presiones de su región, existen algunas opciones que resumen las preferencias a nivel de género o incluso que toman en cuenta información no taxonómica (funcional), como la talla de los organismos, la forma de vida, o el espacio que ocupan dentro de la comunidad. Si bien estas opciones pueden no ser tan precisas como los índices a nivel de especie, brindan una buena imagen de la condición del ecosistema acuático.



1.4.3 Macrófitas acuáticas

Las macrófitas acuáticas constituyen un grupo muy heterogéneo desde el punto de vista sistemático y evolutivo de plantas aparentes que viven en el agua. Este grupo abarca plantas vasculares acuáticas, briófitos, algas y bacterias fotosintéticas que forman crecimientos distinguibles a simple vista.

A su vez, las algas constituyen un grupo biológico en el que se incluyen aquellos organismos acuáticos fotosintéticos, que a diferencia de las plantas no tienen una raíz verdadera, tallo, hojas o tejido vascular, ni presentan un verdadero embrión. El término *macro* hace referencia a que forman crecimientos visibles a simple vista, por lo que aún cuando los organismos sean microscópicos, las colonias que pueden llegar a formar son fácilmente distinguibles en los ecosistemas, desde tapetes de unos cuantos centímetros hasta crecimientos masivos de incluso varios metros de longitud.

Entre los grupos de organismos que conforman a las algas podemos encontrar las que pertenecen al reino Plantae: algas verdes (Chlorophyta) y algas rojas (Rhodophyta), y las que pertenecen al reino Protista: algas pardas (Heterokontophyta); cuyos colores son característicos por los pigmentos fotosintéticos que poseen. Además de estos grupos, también podemos encontrar a las cianobacterias; un grupo de bacterias (procariontes) que realizan fotosíntesis, por lo que se asemejan más a las algas e incluso forman crecimientos de algunos pocos centímetros que pueden identificarse por presentar un color verde-azulado.

Las macrófitas son de vital importancia para los sistemas acuáticos ya que funcionan como productores primarios, llevando a cabo la fotosíntesis y sirviendo de alimento y/o refugio para algunos organismos como los macroinvertebrados acuáticos o peces.

La distribución y la abundancia de las especies de macrófitas dependen de varios factores, como la concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y la entrada de luz al agua, elemento necesario para poder desarrollarse. Sin embargo, las diferentes especies

presentan distintos niveles de preferencia o tolerancia ante los cambios en la calidad del agua. Además, como estos organismos están adaptados a los ciclos naturales que se llevan a cabo en los ríos, como los periodos de lluvias y estiaje, cambios en las características hidromorfológicas de los ríos, como represamientos o derivaciones, tienen repercusiones en la composición y la abundancia de las especies.



1.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MIBs) son aquellos organismos invertebrados que se pueden observar a simple vista y viven adheridos al sustrato que se encuentra dentro de los cuerpos de agua como ríos, arroyos, lagos y lagunas. Los MIBs incluyen larvas de insectos de los órdenes Diptera, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Tricoptera, entre otros. Además de estos, otros MIBs que se pueden encontrar son organismos de los filos Annelida (sanguijuelas/lombrices), Platyhelminthes (planarias o gusanos planos), Mollusca (caracoles/conchas), así como crustáceos (cangrejos/camarones) y algunos arácnidos (ácaros acuáticos).

Debido a que los MIBs abarcan una gran diversidad de organismos, existen diferentes tipos de hábitats donde pueden establecerse, como en aguas corrientes o estancadas, sobre o debajo de rocas, en el lodo o arena del fondo de los ríos o en restos de plantas como hojas o troncos. La presencia de los MIBs está controlada por un gran número de factores, que van desde su distribución biogeográfica, condiciones físicas (en especial la corriente y la disponibilidad de sustratos en los arroyos y ríos), la calidad físico-química del agua, disponibilidad de hábitat adecuado, alimento disponible y la presencia de depredadores, competidores o parásitos que puedan afectarlos.

Los MIBs son uno de los grupos de organismos que ha sido ampliamente utilizado para la evaluación de la calidad del agua, ya que presentan distintos niveles de tolerancia o sensibilidad a la contaminación orgánica, concentraciones de oxígeno disuelto o velocidad de corriente.

2 Objetivo

Realizar un monitoreo de cantidad y calidad de agua mediante el uso de indicadores físico-químicos, paisajísticos y biológicos que permitan caracterizar la salud de las cuencas que drenan a Puerto Vallarta.

3 Métodos

3.1 Área de estudio

La región de Puerto Vallarta es basta en recursos naturales, los sistemas montañosos que la rodean forman las cuencas de los ríos Ameca-Mascota, Pitillal, El Cuale, Las Juntas y El Tuito, que brindan toda clase de servicios ecosistémicos a sus habitantes.

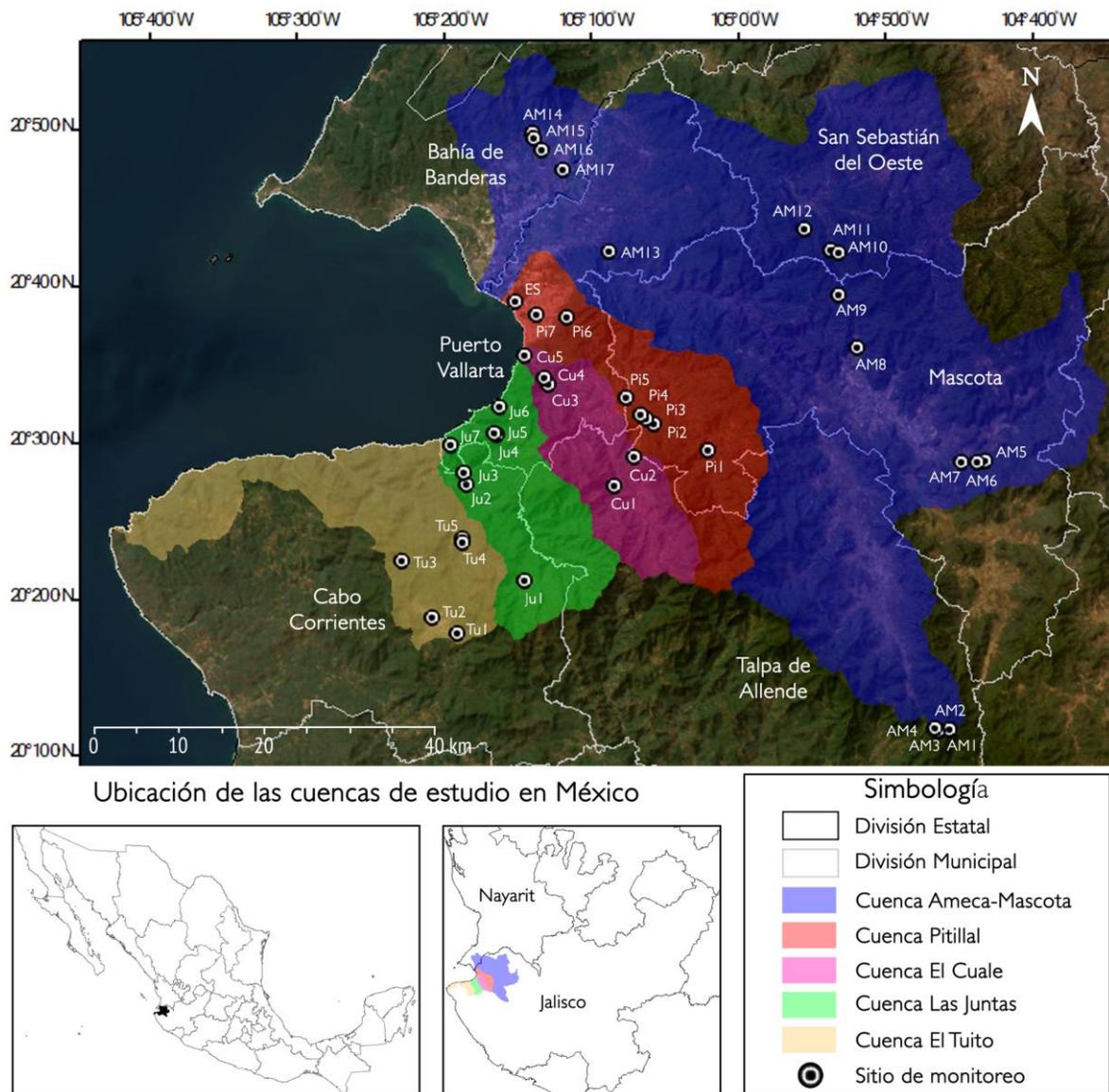


Figura 1. Distribución de los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco.

Las cinco cuencas se localizan en la vertiente del Pacífico Tropical, dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y se extienden sobre 377,889 ha, localizándose dentro del estado de Jalisco (93.56 %) en los municipios Mascota, San Sebastián del Oeste, Puerto Vallarta y Talpa de Allende, y en el estado de Nayarit (6.44%) en el municipio Bahía de Banderas (Fig. 1).

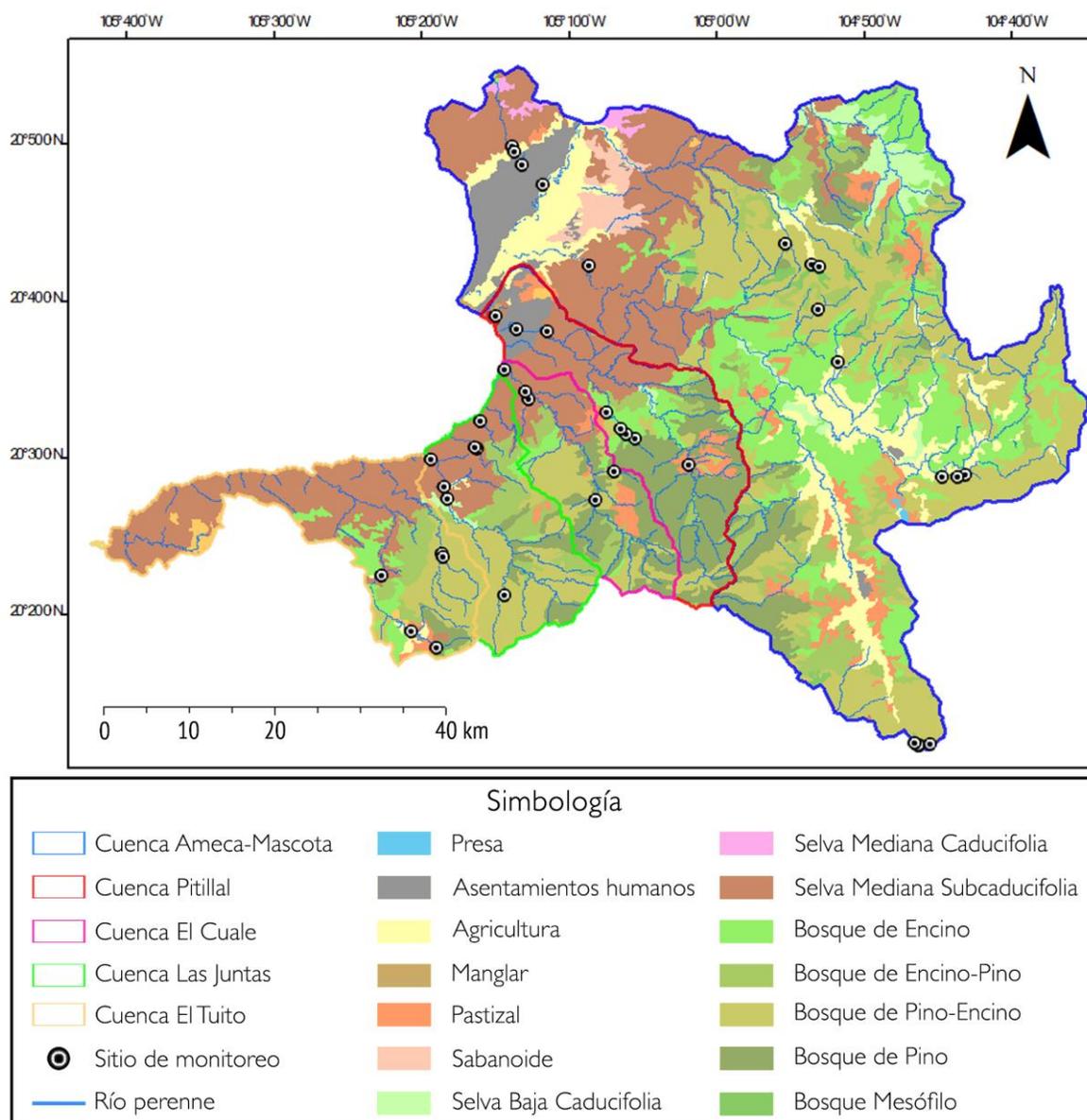


Figura 2. Hidrología, uso de suelo y vegetación en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco.

Su gradiente altitudinal oscila entre 0 y 2,724 m s.n.m., desde las partes altas del parteaguas de la cuenca del río Mascota, hasta las desembocaduras de los ríos Ameca–Mascota, El Pitillal, El Cuale, Las Juntas y El Tuito.

Los climas predominantes en la región corresponden a cálidos-semicálidos subhúmedos con temperaturas medias anuales mayores a los 22 °C. La precipitación anual media oscila entre 800 y 2,500 mm.

Las cuencas presentan una gran diversidad de tipos de vegetación debido a la diferencia de elevación que presentan, dominando en las partes altas el bosque mesófilo, bosque de pino y bosque de encino. Hacia las partes medias-bajas de las cuencas se pueden observar coberturas de selva mediana caducifolia, subcaducifolia y manglar. Asimismo, se hacen evidentes las áreas dedicadas a la agricultura y los asentamientos humanos, principalmente en la zona turística (Fig. 2).

Para el monitoreo se seleccionaron 42 sitios en las cinco subcuencas (Tabla 1, Figs 1-2), buscando abarcar las partes altas, medias y bajas de las cuencas, así como la accesibilidad, seguridad y uso de suelo, con el objetivo de cubrir las zonas más representativas de cada subcuenca. Los muestreos se realizaron durante la época de secas (mayo-abril), donde las características de los ríos son más estresantes, y durante la época de lluvias (octubre), donde se arrastran y diluyen más elementos del terreno hacia los cuerpos de agua. En este último periodo, la región se vio impactada por el huracán Lidia, dejando a su paso una gran cantidad de árboles caídos en los caminos, así como algunos derrumbes que impidieron la visita a 8 de los sitios que se monitorearon durante el periodo de secas. Además, dos sitios de monitoreo fueron sustituidos y uno más fue añadido con la intención de aportar más información al estudio.

Para la evaluación de la calidad ecológica en cada sitio de monitoreo se realizó un análisis de parámetros físico-químicos, paisajísticos y biológicos con métodos a efectuar *in situ* y en un laboratorio.

TABLA 1. Información general de los sitios monitoreados en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Cuenca/Sitio	Clave	Municipio	Fecha		Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (m s.n.m.)
			Secas	Lluvias			
I. Ameca-Mascota							
Bosque de Arce, El Madroño	AM1	Talpa de Allende	24/03/23	NV	20.21750	-104.74306	2010
Bosque de Arce, Sendero	AM2	Talpa de Allende	24/03/23	NV	20.21578	-104.75570	1750
Bosque de Arce, La Unión	AM3	Talpa de Allende	24/03/23	NV	20.21596	-104.75694	1730
Bosque de Arce, Salida	AM4	Talpa de Allende	24/03/23	NV	20.21833	-104.76000	1710
Rancho El Venadito 1	AM5	Mascota	25/03/23	13/10/23	20.50444	-104.70889	1430
Rancho El Venadito 2	AM6	Mascota	25/03/23	NV	20.50250	-104.71750	1360
El Agostadero	AM7	Mascota	NV	13/10/23	20.50161	-104.73580	1285
El Novillero	AM8	Mascota	25/03/23	14/10/23	20.62194	-104.85583	1260
El Saucilo	AM9	Mascota	26/03/23	NV	20.67778	-104.87833	1560
Milpillas 1	AM10	San Sebastián del Oeste	26/03/23	NV	20.72278	-104.87806	1460
Milpillas 2	AM11	San Sebastián del Oeste	NV	15/10/23	20.72506	-104.88695	1288
Palos Blancos	AM12	San Sebastián del Oeste	26/03/23	15/10/23	20.74722	-104.91750	1110
Dulce Vista	AM13	Puerto Vallarta	28/03/23	18/10/23	20.71944	-105.13861	60
Huichichila Referencia	AM14	Bahía de banderas	27/03/23	16/10/23	20.84389	-105.22833	100
Huichichila Compuertas	AM15	Bahía de banderas	27/03/23	16/10/23	20.83852	-105.22573	85
Huichichila El Silverado	AM16	Bahía de banderas	27/03/23	16/10/23	20.82511	-105.21635	60
Huastitán	AM17	Bahía de banderas	27/03/23	16/10/23	20.80472	-105.19250	30
II. Pitillal							
Zapotán	Pi1	Mascota	31/03/23	NV	20.50913	-105.02096	909
UMA Jorullo	Pi2	Puerto Vallarta	NV	20/10/23	20.53601	-105.08273	948
Jorullo Paradise	Pi3	Mascota	01/04/23	24/10/23	20.54107	-105.09196	902
El Nogal	Pi4	Mascota	01/04/23	NV	20.54604	-105.09886	881
Las Huertas	Pi5	Mascota	01/04/23	20/10/23	20.56380	-105.11520	742
La Pedrera	Pi6	Puerto Vallarta	28/03/23	18/10/23	20.64819	-105.18470	57
Puente Pitillal	Pi7	Puerto Vallarta	28/03/23	18/10/23	20.64944	-105.21944	10
Estero El Salado	ES	Puerto Vallarta	28/03/23	17/10/23	20.66307	-105.24298	4
III. El Cuale							
Agua Caliente	Cu1	Talpa de Allende	31/03/23	25/10/23	20.46990	-105.12571	756
Las Mesas	Cu2	Puerto Vallarta	NV	25/10/23	20.50099	-105.10527	1075
Jorullo Bridge	Cu3	Puerto Vallarta	29/03/23	20/10/23	20.57610	-105.20396	136
Oficinas El Jorullo	Cu4	Puerto Vallarta	29/03/23	20/10/23	20.58321	-105.20758	81
Isla Cuale	Cu5	Puerto Vallarta	29/03/23	20/10/23	20.60626	-105.23132	23
IV. Las Juntas							

Cuenca/Sitio	Clave	Municipio	Fecha		Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (m s.n.m.)
			Secas	Lluvias			
El Potrero	Ju1	Cabo Corrientes	02/04/23	NV	20.36674	-105.22514	881
Jardín Botánico	Ju2	Cabo Corrientes	30/03/23	22/10/23	20.46732	-105.29288	335
Tequilera	Ju3	Cabo Corrientes	30/03/23	22/10/23	20.48025	-105.29694	278
El Edén	Ju4	Puerto Vallarta	30/03/23	NV	20.52324	-105.26252	160
Edenva	Ju5	Puerto Vallarta	NV	21/10/23	20.52190	-105.26023	178
Palo María	Ju6	Puerto Vallarta	29/03/23	21/10/23	20.55102	-105.25765	40
Boca de Tomatlán	Ju7	Puerto Vallarta	30/03/23	21/10/23	20.50772	-105.31194	10
V. El Tuito							
Rancho Los Lobos	Tu1	Cabo Corrientes	02/04/23	23/10/23	20.30889	-105.30028	660
El Tuito	Tu2	Cabo Corrientes	02/04/23	23/10/23	20.32527	-105.32909	616
El Divisadero	Tu3	Cabo Corrientes	03/04/23	22/10/23	20.38478	-105.36428	500
Pedro Moreno 1	Tu4	Cabo Corrientes	02/04/23	NV	20.40583	-105.29639	570
Pedro Moreno 2	Tu5	Cabo Corrientes	NV	22/10/23	20.40917	-105.29673	554

NV= No Visitado

3.2 Parámetros físico-químicos

En cada sitio se realizó el registro de la temperatura ambiental y del agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y su porcentaje de saturación con el uso de una sonda multiparamétrica Hanna (HI98194).

Además, se tomó una muestra de agua en un recipiente de polietileno de 500 mL (previamente lavado con ácido clorhídrico al 10 %), enjuagando 3 veces el recipiente con agua del sitio antes de tomar la muestra final. Esta muestra fue utilizada para el análisis químico de agua que contempló la medición de los siguientes parámetros por medio de kits de calidad de agua marca Lamotte®: nitrógeno de nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$, Kit de Nitrato-Nitrógeno código: 3615-01), nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3^+\text{-N}$, Kit de Amonio-Nitrógeno, código: 3304-02), ortofosfatos (PO_4^{3-} , Kit de ortofosfatos, código: 3121-02) y turbidez (Kit de Turbidez, código: 7519-01).

Se calculó el caudal o gasto de agua (Q) midiendo el área total (A) en un perfil transversal del río y la velocidad de corriente (V) superficial con ayuda de un flotador (Hauer & Lamberti, 1996):

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = A * V$$

Para calcular el área total (A) se trazó un perfil transversal del río y se dividió en secciones de distancia conocida (B) en las que se midió su profundidad inicial (H_1) y final (H_2), de esta manera se obtuvieron áreas parciales (A_1, A_2, A_3, A_n) cuya suma da el área total:

$$A_1^n = \frac{(H_1 + H_2)}{2} * B \qquad A(\text{m}^2) = A_1 + A_2 + A_3 + A_n$$

Para estimar la velocidad de corriente (V) superficial se utilizó un cronómetro para contar el tiempo (t) que le tomó a un flotador (frasco de plástico) recorrer una distancia conocida (D) atravesando el tramo del río en que se trazó el perfil transversal, este ejercicio se repitió en

siete ocasiones eliminando el mayor y menor valor para obtener el tiempo promedio con los cinco valores restantes (t_1 a t_5):

$$t(s) = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

$$V\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{D}{t}$$

3.3 Parámetros paisajísticos

Para evaluar las características del paisaje se utilizó un transecto de 100 metros alrededor de las coordenadas de cada sitio de monitoreo (50 m río arriba y 50 m río abajo) incluyendo el ancho de las zonas de ribera, de acuerdo con cada caso.

3.3.1 Calidad hidromorfológica

Se utilizó una adaptación al índice de calidad hidromorfológica propuesto para evaluar ríos de montaña de México “HYQI” (por sus siglas en inglés) (Carmona et al., 2021), que califica de manera general 12 parámetros divididos en tres secciones:

- I. La calidad de la cuenca, caracterizada por la cobertura vegetal, la estabilidad del banco, el tipo y tamaño de sustrato, y el desarrollo de actividades productivas como ganadería y agricultura en la zona de ribera.
- II. Las características hidrológicas del río, evaluando la naturalidad del canal y las interrupciones al flujo de agua.
- III. Las alteraciones antropogénicas relacionadas con la contaminación del agua por fuentes puntuales o difusas.

Tiene un total de 120 puntos, 40 puntos para cada sección. El puntaje parcial de cada sección permite identificar a los aspectos más conservados o el componente que presenta algún deterioro, mientras que el puntaje final es el resultado de la suma de los 12 parámetros evaluados. Este puntaje se divide en cinco categorías de calidad:

- Muy Buena >100 puntos
- 99 < Buena > 85 puntos
- 47 puntos < Media < 84 puntos.
- 13 puntos < Mala < 46 puntos.
- Muy Mala < 12 puntos.

3.3.2 Calidad de la vegetación de ribera

Se utilizó el índice de calidad de bosque de ribera “QBR” (por sus siglas en catalán) (Munné et al., 1998) que se compone de cuatro bloques donde la puntuación máxima de cada uno es de 25 puntos y la mínima es cero:

I. Grado de cobertura riparia: tiene por objetivo evaluar la proporción del suelo cubierto por vegetación, considerando toda la vegetación excepto las hierbas de crecimiento anual. Toma en cuenta la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal que lo rodea. Los caminos de menos de 4 m de ancho no se considerarán como elementos de aislamiento con el ecosistema forestal.

II. Estructura de la cobertura: evalúa la complejidad de la vegetación dada por la interacción entre vegetación de diferentes estratos como árboles y arbustos. Se consideran aspectos como afectaciones en la distribución de la vegetación originada por plantaciones o no distribuida uniformemente, presentando manchones. También se considera la presencia de plantas acuáticas en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la orilla.

III. Calidad de la cobertura: considera a las especies nativas e introducidas presentes en el tramo, su distribución en grupos que se entrelazan desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera (galerías). La calificación de este bloque depende de identificar el tipo geomorfológico del ecosistema que estamos evaluando, por lo que se deberá determinar antes de realizar la evaluación.

IV. Grado de naturalidad del canal fluvial: evalúa la modificación del canal del río por intervención en las terrazas que lo limitan como construcción de estructuras sólidas que pudieran ser paredes o muros.

De esta manera, la puntuación final del índice se encuentra entre valores de cero y 100, este puntaje se divide en cinco categorías de calidad:

- Muy buena ≥ 95 puntos: Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural.
- Buena 75-90: Bosque ligeramente perturbado.
- Media 55-70: Inicio de alteración importante.
- Mala 30-50: Alteración fuerte.
- Muy Mala ≤ 25 : Degradación extrema.

3.4 Parámetros biológicos

3.4.1 Bacterias coliformes totales

Con el agua de la muestra se realizó una prueba para determinar la presencia o ausencia de bacterias coliformes totales mediante el Kit de Coliformes de la marca Lamotte®, código: 4-3616, el cual proporciona el resultado posterior a 48 horas de incubación a temperatura ambiente.

3.4.2 Diatomeas bentónicas

En cada sitio de colecta se seleccionaron 5 sustratos a lo largo de un transecto de 20 metros. Con un cepillo de dientes nuevo (para evitar contaminación entre muestras) se raspó una superficie de 20 cm² del biofilm de la parte superior de cada sustrato, enjuagando el cepillo en un frasco de polietileno de 40 mL formando una muestra compleja proveniente de los cinco sustratos. La muestra se fijó con alcohol al 70 % con el objetivo de detener cualquier proceso celular.

La identificación de las diatomeas se realizó con base en las características morfológicas de la pared celular. Para poder observarlas con detalle se necesita oxidar el contenido celular de las diatomeas, así como la materia orgánica del biofilm que las acompaña. Para ello se utilizó peróxido de hidrógeno con una concentración al 30 % y ácido clorhídrico con una concentración al 10 % de acuerdo con lo descrito por Carmona et al. (2021). Una vez oxidado el material se realizó la preparación de tres laminillas permanentes por muestra, utilizando la resina comercial Naphrax®.

Para la revisión de la riqueza de especies de diatomeas se realizaron 10 recorridos transversales en cada preparación, utilizando un microscopio OPTIKA B-510 y realizando un registro fotográfico con una cámara OPTIKA C-WF. Las imágenes fueron editadas utilizando el programa Adobe® Photoshop Elements 14.1.

Para obtener las abundancias de las especies de diatomeas se realizó el conteo de aproximadamente 400 valvas por preparación, por muestra. La abundancia relativa promedio de cada especie por muestra se calculó al promediar el número de valvas de cada especie en cada preparación entre el total de valvas cuantificadas por muestra.

La riqueza de especies en cada muestra se obtuvo a partir del número de especies observadas en el total de los transectos recorridos en las preparaciones.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), que considera no solo el número de especies, sino, también su representación (individuos de cada especie de la comunidad) por lo que es muy susceptible a las abundancias:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde i = cada especie, s = número total de especies; p_i = abundancia relativa de cada especie en la comunidad.

El valor de dicho índice tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica en comunidades de máxima equitatividad.

Con las abundancias relativas de las especies se calculó el índice trófico de diatomeas (TDI, Kelly et al. 2001), el cual fue diseñado en Reino Unido para evaluar la eutrofización de los sistemas acuáticos a partir de reconocer el grado de sensibilidad o poder de indicación de las especies de diatomeas. Si bien este índice fue diseñado en condiciones distintas a las de la región a evaluar, tiene la ventaja de otorgar calificaciones a nivel de grupos de especies o géneros, lo cual permite calificar al ensamble de diatomeas de manera general. Este ejercicio se realizó con el fin de poder resumir la información biológica de este grupo y su relación con el incremento de nutrientes en el agua.

La ecuación del índice está basada en los pesos ponderados de Zelinka & Marvan (1961):

$$\text{Sensibilidad media ponderada (WMS)} = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j v_j}{\sum_{j=1}^n a_j v_j}$$

Donde a_j = abundancia relativa de la especie j en la muestra, s_j = sensibilidad a la contaminación de la especie (1 – 5) j y v_j = valor indicador (1 – 3).

Los valores de sensibilidad son los siguientes:

- 1= favorecida por muy bajas concentraciones de nutrientes
- 2= favorecida por bajas concentraciones de nutrientes
- 3= favorecidas por intermedias concentraciones de nutrientes
- 4= favorecidas por altas concentraciones de nutrientes
- 5= favorecidas por muy altas concentraciones de nutrientes

El índice TDI se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{TDI} = (\text{WMS} \times 25) - 25$$

Se expresa en valores entre cero y 100 puntos y las categorías son las siguientes:

- < 35 Oligotrófico
- 36 – 50 Oligo-Mesotrófico
- 51-60 Mesotrófico
- 61-75 Eutrófico
- > 75 Hipertrófico

3.4.3 Macroalgas bentónicas

A lo largo de un transecto de 20 metros de longitud, en cada sitio de monitoreo se realizaron estimaciones de la cobertura de los crecimientos de macroalgas bentónicas utilizando el método del cuadrante (Necci et al., 1995).

La estimación de la cobertura de cada crecimiento se realizó utilizando una unidad de muestreo circular de 25 cm² de diámetro, de esta manera, se consideró de 0 a 100 % de cobertura dependiendo del espacio relativo que el crecimiento ocupó al interior del círculo. Estas coberturas porcentuales de cada cuadrante se promediaron para obtener un valor de cobertura promedio por especie y por sitio.

En cada sitio se colectó una muestra de cada crecimiento de macroalga en un frasco de polietileno de 40 mL. Estas muestras se preservaron en frío (4°C) sin fijar para poder analizar todas las estructuras y colores lo más naturales posibles. Las muestras se observaron utilizando un microscopio OPTIKA B-510 para poder obtener el nivel taxonómico más bajo posible y se realizó el registro fotográfico correspondiente.

Al igual que en diatomeas, se realizó el cálculo de riqueza y diversidad de *taxa* (se utilizará este término para referir a organismos que no se pudieron identificar a nivel específico).

3.4.4 Macroinvertebrados bentónicos

En cada sitio se realizó un muestreo multi-hábitat para coleccionar los MIBs y reconocer la diversidad en los diferentes puntos de muestreo. El muestreo multi-hábitat consistió en seleccionar un tramo del río de 20 metros, que fuera lo más representativo posible de las

características del sitio (lo más conservado posible, sin señales de perturbación, que presentara zonas con corriente suave y fuerte, zonas de pozas, sustrato duro y suave, vegetación acuática dentro del río o en las orillas, presencia de troncos o materia orgánica en descomposición, presencia de macroalgas, etc.), es decir, que presentara diversos tipos de hábitat donde los MIBs pudieran estar presentes (Chicas et al., 2010).

Para la captura de MIBs se requirió una red tipo D de 500 μm . En cada uno de los diferentes hábitats identificados se muestreó intensivamente durante un tiempo de 5 min aproximadamente. En sitios donde había sustrato rocoso, arenoso u hojarasca se aplicó el muestreo de pateo con la red tipo D, el cual consiste en remover el sustrato pateando y que la misma corriente del río arrastre a los MIBs hacia la malla coladora de la red. La vegetación acuática se muestreó aplicando golpes con la red en las diferentes partes de la vegetación (que se encuentre sumergida) con la intención de que los MIBs que habitaran esos hábitats cayeran en la red. Finalmente se aplicó una búsqueda manual (sin usar la red ya que se puede dañar con materiales muy grandes) en sustratos de mayor tamaño como troncos dentro del río o rocas de mayor tamaño (Chicas et al., 2010).

Todo el material que resultó del muestreo multi-hábitat fue colocado en una charola de plástico de fondo blanco para colectar a los MIBs con goteros o pinzas entomológicas. Los organismos fueron depositados en frascos con alcohol al 70 % para su almacenamiento y posterior transporte al laboratorio.

Se realizó la identificación de los organismos utilizando literatura especializada (libros, guías, artículos). La mayoría de los organismos fueron identificados a nivel de género, sin embargo, se presentaron casos en donde los organismos se encontraban dañados o eran demasiado juveniles para poder observar los caracteres de identificación, lo cual dificultó la identificación a la resolución taxonómica deseada.

Una vez obtenidos los *taxa*, se calcularon los índices de riqueza y diversidad. Asimismo, se utilizó el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), uno de los índices más

utilizados a nivel mundial para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos (Armitage et al. 1983), para lo cual se generó un listado con presencias y niveles de tolerancia (a nivel de familia) con respecto al índice adaptado para Costa Rica BMWP/CR (MINAE, 2007), debido a la similitud en las características ambientales. Finalmente, se tomó en cuenta el índice ASTP/CR (O'Callaghan y Kelly-Quinn, 2013), el cual trabaja con la suma de puntos obtenidos del BMWP/CR y la cantidad de familias que se contemplaron para el puntaje de tolerancia y así obtener un promedio; por lo que promedios bajos del ASTP/CR indican condiciones graves de contaminación y, por el contrario, promedios altos estarán relacionados a sistemas con aguas limpias o poco intervenidas (Álvarez, 2005). De tal manera, a cada sitio de monitoreo se le puede asignar una categoría de calidad, las cuales van de muy mala a muy buena (muy mala, mala, media, buena y muy buena).

Cabe resaltar que pese a la amplia aplicación del índice BMWP se tienen diversas limitantes. Al emplear únicamente datos cualitativos de presencia/ ausencia se ignoran otros caracteres importantes como la abundancia de los organismos. Asimismo, al haber sido desarrollado en zonas con características geomorfológicas, ambientales y climáticas diferentes a los sitios que se desean evaluar, es posible encontrar diferencias tanto en la diversidad de macroinvertebrados como la en la información que las diversas familias proporcionan. Por último, los valores de tolerancia se fundamentan en el criterio de expertos, más que en el uso integrado de dicho criterio con una herramienta numérica que permita establecer de manera objetiva y rigurosa los umbrales de adaptación de los organismos a las variables abióticas consideradas (Forero et al., 2014).

4 Resultados

4.1 Parámetros físico-químicos

4.1.1 Temperatura del agua

La temperatura del agua en las cuencas de interés se registró entre 9.7 y 30.2°C (promedio de 20.4°C \pm 4.7) en el periodo de secas y entre 16.2 y 28.6°C (promedio de 22.7°C \pm 2.8) en el periodo de lluvias. No se registraron diferencias significativas de temperatura del agua entre las cuencas, sin embargo, en la cuenca Las Juntas la temperatura del agua en la época de lluvias fue significativamente mayor que en la época de secas (Fig. 3).

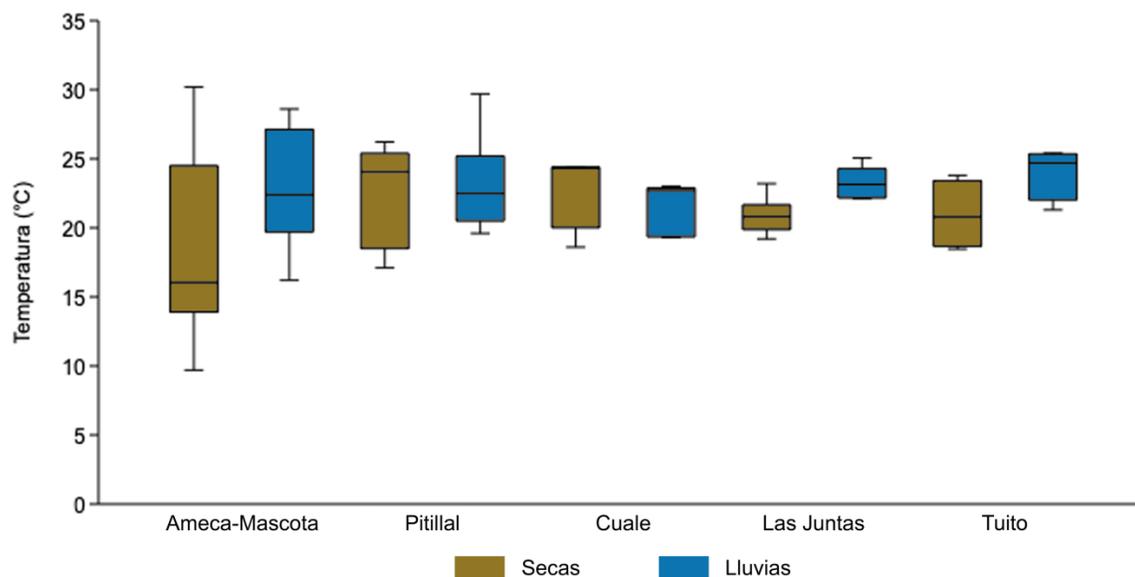


Figura 3. Diagrama de cajas de la temperatura del agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco durante los periodos de secas y lluvias.

El intervalo más amplio de temperatura del agua se registró en la cuenca Ameca-Mascota (9.7 a 30.2°C en la época de secas y 16.2 a 28.6°C en la época de lluvias) incrementándose desde las partes altas por arriba de los 1,500 m s.n.m (AM1-AM4, AM9) hasta los sitios del río Huichichila (AM14-AM17) en la parte baja de la cuenca a menos de 100 m s.n.m. En la parte alta de la cuenca las temperaturas fueron inferiores a los 20° C y no mostraron variación entre ambos periodos. En la parte media y baja de la cuenca, se registraron sitios con una mayor

variación de temperatura entre épocas, donde los sitios Silverado (AM16) y Novillero (AM8) presentaron temperaturas más bajas durante la época de lluvias, ya que en secas el agua se encontraba estancada, favoreciendo mayores temperaturas con respecto a lluvias. Por otro lado, el resto de los sitios mostraron una tendencia a incrementar la temperatura durante el periodo de lluvias (Fig. 4).

En la cuenca Pitillal los rangos de temperatura en la época de secas fueron de 17.1 a 26.2 °C mientras que en lluvias fueron de 19.6 a 23.7 °C. En la parte alta de la cuenca se registró un incremento de temperatura durante la época de lluvias, mientras que en la parte baja la temperatura del agua disminuyó. Los pequeños escurrimientos de las partes altas son más susceptibles a los cambios en la temperatura ambiental, mientras que los ríos principales en las partes bajas con un mayor volumen de agua tienen una mayor capacidad para mantener su temperatura (Fig. 4).

En el Estero El Salado la temperatura del agua se incrementó en el periodo de lluvias (Tabla 2), aunque esto se podría atribuir a la diferencia en horario en que se tomaron las muestras, pues en secas fue por la mañana y en lluvias por la tarde. Al ser un cuerpo de agua estático presenta importantes diferencias de temperatura a lo largo del día.

En la cuenca El Cuale los rangos de temperatura en la época de secas fueron de 18.6 a 24.4 °C, mientras que en lluvias fueron de 19.3 a 23.0 °C. La temperatura del agua en la parte alta de la cuenca se mantuvo por debajo de los 20 °C incrementándose hacia la parte baja, no se registraron diferencias entre ambas épocas (Fig. 4).

En la cuenca Las Juntas los rangos de temperatura en la época de secas fueron de 19.2 a 23.2°C, mientras que en lluvias fueron de 22.1 a 25.0 °C. Las temperaturas se incrementaron ligeramente hacia las partes bajas de la cuenca, sin embargo, no se presentaron diferencias entre las épocas de muestreo.

En la cuenca El Tuito los rangos de temperatura en la época de secas fueron de 18.4 a 23.8 °C mientras que en lluvias fueron de 21.3 a 25.4°C. Al igual que en las cuencas anteriores, las

temperaturas se incrementaron hacia la parte media de la cuenca, aunque al ser escurrimientos pequeños, sí se registraron temperaturas más cálidas durante la época de lluvias (Fig. 4).

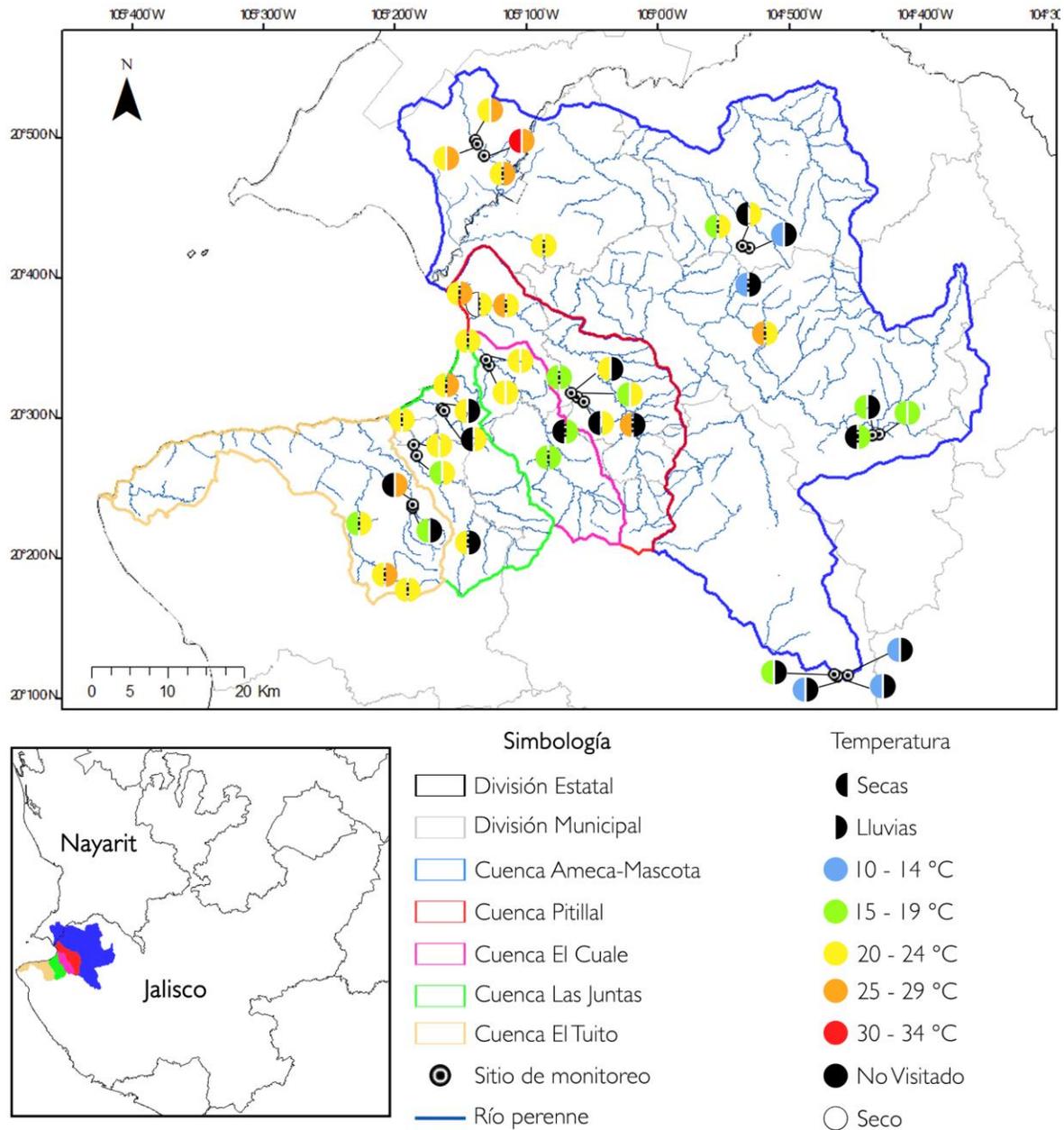


Figura 4. Temperaturas del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.2 pH

El pH del agua en las cuencas de interés se registró entre 7.5 y 9.03 (promedio de 8 ± 0.49) en el periodo de secas y entre 6.9 y 8.22 (promedio de 7.7 ± 0.34) en el periodo de lluvias. Se registraron diferencias significativas entre las cuencas con respecto a las temporadas, registrándose mayores valores de pH durante secas (Fig. 5).

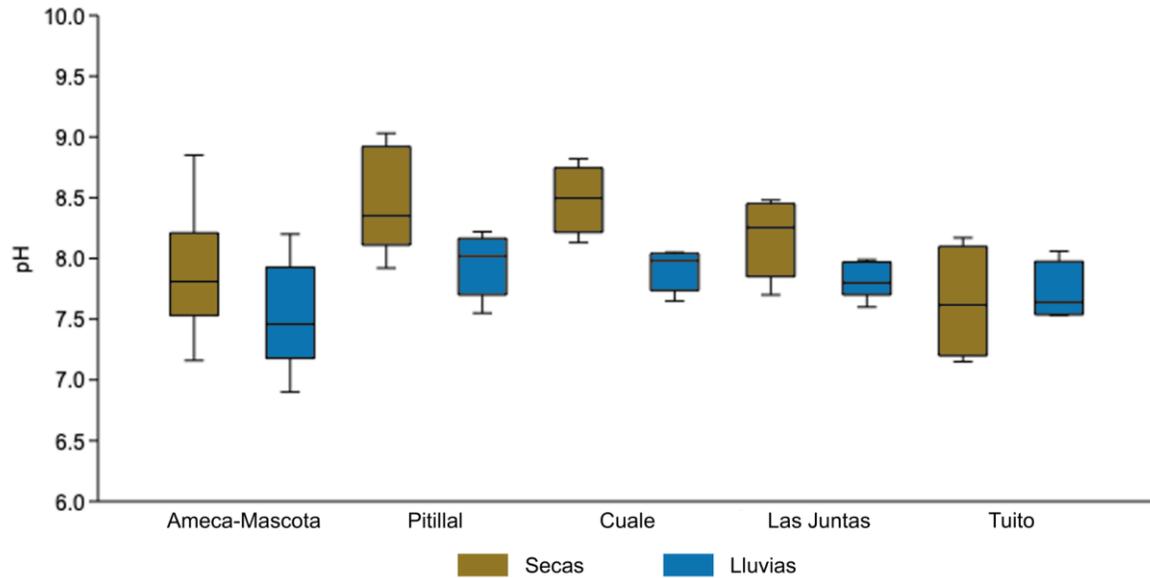


Figura 5. Diagrama de cajas del pH del agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias 2023.

El intervalo más amplio de pH se registró en la cuenca Ameca-Mascota con valores entre 7.1 y 8.8 en época de secas y de 6.9 a 8.2 en época de lluvias, con una tendencia a incrementar el valor hacia las partes más bajas de la cuenca (Fig. 6). Durante lluvias los valores de pH disminuyeron debido al ingreso de agua de lluvia, lo cual puede contener elementos ácidos que favorezcan el descenso de pH. De manera particular, el sitio AM16 (secas) y AM15 (lluvias) obtuvieron valores altos de pH debido a un crecimiento excesivo de micro y macroalgas que permanecían estancadas en el sitio, lo que provocó que las altas tasas de fotosíntesis elevaran los niveles de pH.

En la cuenca Pitillal los rangos de pH en la época de secas fueron de 7.4 a 9, mientras que en lluvias fueron de 7.5 a 8.2, lo cual muestra nuevamente una tendencia a valores más bajos de pH en lluvias respecto a secas (Fig. 6). Todos los sitios se mantuvieron estables entre temporadas, con excepción de Pi6, el cual mostró una disminución significativa de pH durante lluvias, lo cual puede estar relacionado con el aporte de agua de lluvia y a la ausencia de macrófitas que pudieran estar realizando fotosíntesis (aspecto que incrementa los niveles de pH), ya que durante secas se reportaron áreas con crecimiento de macrófitas.

El pH en el Estero El Salado fue de 7.43 en secas y 7.5 en lluvias (Fig. 6). El ligero aumento de pH durante lluvias puede estar vinculado a la actividad fotosintética del fitopláncton y a la temperatura del agua.

En la cuenca El Cuale el pH se mantuvo en intervalos de 7.8 y 8.8 en época de secas y de 7.6 a 8.1 durante lluvias, con una tendencia general de aumentar los valores hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 6). Este incremento en el pH podrían estar asociado a las temperaturas altas y a la presencia de áreas extensas cubiertas de perifiton, lo que produce un aumento en la tasa de fotosíntesis.

En Las Juntas el pH mantuvo rangos entre 7.7 a 8.5 en época de secas y de 7.6 a 8 durante lluvias. Los valores de pH se mantuvieron constantes de manera temporal a lo largo de la cuenca (Fig. 6), con una tendencia a disminuir durante lluvias, resultado de la dilución por el aporte de agua de lluvia.

Finalmente, el pH en la cuenca El Tuito no mostró una gran variación entre temporadas, ya que el rango de pH durante secas se mantuvo entre 7.2 y 8.2, mientras que en lluvias el rango se registró entre 7.5 y 8.1 (Fig. 6). Los sitios correspondientes a Pedro Moreno (Tu4 y Tu5) tuvieron los mayores valores de pH en ambas temporadas, lo cual puede estar relacionado con las altas temperaturas, así como a la actividad fotosintética provocada por crecimientos de macrófitas y perifiton.

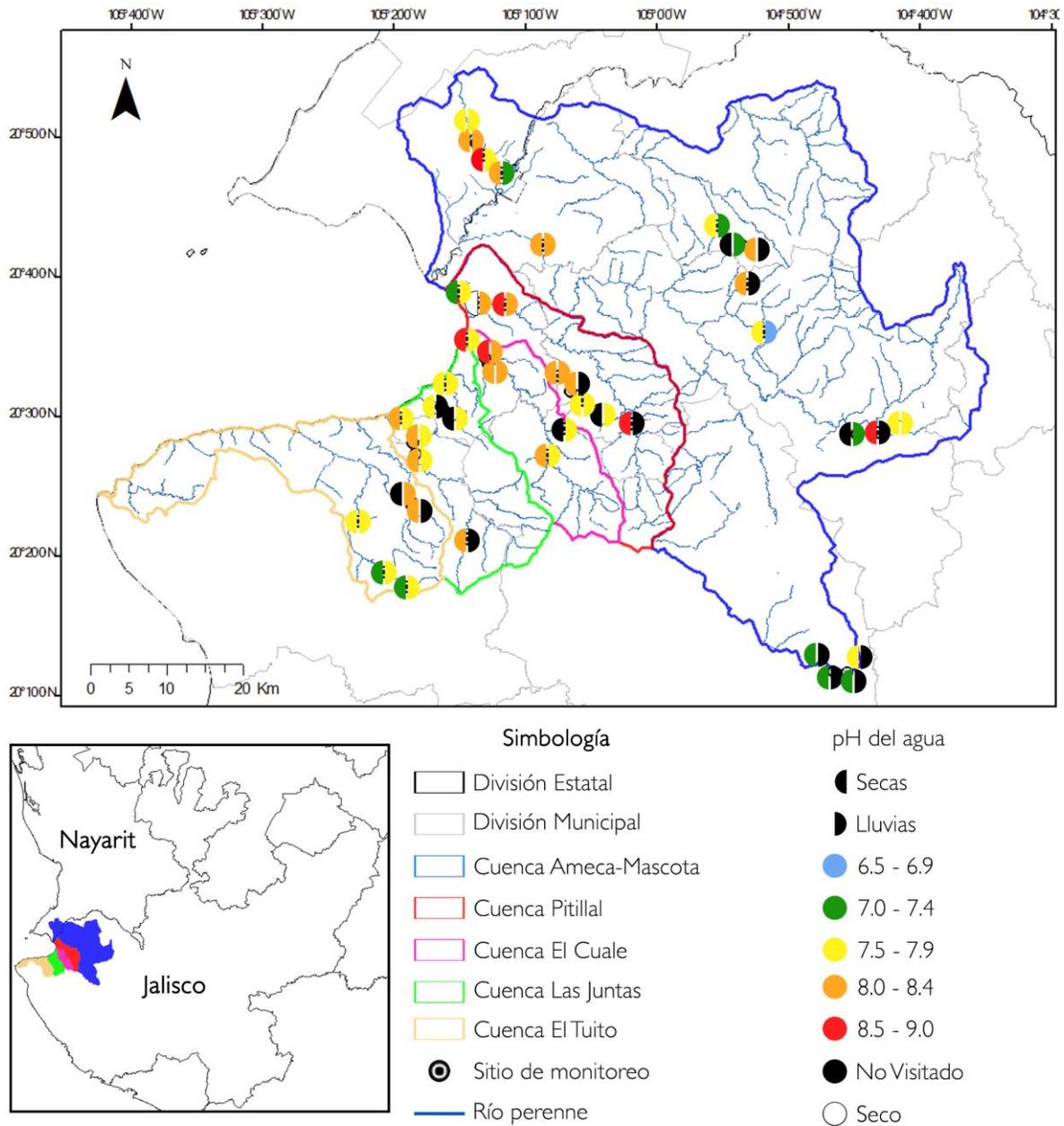


Figura 6. pH del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.3 Conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales

Los valores de conductividad eléctrica en las cuencas de estudio se registraron entre 30 y 538 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante la temporada de secas y entre 36 y 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en lluvias (Fig. 7). Mientras que los rangos de sólidos disueltos se registraron entre 18 y 269 mg/L en el periodo de secas

y entre 18 y 173 mg/L en lluvias (Fig. 8). De manera general, se presentó una ligera disminución de ambos parámetros durante lluvias y se registraron diferencias significativas entre cuencas con respecto a la temporalidad de las muestras, siendo Pitillal la que presentó mayor diferencia con respecto al resto (Fig. 7, Fig. 8). El rango de conductividad y de sólidos disueltos más amplio se presentó en la cuenca Ameca-Mascota durante ambos periodos.

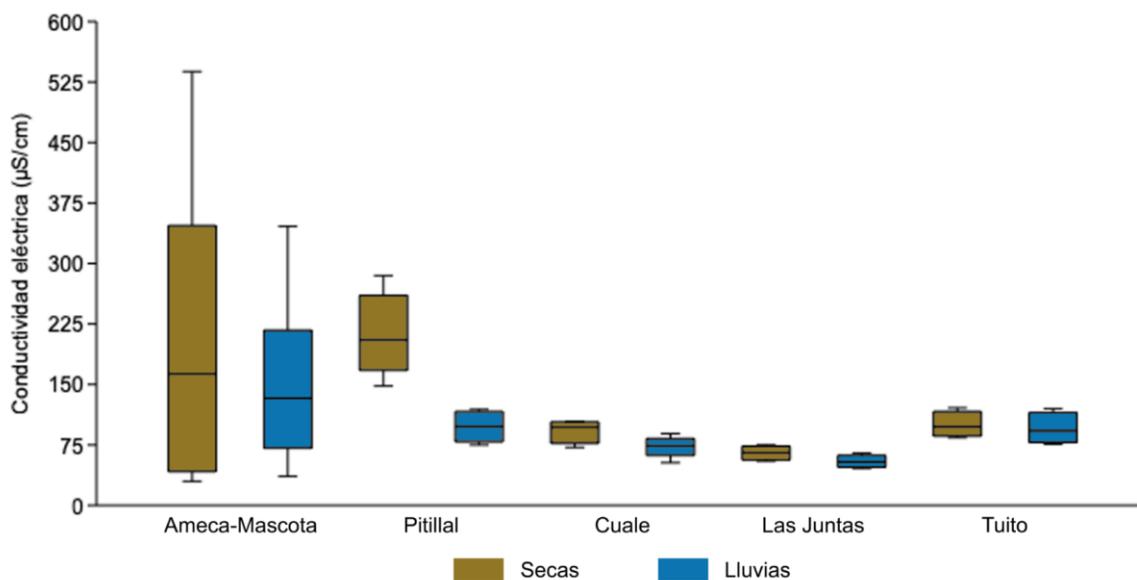


Figura 7. Diagrama de cajas de la conductividad eléctrica del agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

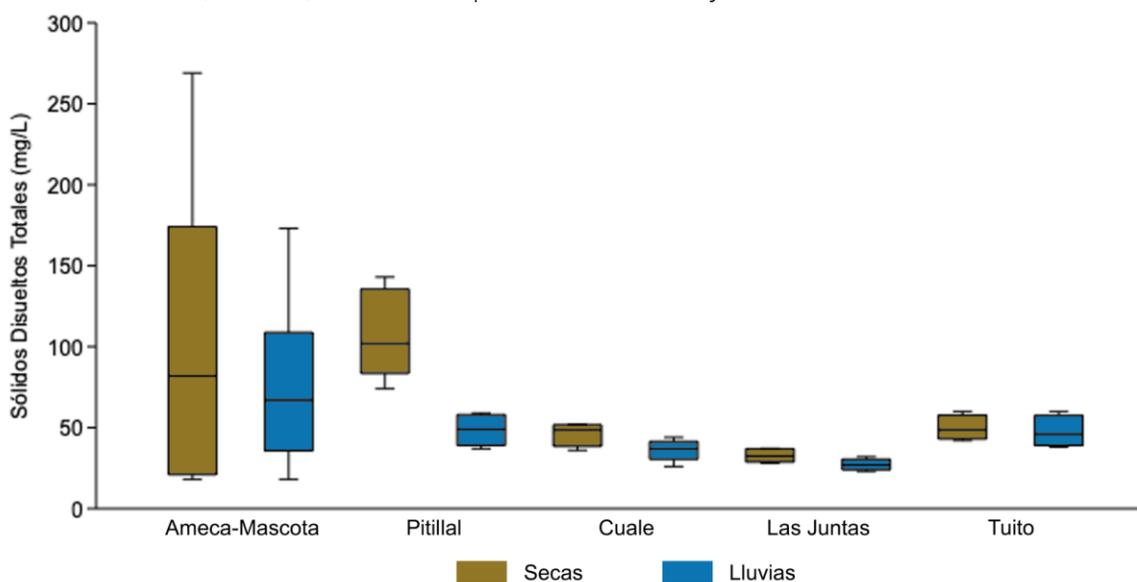


Figura 8. Diagrama de cajas de la concentración de sólidos disueltos totales en el agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota los valores de conductividad se registraron entre 30 y 538 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante secas y entre 36 y 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante lluvias. En cuanto a los sólidos disueltos, los valores oscilaron entre 18 y 269 mg/L en el periodo de secas y entre 18 y 173 mg/L en el periodo de lluvias. De manera general, se detectó una tendencia de aumento en los valores de conductividad hacia la parte baja de la cuenca, ya que el cauce va recibiendo un mayor aporte de minerales y sedimentos propios de la geología de la cuenca, por lo que tienden a acumularse en los sitios más bajos (Fig. 9 y Fig. 10). Se registraron los valores más bajos de conductividad y sólidos disueltos, correspondientes a Bosque de Arce (AM1-AM4), lo cual responde a que uno de los sitios era un nacimiento de agua donde la cantidad de minerales y sólidos es baja, asimismo, la distancia entre sitios fue corta, por lo que el aporte de minerales fue mínimo. Por otro lado, los sitios de Huichichila (AM16 y AM17) tuvieron los valores más altos de conductividad, así como de sólidos disueltos en ambas temporadas. Lo anterior se debe a que son los sitios más bajos de la cuenca y los que presentaron mayores alteraciones en la calidad paisajística al encontrarse dentro de zonas con asentamientos humanos y cultivos. En este sentido, la escasa cobertura del bosque de ribera favorece la entrada de sedimentos que elevan las concentraciones de sólidos disueltos y conductividad.

En la cuenca Pitillal, los valores de conductividad oscilaron entre 148 y 285 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en secas y entre 75 y 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en temporada de lluvias. Con respecto a los sólidos disueltos, el rango durante secas se mantuvo entre 74 y 143 mg/L , mientras que en lluvias se registró entre 37 y 59 mg/L , marcando una disminución de ambos parámetros durante temporada de lluvias (Fig. 9 y Fig. 10). Los valores más altos de conductividad y de sólidos disueltos se presentaron en los sitios de la parte media-baja de la cuenca correspondientes a Pi5 y Pi6, los cuales estuvieron impactados por la baja cobertura de bosque de ribera y modificaciones hidromorfológicas, lo que favoreció la entrada de sedimentos provenientes de los bancos, así como aportes de aguas residuales de los asentamientos humanos que se encontraban en las inmediaciones del cauce. Por otra parte, las bajas concentraciones de conductividad

y sólidos disueltos durante lluvias estuvieron relacionadas con el incremento del caudal, lo cual provocó que la cantidad de minerales se diluyera en un volumen mayor de agua.

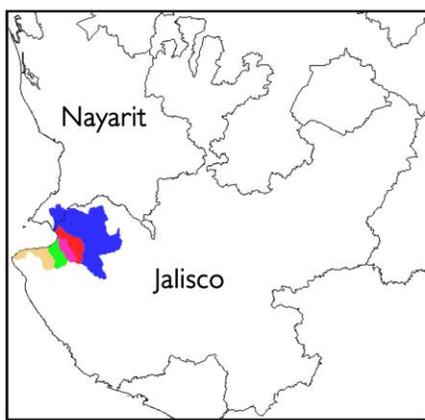
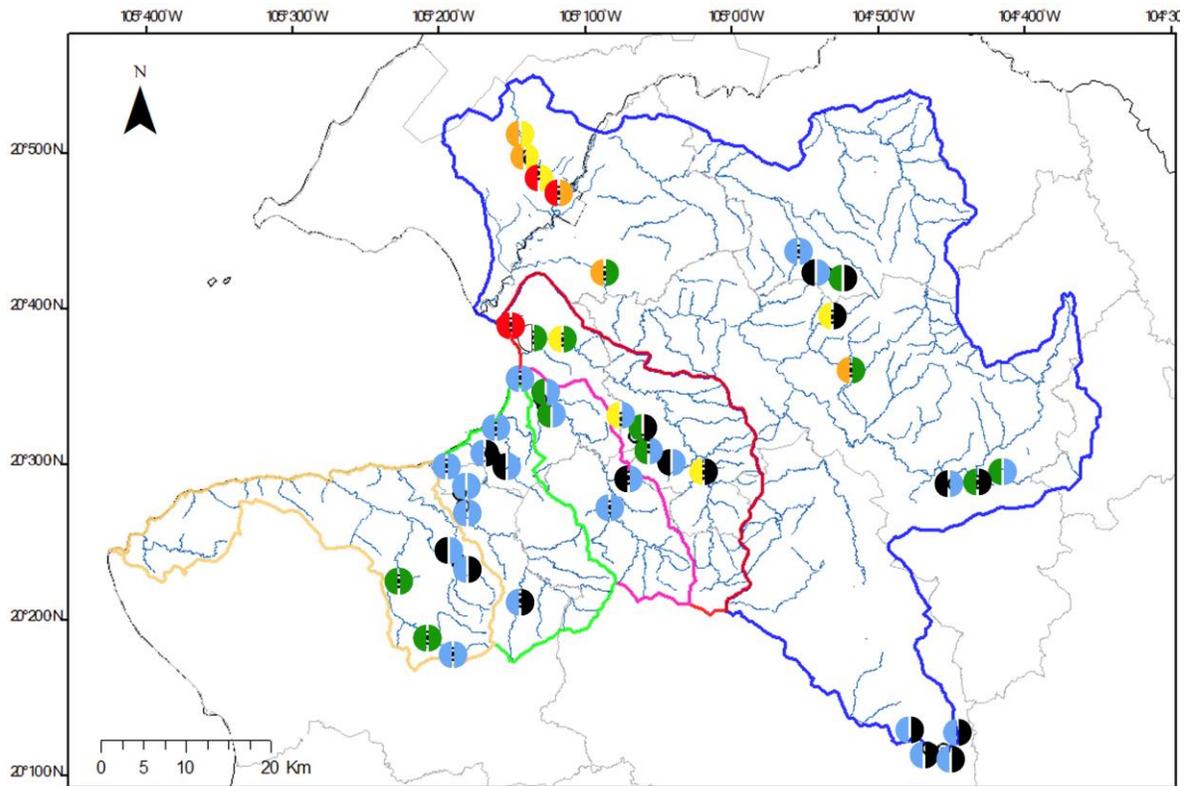
Los valores de conductividad y sólidos disueltos en el Estero El Salado fueron los más altos con respecto al resto de sitios, con valores de conductividad que oscilaron entre 55020 y 28900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y valores de sólidos disueltos entre 27500 y 14510 mg/L. Estos valores difieren en gran medida de los reportados en el resto de los sitios, ya que, al contar con aportes de agua marina, la cantidad de sólidos y minerales contribuyen en mayor medida a las altas concentraciones. Sin embargo, se pudo registrar un descenso de ambos parámetros en la temporada de lluvias cercano al 50 % con respecto a secas resultado de la precipitación. Aún con este cambio, las concentraciones se mantuvieron en las categorías más altas de conductividad y sólidos disueltos (Fig. 9 y Fig. 10).

La conductividad en la cuenca El Cuale se mantuvo entre 72 y 104 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la temporada de secas, mientras que en época de lluvias los valores se registraron entre 53 y 89 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Con respecto a los sólidos disueltos, las concentraciones se mantuvieron entre 36 y 52 mg/L durante secas y entre 26 y 44 mg/L durante lluvias. La mayoría de los sitios de monitoreo se encontraron en la categoría más baja de conductividad y sólidos disueltos (Fig. 9 y Fig. 10), con excepción de los sitios Cu3 y Cu4 que durante la época de secas presentaron los valores más altos de conductividad y sólidos disueltos debido a que las altas temperaturas del agua facilitan que las sales se disuelvan más rápido y la poca cantidad de agua favoreció la concentración de estas sales y de los sólidos provenientes de la erosión del suelo.

En la cuenca Las Juntas, los valores de conductividad y de sólidos disueltos registraron muy poca variación entre temporadas de monitoreo y una tendencia a disminuir durante la temporada de lluvias (Fig. 9 y Fig. 10). En secas los valores de conductividad se encontraron entre 55 y 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en lluvias los valores oscilaron entre 46 y 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que las concentraciones de sólidos disueltos oscilaron entre 28 y 37 mg/L durante secas y entre 23 y 32 mg/L en lluvias. La disminución de ambos parámetros podría ser resultado del aporte de agua proveniente de las lluvias, lo que diluye la cantidad de minerales y sólidos disueltos

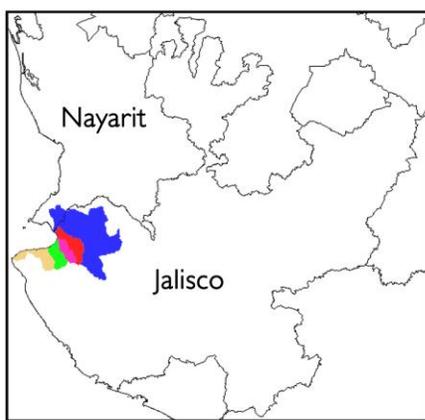
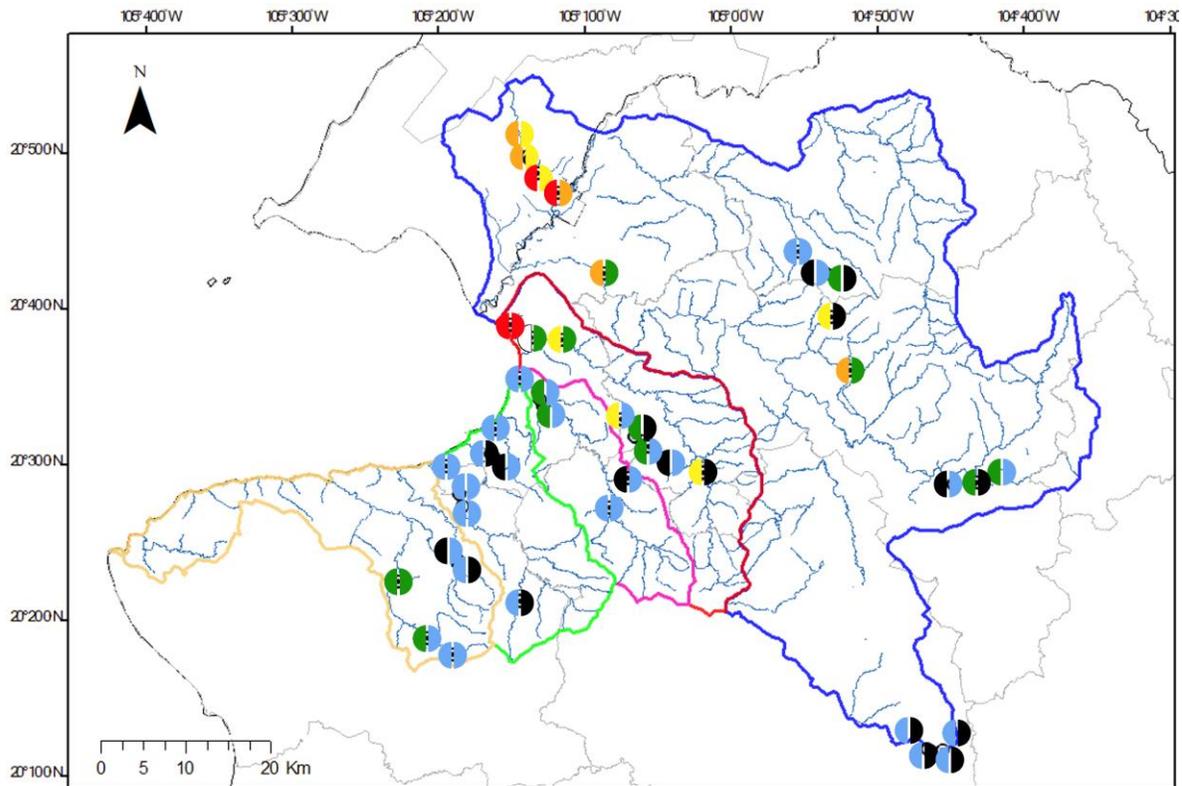
en el agua. Relacionado a lo anterior, el buen estado de conservación del bosque de ribera en la cuenca sirve como una barrera ante los minerales y sólidos provenientes del ecosistema terrestre.

Por último, en la cuenca de El Tuito la conductividad y los sólidos disueltos se mantuvieron constantes entre épocas de monitoreo ya que la conductividad se registró entre 84 y 121 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante la temporada de secas y entre 76 y 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante lluvias, mientras que los sólidos disueltos se mantuvieron entre 42 y 60 mg/L en temporada de secas y entre 38 y 60 mg/L en lluvias. Los valores más altos de conductividad y sólidos disueltos estuvieron presentes en el sitio Tu3 durante ambas épocas (Fig. 9 y Fig. 10), esto puede estar relacionado al tipo de sustrato dentro del cauce dominado por gravas y arenas, lo que puede facilitar la erosión de los minerales, sumado a las temperaturas altas que favorecen la disolución.



Simbología		Conductividad eléctrica	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		0 - 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Cuenca Pitillal		101 - 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Cuenca El Cuale		201 - 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Cuenca Las Juntas		301 - 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Cuenca El Tuito		> 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Sitio de monitoreo		No Visitado
	Río perenne		Seco

Figura 9. Conductividad eléctrica del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.



Simbología		Sólidos Disueltos Totales	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		0 - 50 mg/L
	Cuenca Pitillal		51 - 100 mg/L
	Cuenca El Cuale		101 - 150 mg/L
	Cuenca Las Juntas		151 - 200 mg/L
	Cuenca El Tuito		> 200 mg/L
	Sitio de monitoreo		No Visitado
	Río perenne		Seco

Figura 10. Sólidos disueltos totales del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.4 Salinidad

La salinidad en las cuencas de interés se mantuvo constante en todos los sitios de monitoreo, con valores que oscilaron entre 0.02 y 0.26 ups (promedio de 0.06 ups \pm 0.05) en ambas épocas (Tabla 2). Los valores más altos de salinidad se registraron en AM16 y AM17

debido a que esta variable se encuentra muy relacionada a las concentraciones de conductividad y sólidos disueltos, por lo que las altas concentraciones de sólidos disueltos y conductividad en estos sitios aumentaron también la salinidad. Esta relación de parámetros, también se presentó en el Estero El Salado, con concentraciones de salinidad que oscilaron entre 36.4 y 17.8 ups en ambas temporadas. Esta disminución durante lluvias estuvo estrechamente relacionada con la disminución de las concentraciones de conductividad y sólidos disueltos resultado de la cantidad de precipitación.

4.1.5 Saturación de oxígeno

La saturación de oxígeno en las cuencas de estudio se registró entre 48.5 y 170 % durante la temporada de secas, mientras que en lluvias los valores se mantuvieron entre 84.1 y 116.9 %. Debido a los rangos tan variables que se registraron, se presentaron diferencias significativas entre las cuencas con respecto a la temporada, siendo la cuenca Ameca-Mascota la que tiene una mayor diferencia con respecto al resto de cuencas al presentar los rangos más amplios de saturación de oxígeno (Fig. 11). De manera general, se registró una tendencia al aumento en la saturación de oxígeno durante la temporada de lluvias, con excepción de la cuenca Ameca-Mascota, donde disminuyó el rango del porcentaje de saturación en lluvias.

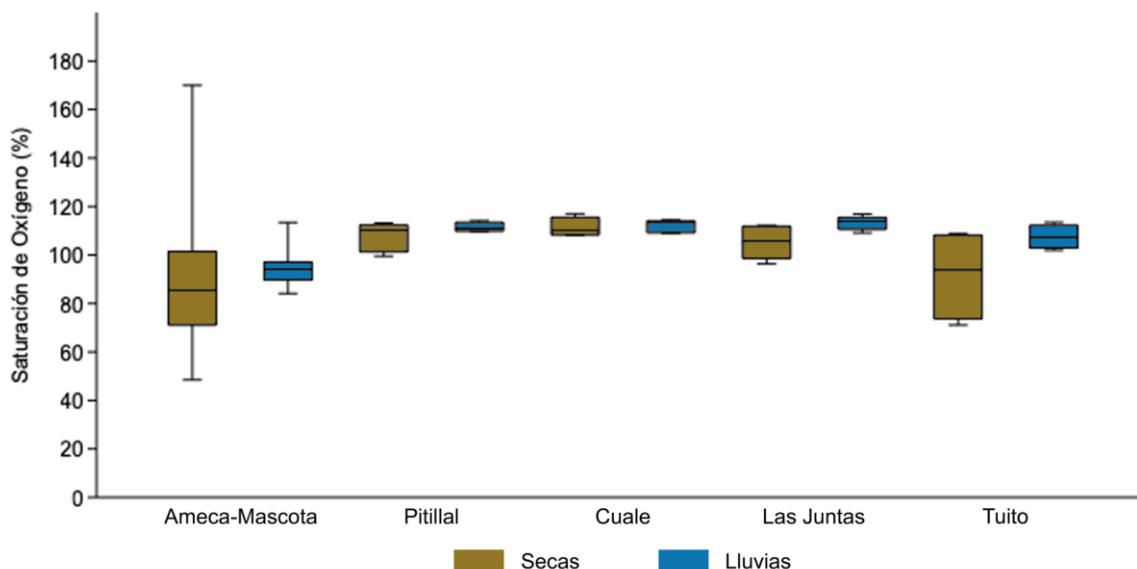


Figura 11. Diagrama de cajas de la saturación de oxígeno del agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota los porcentajes de saturación de oxígeno se mantuvieron entre 48.5 y 170 % durante la época de secas, mientras que en lluvias los porcentajes se registraron entre 84.1 y 113.4 % con un ligero comportamiento a mantener, o en algunos casos, a aumentar los porcentajes hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 12). Se registraron sitios en la parte alta de cuenca (AM1 y AM2) que presentaron baja saturación de oxígeno como resultado de las temperaturas bajas y alta elevación, sin embargo, el valor más bajo de saturación de oxígeno se registró en el sitio AM5, ya que el agua se encontraba estancada debido a la época de estiaje y esto impidió que el agua se oxigenara como parte de la acción mecánica del agua en movimiento. Por otro lado, el mayor porcentaje de saturación se registró en AM16 (secas) debido a que el agua se encontraba estancada y con un crecimiento excesivo de macroalgas del género *Cladophora*, la cual sobresaturaba de oxígeno el agua por la actividad fotosintética. En el sitio AM13 (lluvias) se presentó la mayor saturación de oxígeno que fue provocada por el aumento en el caudal y una heterogeneidad en las condiciones hidromorfológicas, lo cual permitió que existieran zonas de rápidos y que el agua fluyera a mayor velocidad favoreciendo la entrada de oxígeno por acción mecánica.

En la cuenca Pitillal la saturación de oxígeno presentó una variación mínima entre ambas temporadas con un rango durante secas entre 99.5 y 113.2 % y entre 109.7 y 114.2 % en lluvias. Todos los sitios mantuvieron estables los porcentajes de saturación de oxígeno (Fig. 12), por lo que no se observaron diferencias significativas entre las temporadas.

En el estero El Salado la saturación de oxígeno fue la más baja, con valores de 27.4 y 20.3 % en temporada de secas y lluvias, respectivamente (Fig. 12). Estas bajas concentraciones se deben a que el agua se encuentra estancada o con una corriente de agua muy lenta, así como elevadas temperaturas que provocan que el oxígeno escape más fácilmente a la atmósfera. Es importante mencionar que es un sistema somero y muy productivo, por lo que la descomposición de materia orgánica podría estar consumiendo el oxígeno disponible.

En las cuencas El Cuale y Las Juntas no se registraron variaciones significativas en los porcentajes de saturación de oxígeno, ya que mantuvieron las concentraciones entre 91-120 % de saturación en ambas temporadas (Fig. 12). Esto pudo estar relacionado a que en todos los sitios el agua presentaba flujo y velocidad de corriente constante, es decir, las buenas condiciones en la hidromorfología favorecieron el ingreso de oxígeno al sistema.

Por último, la saturación de oxígeno en la cuenca El Tuito mantuvo valores entre 71.1 y 108.9 % durante secas y entre 101.9 y 113.5 % en lluvias. Se presentó una ligera variación en estos porcentajes en la época de secas en los sitios Tu1 y Tu2 (Fig. 12), con porcentajes más bajos con respecto a los demás sitios, lo que pudo estar relacionado a la poca cantidad y baja velocidad del agua durante el estiaje.

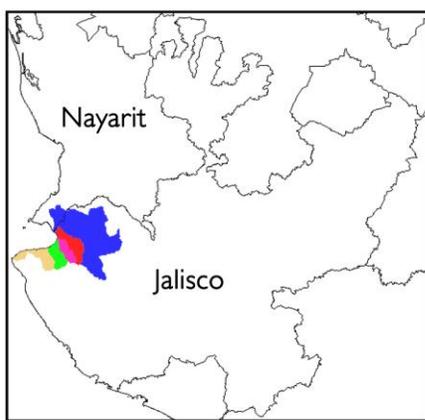
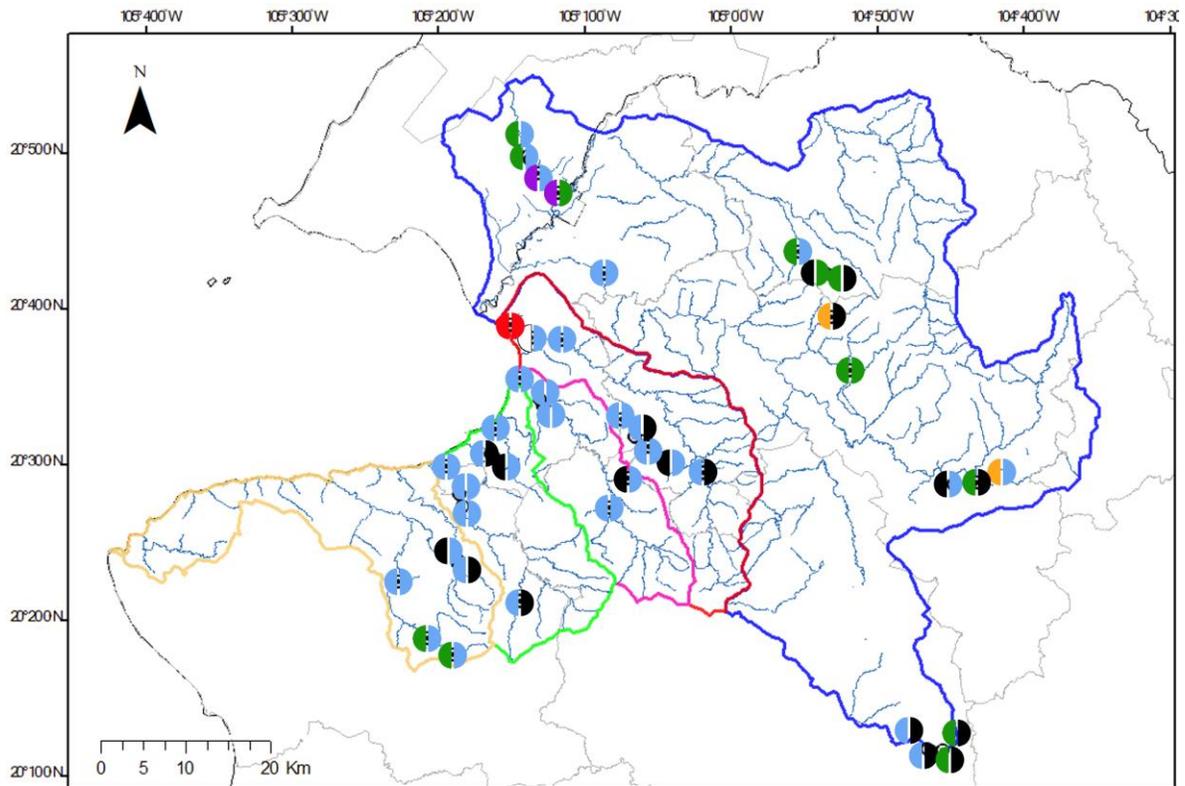


Figura 12. Saturación de oxígeno del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.6 Turbidez

La turbidez del agua en las cuencas de interés se registró entre 0 y 1920 JTU durante la temporada de secas y entre 0 y 30 JTU durante lluvias. Debido a los rangos tan amplios que

se registraron, se presentaron diferencias significativas entre las cuencas con respecto a la temporada, siendo las cuencas Pitillal y El Cuale las que tienen una mayor diferencia con respecto al resto de cuencas al presentar los rangos más variables de turbidez (Fig. 13). Los rangos más amplios se registraron en la cuenca Ameca-Mascota durante ambas temporadas.

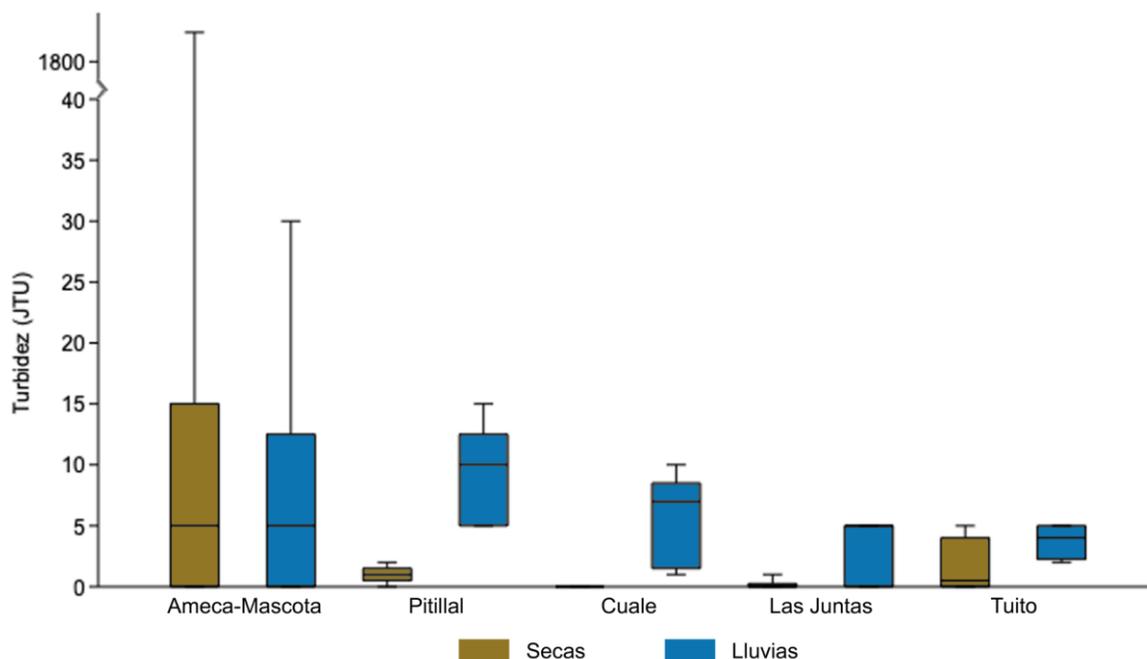


Figura 13. Diagrama de cajas de la saturación de oxígeno del agua en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

Los valores de turbidez en la cuenca Ameca-Mascota se registraron entre 0 y 1920 JTU durante secas y mostraron una disminución en lluvias (valores entre 0 y 30 JTU) (Fig. 14). A pesar de lo anterior, todos los sitios presentaron una turbidez no mayor a 30 JTU con excepción del sitio AM8, el cual registró el valor más alto de todos los sitios monitoreados (1920 JTU) durante la temporada de secas, donde el agua se encontraba estancada, con un gran aporte de materia fecal proveniente del ganado y se detectaron altos aportes de sedimento que era removido de manera constante por los animales. Sumado a lo anterior, la falta de vegetación de ribera tiene un impacto sobre la cantidad de suelo que se deslava

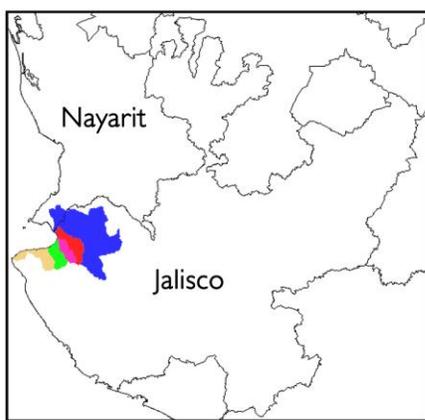
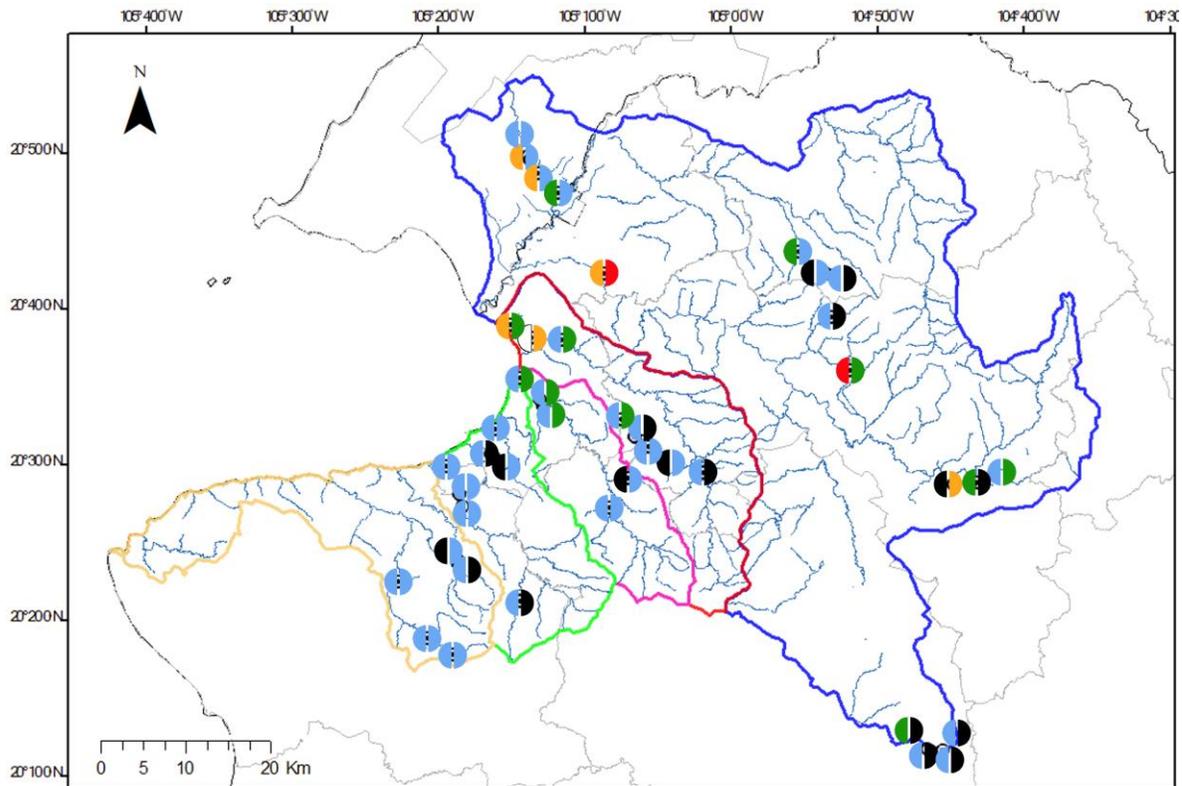
hacia el cauce. Durante el monitoreo de lluvias las condiciones del sitio cambiaron drásticamente, disminuyendo de manera considerable el grado de turbidez.

Los valores de turbidez en la cuenca Pitillal se registraron entre 0 y 2 JTU durante secas y entre 5 y 15 JTU en lluvias, con una tendencia a aumentar la turbidez hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 14), la cual presentó un mayor impacto en los elementos paisajísticos, factor que facilita la entrada de sólidos al cauce y con ello, de la turbidez del agua.

En el estero El Salado los niveles de turbidez fueron de 20 y 10 JTU durante secas y lluvias, respectivamente. La disminución de turbidez estuvo relacionada con los procesos de dilución resultado de precipitación.

En la cuenca El Cuale los niveles de turbidez fueron de cero durante la época de secas, mientras que, en lluvias se registraron entre 1 y 10 JTU (Fig. 14). Los ligeros aumentos se reportaron en los sitios de la parte baja de la cuenca, lo cual está relacionado con el incremento en la cantidad y velocidad de la corriente de agua, ya que al ser ríos grandes el arrastre de materiales y/o sedimentos es mucho mayor y son depositados en las partes bajas de la cuenca.

Por último, la turbidez en las cuencas Las Juntas y el Tuito se registró con valores muy bajos que oscilaron entre 0 y 5 JTU en ambas temporadas. Debido a la poca variación en los valores, no existieron diferencias significativas entre los sitios. Lo anterior, posicionó a los sitios en la categoría más baja de turbidez (Fig. 14) y no cambió de manera temporal.



Simbología		Turbidez	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		0 - 5 JTU
	Cuenca Pitillal		6 - 10 JTU
	Cuenca El Cuale		11 - 20 JTU
	Cuenca Las Juntas		> 20 JTU
	Cuenca El Tuito		No Visitado
	Sitio de monitoreo		Seco
	Río perenne		

Figura 14. Turbidez del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.7 Caudal

El caudal de los ríos se registró con valores entre 0.0008 y 2.9 m³/s durante la temporada de secas, mientras que en lluvias los valores se encontraron entre 0.01 y 31.5 m³/s, evidenciando

una tendencia muy marcada al incremento del caudal durante lluvias. El rango de cantidad de agua más amplio se registró en la cuenca Pitillal durante lluvias (Fig. 15). Debido a la gran variación de valores, se detectaron diferencias significativas entre las cuencas con respecto a la temporalidad de los monitoreos.

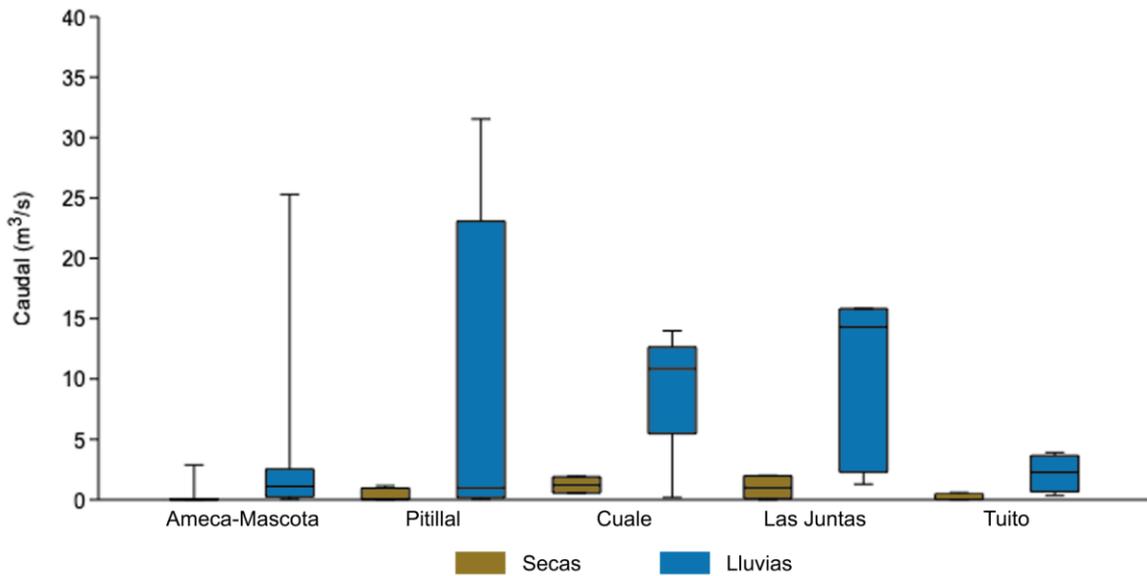


Figura 15. Diagrama de cajas del caudal en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco durante los periodos de secas y lluvias.

Los rangos de caudal en la cuenca Ameca-Mascota durante secas se registraron entre 0.0008 y 2.9 m³/s, mientras que en lluvias entre 0.03 y 25.3 m³/s. Se puede observar que todos los sitios de monitoreo fueron registrados con la categoría más baja de caudal (< 0.1 m³/s) durante secas (Fig. 16), con excepción del sitio AM13, ya que es un sitio en la parte baja de la cuenca que tiene un ancho mucho mayor al resto de los sitios de la cuenca, por lo que la cantidad de agua que recorre es mucho mayor aún en estiaje. Durante lluvias el panorama cambió de manera considerable debido al aumento del caudal en todos los sitios monitoreados y de igual forma, el sitio AM13 continuó siendo el sitio más caudaloso de la cuenca.

El caudal en la cuenca Pitillal mantuvo valores entre 0.01 y 1.1 m³/s durante la temporada de secas y entre 0.04 y 31.5 m³/s durante lluvias, mostrando una tendencia a aumentar significativamente hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 16). Los bajos caudales en los sitios de la parte alta de la cuenca se deben a que son tributarios pequeños del río principal, por lo que el aumento durante lluvias no es tan evidente. Por otro lado, los sitios Pi6 y Pi7 tuvieron caudales mucho mayores al estar situados en el río principal, el sitio Pi7 registró la mayor cantidad de agua al ser la parte más ancha del río y la que presentó un mayor impacto en la hidromorfología y vegetación de ribera, lo cual permite que el agua tenga una mayor velocidad de corriente y provoca avenidas fuertes que impactan las inmediaciones del cauce.

No se registraron estimaciones de cantidad de agua para el Estero El Salado debido a la poca accesibilidad al sitio y al no contar con una embarcación que permitiera realizar las mediciones adecuadas.

En la cuenca El Cuale, los niveles de caudal se registraron entre 0.5 y 1.9 m³/s durante la temporada de secas y entre 0.1 y 13.9 m³/s en lluvias con una tendencia general a aumentar hacia los sitios en la parte baja de la cuenca (Fig. 16). El sitio con mayor caudal durante ambas épocas correspondió a Cu4 ubicado en la parte baja de la cuenca y presentó un ancho mayor al resto de los sitios lo que permite que pase una mayor cantidad de agua en el área.

La cantidad de agua registrada en la cuenca Las Juntas se encontró entre 0.007 y 2 m³/s en época de secas, mientras que en lluvias los valores estuvieron entre 1.2 y 15.8 m³/s, con una tendencia a aumentar hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 16). Los mayores valores se registraron en los sitios Ju2 y Ju7 en ambas temporadas al encontrarse en el río principal y tener un ancho de cauce mayor al resto de sitios.

Por último, la cuenca de El Tuito presentó la misma tendencia a aumentar los niveles de caudal hacia la parte media de la cuenca, con valores entre 0.02 y 0.5 m³/s durante secas y

entre 0.3 y 3.9 m³/s durante lluvias (Fig. 16). Los valores durante lluvias fueron los más bajos con respecto al resto de las cuencas en la misma época ya que no se pudieron monitorear los sitios de la parte baja, los cuales pudieron haber aportado valores más altos de caudal, así como las bajas dimensiones de los cauces con excepción de Tu4 y Tu5 que presentaron un ancho mayor, aunque con poca cantidad de agua.

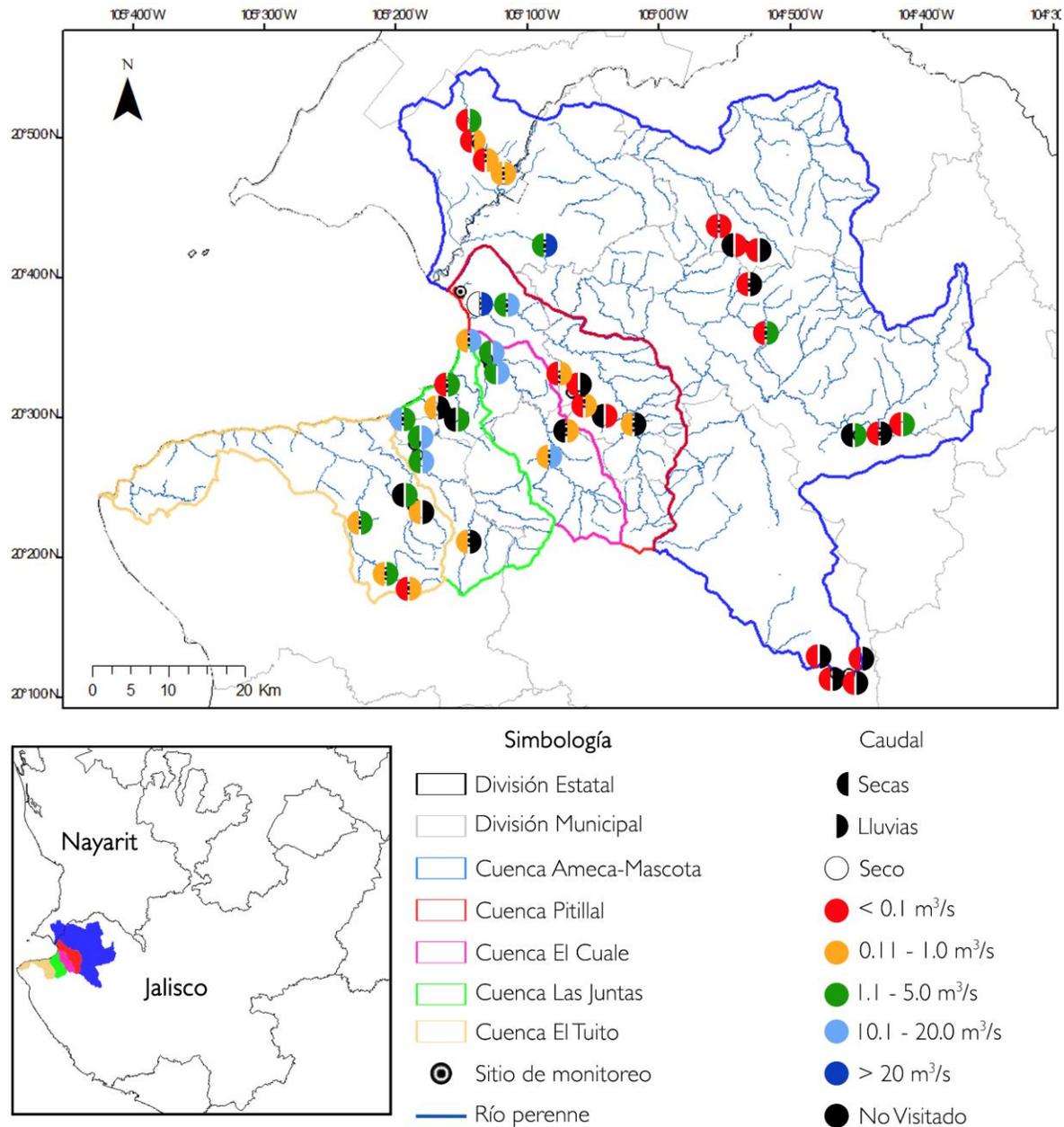


Figura 16. Caudal del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.8 Ortofosfatos

Las concentraciones de ortofosfatos en las cuencas de estudio se registraron entre 0 y 0.4 mg/L en ambas temporadas de monitoreo (Fig. 17), siendo el nutriente con las concentraciones más bajas en las cuencas de interés. Debido al comportamiento de los valores, no se reportaron diferencias significativas de ortofosfatos entre las cuencas, con excepción de la cuenca Ameca-Mascota en temporada de lluvias, la cual presentó diferencias significativas con respecto a las cuencas Cuale y Las Juntas. Las cuencas que presentaron un rango más amplio de valores de ortofosfatos fueron Ameca-Mascota y Pitillal. Por último, no se observó ninguna tendencia de variación de ortofosfatos de manera general entre las cuencas.

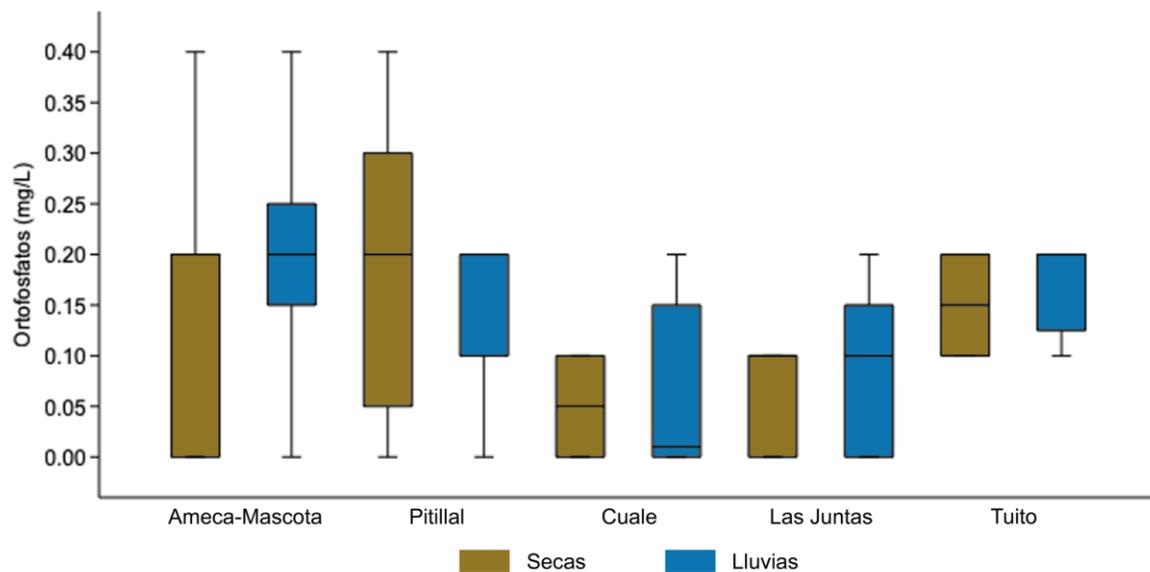


Figura 17. Diagrama de cajas la concentración de ortofosfatos en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota las concentraciones de ortofosfatos se mantuvieron entre 0 y 0.4 mg/L en ambas épocas, marcando una tendencia a aumentar hacia la parte baja de la cuenca. Los sitios en la parte alta de la cuenca (AM1-AM5) registraron concentraciones bajas

de ortofosfatos (Fig. 18), ya que se encontraban en una zona conservada sin entradas evidentes de nutrientes. Por otro lado, en la parte media se registraron sitios (AM6-AM8) donde se incrementaron estas concentraciones. El sitio AM6 presentó extensos crecimientos de perifiton, los cuales aprovechan la disponibilidad de nutrientes provenientes de las zonas de cultivo para poder colonizar grandes áreas sobre el sustrato, mientras que AM7 y AM8 presentaron aportes de contaminación orgánica provenientes de la materia fecal del ganado, lo cual incrementa las concentraciones de nutrientes en el agua. En el río Huichichila (AM14-AM17) se observó que las concentraciones de ortofosfatos se relacionaron con la actividad ganadera y recreativa que se desarrolla en los sitios de la parte alta, mientras que en el sitio más bajo las altas concentraciones estuvieron relacionadas a las zonas de cultivo y asentamientos humanos que se localizaban junto al cauce.

La cuenca Pitillal registró concentraciones de ortofosfatos entre 0 y 0.4 mg/L durante secas y entre 0 y 0.2 mg/L en lluvias, con una ligera tendencia de aumento en las concentraciones hacia la parte baja de la cuenca. Se puede observar que el sitio Pi1 inicia con nula o muy baja concentración de ortofosfatos y aumenta significativamente hacia los sitios Pi2-Pi5 (Fig. 18). El sitio Pi3 corresponde a un lugar recreativo que ha sufrido modificaciones con respecto a la vegetación de ribera, por lo que pierde la capacidad de retener nutrientes para que estos no ingresen al río. Por otro lado, los sitios Pi4 y Pi5 se encontraron cerca de asentamientos humanos con actividades ganaderas y se pudo reportar la presencia de materia fecal y restos de animales en descomposición dentro del cauce, así como entradas de aguas residuales sin tratamiento. Estas concentraciones se mantienen estables hacia la parte baja de la cuenca dentro de la zona urbana, la cual representa un factor de contaminación constante al río.

Con respecto al estero El Salado, la concentración de ortofosfatos se registró entre 0.2 y 0.8 mg/L en secas y lluvias, respectivamente (Fig. 18). El estero representa un sitio muy productivo y con aportes constantes de materia orgánica, por lo que el aumento de ortofosfatos durante lluvias podría ser resultado de las altas tasas de descomposición de materia orgánica que pudo ser arrastrada por las intensas lluvias desde cuenca alta.

Las concentraciones de ortofosfatos en la cuenca El Cuale y Las Juntas fueron de los más bajos que se registraron en las campañas de monitoreo, con valores entre 0 y 0.1 mg/L en época de secas, presentando un ligero aumento en temporada de lluvias entre 0 y 0.2 mg/L. De manera general, todos los sitios de ambas cuencas se registraron con la categoría más baja de ortofosfatos, con excepción de los sitios Cu5 y Ju7 (Fig. 18), ambos localizados en la parte más baja de las cuencas. El sitio Cu5 presentó un alto grado de perturbación debido a construcciones y modificaciones por asentamientos humanos junto al río, por lo que no se descarta la posibilidad de la entrada constante de aguas residuales. De igual manera, en el sitio Ju7 existen asentamientos humanos en las inmediaciones del río, así como una alta actividad turística que involucra el uso de lanchas o pequeñas embarcaciones que, al lavarlas y usar detergentes, podrían estar modificando las condiciones químicas del agua. Por último, se reportó evidencia de desechos orgánicos como heces fecales y desechos inorgánicos que representan fuentes de contaminación crónica al río.

Finalmente, las concentraciones de ortofosfatos en la cuenca El Tuito se mantuvieron constantes durante ambas temporadas, con valores que se mantuvieron entre 0.1 y 0.2 mg/L y presentaron una tendencia de aumento hacia la parte media de la cuenca (Fig. 18). El sitio Tu1, localizado en la parte más alta de la cuenca, presentó la menor concentración de ortofosfatos al ser un sitio bien conservado y con carencia de actividades humanas directas que pudieran impactar la química del agua. Sin embargo, se puede observar que los sitios inmediatos a Tu1 presentaron un aumento en los valores, ya que Tu2 corresponde al sitio dentro de la cabecera municipal y se encuentra impactado por la falta de vegetación de ribera, así como por ingreso de fertilizantes, al igual que Tu3, donde se observaron las plantaciones de agaves cercanas a las orillas del río.

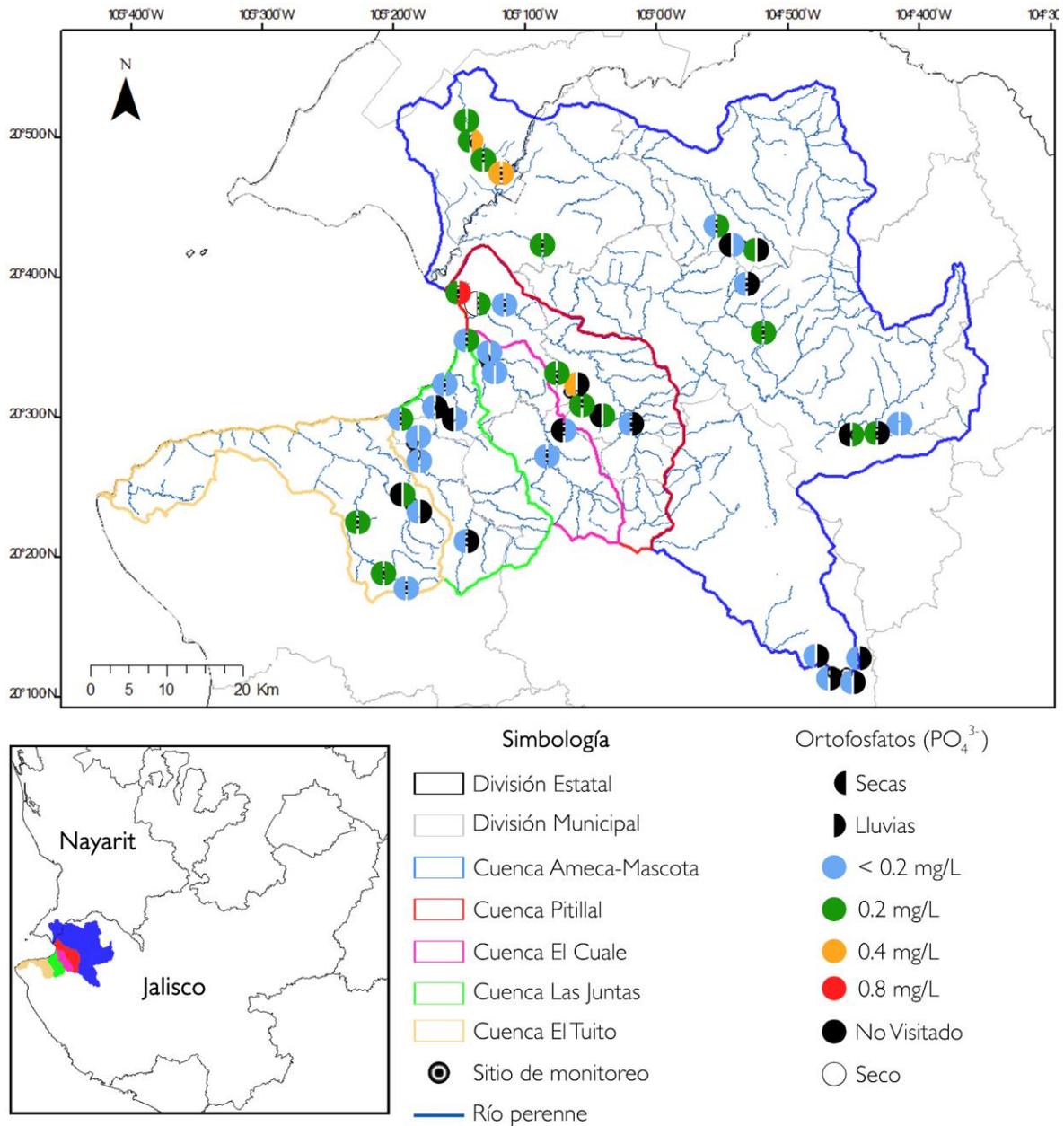


Figura 18. Concentraciones de ortofosfatos en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.9 Nitrógeno de nitratos

Las concentraciones de nitratos en las cuencas de estudio se registraron entre 0 y 1 mg/L en época de secas, con un aumento en temporada de lluvias con valores entre 0 y 2 mg/L. La

cuenca Ameca-Mascota presentó el rango más amplio de valores en época de lluvias, mientras que en la cuenca El Cuale no se detectaron concentraciones de nitratos en ninguna temporada (Fig. 19). Las cuencas Ameca-Mascota y El Tuito tuvieron una tendencia a aumentar las concentraciones en época de lluvias, mientras que el resto de las cuencas mantuvieron las mismas concentraciones en ambas temporadas. Así mismo, no se detectaron diferencias significativas de nitratos entre las cuencas.

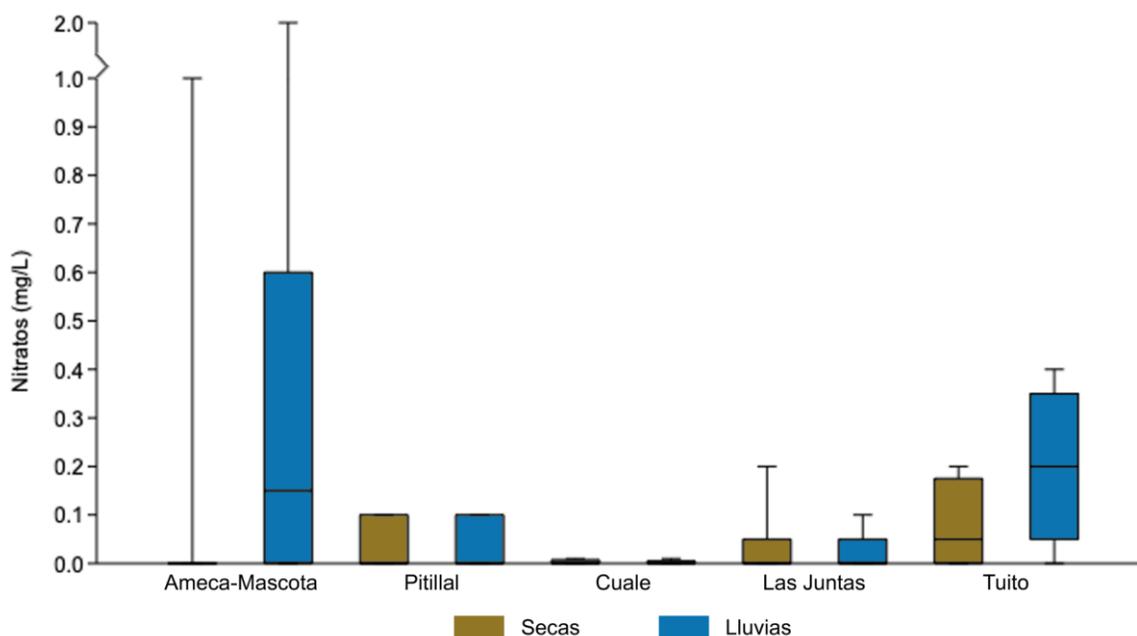


Figura 19. Diagrama de cajas la concentración de nitratos en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

Las concentraciones de nitratos en la cuenca Ameca-Mascota fueron las más altas con respecto al resto de las cuencas, con valores entre 0 y 1 mg/L en secas y entre 0 y 2 mg/L en lluvias. Estas concentraciones tuvieron una tendencia a incrementarse hacia la parte baja de la cuenca, particularmente en la zona de Huichichila (Fig. 20). Los sitios en la parte alta de la cuenca se mantuvieron por debajo de 0.2 mg/L (AM1-AM6) al ser sitios que se encuentran en áreas de conservación o que no existen actividades productivas que pudieran aumentar las concentraciones de nitratos en el agua. Se registró un aumento en las concentraciones de nitratos en la parte media de la cuenca, en el sitio AM8 este aumento pudiera estar

relacionado al uso de fertilizantes en los cultivos de Chile, mismos que fueron arrastrados por la lluvia hacia el cauce. Con respecto al sitio AM16, la nula detección de nitratos puede responder al crecimiento excesivo de macroalgas, quienes utilizan los nitratos para el desarrollo de altas biomásas. En el sitio AM17 se registraron las mayores concentraciones de este nutriente, resultado del ingreso de aguas negras y arrastre de fertilizantes provenientes de zonas de cultivo aledañas al río.

En la cuenca Pitillal, las concentraciones de nitratos se mantuvieron constantes durante ambas temporadas de muestreo con valores entre 0 y 0.1 mg/L. En la mayoría de los sitios no se registraron concentraciones de nitratos (Fig. 20), sin embargo, en los sitios Pi4 y Pi5 se registró un ligero aumento (0.1 mg/L) el cual pudo estar relacionado a las actividades ganaderas desarrolladas en las orillas o dentro del río.

El estero El Salado presentó concentraciones de 0 y 0.4 mg/L en la temporada de secas y lluvias, respectivamente. El aumento de concentración durante lluvias puede estar relacionado a la alta descomposición de materia orgánica que fue transportada desde tierra.

En la cuenca Las Juntas las concentraciones de nitratos se mantuvieron estables, con valores entre 0 y 0.2 mg/L en temporada de secas y entre 0 y 0.1 mg/L durante lluvias. Todos los sitios se mantuvieron por debajo de 0.2 mg/L (Fig. 20), con excepción de Ju6, ya que durante la época de secas el sitio presentaba un flujo de agua lento que favorecía el estancamiento y la formación de pozas, lo que facilitó la concentración de nitratos en estos microambientes.

Finalmente, los valores de nitratos registrados en la cuenca El Tuito oscilaron entre 0 y 0.2 mg/L en época de secas y entre 0 y 0.4 mg/L en lluvias. Las mayores concentraciones se registraron en los sitios Tu1-Tu3, las cuales pueden estar relacionadas a la presencia de zonas de cultivo aledañas al cauce por el uso de fertilizantes nitrogenados que son arrastrados cuenca abajo, ya que en Tu3 se registró un ligero aumento de nitratos. Por el

contrario, los sitios Tu4 y Tu5 no registraron concentraciones de nitratos debido a que son sitios conservados y sin zonas de cultivo cercanas.

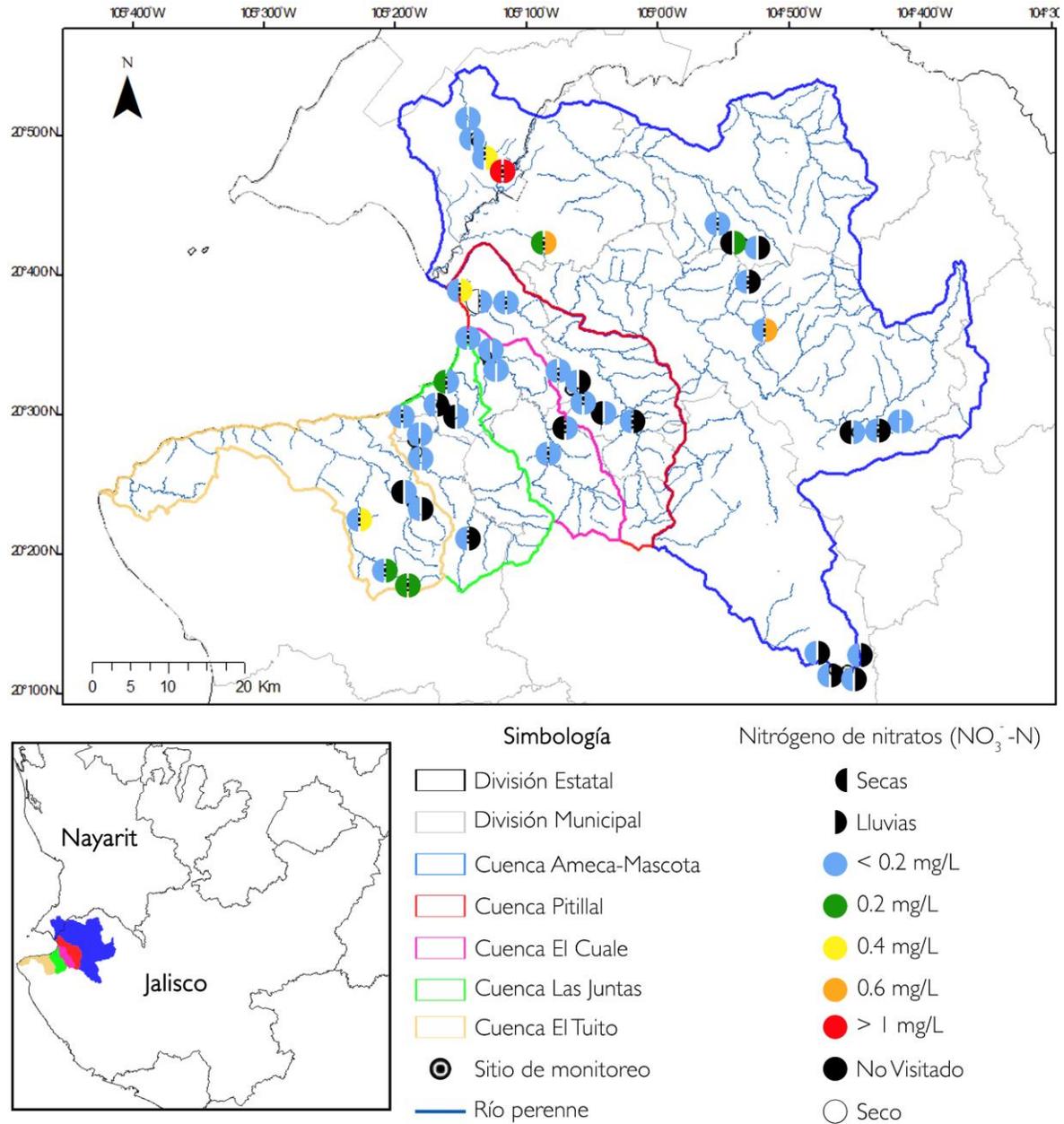


Figura 20. Concentraciones de nitratos del agua en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

4.1.10 Nitrógeno amoniacal

Las concentraciones de amonio (nitrógeno amoniacal) en los cuerpos de agua estudiados se registraron entre 0 y 1.5 mg/L en época de secas y entre 0 y 0.5 mg/L en lluvias. Se registró una tendencia de aumento durante lluvias, con excepción de la cuenca Ameca-Mascota donde el comportamiento fue contrario (Fig. 21). El rango más amplio de valores de amonio se presentó en Ameca-Mascota, mientras que en la cuenca de Las Juntas no se detectaron concentraciones de amonio en época de secas, por lo que dicha cuenca presentó diferencias significativas con respecto al resto.

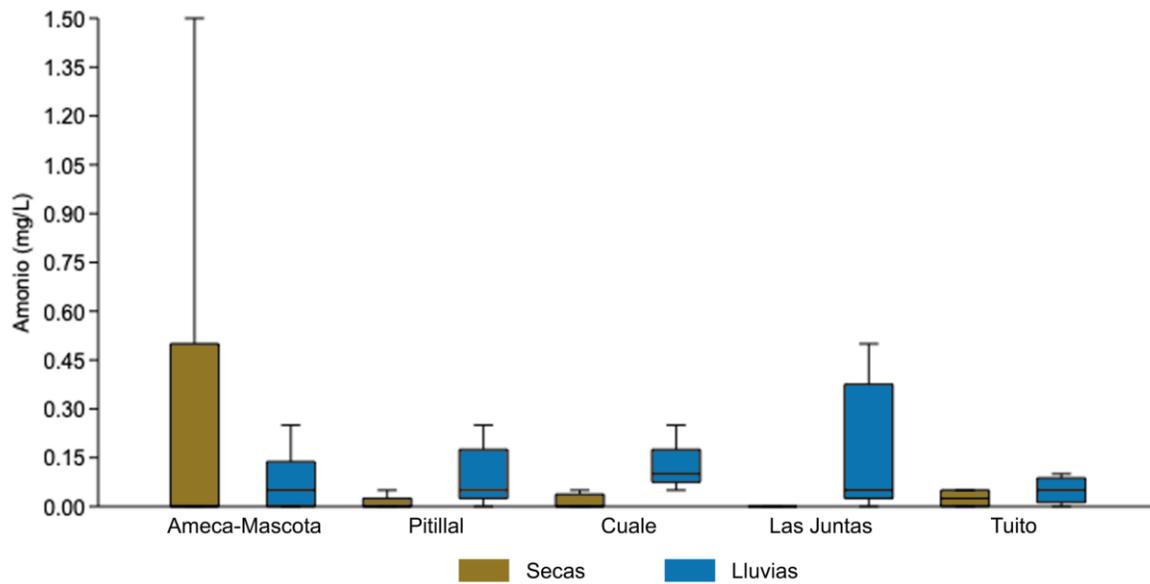


Figura 21. Diagrama de cajas la concentración de amonio en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco durante los periodos de secas y lluvias.

La cuenca Ameca-Mascota registró las mayores concentraciones de amonio, con valores entre 0 y 1.5 mg/L en época de secas y entre 0 y 0.25 mg/L en lluvias, con una tendencia al incremento de concentraciones hacia la parte baja de la cuenca (Fig. 22). Se identificaron sitios bien conservados con ausencia o muy baja concentración de amonio correspondientes a sitios en la parte alta de la cuenca (AM1-AM4), así como en la parte media (AM9-AM13), lo que indica que hay poca descomposición de materia orgánica y ausencia de

actividades como ganadería o agricultura que proliferen el escurrimiento de contaminantes. En cuanto a los sitios de Huichichila, se registraron valores bajos de amonio en los sitios AM14 y AM15 durante ambas épocas, con un aumento de concentraciones hacia los sitios AM16 y AM17. Este último sitio se vio mayormente impactado por la descarga de aguas negras que contenían altas cargas de materia orgánica.

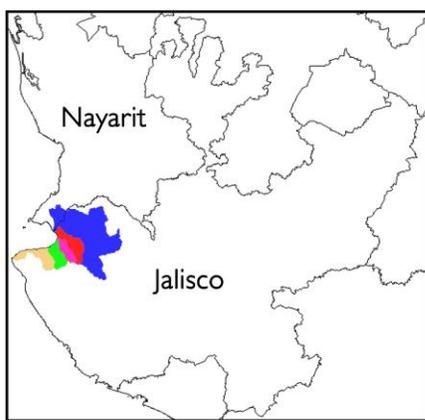
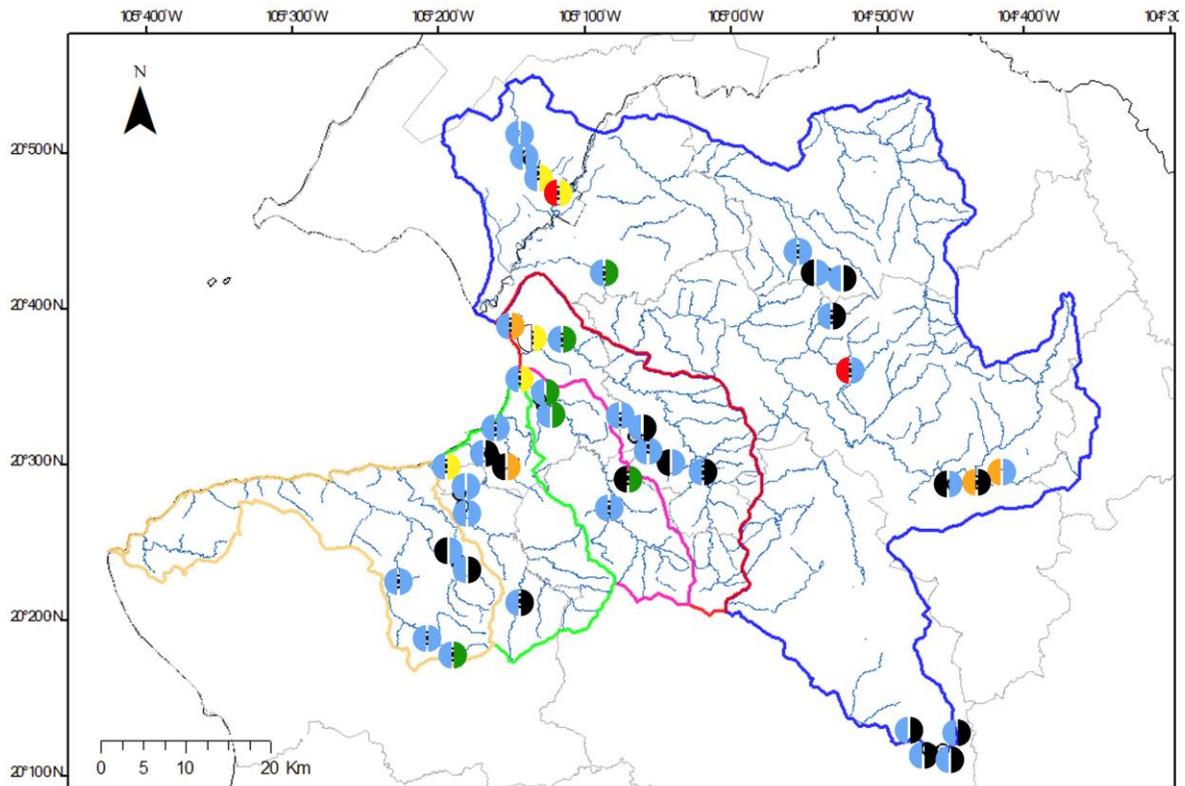
En la cuenca Pitillal, los valores de amonio oscilaron entre 0 y 0.05 mg/L en la época de secas y entre 0 y 0.25 mg/L en lluvias. Las menores concentraciones estuvieron registradas en los sitios de la parte alta de la cuenca (Pi1-Pi5), presentando un aumento de las concentraciones en los sitios Pi6 y P7 (Fig. 22). Lo anterior puede estar relacionado al arrastre directo de nutrientes cuenca arriba y al ser los sitios más bajos de la cuenca, tienden a la acumulación de nutrientes. Particularmente el sitio Pi7, al estar ubicado dentro de la zona urbana es más susceptible a recibir las descargas de aguas domésticas de manera constante.

En cuanto a la concentración de amonio en el estero El Salado, no se registraron concentraciones de amonio durante la época de secas mientras que, en lluvias, la concentración fue de 0.5 mg/L (Fig. 22). El incremento, así como del resto de nutrientes, pudo estar relacionado con el aumento en la materia que ingresó al cuerpo de agua por el arrastre de las lluvias y que se descompone en el fondo del cuerpo de agua.

En la temporada de secas las concentraciones de amonio en la cuenca Cuale se registraron entre 0 y 0.05 mg/L y en lluvias entre 0.05 y 0.25 mg/L. Durante la temporada de secas todos los sitios presentaron concentraciones por debajo de 0.1 mg/L (Fig. 22), aun en la parte baja de la cuenca, debido a que es un río caudaloso y con flujo constante de agua que el almacenamiento de este nutriente en los cuerpos de agua. Sin embargo, este escenario cambió durante la época de lluvias, con el aumento de las concentraciones hacia los sitios en la parte baja de la cuenca, siendo Cu5 el sitio con la mayor cantidad de amonio. Esto pudo ser el resultado de la escorrentía, arrastrando contaminantes e incrementando la cantidad de amonio para ser concentrado en la parte final de la cuenca, donde además se registraron fuentes de contaminación orgánica dentro del cauce.

Con respecto a la cuenca de Las Juntas, se detectaron concentraciones muy bajas (0-0.05 mg/L) de amonio durante la época de secas, sin embargo, se registró un aumento durante lluvias, con valores entre 0 y 0.5 mg/L (Fig. 22). Estos incrementos de amonio se presentaron en el sitio Ju5 que tuvo afectaciones debido al huracán que se presentó días anteriores, por lo que es posible que haya una cantidad alta de material vegetal que se encuentra en descomposición dentro del río.

Finalmente, las concentraciones de amonio en la cuenca El Tuito fueron muy bajas (0-0.05 mg/L) en ambas temporadas de monitoreo, con excepción del sitio Tu1 ya que durante lluvias la concentración de amonio se registró en 0.1 mg/L (Fig. 22). Este ligero aumento podría estar vinculado a las zonas de cultivo que se presentan arriba del sitio y al arrastre de fertilizantes provocado por las lluvias,



Simbología		Nitrógeno amoniaco ($\text{NH}_3^+\text{-N}$)	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		0.0 - 0.05 mg/L
	Cuenca Pitillal		0.1 mg/L
	Cuenca El Cuale		0.25 mg/L
	Cuenca Las Juntas		0.5 mg/L
	Cuenca El Tuito		> 1.0 mg/L
	Sitio de monitoreo		No Visitado
	Río perenne		Seco

Figura 22. Concentraciones de amonio en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

Tabla 2. Resultados de los parámetros físico-químicos en los sitios de monitoreo en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Cuenca / Sitio	Clave	T _{amb} (°C)	T _{H2O} (°C)	pH	C.E. (μS/cm)	SDT (mg/L)	Sal. (ups)	O ₂ D (mg/L)	SO ₂ (%)	Tur. (JTU)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₃ ⁺ -N (mg/L)	Q (m ³ /s)
I. Ameca-Mascota														
Bosque de Arce, El Madroño	AM1_s	17.8	12.6	7.59	30	18	0.02	7.0	82.9	5	0.0	0.0	0.00	0.004
Bosque de Arce, Sendero	AM2_s	17.8	13.9	7.16	42	21	0.02	5.7	67.0	0	0.0	0.0	0.00	0.002
Bosque de Arce, La Unión	AM3_s	17.6	14.2	7.44	35	18	0.02	8.7	102.8	0	0.0	0.0	0.05	0.015
Bosque de Arce, Salida	AM4_s	19.1	15.7	7.40	37	19	0.02	7.7	94.5	10	0.0	0.0	0.00	0.023
Rancho El Venadito 1	AM5_s	24.1	15.5	7.81	114	57	0.06	4.1	48.5	5	0.1	0.0	0.50	0.029
	AM5_l	21.3	16.2	7.60	36	18	0.02	7.9	94.5	10	0.0	0.0	0.05	2.208
Rancho El Venadito 2	AM6_s	29	17.9	8.64	149	75	0.07	7.0	84.0	15	0.2	0.0	0.50	0.040
El Agostadero	AM7_l	30	18.6	7.31	47	23	0.02	7.8	95.9	20	0.2	0.1	0.05	3.472
El Novillero	AM8_s	26.5	27.2	7.53	341	171	0.16	4.8	71.1	1920	0.2	0.0	1.50	0.001
	AM8_l	23.9	21.3	6.90	121	61	0.06	6.4	84.1	10	0.2	0.6	0.05	1.352
El Saucillo	AM9_s	6.2	9.7	8.21	223	111	0.11	5.0	52.8	0	0.0	0.0	0.00	0.067
Milpillas 1	AM10_s	14.6	13.9	8.18	163	82	0.08	7.8	89.4	5	0.2	0.0	0.00	0.035
Milpillas 2	AM11_l	23.2	20.1	7.08	87	43	0.04	6.8	86.4	5	0.0	0.2	0.00	0.038
Palos Blancos	AM12_s	22	16.0	7.55	92	46	0.04	7.4	84.6	0	0.0	0.0	0.00	0.004
	AM12_l	23.5	20.7	7.32	79	40	0.04	7.4	93.6	0	0.2	0.0	0.00	0.055
Dulce Vista	AM13_s	16	21.9	8.38	338	169	0.16	8.7	101.4	15	0.2	0.2	0.00	2.880
	AM13_l	25.7	23.5	8.20	145	73	0.07	9.6	113.4	30	0.2	0.6	0.10	25.292
Huichichila Referencia	AM14_s	25	23.1	7.62	347	174	0.17	7.3	85.5	0	0.2	0.1	0.00	0.007
	AM14_l	29.5	27.5	7.77	211	106	0.1	7.5	94.5	0	0.2	0.0	0.00	1.352
Huichichila Compuertas	AM15_s	27.3	24.5	8.06	348	174	0.17	7.2	86.3	15	0.2	0.0	0.00	0.003
	AM15_l	30.3	28.6	8.10	214	107	0.1	7.2	92.9	0	0.4	0.0	0.05	0.343
Huichichila El Silverado	AM16_s	28.3	30.2	8.85	538	269	0.26	12.9	170.0	20	0.2	0.0	0.00	0.009
	AM16_l	27.2	26.6	7.87	227	114	0.11	8.1	100.5	0	0.2	0.4	0.25	0.315
Huastitán	AM17_s	24.4	24.7	8.20	498	250	0.24	11.2	135.2	10	0.4	1.0	1.00	0.192
	AM17_l	24.6	27.0	7.21	346	173	0.16	7.2	90.8	5	0.4	2.0	0.25	0.850
II. Pitillal														
Zapotán	Pi1_s	24.5	25.1	9.03	236	128	0.12	8.2	110.2	1	0.0	0.0	0.00	0.746
UMA Jorullo	Pi2_l	21.1	20.8	7.55	83	41	0.04	8.9	110.0	5	0.2	0.0	0.00	0.045
Jorullo Paradise	Pi3_s	16.5	17.1	7.92	148	74	0.07	9.0	103.1	1	0.2	0.0	0.00	0.046

Cuenca / Sitio	Clave	T _{amb} (°C)	T _{H2O} (°C)	pH	C.E. (μS/cm)	SDT (mg/L)	Sal. (ups)	O ₂ D (mg/L)	SO ₂ (%)	Tur. (JTU)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₃ ⁺ -N (mg/L)	Q (m ³ /s)
El Nogal	Pi3_l	26.8	21.9	7.85	75	37	0.03	8.9	112.7	5	0.2	0.0	0.05	0.273
	Pi4_s	31	23.9	8.30	187	93	0.09	7.6	99.5	2	0.4	0.1	0.05	0.015
Las Huertas	Pi5_s	27.3	19.0	8.35	205	102	0.1	9.6	111.4	1	0.2	0.1	0.00	0.052
	Pi5_l	19.5	19.6	8.02	98	49	0.05	9.4	111.0	10	0.2	0.0	0.05	0.987
La Pedrera	Pi6_s	24.1	26.2	8.81	285	143	0.13	9.1	113.2	0	0.1	0.0	0.00	1.158
	Pi6_l	25	23.1	8.22	114	57	0.05	9.8	114.2	10	0.0	0.1	0.10	14.599
Puente Pitillal	Pi7_s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	Pi7_l	27	23.7	8.11	119	59	0.06	9.3	109.7	15	0.2	0.1	0.25	31.531
Estero El Salado	ES_s	26	24.2	7.43	55020	27500	36.47	1.9	27.4	20	0.2	0.0	0.00	NA
	ES_l	29.1	29.7	7.50	28900	14510	17.82	1.5	20.3	10	0.8	0.4	0.50	NA
III. Cuale														
Agua Caliente	Cu1_s	20.5	18.6	8.13	72	36	0.03	9.6	111.2	0	0.1	0.0	0.00	0.640
	Cu1_l	29.2	19.3	7.65	53	26	0.02	9.9	114.4	2	0.1	0.0	0.05	10.845
Las Mesas	Cu2_l	24.1	19.4	7.82	74	37	0.03	9.0	109.4	1	0.0	0.0	0.10	0.168
Jorullo Bridge	Cu3_s	23.7	24.2	8.47	102	51	0.05	9.1	108.1	0	0.0	0.0	0.05	1.745
	Cu3_l	25.3	22.8	8.05	71	35	0.03	9.3	109.0	7	0.0	0.0	0.10	11.279
Oficinas El Jorullo	Cu4_s	23.6	24.4	8.52	104	52	0.05	9.0	109.0	0	0.1	0.0	0.00	1.942
	Cu4_l	25.5	22.7	8.03	77	39	0.04	9.8	113.8	7	0.0	0.0	0.10	13.994
Isla Cuale	Cu5_s	21.5	24.4	8.82	92	46	0.04	9.8	117.0	0	0.0	0.0	0.00	0.541
	Cu5_l	23.8	23.0	7.98	89	44	0.04	9.7	113.5	10	0.2	0.0	0.25	10.764
IV. Las Juntas														
El Potrero	Ju1_s	30.8	21.2	8.37	57	29	0.03	7.8	96.4	1	0.1	0.0	0.00	0.871
Jardín Botánico	Ju2_s	23.4	19.2	8.14	64	32	0.03	10.0	111.8	0	0.0	0.0	0.00	1.960
	Ju2_l	24.9	22.2	7.99	54	27	0.02	9.6	114.0	5	0.0	0.0	0.00	15.825
Tequilera	Ju3_s	22.2	20.9	8.44	67	33	0.03	9.5	109.6	0	0.0	0.0	0.00	1.123
	Ju3_l	23.9	22.1	7.80	59	29	0.03	9.7	114.1	5	0.1	0.0	0.05	14.313
El Edén	Ju4_s	24.1	20.1	7.90	55	28	0.02	9.1	101.8	0	0.1	0.0	0.00	0.139
Edenva	Ju5_l	27.1	23.1	7.60	46	23	0.02	9.4	112.1	0	0.1	0.0	0.50	3.308
Palo María	Ju6_s	20.2	20.7	7.70	75	37	0.03	8.9	99.3	0	0.1	0.2	0.00	0.007
	Ju6_l	29.6	25.1	7.80	49	25	0.02	9.0	109.1	0	0.0	0.0	0.05	1.285
Boca de Tomatlán	Ju7_s	23	23.2	8.48	73	37	0.03	9.6	112.1	0	0.1	0.0	0.00	2.010

Cuenca / Sitio	Clave	T _{amb} (°C)	T _{H2O} (°C)	pH	C.E. (μS/cm)	SDT (mg/L)	Sal. (ups)	O ₂ D (mg/L)	SO ₂ (%)	Tur. (JTU)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₃ ⁺ -N (mg/L)	Q (m ³ /s)
	Ju7_l	25.7	23.5	7.95	65	32	0.03	10.0	116.9	5	0.2	0.1	0.25	15.827
V. El Tuito														
Rancho Los Lobos	Tu1_s	23.9	22.3	7.15	92	46	0.04	6.7	81.6	0	0.1	0.2	0.00	0.028
	Tu1_l	22.1	21.3	7.53	85	42	0.04	8.9	108.4	2	0.1	0.2	0.10	0.339
El Tuito	Tu2_s	23.8	23.8	7.35	103	51	0.05	5.6	71.1	5	0.2	0.1	0.05	0.129
	Tu2_l	25.7	25.4	7.56	100	50	0.05	8.7	113.5	3	0.2	0.2	0.05	1.682
El Divisadero	Tu3_s	21	19.3	7.88	121	60	0.06	9.2	106.1	0	0.2	0.0	0.05	0.106
	Tu3_l	25.9	24.2	7.72	120	60	0.06	8.4	106.1	5	0.2	0.4	0.05	3.906
Pedro Moreno 1	Tu4_s	24.6	18.5	8.17	84	42	0.04	9.6	108.9	1	0.1	0.0	0.00	0.581
Pedro Moreno 2	Tu5_l	29.8	25.2	8.06	76	38	0.03	8.7	101.9	5	0.2	0.0	0.00	2.873

Clave: _s = secas; _l = lluvias. T_{amb} = Temperatura ambiental. T_{H2O} = Temperatura del agua. pH = potencial de Hidrógeno. C.E. = Conductividad Eléctrica. SDT = Sólidos Disueltos Totales. Sal. = Salinidad. O₂D = Oxígeno Disuelto. SO₂ = Saturación de Oxígeno. Tur. = Turbidez. CT = Coliformes Totales. PO₄³⁻ = Ortofosfatos. NO₃-N = Nitrato-nitrógeno. NH₃⁺-N = Nitrógeno amoniacal. Q = Caudal.
s = el escurrimiento se encontró seco.

4.2 Parámetros paisajísticos

4.2.1 Calidad hidromorfológica

Los puntajes de calidad hidromorfológica en las cuencas se encontraron entre 26 y 117 durante época de secas y entre 44 y 117 en lluvias (siendo 120 el puntaje máximo). La cuenca con un rango más amplio de puntajes correspondió a la cuenca de El Tuito en época de secas, mientras que la cuenca con un menor rango de puntos fue Pitillal en temporada de lluvias. Se detectó una tendencia al incremento de puntos durante la época de lluvias, con excepción de la cuenca Ameca-Mascota. La mayoría de las cuencas presentó valores por arriba de 100 puntos, categorizando a las cuencas con calidad hidromorfológica buena y muy buena. Contrario a lo anterior, se detectaron dos cuencas con sitios en categoría mala correspondientes a Pitillal y Tuito (Fig. 23). A pesar de lo anterior, no se detectaron diferencias significativas entre los puntajes de cuencas.

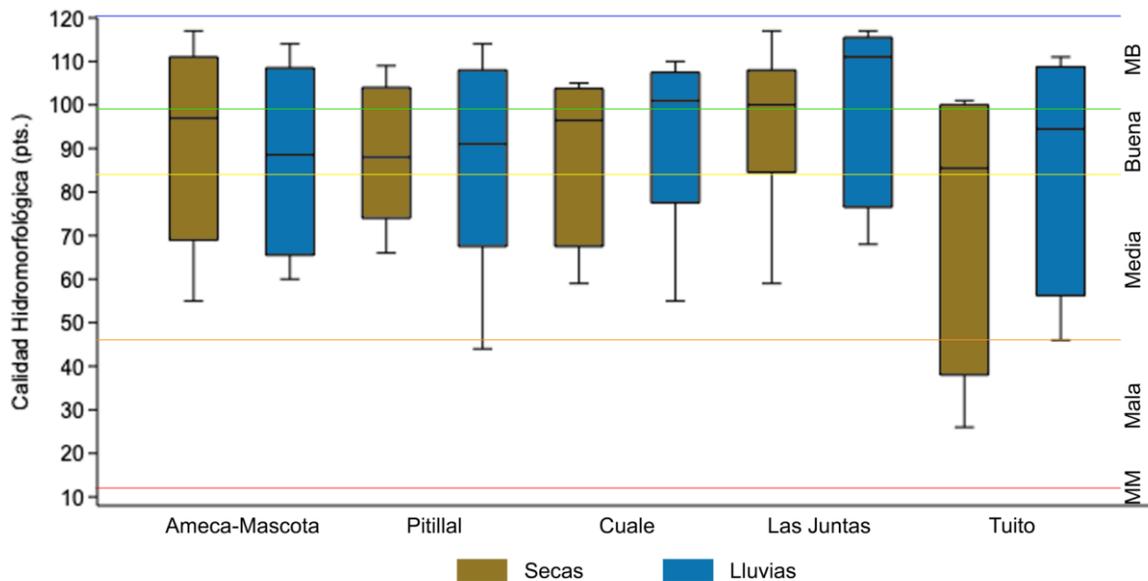


Figura 23. Diagrama de cajas de la calidad hidromorfológica en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

De manera particular, en la cuenca Ameca-Mascota los sitios ubicados en la parte alta de cuenca (AM1-AM3) dentro de un área de conservación presentaron una calidad

hidromorfológica muy buena, así como los sitios AM5, AM6, AM9-AM12 y AM14 (Fig. 24,) ya que no se detectaron modificaciones estructurales o que cambiaran el flujo natural del río, sin embargo, se detectaron condiciones de poca heterogeneidad de regímenes de corriente causadas por la época de estiaje, las cuales se recuperaron durante la época de lluvias promoviendo una mayor heterogeneidad en las condiciones hidrológicas del río. Los sitios con calidad media se detectaron en la parte media y baja de la cuenca, el sitio AM7 tuvo la presencia de descargas de aguas residuales debido a los asentamientos humanos establecidos en las orillas del cauce, así como la presencia de contaminación orgánica y basura/escombros. Por otra parte, el sitio AM8 se vio afectado por la ausencia de vegetación de ribera, extracción de materiales pétreos y modificaciones en los bancos del río. En la zona de Huichichila, en los sitios AM15-AM17, la calidad se vio disminuida debido al represamiento y extracción de agua desde el sitio AM15 y a la pérdida de naturalidad en el canal del río hacia el sitio AM17 (Tabla 3).

La mayoría de los sitios de la cuenca Pitillal tuvieron una calidad hidromorfológica buena y muy buena (Fig. 24), con excepción de los sitios Pi4 y Pi7, los cuales se encontraron en calidad media. En el sitio Pi4 las mayores afectaciones estuvieron relacionadas a descargas de aguas residuales provenientes de asentamientos humanos, actividades ganaderas y presencia de contaminación orgánica, mientras que el sitio Pi7 presentó nula cobertura vegetal nativa, poca diversidad de sustratos inorgánicos dentro del cauce, alto porcentaje de desarrollo urbano y un grado muy alto de contaminación orgánica, basura y/o escombros (Tabla 3).

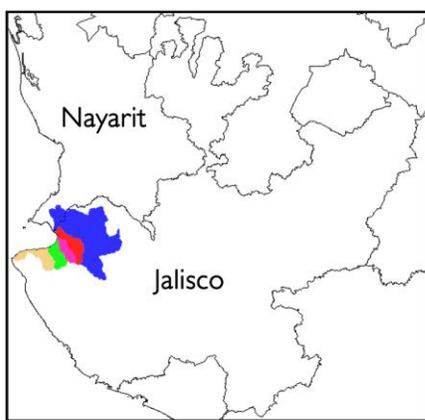
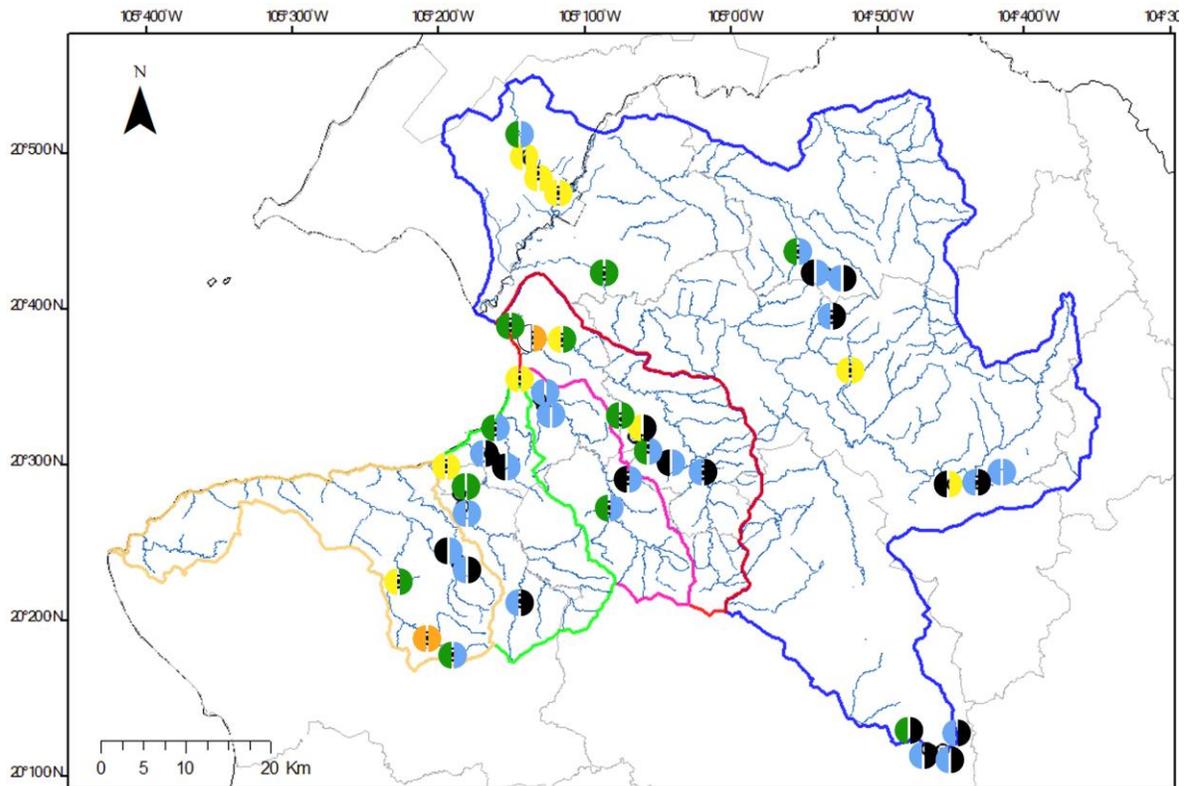
En el estero El Salado se presentó un flujo de agua homogéneo, poca diversidad de sustratos inorgánicos y poca agua cubriendo el canal (Tabla 3), estas características otorgaron una calidad hidromorfológica buena (Fig. 24). Cabe mencionar que estas condiciones son características de los manglares, por lo que se puede catalogar a este sitio como conservado.

En la cuenca El Cuale todos los sitios presentaron muy pocas modificaciones en la hidromorfología asignándolo con muy buena calidad, con excepción del sitio Cu5 (Fig. 24).

Este sitio estuvo mayormente impactado por la ausencia de vegetación nativa en las riberas, canalización en gran parte del río, ingreso de aguas residuales, asentamientos urbanos en las riberas y presencia de contaminación orgánica y basura (Tabla 3). Todas estas modificaciones afectaron el puntaje de hidromorfología disminuyendo la calidad a media.

En la cuenca Las Juntas todos los sitios se encontraron en buena y muy buena calidad hidromorfológica, al presentar mínimas modificaciones en el cauce con excepción del sitio Ju7 ubicado en la parte más baja de la cuenca (Fig. 24). Este sitio presentó baja cobertura de vegetación nativa en las riberas, presencia de presas río arriba, descargas de aguas residuales provenientes del alto porcentaje de asentamientos humanos, así como contaminación orgánica y basura (Tabla 3). Todas estas afectaciones provocaron que el sitio se encontrara con una calidad hidromorfológica media.

Por último, los sitios Tu1, Tu4 y Tu5 tuvieron una muy buena calidad hidromorfológica en ambas temporadas (Fig. 24). Por otro lado, el sitio Tu2 tuvo una calidad mala debido a la escasa vegetación en las riberas, altos niveles de erosión de los bancos, desarrollo de agricultura extensiva, poca diversidad de sustratos rocosos en el cauce, descargas de aguas residuales provenientes del alto porcentaje de asentamientos humanos, así como contaminación orgánica y basura (Tabla 3).



Simbología		Calidad Hidromorfológica	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		Muy Buena
	Cuenca Pitillal		Buena
	Cuenca El Cuale		Media
	Cuenca Las Juntas		Mala
	Cuenca El Tuito		Muy mala
	Sitio de monitoreo		No Visitado
	Río perenne		Seco

Figura 24. Calidad hidromorfológica en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

Tabla 3. Resultados de la evaluación de la calidad hidromorfológica utilizando el índice HYQI en los sitios de monitoreo en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Sitio	1.Cuenca	2.Hidrología	3.Perturbaciones antropogénicas	Calidad Hidromofológica
I. Ameca-Mascota				
AM1_s	40	31	40	111
AM2_s	40	31	40	111
AM3_s	40	34	40	114
AM4_s	27	31	37	95
AM5_s	33	37	37	107
AM5_l	40	34	40	114
AM6_s	38	37	37	112
AM7_l	21	27	13	61
AM8_s	5	22	28	55
AM8_l	11	24	25	60
AM9_s	40	31	34	105
AM10_s	40	37	40	117
AM11_l	37	31	40	108
AM12_s	28	31	37	96
AM12_l	36	37	37	110
AM13_s	30	34	31	95
AM13_l	27	40	31	98
AM14_s	32	28	37	97
AM14_l	34	40	31	105
AM15_s	26	18	25	69
AM15_l	27	24	28	79
AM16_s	11	12	37	60
AM16_l	13	31	25	69
AM17_s	16	25	16	57
AM17_l	17	31	19	67
II. Pitillal				
Pi1_s	38	40	31	109
Pi2_l	40	34	40	114
Pi3_s	34	34	31	99
Pi3_l	34	37	31	102
Pi4_s	22	28	16	66
Pi5_s	26	34	28	88
Pi5_l	26	34	31	91
Pi6_s	29	28	25	82
Pi6_l	23	37	31	91
Pi7_l	15	22	7	44
ES_s	31	25	34	90
ES_l	31	25	34	90

Sitio	1.Cuenca	2.Hidrología	3.Perturbaciones antropogénicas	Calidad Hidromorfológica
III. Cuale				
Cu1_s	35	30	28	93
Cu1_l	37	40	34	111
Cu2_l	36	37	37	110
Cu3_s	40	34	34	108
Cu3_l	37	37	31	105
Cu4_s	40	34	31	105
Cu4_l	32	40	28	100
Cu5_s	18	16	25	59
Cu5_l	20	22	13	55
IV. Las Juntas				
Ju1_s	40	40	37	117
Ju2_s	40	31	34	105
Ju2_l	37	37	37	111
Ju3_s	28	37	28	93
Ju3_l	32	34	19	85
Ju4_s	40	30	34	104
Ju5_l	40	40	34	114
Ju6_s	40	18	37	95
Ju6_l	37	40	40	117
Ju7_s	18	28	23	69
Ju7_l	27	28	13	68
V. El Tuito				
Tu1_s	35	28	34	97
Tu1_l	40	37	34	111
Tu2_s	4	3	19	26
Tu2_l	15	21	10	46
Tu3_s	24	25	25	74
Tu3_l	25	31	31	87
Tu4_s	38	31	37	106
Tu5_l	31	34	37	102

Categorías: Muy Buena >100 puntos; Buena 85-100 puntos; Media 47-84 puntos; Mala 13-46 puntos; Muy Mala <12 puntos.

4.2.2 Calidad del bosque de ribera

La calidad del bosque de ribera registrada en las cuencas obtuvo puntajes que se encontraron entre 0 y 100 durante época de secas y entre 5 y 100 en lluvias (siendo 100 el

puntaje máximo). La cuenca con un rango más amplio de puntajes correspondió a El Tuito en época de secas y disminuyó la amplitud de puntajes en lluvias (Fig. 25). Se detectó una tendencia a conservar el número de categorías de calidad durante ambas temporadas. Todas las cuencas presentaron valores por arriba de 75 puntos, categorizándolas con sitios de calidad de bosque de ribera buena y muy buena. Así mismo, también presentaron sitios con la calidad de bosque de ribera más baja, con excepción de la cuenca El Tuito (lluvias). A pesar de lo anterior, no se detectaron diferencias significativas entre los puntajes de cuencas.

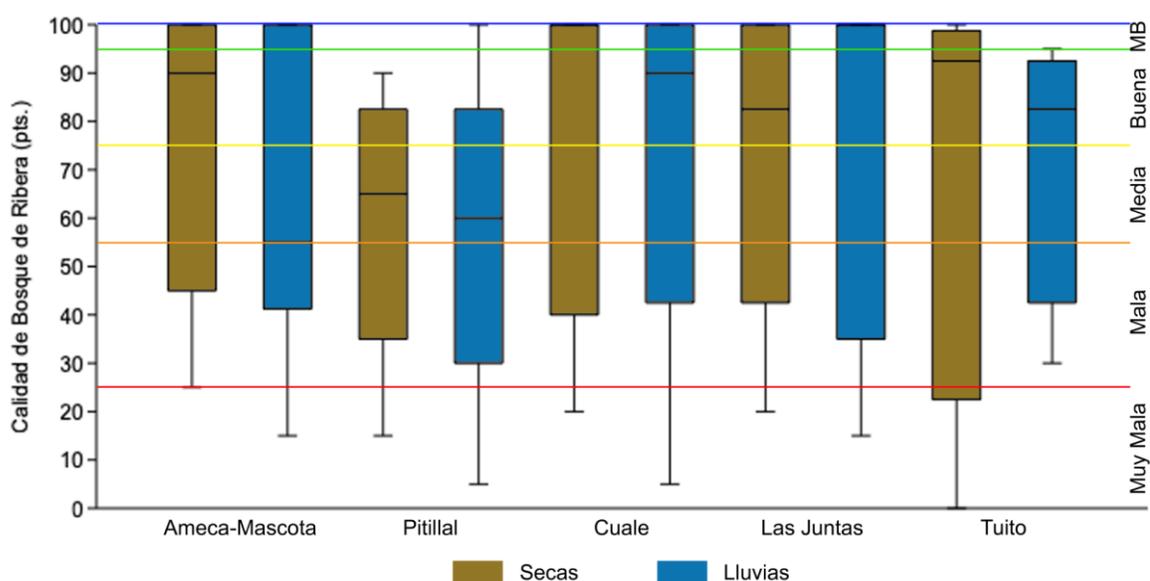


Figura 25. Diagrama de cajas la calidad de bosque de ribera en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante los periodos de secas y lluvias.

De manera particular, en la cuenca Ameca-Mascota los sitios ubicados en la parte alta de la cuenca (AM1-AM3) y dentro de un área de conservación presentaron una calidad hidromorfológica muy buena, así como los sitios AM5, AM6, AM9-AM12 y AM14 (Fig. 26) al conservar todos los elementos y naturalidad de la vegetación de ribera. Esta calidad fue disminuyendo hacia los sitios AM7 y AM8, los cuales presentaron una categoría mala ya que el porcentaje de cubierta vegetal fue muy bajo y con un bajo número de especies autóctonas, impacto por actividades agrícolas, así como la presencia de modificaciones

estructurales del cauce. En la parte baja de la cuenca Ameca-Mascota (Huichichila) se registraron categorías malas y muy malas (AM15-AM17). Estos sitios estuvieron asociados a actividades turísticas, agrícolas y urbanas que impactaron severamente a la vegetación de ribera (Tabla 4).

En la cuenca Pitillal se registraron los sitios más conservados con las calidades de bosque de ribera más altas correspondientes a los sitios Pi1 y Pi2 (Fig. 26). Estas calidades fueron disminuyendo hacia la parte media y baja de la cuenca, con calidades medias o muy malas. Los sitios Pi3, Pi5 y Pi6 registraron calidad media del bosque de ribera debido a la pérdida de la naturalidad del cauce y a la poca cobertura vegetal en las riberas (Tabla 4). Los sitios Pi4 y Pi7 obtuvieron la calidad de bosque de ribera más baja debido a la completa ausencia de vegetación de ribera, modificaciones estructurales del río y a un alto grado de contaminación orgánica.

La calidad del bosque de ribera en el estero El Salado fue muy buena (Fig. 26) debido a la presencia de una cobertura vegetal amplia y diversidad de especies autóctonas. Al ser un sitio dentro de un área de conservación, no se detectaron modificaciones en la naturalidad del cauce ni aportes de fuentes de contaminación orgánica.

Los sitios de la cuenca El Cuale tuvieron una muy buena calidad del bosque de ribera al tener todos los elementos con un buen grado de conservación (Fig. 26). El sitio ubicado en la parte más baja de la cuenca (Cu5) presentó una calidad muy mala, ya que no presentó ningún porcentaje de cobertura vegetal en las riberas, se presentó una infraestructura que modificaba la naturalidad del cauce, se detectaron especies de árboles introducidas, así como presencia de basura dentro del río (Tabla 4).

En el caso de la cuenca de Las Juntas se registraron 4 sitios con un bosque de ribera en buen estado de conservación, estos sitios (Ju1 y Ju2) se encontraban en la parte alta de la cuenca, así como los sitios Ju5 y Ju6, ya que no se registró evidencia de modificaciones o desmonte de la vegetación de ribera y se conservaban especies vegetales autóctonas. Esta calidad

disminuyó considerablemente hacia los sitios en la parte baja, especialmente en Ju7 (Fig. 26). El bosque de ribera se vio afectado por la ausencia de vegetación arbórea, algunos puentes construidos a las orillas del río, presencia de basura y parte del cauce canalizado (Tabla 4), obteniendo una muy mala calidad de bosque de ribera.

Finalmente, se registraron dos sitios con muy buena calidad del bosque de ribera en la cuenca El Tuito que correspondieron a Tu1 y Tu3 (Fig. 26), mientras que Tu4 y Tu5 obtuvieron una categoría de buena calidad debido a que únicamente se registraron algunas afectaciones mínimas, como la presencia de caminos transversales en el río y un porcentaje medio de vegetación arbórea. Por último, el sitio Tu2 presentó una mayor perturbación del bosque de ribera al no presentar vegetación autóctona, tener modificaciones en los bancos del cauce y cantidades altas de basura, estas condiciones le otorgaron una calidad muy mala al sitio (Tabla 4).

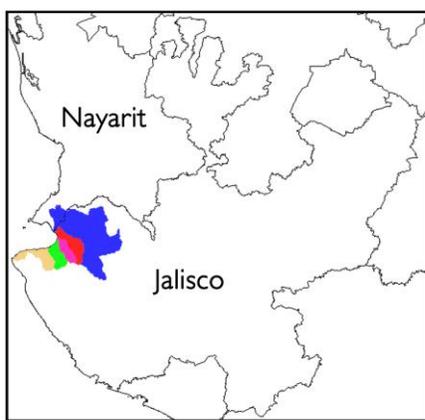
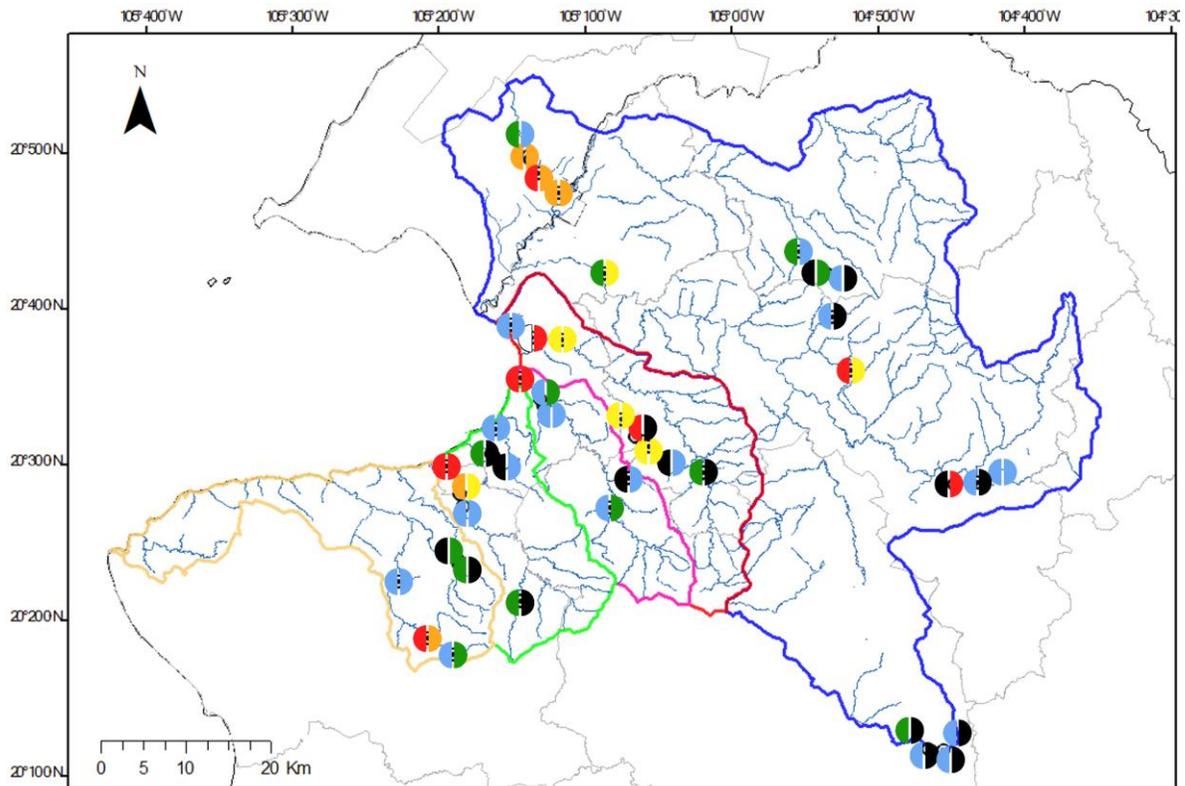


Figura 26. Calidad del bosque de ribera en los sitios de monitoreo en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, en las épocas de secas y lluvias.

TABLA 4. Resultados de la evaluación del bosque de ribera utilizando el índice QBR en los sitios de monitoreo en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Sitio	Grado de cubierta vegetal	Estructura de la cubierta vegetal	Calidad de la cubierta vegetal	Grado de naturalidad	QBR
I. Ameca-Mascota					
AM1_s	25	25	25	25	100
AM2_s	25	25	25	25	100
AM3_s	25	25	25	25	100
AM4_s	15	25	25	15	80
AM5_s	25	25	25	25	100
AM5_l	25	25	25	25	100
AM6_s	25	25	25	25	100
AM7_l	15	0	0	0	15
AM8_s	0	0	0	25	25
AM8_l	15	5	25	10	55
AM9_s	25	25	25	25	100
AM10_s	25	25	25	25	100
AM11_l	25	25	25	15	90
AM12_s	25	25	15	25	90
AM12_l	25	25	25	25	100
AM13_s	15	20	25	25	85
AM13_l	15	15	15	10	55
AM14_s	15	20	25	25	85
AM14_l	25	25	25	25	100
AM15_s	5	15	25	0	45
AM15_l	15	15	15	0	45
AM16_s	0	0	0	25	25
AM16_l	15	0	20	10	45
AM17_s	0	5	5	25	35
AM17_l	0	5	15	10	30
II. Pitillal					
Pi1_s	25	25	25	15	90
Pi2_l	25	25	25	25	100
Pi3_s	15	25	25	10	75
Pi3_l	5	25	25	10	65
Pi4_s	0	5	0	10	15
Pi5_s	10	10	25	10	55
Pi5_l	5	5	25	25	60
Pi6_s	5	15	10	25	55
Pi6_l	10	5	15	25	55
Pi7_l	0	0	5	0	5

Sitio	Grado de cubierta vegetal	Estructura de la cubierta vegetal	Calidad de la cubierta vegetal	Grado de naturalidad	QBR
ES_s	25	25	25	25	100
ES_l	25	25	20	25	95
III. Cuale					
Cu1_s	25	25	25	25	100
Cu1_l	15	25	20	25	85
Cu2_l	25	25	25	25	100
Cu3_s	25	25	25	25	100
Cu3_l	25	25	25	25	100
Cu4_s	25	25	25	25	100
Cu4_l	15	25	15	25	80
Cu5_s	0	0	5	0	5
Cu5_l	0	0	5	0	5
IV. Las Juntas					
Ju1_s	25	25	25	15	90
Ju2_s	25	25	25	25	100
Ju2_l	25	25	25	25	100
Ju3_s	5	10	25	10	50
Ju3_l	10	10	25	10	55
Ju4_s	25	25	20	5	75
Ju5_l	25	25	25	25	100
Ju6_s	25	25	25	25	100
Ju6_l	25	25	25	25	100
Ju7_s	0	0	10	10	20
Ju7_l	0	5	5	5	15
V. El Tuito					
Tu1_s	25	25	25	25	100
Tu1_l	15	25	25	15	80
Tu2_s	0	0	0	0	0
Tu2_l	0	5	15	10	30
Tu3_s	20	25	25	25	95
Tu3_l	20	25	25	25	95
Tu4_s	25	25	25	15	90
Tu5_l	25	10	25	25	85

Categorías: Muy Buena ≥ 95 puntos; Buena 75-90 puntos; Media 55-70 puntos; Mala 30-50 puntos; Muy Mala ≤ 25 puntos

4.3 Parámetros biológicos

4.3.1 Bacterias coliformes totales

En todos los sitios de monitoreo visitados en las cinco cuencas se registró la presencia de bacterias Coliformes Totales, sin embargo, no en todos los sitios esto se atribuye a fuentes de contaminación humana o por las heces del ganado debido a que la fauna silvestre también puede contribuir a la presencia de estas bacterias en el agua en lugares remotos y conservados. Estos resultados son de vital importancia para la concientización de las comunidades que hacen uso directo del agua para consumo propio o del ganado, pues, aunque no todas las bacterias coliformes son patógenas, evidencia la necesidad de realizar la potabilización del agua antes de consumirla para evitar alguna enfermedad gastrointestinal. En futuros estudios se deberán realizar pruebas que permitan cuantificar las concentraciones de estas bacterias.

4.3.2 Diatomeas bentónicas

4.3.2.1 Riqueza de diatomeas bentónicas

La diversidad de diatomeas bentónicas en las cinco cuencas estudiadas en ambas temporadas fue de 305 especies distribuidas en tres Clases, seis Subclases, 18 Órdenes, 34 Familias y 75 Géneros (Tabla 5). Durante la época de secas la diversidad de especies registrada fue mayor que en la época de lluvias (272 y 204 especies respectivamente), lo cual puede deberse a que se monitorearon menos sitios en la época de lluvias, además de que durante esta época se presentan grandes avenidas en los ríos que limitan el desarrollo de muchas especies que son arrastradas por el agua; los órdenes con mayor número de especies en ambas épocas fueron Naviculales, Cymbellales, Bacillariales y Achnanthes (Fig. 27).

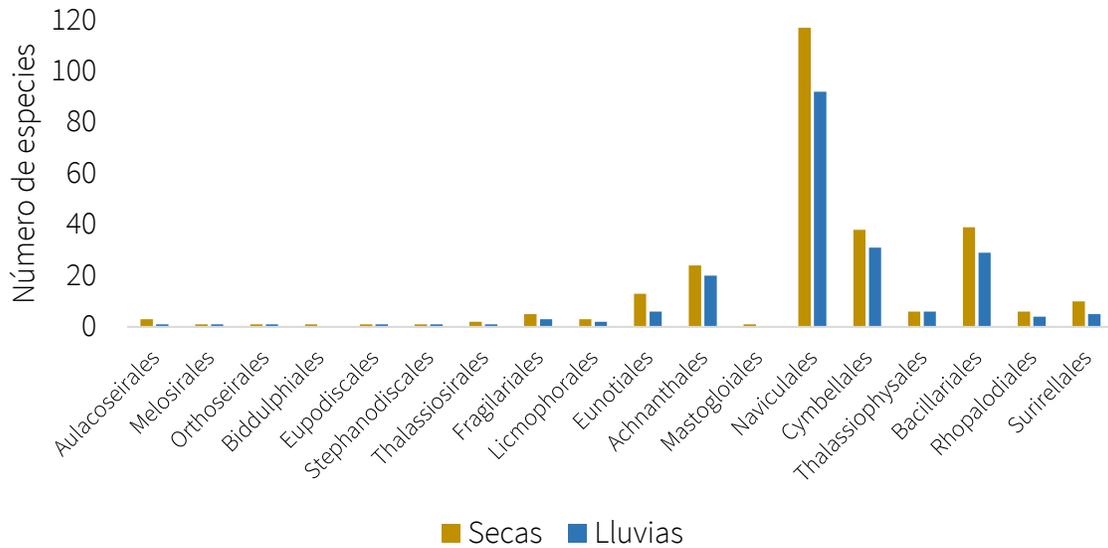


Figura 27. Riqueza de especies en los órdenes de diatomeas bentónicas durante la época de secas y lluvias.

El número de especies registradas en los sitios de monitoreo en la época de secas fue de 13 a 73, mientras que en la época de lluvias fue de 21 a 56. En la época de secas los sitios con la mayor riqueza de especies se encontraron en la cuenca Pitillal, sin embargo, en la época de lluvias se presentaron los menores valores entre todas las cuencas (Fig. 28). El número de especies registradas en los sitios de las cuencas Ameca-Mascota y Pitillal fueron significativamente mayores en la época de secas que en lluvias ($p < 0.05$). En las figuras 29-45 se presenta una iconografía de las especies de diatomeas registradas.

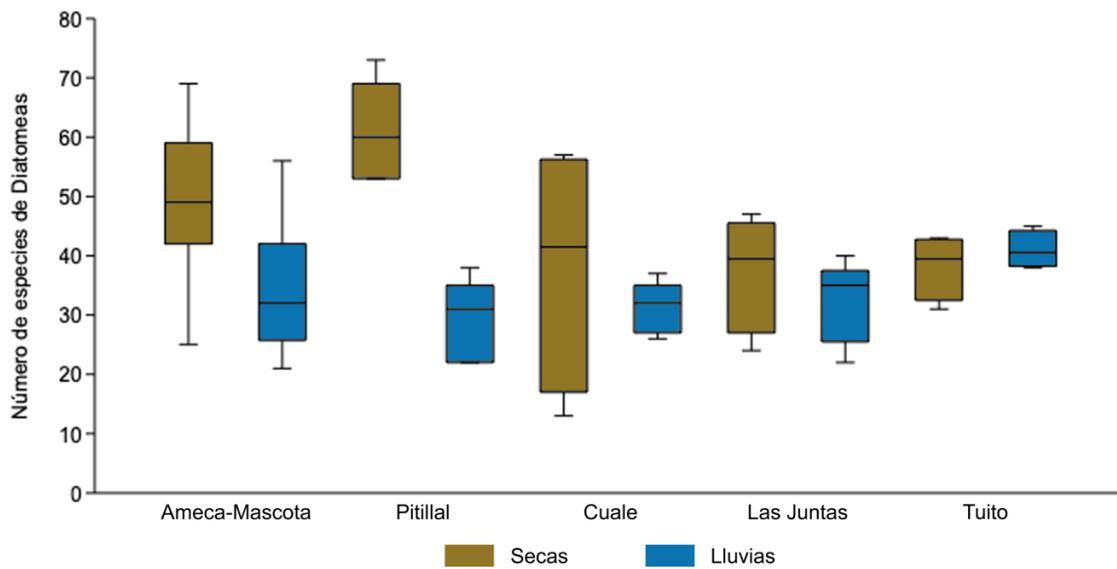


Figura 28. Diagrama de cajas de la riqueza de especies de diatomeas en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante secas y lluvias.

TABLA 5. Clasificación taxonómica de las diatomeas bentónicas registradas en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura		
Coscinodiscophyceae	Coscinodiscophycidae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen, 1979	29 A		
					<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	29 B		
					<i>Aulacoseira pusilla</i> (Meister) Tuji & Houki, 2004	29 C		
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira	<i>Melosira varians</i> C.Agardh, 1827	29 D		
		Orthoseirales	Orthoseiraceae	Orthoseira	<i>Orthoseira</i> sp. 1	29 E		
Mediophyceae	Biddulphiophycidae	Biddulphiales	Biddulphiaceae	Terpsinöe	<i>Terpsinöe musica</i> Ehrenberg, 1843	29 F		
	Thalassiosirophycidae	Eupodiscales	Eupodiscaceae	Pleurosira	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère, 1982	29 G		
		Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	Discostella	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee, 2004	29 H		
		Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Conticribra	<i>Conticribra weissflogii</i> (Grunow) Stachura-Suchoples & D.M.Williams, 2009	29 I		
			Stephanocyclus	<i>Stephanocyclus meneghiniana</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek, 2022	29 A 44 A			
Bacillariophyceae	Fragilariophycidae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria</i> sp. 1	30 A		
					<i>Fragilaria</i> sp. 2	30 B		
					<i>Fragilaria</i> sp. 3	30 C		
				Punctastriata	<i>Punctastriata mimetica</i> E.Morales, 2005	30 D		
				Synedra	<i>Synedra gouldarii</i> Brébisson ex Cleve & Grunow, 1880	30 E		
				Licmophorales	Ulnariaceae	Tabularia	<i>Tabularia</i> sp. 1	30 F
							<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère, 2001	30 G
							<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère, 2001	30 H
							<i>Eunotia bidens</i> Ehrenberg, 1843	30 I
				Eunotiophycidae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia braendlei</i> Lange-Bertalot & Werum, 2004
	<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot & Alles, 1991	30 K						
	<i>Eunotia subarcuatooides</i> Alles, Nörpel & Lange-Bertalot, 1991	30 L						
	<i>Eunotia</i> sp. 1	30 M						
	<i>Eunotia</i> sp. 2	31 A						
<i>Eunotia</i> sp. 3	31 B							
<i>Eunotia</i> sp. 4	31 C							
<i>Eunotia</i> sp. 5	31 D							
<i>Eunotia</i> sp. 6	31 E							
<i>Eunotia</i> sp. 7	31 F							
<i>Eunotia</i> sp. 8	31 G							

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Eunotia</i> sp. 9	31 H
	Bacillariophycidae	Achnanthes	Achnantheaceae	Achnanthes	<i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow, 1867	32 A
					<i>Achnanthes</i> sp. 1	44 B
					<i>Achnanthes</i> sp. 2	44 C
			Achnanthidiaceae	Achnanthidium	<i>Achnanthidium</i> sp. 1	32 B
					<i>Achnanthidium</i> sp. 2	32 C
					<i>Achnanthidium</i> sp. 3	32 D
					<i>Achnanthidium</i> sp. 4	32 E
					<i>Achnanthidium</i> sp. 5	32 F
					<i>Achnanthidium</i> sp. 6	32 G
				Gogorevia	<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek, 2020	32 H
					<i>Gogorevia</i> sp. 1	32 I
				Karayevia	<i>Karayevia</i> sp. 1	44 D
				Lemnicola	<i>Lemnicola hungarica</i> Round & Basson, 1997	32 J
				Planothidium	<i>Planothidium cryptolanceolatum</i> R.Jahn & N.Abarca, 2017	32 K
					<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, 1999	32 L
					<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Lange-Bertalot, 2006	32 M
					<i>Planothidium potapovae</i> C.E.Wetzel & Ector, 2019	32 N
					<i>Planothidium robustum</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, 1999	32 O
					<i>Planothidium rostratoholarticum</i> Lange-Bertalot & Bak, 2015	32 P
					<i>Planothidium</i> sp. 1	32 Q
				Platessa	<i>Platessa bahsii</i> Potapova, 2012	32 R
					<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-Bertalot, 2004	32 S
			Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis cascadenis</i> Stancheva, 2018	32 T
					<i>Cocconeis disrupta</i> W.Gregory, 1857	44 E
					<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg, 1838	32 U
					<i>Cocconeis</i> sp. 1	32 V
		Mastogloiales	Mastogloiaceae	Decussata	<i>Decussiphycus placenta</i> (Ehrenberg) Guiry & Gandhi, 2019	33 A
		Naviculales	Amphipleuraceae	Amphipleura	<i>Amphipleura chipasensis</i> Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998	33 B
					<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing, 1844	33 C
				Frustulia	<i>Frustulia asymmetrica</i> (Cleve) Hustedt, 1954	44 F

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer, 1996	33 D
					<i>Frustulia neomundana</i> Lange-Bertalot & Rumrich, 2000	33 E
					<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni, 1891	33 F
					<i>Frustulia</i> sp. 1	33 G
			Berkeleyaceae	Parlibellus	<i>Parlibellus</i> sp. 1	33 H
					<i>Parlibellus</i> sp. 2	44 G
			Brachysiraceae	Brachysira	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère, 1986	33 I
					<i>Brachysira</i> sp. 1	33 J
				Nupela	<i>Nupela metzeltinii</i> Tremarin & Ludwig, 2015	33 K
					<i>Nupela praecipuoides</i> Tremarin & Ludwig, 2015	33 L
			Diadesmidaceae	Diadesmis	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing, 1844	33 M
				Humidophila	<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) R.L.Lowe & al., 2014	33 N
					<i>Humidophila</i> sp. 1	33 O
				Luticola	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann ex .Rarick, S.Wu, S.S.Lee & Edlund, 2017	34 A
					<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann, 1990	34 B
					<i>Luticola</i> sp. 1	34 C
					<i>Luticola</i> sp. 2	34 D
			Diploneidaceae	Diploneis	<i>Diploneis caffra</i> (Giffen) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin, 2000	44 H
					<i>Diploneis</i> sp. 1	34 E
					<i>Diploneis</i> sp. 2	44 I
					<i>Diploneis</i> sp. 3	44 J
			Naviculaceae	Adlafia	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot, 1999	34 F
					<i>Adlafia suchlandtii</i> (Hustedt) Monnier & Ector, 2012	34 G
				Caloneis	<i>Caloneis</i> sp.1	34 H
					<i>Caloneis</i> sp.2	34 I
					<i>Caloneis</i> sp.3	34 J
					<i>Caloneis</i> sp.4	34 K
					<i>Caloneis</i> sp.5	34 L
					<i>Caloneis</i> sp.6	34 M
					<i>Caloneis</i> sp.7	34 N
				Chamaepinnularia	<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, 1996	34 O

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
				Geisslera	<i>Geissleria punctifera</i> (Hustedt) Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, 2005	34 P
				Gyrosigma	<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst, 1853	44 K
					<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve, 1894	34 Q
					<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivant & Wormley) C.S. Boyer, 1922	34 R
					<i>Gyrosigma</i> sp. 1	44 L
				Hippodonta	<i>Hippodonta</i> sp. 1	34 S
				Navicula	<i>Hippodonta</i> sp. 2	34 T
				Navicula	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich, 2000	34 U
					<i>Navicula angusta</i> Grunow, 1860	34 V
					<i>Navicula canalis</i> R.M.Patrick, 1944	34 W
					<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain, 1986	34 X
					<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing, 1844	34 Y
					<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot, 1985	34 Z
					<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot, 1985	34 AA
					<i>Navicula escambia</i> (R.M.Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot, 2007	34 AB
					<i>Navicula fernandae</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, 2005	34 AC
					<i>Navicula gregaria</i> Donkin, 1861	34 AD
					<i>Navicula incarum</i> U.Rumrich & Lange-Bertalot, 2000	35 A
					<i>Navicula ingapirca</i> Lange-Bertalot & Rumrich, 2000	35 B
					<i>Navicula lohmanii</i> Lange-Bertalot & U.Rumrich, 2000	35 C
					<i>Navicula longa</i> (W.Gregory) Ralfs, 1861	44 M
					<i>Navicula longa</i> var. <i>irregularis</i> Hustedt, 1955	44 N
					<i>Navicula longicephala</i> Hustedt, 1944	35 D
					<i>Navicula notha</i> J.H.Wallace, 1960	35 E
					<i>Navicula platyventris</i> F.Meister, 1955	44 O
					<i>Navicula radiosa</i> Kützing, 1844	35 F
					<i>Navicula recens</i> Lange-Bertalot, 1985	35 G
					<i>Navicula rostellata</i> Kützing, 1844	35 H
					<i>Navicula subrhynchocephala</i> Hustedt, 1935	35 I
					<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt, 1937	35 J
					<i>Navicula veneta</i> Kützing, 1844	35 K

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Navicula vilaplani</i> (Lange-Bertalot & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater, 2000	35 L
					<i>Navicula viridulacalcis</i> Lange-Bertalot, 2000	35 M
					<i>Navicula</i> sp. 1	35 N
					<i>Navicula</i> sp. 2	35 O
					<i>Navicula</i> sp. 3	35 P
					<i>Navicula</i> sp. 4	35 Q
					<i>Navicula</i> sp. 5	44 P
					<i>Navicula</i> sp. 6	44 Q
					<i>Navicula</i> sp. 7	44 R
					<i>Navicula</i> sp. 8	44 S
					<i>Navicula</i> sp. 9	44 T
					<i>Navicula</i> sp. 10	44 U
					<i>Navicula</i> sp. 11	44 V
					<i>Navicula</i> sp. 12	44 W
					<i>Navicula</i> sp. 13	44 X
				Navigeia	<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova, 2013	35 R
				Seminavis	<i>Seminavis robusta</i> D.B.Danielidis & D.G.Mann, 2002	44 Y
					<i>Seminavis</i> sp. 1	35 S
				Sieminskia	<i>Sieminskia wohlenbergii</i> (Brokmann) Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998	45 A
			Neidiaceae	Neidium	<i>Neidium</i> sp. 1	35 T
					<i>Neidium</i> sp. 2	35 U
					<i>Neidium</i> sp. 3	35 V
					<i>Neidium</i> sp. 4	35 W
					<i>Neidium</i> sp. 5	36 A
			Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg, 1843	36 B
					<i>Pinnularia erratica</i> Krammer, 2000	36 C
					<i>Pinnularia stidolphii</i> Krammer, 2000	36 D
					<i>Pinnularia</i> sp. 1	36 E
					<i>Pinnularia</i> sp. 2	36 F
					<i>Pinnularia</i> sp. 3	36 G
					<i>Pinnularia</i> sp. 4	36 H

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Pinnularia</i> sp. 5	36 I
					<i>Pinnularia</i> sp. 6	36 J
					<i>Pinnularia</i> sp. 7	37 A
					<i>Pinnularia</i> sp. 8	37 B
					<i>Pinnularia</i> sp. 9	37 C
					<i>Pinnularia</i> sp. 10	37 D
					<i>Pinnularia</i> sp. 11	37 E
					<i>Pinnularia</i> sp. 12	37 F
					<i>Pinnularia</i> sp. 13	37 G
			Pleurosigmataceae	Pleurosigma	<i>Pleurosigma salinarum</i> (Grunow) Grunow, 1880	45 B
					<i>Pleurosigma</i> sp. 1	37 H
			Sellaphoraceae	Fallacia	<i>Fallacia insociabilis</i> (Krasske) D.G.Mann, 1990	37 I
					<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G.Mann, 1990	37 J
					<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in Van Heurck) D.G.Mann, 1990	37 K
					<i>Fallacia</i> sp. 1	45 C
				Sellaphora	<i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel & Van de Vijver, 2015	37 L
					<i>Sellaphora cosmopolitana</i> (Lange-Bertalot) C.E.Wetzel & Ector, 2015	37 M
					<i>Sellaphora fusticulus</i> (Østrup) Lange-Bertalot, 2000	37 N
					<i>Sellaphora javanica</i> Wetzel, 2015	37 O
					<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot, 1996	37 P
					<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky, 1902	37 Q
					<i>Sellaphora rhombicarea</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, 2005	37 R
					<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desmazières) Wetzel & Mann, 2015	37 S
					<i>Sellaphora stauroneioides</i> (Lange-Bertalot) Veselá & J.R.Johansen, 2009	37 T
					<i>Sellaphora tridentula</i> (Krasske) C.E.Wetzel, 2015	37 U
					<i>Sellaphora</i> sp. 1	37 V
					<i>Sellaphora</i> sp. 2	37 W
					<i>Sellaphora</i> sp. 3	37 X
					<i>Sellaphora</i> sp. 4	37 Y
					<i>Stauroneis bobvjergii</i> Reimer, 1990	38 A
			Stauroneidaceae	Craticula	<i>Craticula ambigua</i> D.G.Mann, 1990	37 Z

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Mayama, 1999	37 AA
					<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E.Wetzel & Ector, 2015	37 AB
				Fistulifera	<i>Fistulifera</i> sp. 1	37 AC
				Stauroneis	<i>Stauroneis</i> sp. 1	38 B
					<i>Stauroneis</i> sp. 2	38 C
					<i>Stauroneis</i> sp. 3	38 D
					<i>Stauroneis</i> sp. 4	38 E
		Cymbellales	Anomoeoneidaceae	Anomoeoneis	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer, 1871	38 F
				Staurophora	<i>Staurophora salina</i> (W.Smith) Merechkowsky, 1903	45 D
			Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella kolbei</i> Hustedt, 1949	38 G
					<i>Cymbella mexicana</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894	38 H
					<i>Cymbella tropica</i> Krammer, 2002	38 I
					<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson ex Kützing) Van Heurck, 1980	38 J
					<i>Cymbella turgidula</i> Grunow, 1875	38 K
					<i>Cymbella</i> sp. 1	39 A
				Cymbopleura	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerwald) Krammer, 2003	39 B
				Encyonema	<i>Encyonema densistriatum</i> E.Novelo, Tavera & C.Ibarra, 2007	39 C
					<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann, 1990	39 D
					<i>Encyonema minutum</i> var. <i>pseudogracilis</i> (Cholnoky) Czarneckii	39 E
					<i>Encyonema pergracile</i> Krammer, 1997	39 F
					<i>Encyonema</i> sp. 1	39 G
				Encyonopsis	<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & E.Reichardt, 1997	39 H
				Placoneis	<i>Placoneis elegans</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, 2005	39 I
					<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot, 2000	39 J
					<i>Placoneis symmetrica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, 2005	39 K
					<i>Placoneis undulata</i> (Østrup) Lange-Bertalot, 2000	39 L
					<i>Placoneis witkowskii</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, 2005	39 M
			Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg, 1832	39 N
					<i>Gomphonema affine</i> Kützing, 1844	39 O
					<i>Gomphonema commutatum</i> Grunow, 1880	39 P
					<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing, 1844	39 Q

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Gomphonema laticollum</i> E.Reichardt, 2001	39 R
					<i>Gomphonema mexicanum</i> Grunow, 1880	40 A
					<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing, 1849	40 B
					<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot, 1991	40 C
					<i>Gomphonema</i> sp. 1	40 D
					<i>Gomphonema</i> sp. 2	40 E
					<i>Gomphonema</i> sp. 3	40 F
					<i>Gomphonema</i> sp. 4	40 G
					<i>Gomphonema</i> sp. 5	40 H
					<i>Gomphonema</i> sp. 6	40 I
					<i>Gomphonema</i> sp. 7	40 J
					<i>Gomphonema</i> sp. 8	40 K
					<i>Gomphonema</i> sp. 9	40 L
					<i>Gomphonema</i> sp. 10	40 M
			Rhoicospheniaceae	Gomphosphenia	<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i> (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Lange-Bertalot, 1995	40 N
					<i>Gomphosphenia</i> sp. 1	40 O
				Rhoicosphenia	<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1	40 P
					<i>Rhoicosphenia</i> sp. 2	40 Q
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora	<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald, 1986	40 R
					<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow, 1875	40 S
					<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov, 2009	40 W
				Halamphora	<i>Halamphora acutiuscula</i> (Kützing) Levkov, 2009	45 E
					<i>Halamphora bicapitata</i> M.H.Hohn & Hellerman, 1966	40 T
					<i>Halamphora ghanensis</i> Levkov, 2009	40 U
					<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov, 2009	40 V
					<i>Halamphora</i> sp. 2	45 F
					<i>Halamphora</i> sp. 3	45 G
		Bacillariales	Bacillariaceae	Bacillaria	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) N.I.Hendey, 1951	40 X
					<i>Bacillaria socialis</i> (W.Gregory) Ralfs, 1861	45 H
				Denticula	<i>Denticula subtilis</i> Grunow, 1862	45 I
				Grunowia	<i>Grunowia solgensis</i> (A.Cleve) Aboal, 2003	40 Y

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
				Hantzschia	<i>Hantzschia abruptirostrata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin, 2005	40 AA
					<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow, 1880	40 Z
					<i>Hantzschia</i> sp. 1	40 AB
				Nitzschia	<i>Nitzschia distans</i> W.Gregory, 1857	45 J
					<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith, 1853	41 A
					<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow, 1862	41 B
					<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot, 1980	41 C
					<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch, 1860	41 D
					<i>Nitzschia comunis</i> Rabenhorst, 1860	41 E
					<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst, 1860	41 F
					<i>Nitzschia granulata</i> var. <i>hyalina</i> Amossé, 1924	45 K
					<i>Nitzschia grossestriata</i> Hustedt, 1955	45 L
					<i>Nitzschia hybrida</i> Grunow, 1880	45 M
					<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow, 1862	41 G
					<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow, 1862	45 N
					<i>Nitzschia kurzeana</i> Rabenhorst, 1873	41 H
					<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Smith, 1853	41 I
					<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow, 1880	45 O
					<i>Nitzschia media</i> Hantzsch, 1860	41 J
					<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow, 1880	41 K
					<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i> (Kützing) W.Smith, 1856	41 L
					<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i> Grunow, 1881	41 M
					<i>Nitzschia scalpelliformis</i> Grunow, 1880	45 P
					<i>Nitzschia semirobusta</i> Lange-Bertalot, 1993	41 N
					<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith, 1853	41O 45Q
					<i>Nitzschia subtilis</i> (Kützing) Grunow, 1880	41 P
					<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot, 1979	41 Q
					<i>Nitzschia tsarenkoi</i> Lange-Bertalot, 2000	41 R
					<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, 1978	41 S
					<i>Nitzschia</i> sp. 1	41 T
					<i>Nitzschia</i> sp. 2	41 U

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Figura
					<i>Nitzschia</i> sp. 3	45 R
					<i>Nitzschia</i> sp. 4	45 S
					<i>Nitzschia</i> sp. 5	45 T
				Simonsenia	<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot, 1979	41 V
				Tryblionella	<i>Tryblionella calida</i> (Grunow) D.G.Mann, 1990	41 W
					<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) Poulin, 1990	41 X
					<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara, 1873	41 Y
					<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli, 1942	41Z 45U
					<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith, 1856	41 AA 45 V
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Epithemia	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson, 1838	42 A
					<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844	42 B
					<i>Epithemia operculata</i> (C.Agardh) Ruck & Nakov, 2016	42 C
					<i>Epithemia sorex</i> Kützing, 1844	42 D
					<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844	42 E
				Rhopalodia	<i>Rhopalodia gibberula</i> var. <i>vanheurckii</i> O.Müller, 1900	42 F
					<i>Rhopalodia musculus</i> (Kützing) O.Müller, 1900	45 W
		Surirellales	Entomoneidaceae	Entomoneis	<i>Entomoneis alata</i> f. <i>minor</i> Ehrenberg, 1845	45 X
			Surirellaceae	Iconella	<i>Iconella delicatissima</i> (F.W.Lewis) Ruck & Nakov, 2016	42 G
					<i>Iconella linearis</i> (W.Smith) Ruck & Nakov, 2016	42 H
					<i>Iconella tenera</i> W.Gregory, 1856	42 I
					<i>Iconella</i> sp. 1	42 J
					<i>Iconella</i> sp. 2	43 A
					<i>Iconella</i> sp. 3	43 B
				Surirella	<i>Surirella angusta</i> Kützing, 1844	43 C
					<i>Surirella roba</i> Leclercq, 1983	43 D
					<i>Surirella susanae</i> Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998	43 E
					<i>Surirella</i> sp. 1	43 F

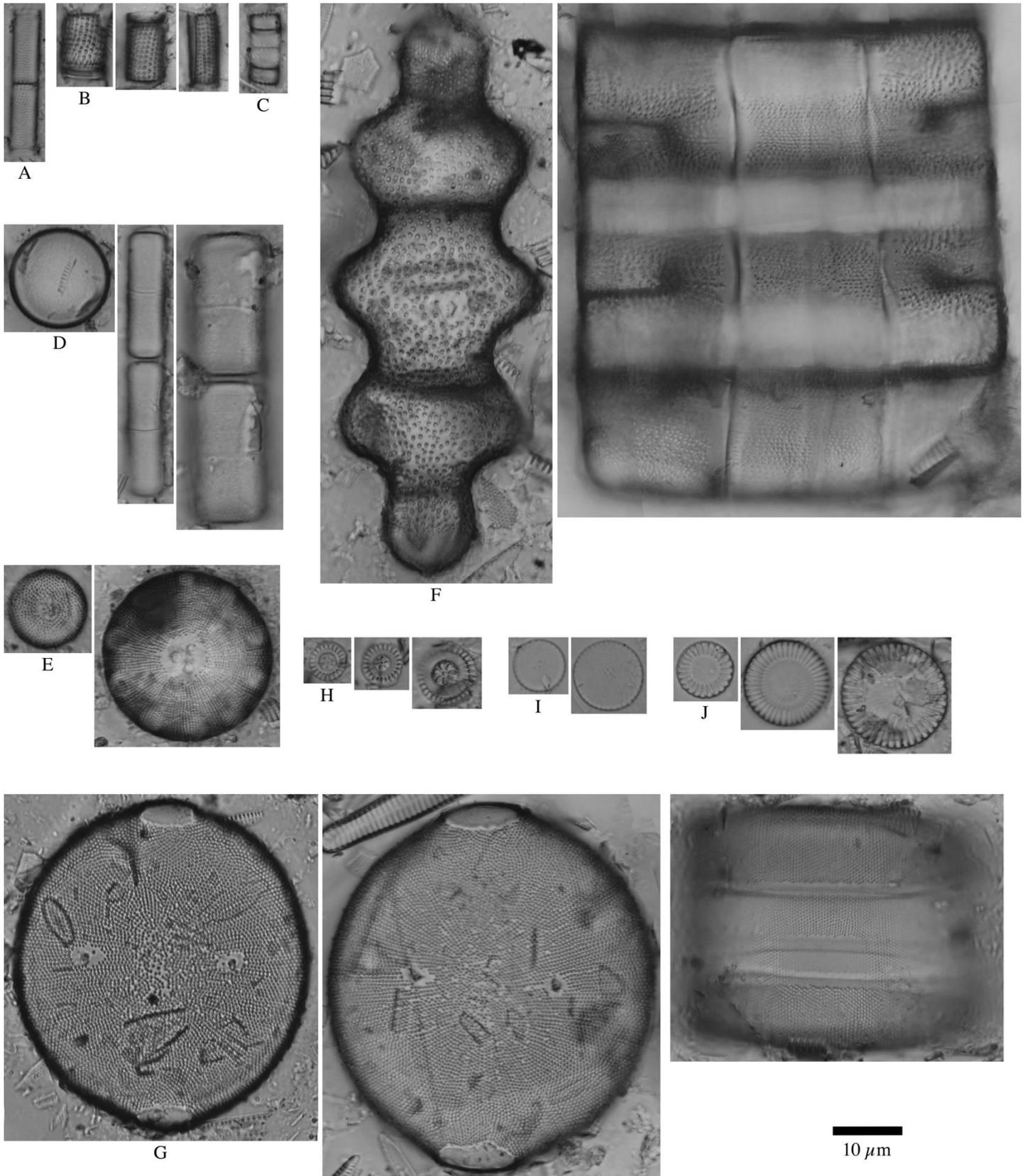


Figura 29. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Aulacoseira ambigua*, B) *Aulacoseira granulata*, C) *Aulacoseira pusilla*, D) *Melosira varians*, E) *Orthoseira roeseana*, F) *Terpsinoë musica*, G) *Pleurosira laevis*, H) *Discostella stelligera*, I) *Conticribra weissflogii*, J) *Stephanocyclus meneghiniana*.

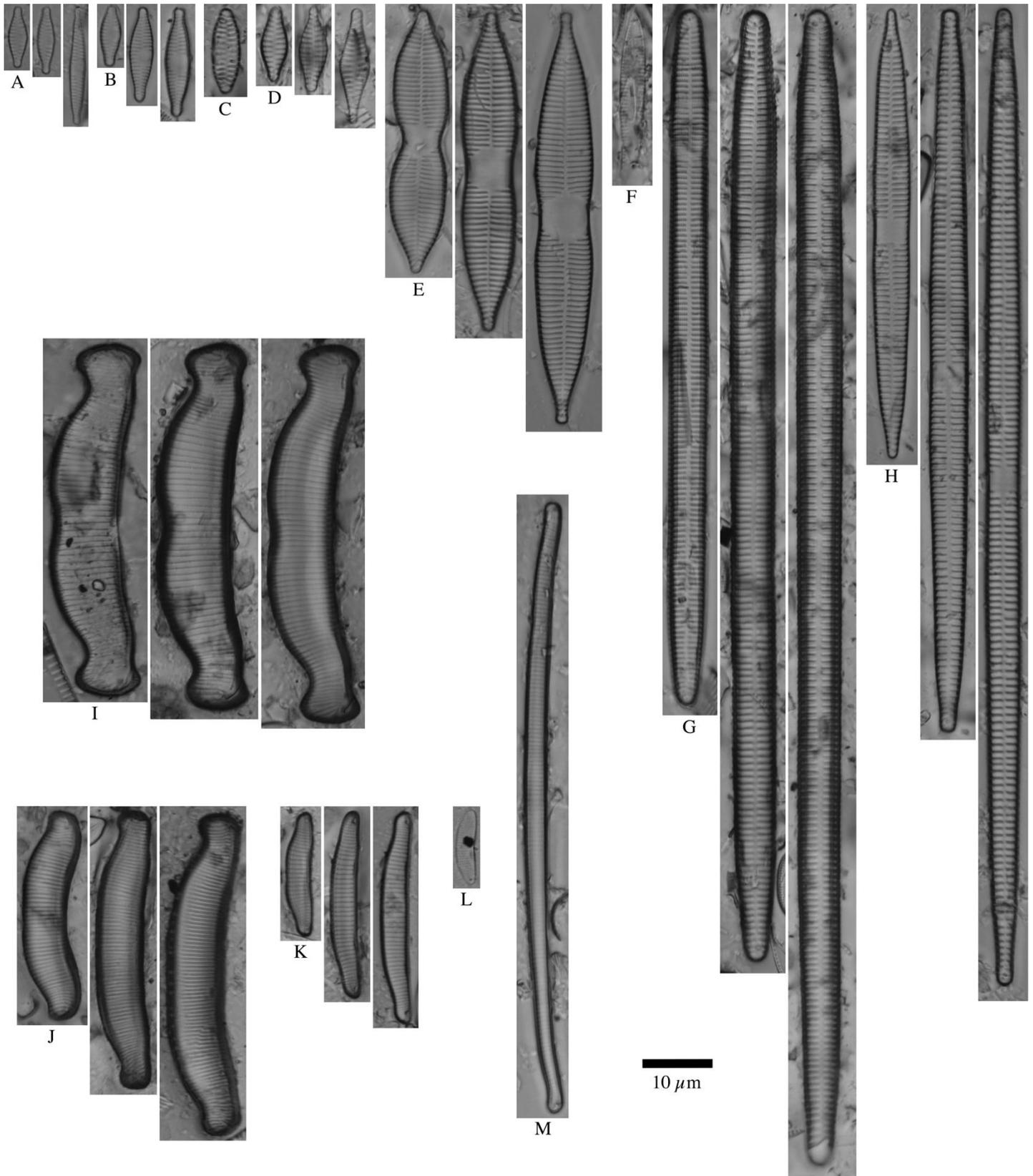


Figura 30. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Fragilaria* sp. 1, B) *Fragilaria* sp. 2, C) *Fragilaria* sp. 3, D) *Punctastriata mimetica*, E) *Synedra goulardii*, F) *Tabularia* sp. 1, G) *Ulnaria biceps*, H) *Ulnaria ulna*, I) *Eunotia bidens*, J) *Eunotia braendlei*, K) *Eunotia implicata*, L) *Eunotia subarcuatoides*, M) *Eunotia* sp. 1.

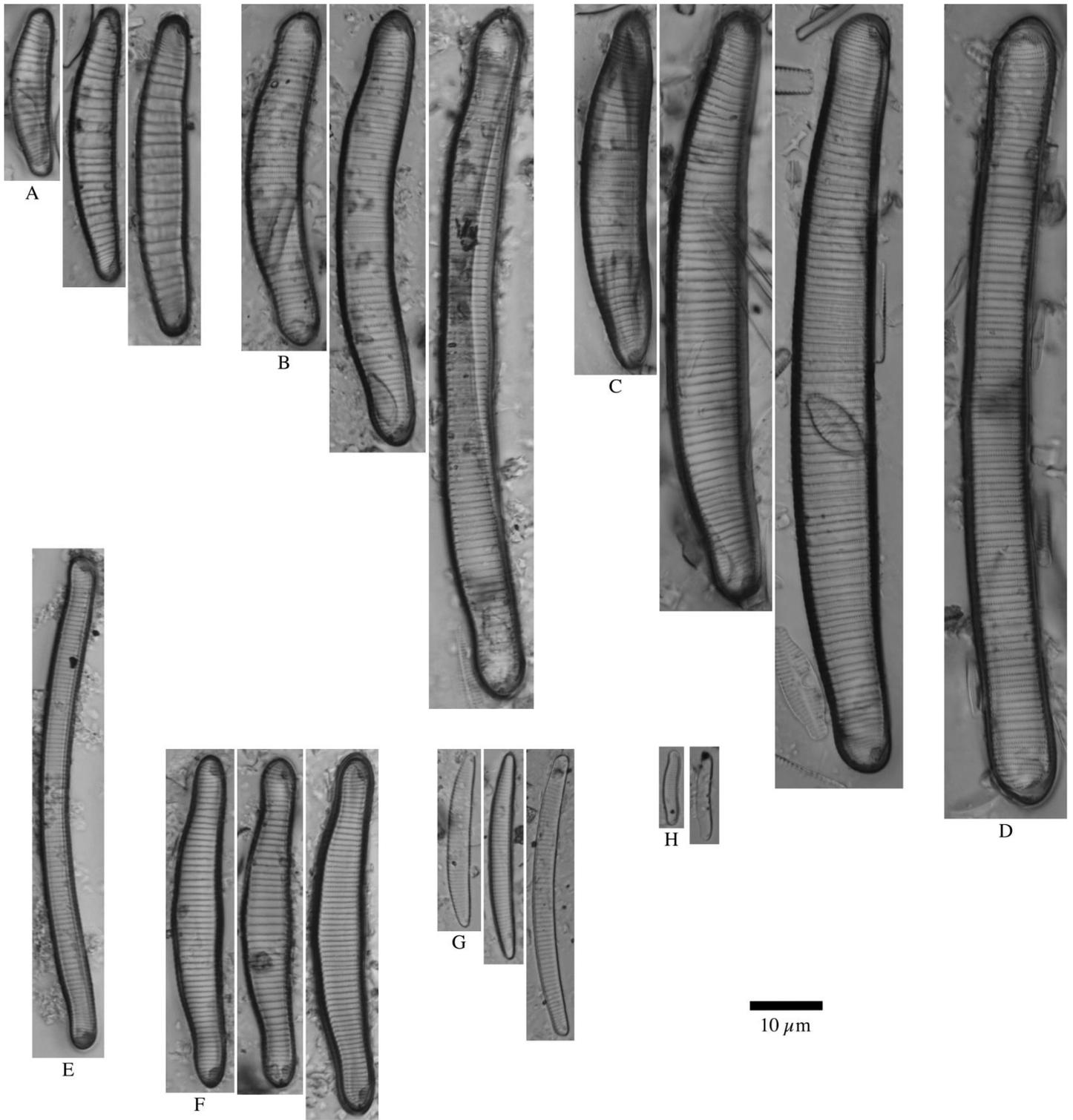


Figura 31. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Eunotia* sp. 2, B) *Eunotia* sp. 3, C) *Eunotia* sp. 4, D) *Eunotia* sp. 5, E) *Eunotia* sp. 6, F) *Eunotia* sp. 7, G) *Eunotia* sp. 8, H) *Eunotia* sp. 9.

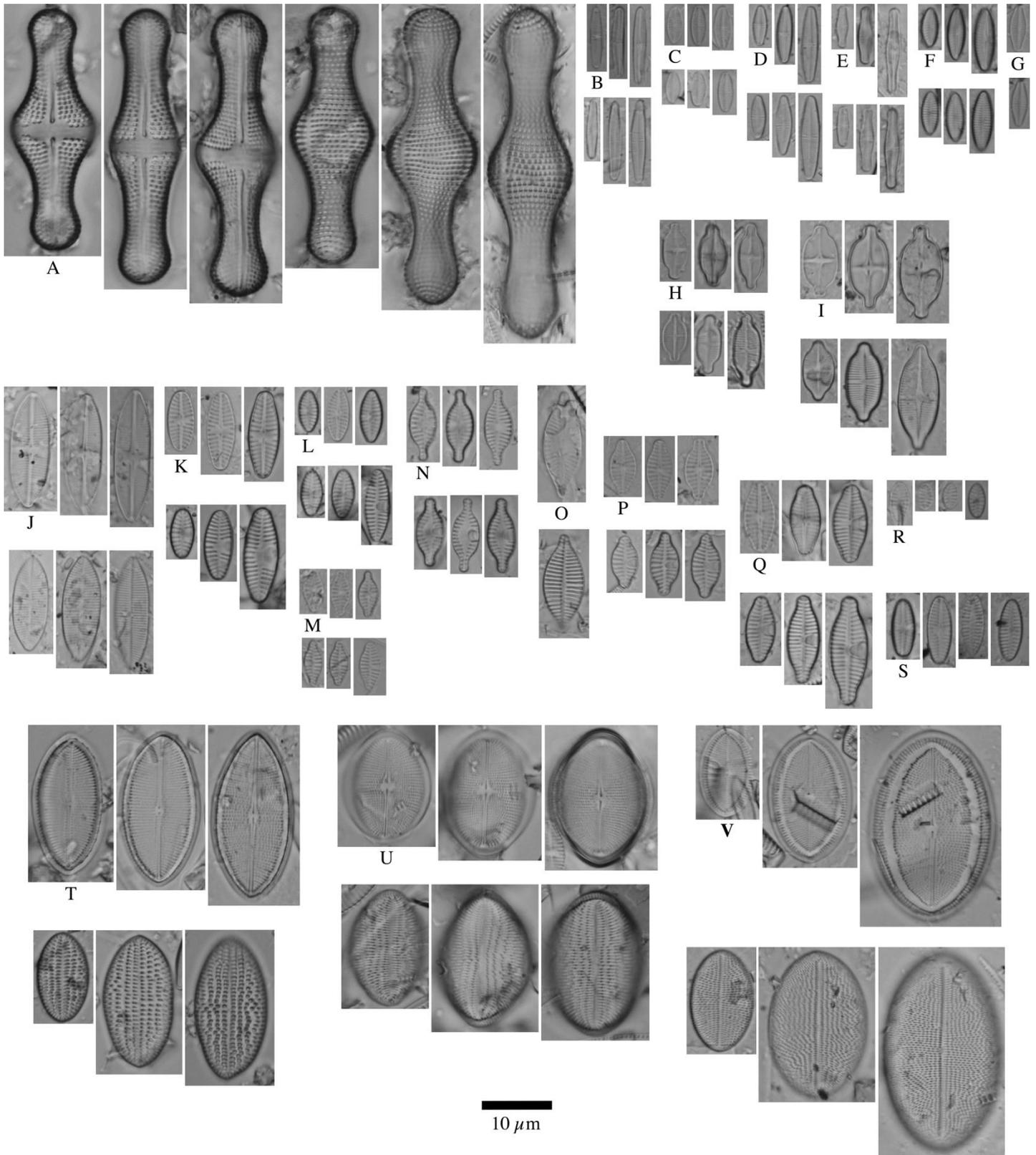


Figura 32. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Achnanthes inflata*, B) *Achnanthidium* sp. 1, C) *Achnanthidium* sp. 2, D) *Achnanthidium* sp. 3, E) *Achnanthidium* sp. 4, F) *Achnanthidium* sp. 5, G) *Achnanthidium* sp. 6, H) *Gogorevia exilis*, I) *Gogorevia* sp. 1, J) *Lemnicola hungarica*, K) *Planothidium cryptolanceolatum*, L) *Planothidium frequentissimum*, M) *Planothidium minutissimum*, N) *Planothidium potapovae*, O) *Planothidium robustum*, P) *Planothidium rostratoholarticum*, Q) *Planothidium* sp. 1, R) *Platessa bahlsii*, S) *Platessa conspicua*, T) *Cocconeis cascadenis*, U) *Cocconeis pediculus*, V) *Cocconeis* sp. 1.

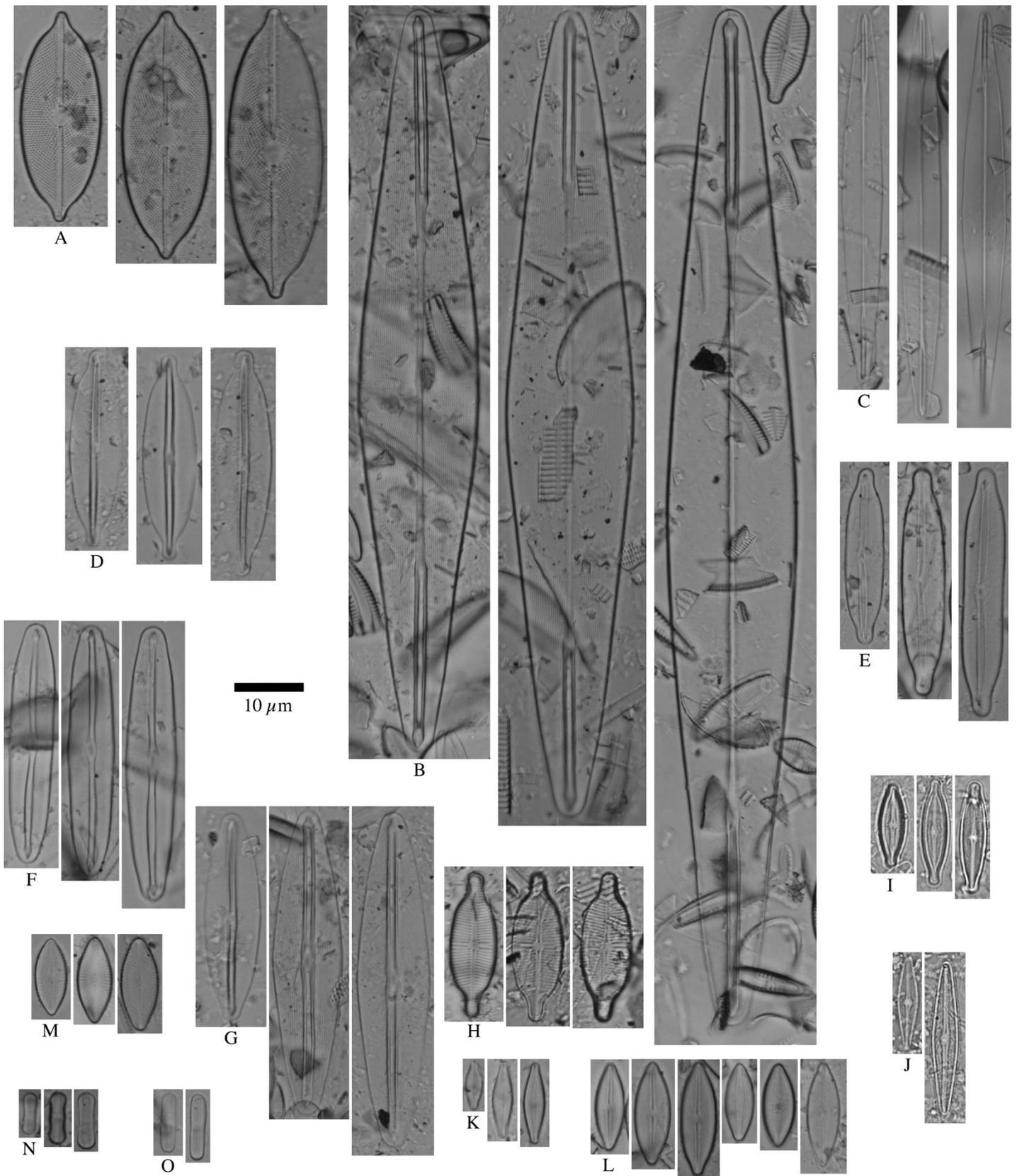


Figura 33. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Decussiphycus placenta*, B) *Amphipleura chipasensis*, C) *Amphipleura pellucida*, D) *Frustulia crassinervia*, E) *Frustulia neomundana*, F) *Frustulia vulgaris*, G) *Frustulia* sp. 1, H) *Parlibellus* sp. 1, I) *Brachysira microcephala*, J) *Brachysira* sp. 1, K) *Nupela metzeltinii*, L) *Nupela praecipuoides*, M) *Diadesmis confervacea*, N) *Humidophila contenta*, O) *Humidophila* sp. 1.

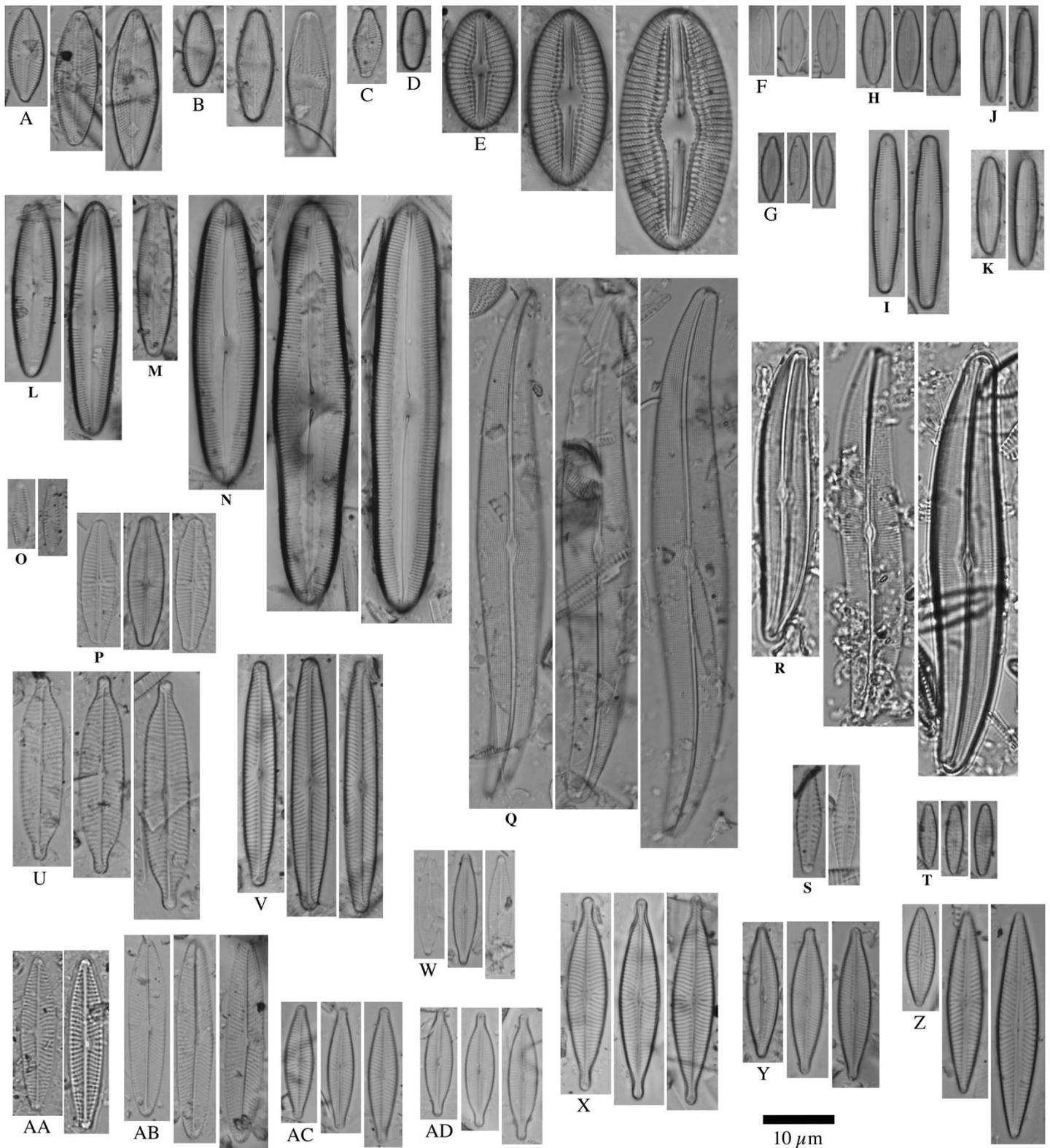


Figura 34. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Luticola goeppertiana*, B) *Luticola mutica*, C) *Luticola* sp. 1, D) *Luticola* sp. 2, E) *Diploneis* sp. 1, F) *Adlafia minuscula*, G) *Adlafia suchlandtii*, H) *Caloneis* sp.1, I) *Caloneis* sp.2, J) *Caloneis* sp.3, K) *Caloneis* sp.4, L) *Caloneis* sp.5, M) *Caloneis* sp.6, N) *Caloneis* sp.7, O) *Chamaepinnularia evanida*, P) *Geissleria punctifera*, Q) *Gyrosigma kuetzingii*, R) *Gyrosigma obtusatum*, S) *Hippodonta* sp. 1, T) *Hippodonta* sp. 2, U) *Navicula amphiceropsis*, V) *Navicula angusta*, W) *Navicula canalis*, X) *Navicula capitatoradiata*, Y) *Navicula cryptocephala*, Z) *Navicula cryptotenella*, AA) *Navicula erifuga*, AB) *Navicula escambia*, AC) *Navicula fernandae*, AD) *Navicula gregaria*.

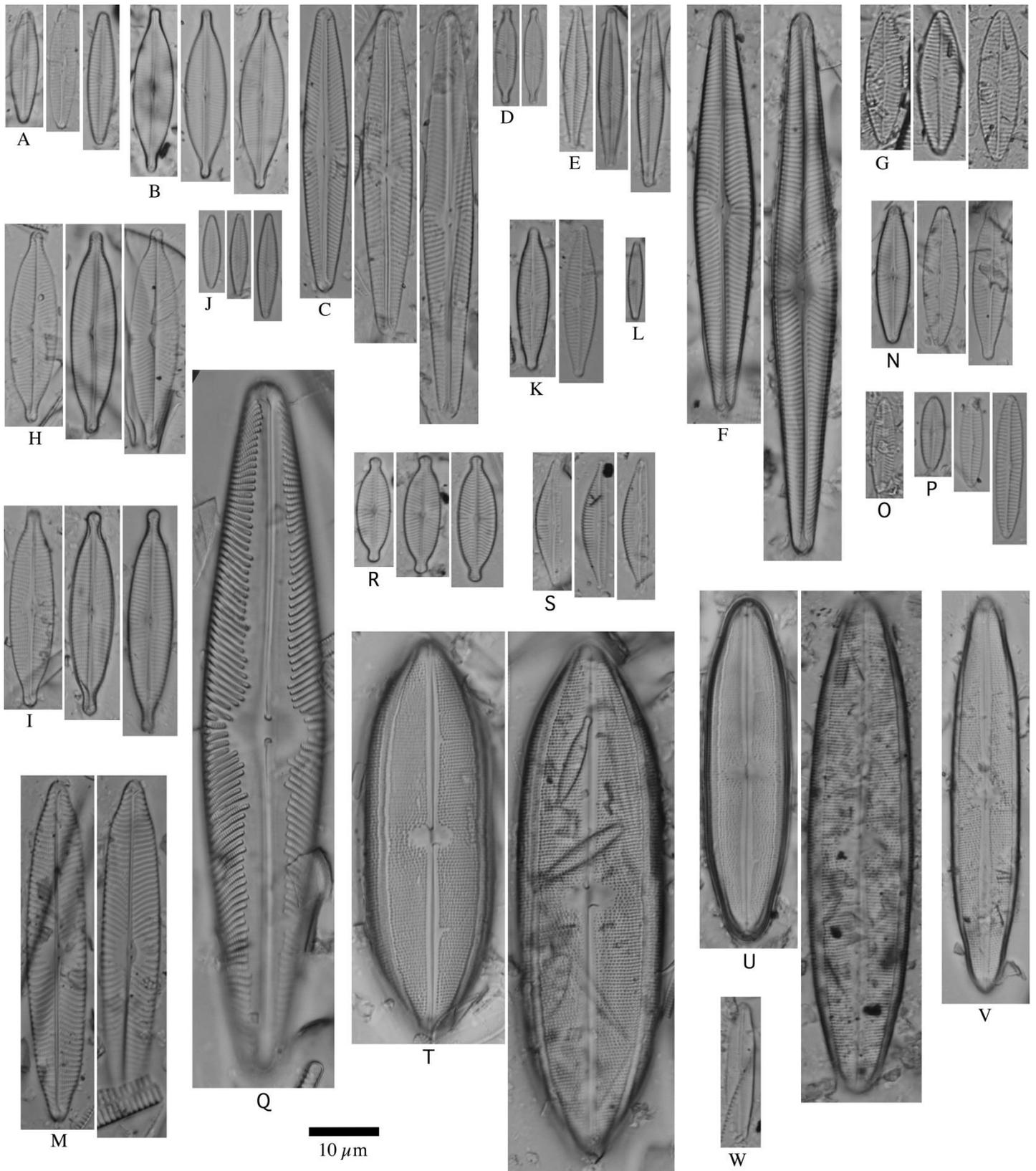


Figura 35. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Navicula incarum*, B) *Navicula ingapirca* C) *Navicula lohmanii*, D) *Navicula longicephala*, E) *Navicula notha*, F) *Navicula radiosa*, G) *Navicula recens*, H) *Navicula rostellata*, I) *Navicula subrhynchocephala*, J) *Navicula tenelloides*, K) *Navicula veneta*, L) *Navicula vilaplani*, M) *Navicula viridulacalcis*, N) *Navicula* sp. 1, O) *Navicula* sp. 2, P) *Navicula* sp. 3, Q) *Navicula* sp. 4, R) *Navigeia decussis*, S) *Seminavis* sp. 1, T) *Neidium* sp. 1, U) *Neidium* sp. 2, V) *Neidium* sp. 3, W) *Neidium* sp. 4.

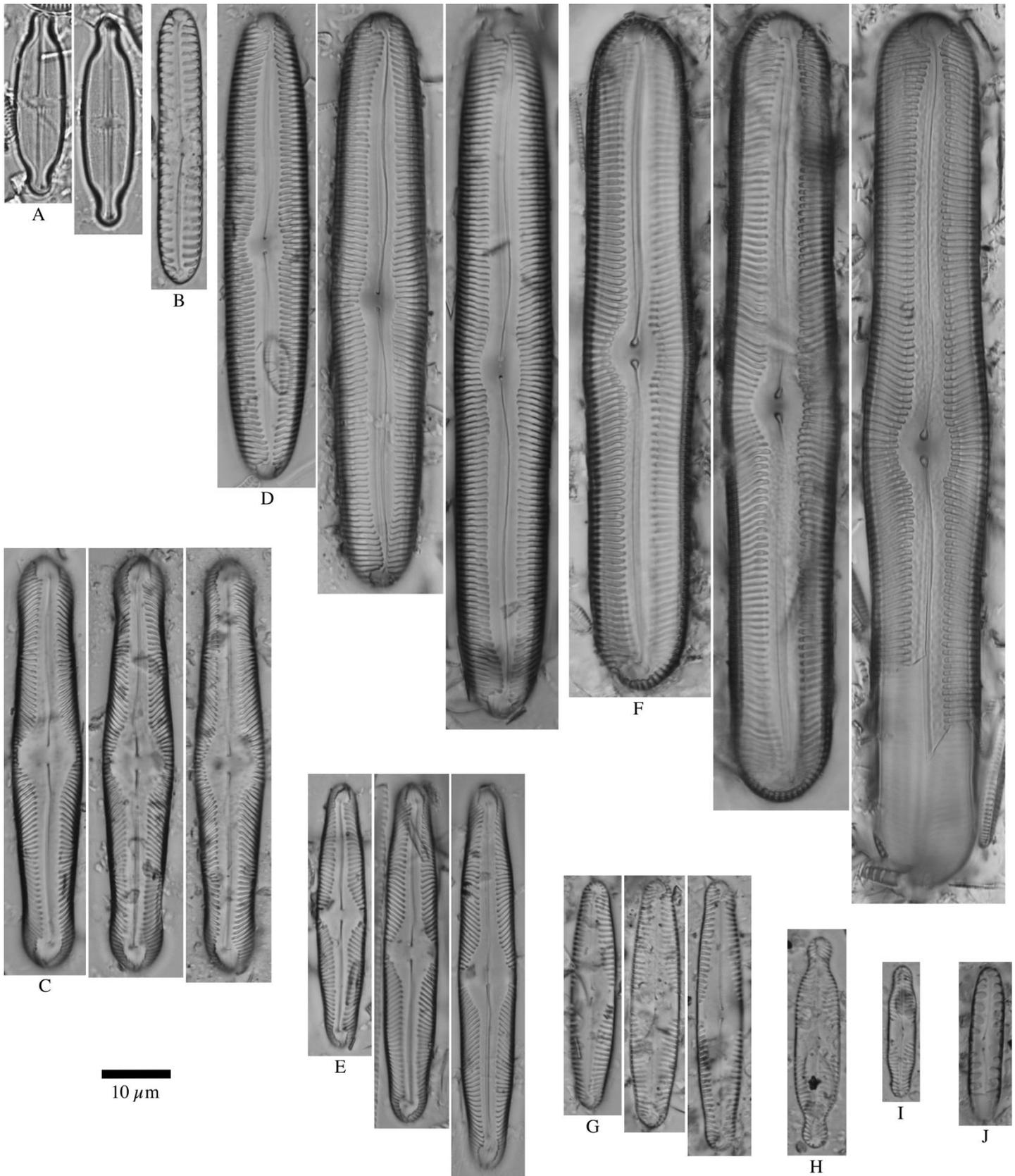


Figura 36. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Neidium* sp. 5, B) *Pinnularia borealis*, C) *Pinnularia erratica*, D) *Pinnularia stidolphii*, E) *Pinnularia* sp. 1, F) *Pinnularia* sp. 2, G) *Pinnularia* sp. 3, H) *Pinnularia* sp. 4, I) *Pinnularia* sp. 5, J) *Pinnularia* sp. 6.

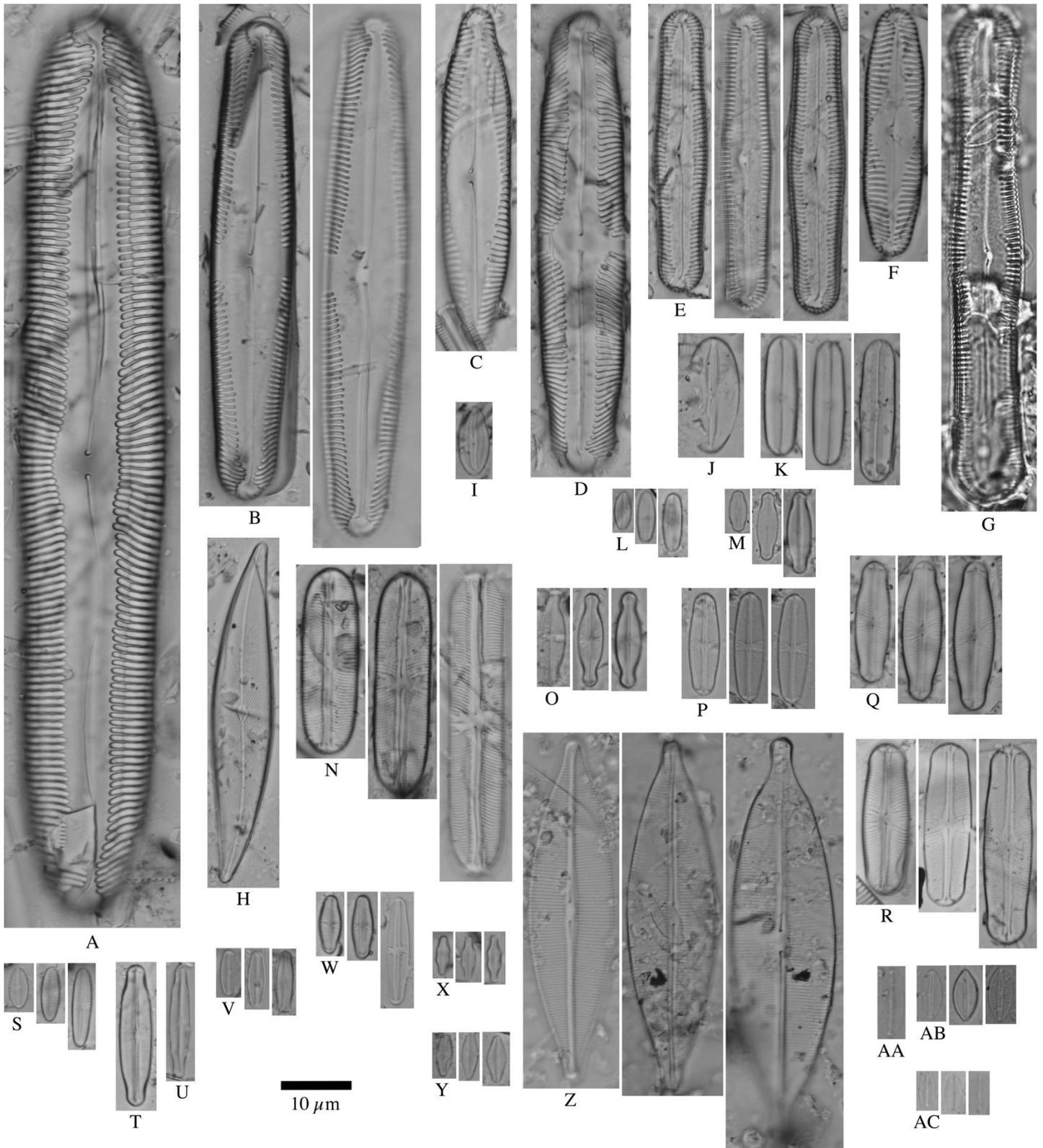


Figura 37. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Pinnularia* sp. 7, B) *Pinnularia* sp. 8, C) *Pinnularia* sp. 9, D) *Pinnularia* sp. 10, E) *Pinnularia* sp. 11, F) *Pinnularia* sp. 12, G) *Pinnularia* sp. 13, H) *Pleurosigma* sp. 1, I) *Fallacia insociabilis*, J) *Fallacia pygmaea*, K) *Fallacia subhamulata*, L) *Sellaphora atomoides*, M) *Sellaphora cosmopolitanam*, N) *Sellaphora fusticulus*, O) *Sellaphora javanica*, P) *Sellaphora pseudopupula*, Q) *Sellaphora pupula*, R) *Sellaphora rhombicarea*, S) *Sellaphora saugerresii*, T) *Sellaphora stauroneioides*, U) *Sellaphora tridentula*, V) *Sellaphora* sp. 1, W) *Sellaphora* sp. 2, X) *Sellaphora* sp. 3, Y) *Sellaphora* sp. 4, Z) *Craticula ambigua*, AA) *Craticula molestiformis*, AB) *Craticula subminuscula*, AC) *Fistulifera* sp. 1.

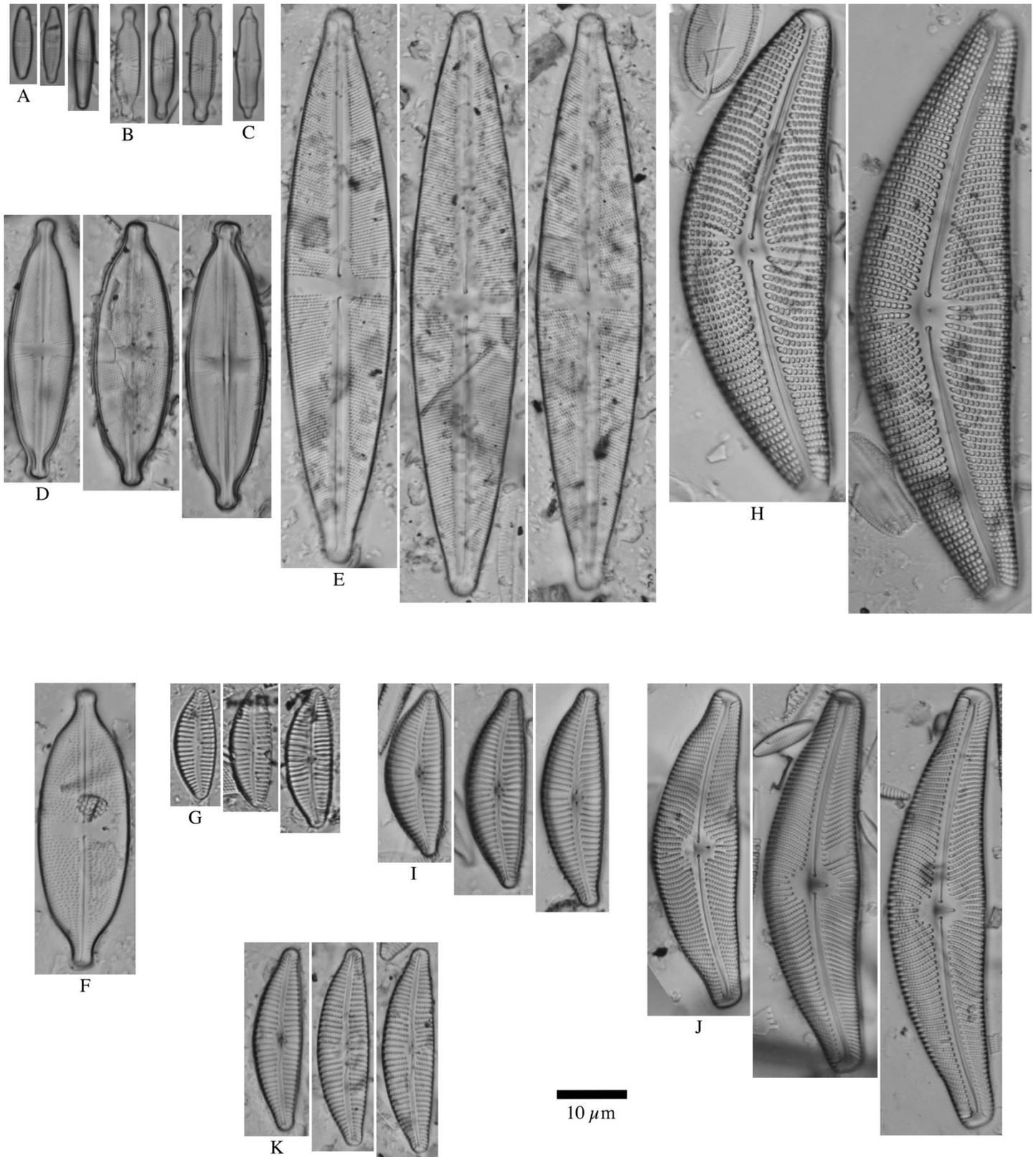


Figura 38. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Stauroneis bobvjergii*, B) *Stauroneis* sp. 1, C) *Stauroneis* sp. 2, D) *Stauroneis* sp. 3, E) *Stauroneis* sp. 4, F) *Anomooneis sphaerophora*, G) *Cymbella kolbei*, H) *Cymbella mexicana*, I) *Cymbella tropica*, J) *Cymbella tumida*, K) *Cymbella turgidula*.

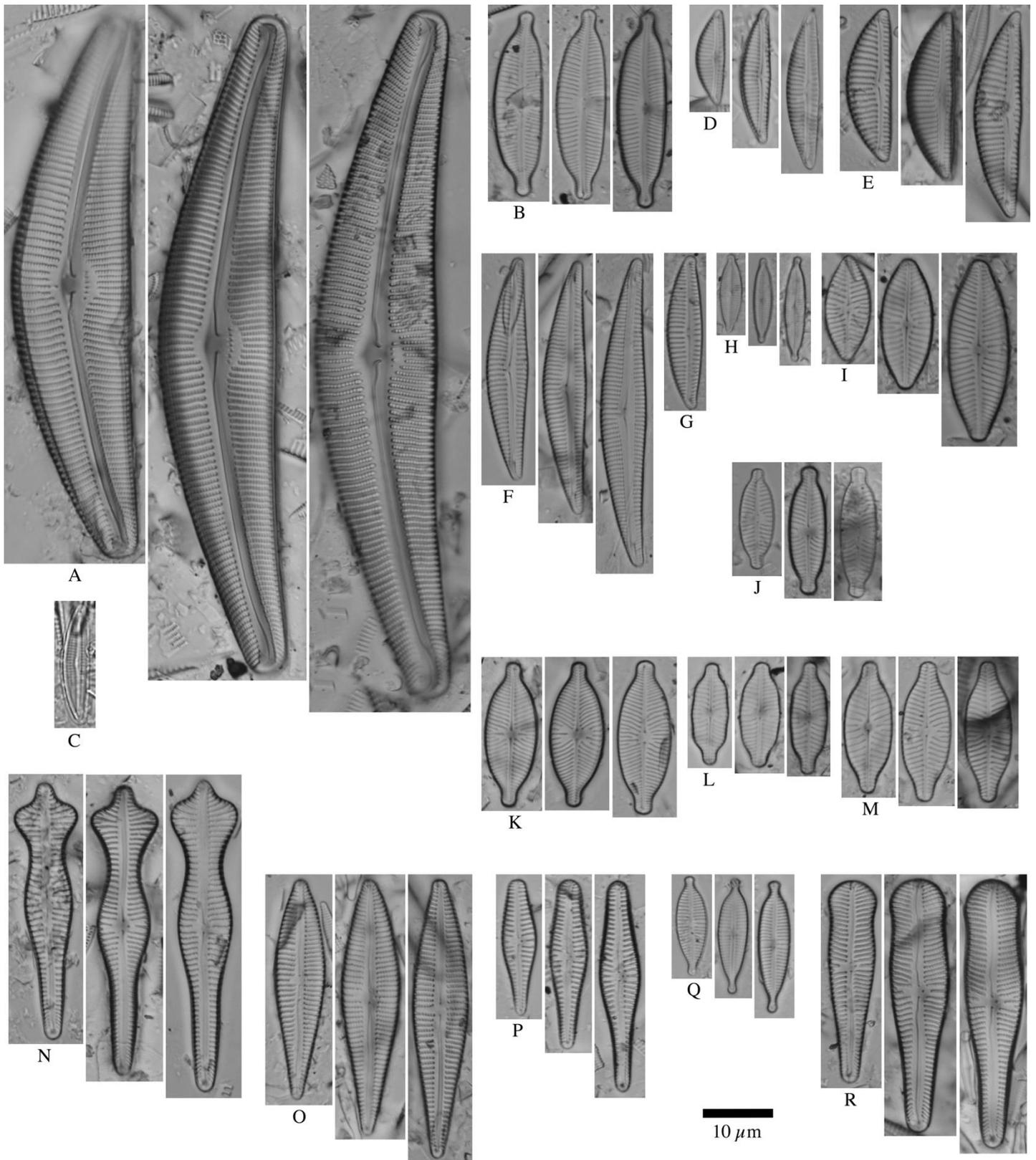


Figura 39. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Cymbella* sp. 1, B) *Cymbopleura naviculiformis*, C) *Encyonema densistriatum*, D) *Encyonema minutum*, E) *Encyonema minutum* var. *pseudogracilis*, F) *Encyonema pergracile*, G) *Encyonema* sp. 1, H) *Encyonopsis subminuta*, I) *Placoneis elegans*, J) *Placoneis paraelginensis*, K) *Placoneis symmetrica*, L) *Placoneis undulata*, M) *Placoneis witkowskii*, N) *Gomphonema acuminatum*, O) *Gomphonema affine*, P) *Gomphonema commutatum*, Q) *Gomphonema lagenula*, R) *Gomphonema laticollum*.

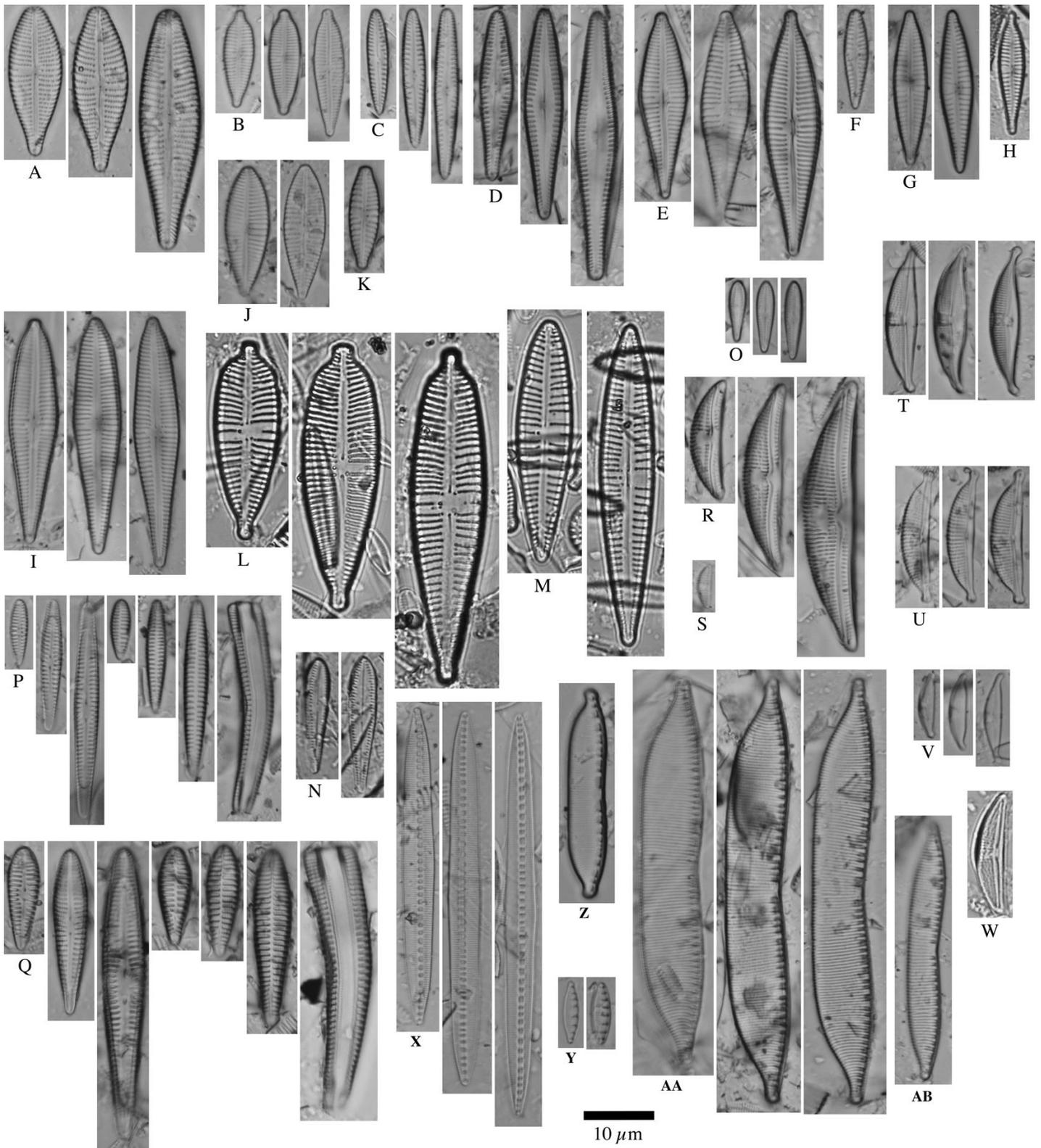


Figura 40. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Gomphonema mexicanum*, B) *Gomphonema parvulum*, C) *Gomphonema pumilum*, D) *Gomphonema* sp. 1, E) *Gomphonema* sp. 2, F) *Gomphonema* sp. 3, G) *Gomphonema* sp. 4, H) *Gomphonema* sp. 5, I) *Gomphonema* sp. 6, J) *Gomphonema* sp. 7, K) *Gomphonema* sp. 8, L) *Gomphonema* sp. 9, M) *Gomphonema* sp. 10, N) *Gomphosphenia lingulatiformis*, O) *Gomphosphenia* sp. 1, P) *Rhoicosphenia* sp. 1, Q) *Rhoicosphenia* sp. 2, R) *Amphora copulata*, S) *Amphora pediculus*, T) *Halamphora bicapitata*, U) *Halamphora ghanensis*, V) *Halamphora montana*, W) *Halamphora veneta*, X) *Bacillaria paxillifera*, Y) *Grunowia solgensis*, Z) *Hantzschia abruptirostrata*, AA) *Hantzschia amphioxys*, AB) *Hantzschia* sp. 1.

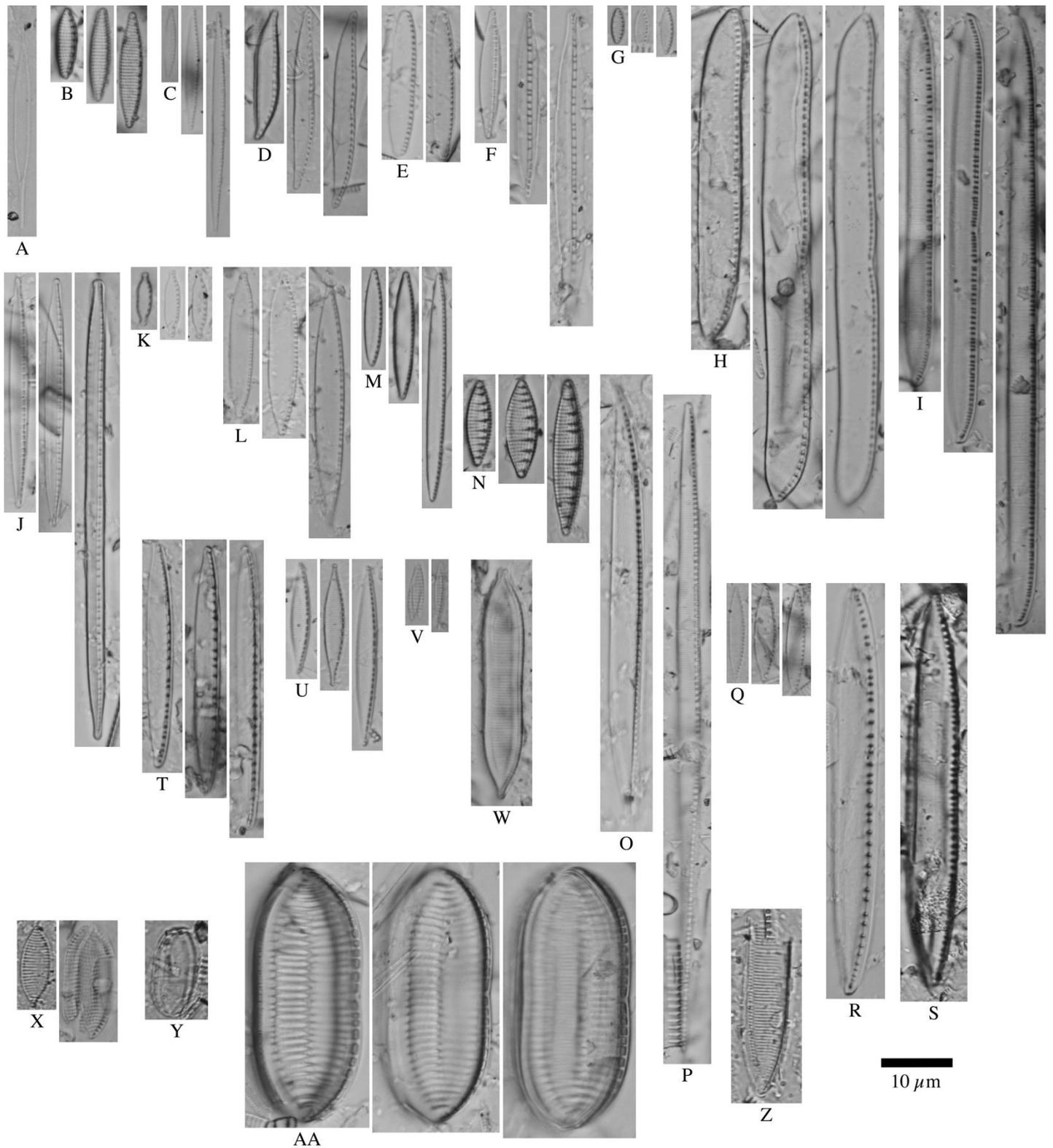


Figura 41. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Nitzschia acicularis*, B) *Nitzschia amphibia*, C) *Nitzschia archibaldii*, D) *Nitzschia clausii*, E) *Nitzschia comunis*, F) *Nitzschia dissipata*, G) *Nitzschia inconspicua*, H) *Nitzschia kurzeana*, I) *Nitzschia linearis*, J) *Nitzschia media*, K) *Nitzschia microcephala*, L) *Nitzschia palea* var. *palea*, M) *Nitzschia palea* var. *tenuirostris*, N) *Nitzschia semirobusta*, O) *Nitzschia sigma*, P) *Nitzschia subtilis*, Q) *Nitzschia supralitorea*, R) *Nitzschia tsarenkoi*, S) *Nitzschia umbonata*, T) *Nitzschia* sp. 1, U) *Nitzschia* sp. 2, V) *Simonsenia delognei*, W) *Tryblionella calida*, X) *Tryblionella compressa*, Y) *Tryblionella debilis*, Z) *Tryblionella hungarica*, AA) *Tryblionella levidensis*.

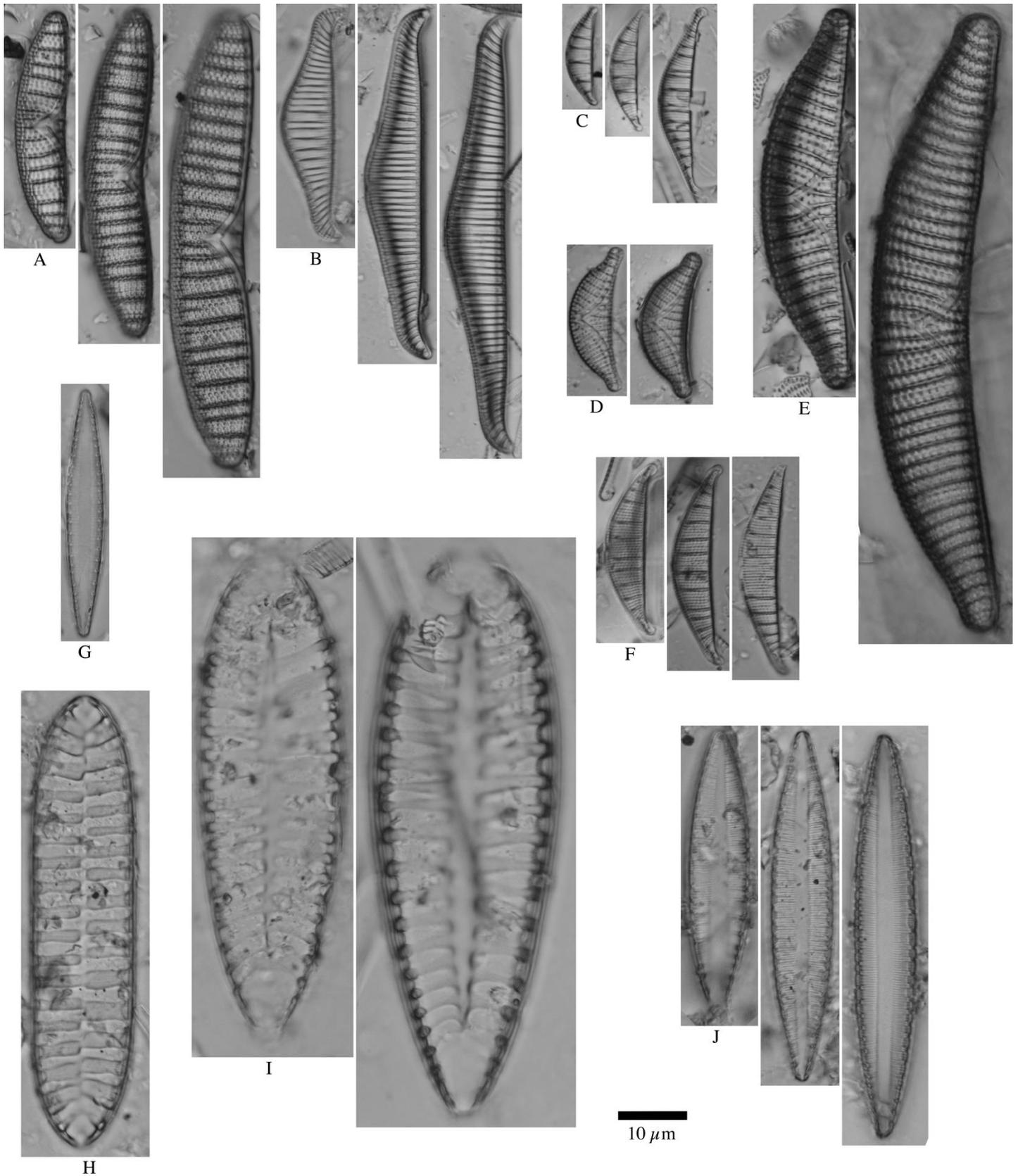


Figura 42. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Epithemia adnata*, B) *Epithemia gibba*, C) *Epithemia operculata*, D) *Epithemia sores*, E) *Epithemia turgida*, F) *Rhopalodia gibberula* var. *vanheurckii*, G) *Iconella delicatissima*, H) *Iconella linearis*, I) *Iconella tenera*, J) *Iconella* sp. 1.

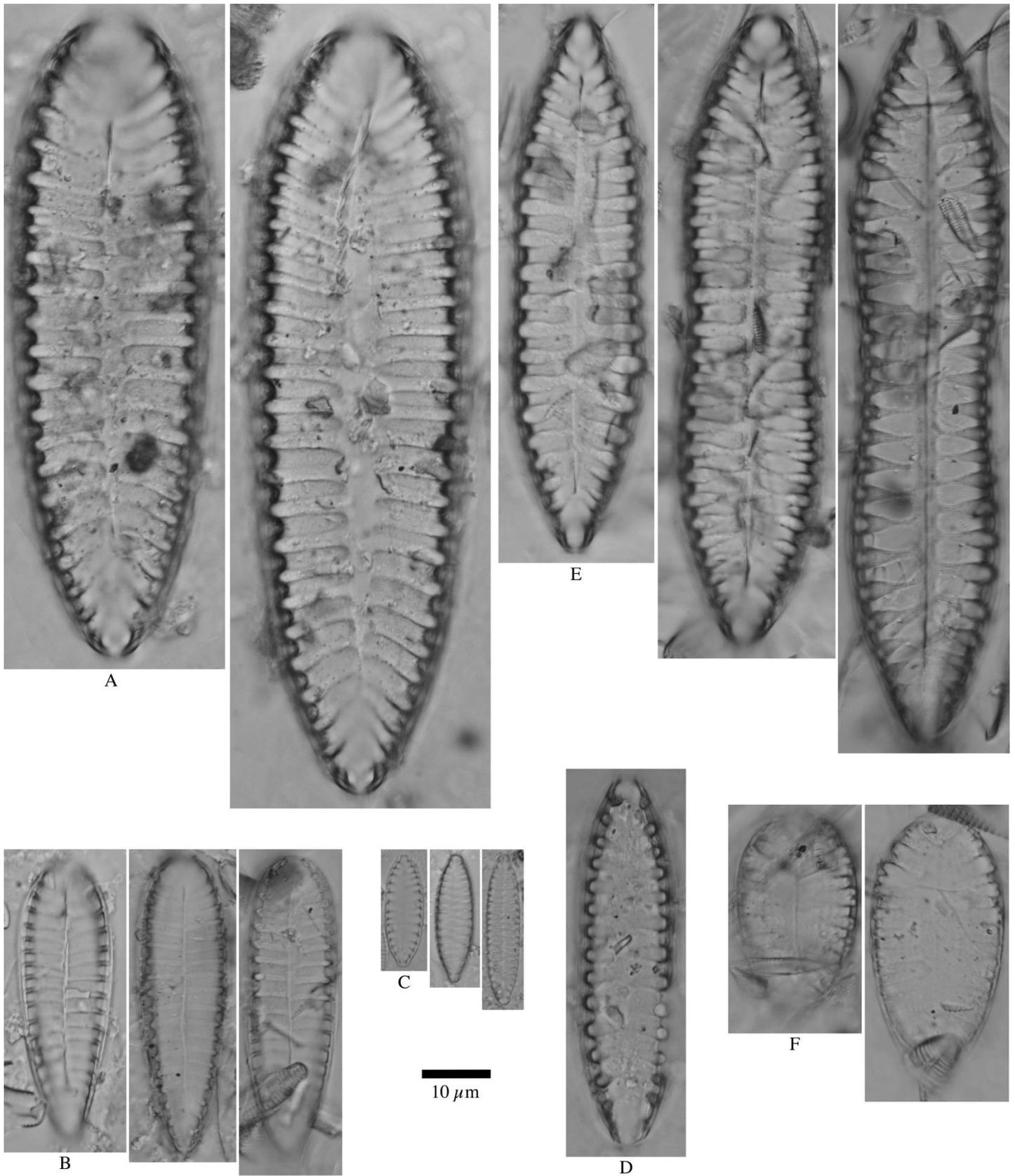


Figura 43. Diversidad de diatomeas bentónicas. A) *Iconella* sp. 2, B) *Iconella* sp. 3, C) *Suirella angusta*, D) *Suirella roba*, E) *Suirella susanae*, F) *Suirella* sp. 1.

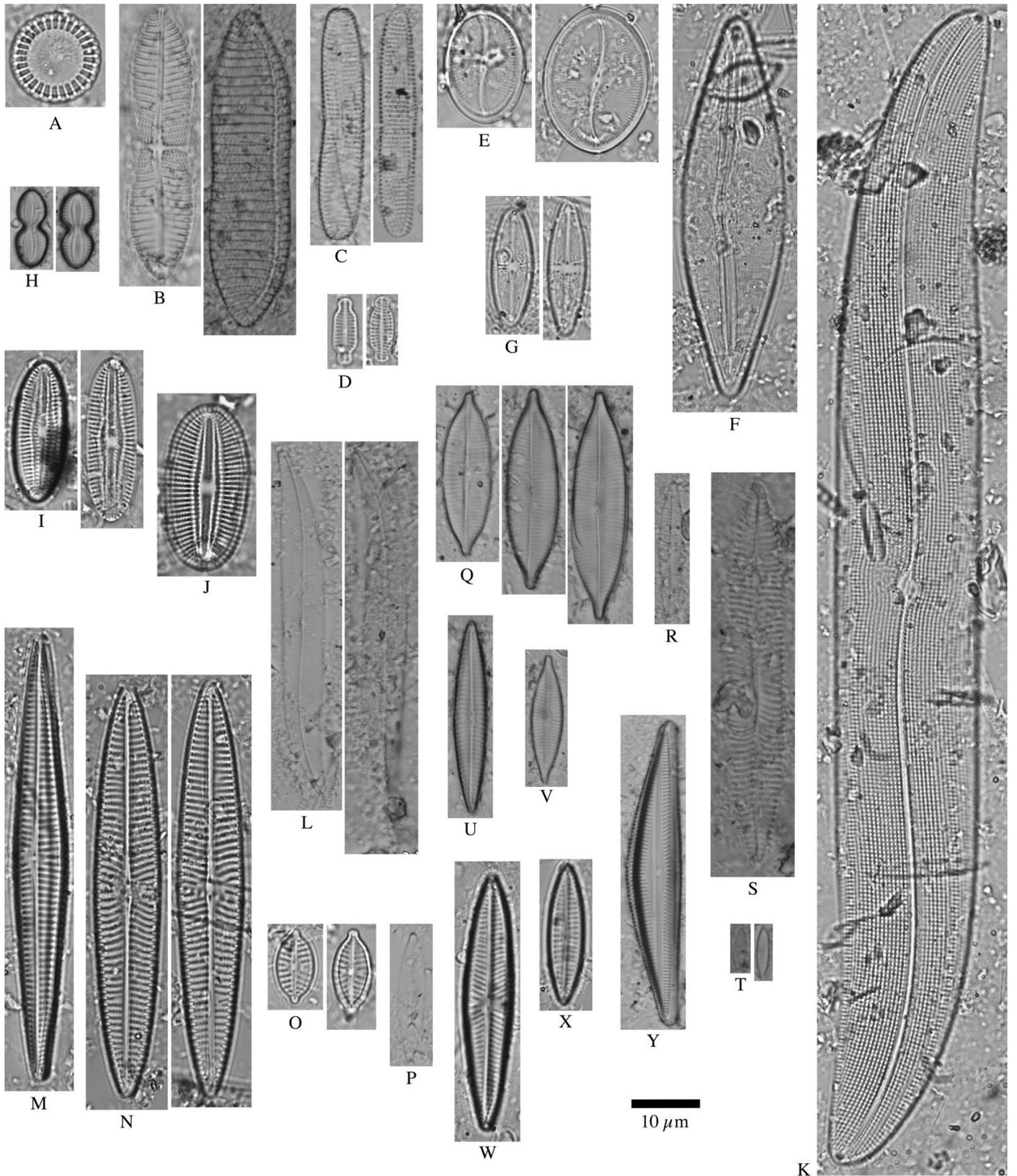


Figura 44. Diversidad de diatomeas bentónicas del Estero El Salado en Puerto Vallarta, Jalisco. A) *Stephanocyclus menenghiniana*, B) *Achnanthes* sp. 1, C) *Achnanthes* sp. 2, D) *Karayevia* sp. 1, E) *Cocconeis disrupta*, F) *Frustulia asymmetrica*, G) *Parlibellus* sp. 2, H) *Diploneis caffra*, I) *Diploneis* sp. 2, J) *Diploneis* sp. 3, K) *Gyrosigma balticum*, L) *Gyrosigma* sp. 1, M) *Navicula longa*, N) *Navicula longa* var. *irregularis*, O) *Navicula platyventris*, P) *Navicula* sp. 5, Q) *Navicula* sp. 6, R) *Navicula* sp. 7, S) *Navicula* sp. 8, T) *Navicula* sp. 9, U) *Navicula* sp. 10, V) *Navicula* sp. 11, W) *Navicula* sp. 12, X) *Navicula* sp. 13, Y) *Seminavis robusta*.

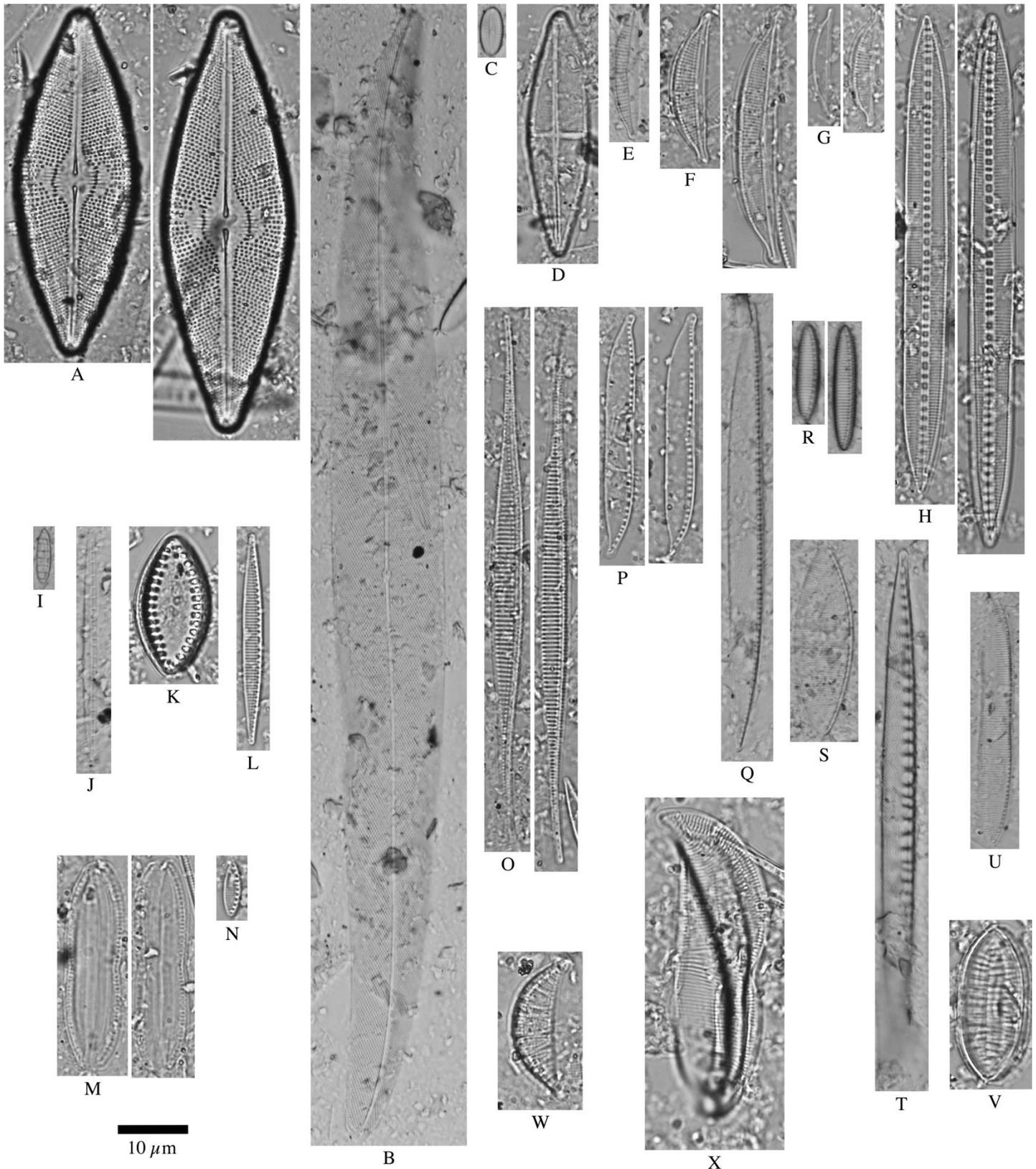


Figura 45. Diversidad de diatomeas bentónicas del Estero El Salado en Puerto Vallarta, Jalisco. A) *Sieminskia wohlenbergii*, B) *Pleurosigma salinarum*, C) *Fallacia* sp. 1, D) *Staurophora salina*, E) *Halamphora acutiuscula*, F) *Halamphora* sp. 2, G) *Halamphora* sp. 3, H) *Bacillaria socialis*, I) *Denticula subtilis*, J) *Nitzschia distans*, K) *Nitzschia granulata* var. *hyalina*, L) *Nitzschia grossestriata*, M) *Nitzschia hybrida*, N) *Nitzschia inconspicua*, O) *Nitzschia lorenziana*, P) *Nitzschia scalpelliformis*, Q) *Nitzschia sigma*, R) *Nitzschia* sp. 3, S) *Nitzschia* sp. 4, T) *Nitzschia* sp. 5, U) *Tryblionella hungarica*, V) *Tryblionella levidensis*, W) *Rhopalodia musculus*, X) *Entomoneis alata* f. *minor*.

En la cuenca Ameca-Mascota se registraron un total de 225 especies de diatomeas en ambas temporadas (Tabla 6). Los valores de riqueza de especies para todos los sitios en la época de secas (25 a 69 especies) fueron mayores que en la época de lluvias (21 a 56 especies). Durante la época de secas los sitios con la mayor cantidad de especies fueron AM5 y AM15 con más de 60, mientras que los sitios con la menor cantidad de especies fueron AM10 y AM11 con menos de 30 especies (Fig. 46). En la época de lluvias los sitios con la mayor cantidad de especies fueron AM7 y AM13 con más de 40 especies, mientras que los sitios con la menor cantidad de especies fueron AM12 y AM15 con menos de 25 especies (Fig. 46).

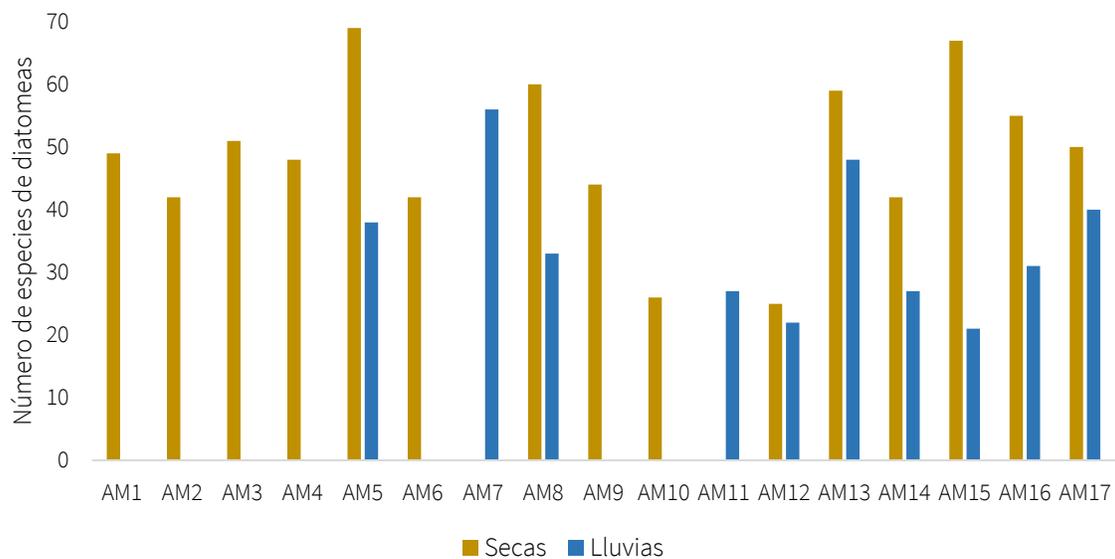


Figura 46. Distribución de la riqueza de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

Tabla 6. Abundancia relativa de las diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17					
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Aulacoseira ambigua</i>													0.2									
<i>Aulacoseira granulata</i>							0.2						0.6	0.9								
<i>Aulacoseira pusilla</i>													0.2									
<i>Melosira varians</i>		2.0	4.5	0.6	0.6	0.9	34.9		0.4	1.6	5.2		0.2									
<i>Orthoseira</i> sp. 1	0.2										0.2	0.3										
<i>Terpsinoë musica</i>																					0.2	
<i>Pleurosira laevis</i>													0.2			0.2					6.9	0.2
<i>Discostella stelligera</i>								0.2					0.2	2.4								
<i>Conticribra weissflogii</i>																0.2						0.7
<i>Stephanocyclus meneghiniana</i>					0.6		0.2	0.2	0.2	0.2			0.2	0.2	0.2	1.2		0.2				0.2
<i>Fragilaria</i> sp. 1				3.4		1.9		1.7								0.4						
<i>Fragilaria</i> sp. 2					2.7		8.7															
<i>Fragilaria</i> sp. 3													0.2									
<i>Punctastriata mimetica</i>													0.2	1.3								
<i>Synedra gouldardii</i>													1.2	0.4								4.6
<i>Tabularia</i> sp. 1													0.2									
<i>Ulnaria biceps</i>					9.3		2.6	0.7	0.7		0.3	0.2		2.0	2.2	1.5	0.2	11.6	0.2	0.5		4.8
<i>Ulnaria ulna</i>	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.7	1.8	3.9	0.2		0.3		1.0	0.9			0.2				0.2	
<i>Eunotia bidens</i>	0.2																					
<i>Eunotia braendlei</i>	3.5										0.2											
<i>Eunotia implicata</i>	1.1	2.2	1.6	1.8																		
<i>Eunotia subarcuatooides</i>	0.2							0.2														
<i>Eunotia</i> sp. 1	0.4																					
<i>Eunotia</i> sp. 2	0.9		0.2								0.2		0.2	7.3								
<i>Eunotia</i> sp. 3			8.3	2.6					0.2				0.9		0.2							
<i>Eunotia</i> sp. 4						1.7						5.7	0.2	14.4							0.2	
<i>Eunotia</i> sp. 6	0.2	0.3																				
<i>Eunotia</i> sp. 7		2.2	2.7	0.2																		
<i>Eunotia</i> sp. 8	0.2							0.7														

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17						
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l		
<i>Eunotia</i> sp. 9		0.3	0.4	0.2																			
<i>Achnanthes inflata</i>	0.9	1.6	0.2						0.3	0.2				0.2									
<i>Achnanthydium</i> sp. 1	1.6	7.8	8.9	14.1										0.2									
<i>Achnanthydium</i> sp. 2		0.5	0.2	0.2	2.9	0.4							0.2										
<i>Achnanthydium</i> sp. 3					0.8	5.4	0.2	1.0		0.3	8.7	4.6	0.8		4.5					0.2			
<i>Achnanthydium</i> sp. 4													2.0										
<i>Gogorevia exilis</i>					2.4		0.5	0.2		5.3	2.2	0.9	28.6	0.2	0.7	0.2	3.9	0.7	5.4	9.6	1.4	1.2	1.6
<i>Gogorevia</i> sp. 1	4.6	0.5	0.2	0.2	0.3																		
<i>Lemnicola hungarica</i>								1.5	1.1	0.3				0.2									
<i>Planothidium cryptolanceolatum</i>	0.2	31.9	23.5	29.0	0.6		0.2	2.9	8.5	6.3	0.4	1.6	0.2	0.2	2.6		2.3						
<i>Planothidium frequentissimum</i>		0.5			0.6	0.4		0.5	14.9	29.9	0.3	1.7	1.0	0.2	1.3		0.7						
<i>Planothidium minutissimum</i>																							0.4
<i>Planothidium potapovae</i>														0.2	0.2								
<i>Planothidium rostratoholarticum</i>	0.4		0.2																0.2				
<i>Planothidium</i> sp. 1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	27.4	0.2	23.3	5.7	11.5	0.3	1.0		0.6	2.6	7.2	52.4	0.5	38.4	0.2	21.6	0.7	1.1
<i>Platessa bahlsii</i>					0.3		0.2																
<i>Platessa conspicua</i>	0.2			0.2				0.7				0.2											
<i>Cocconeis cascadenis</i>	0.2	2.0	0.4	0.2	1.9		1.0		58.6	45.5	0.3	5.4	2.3	0.2	1.9								
<i>Cocconeis pediculus</i>					0.2	2.1							0.2	0.2									
<i>Cocconeis</i> sp. 1					8.9	23.4	2.2	17.2	1.5	36.9	1.4		24.8	2.6	14.6	17.8	8.3	21.8	0.2	0.2	2.5	0.2	
<i>Decussiphycus placenta</i>	0.2																						
<i>Amphipleura chipasensis</i>			0.2		0.3	0.2	0.2		0.2	0.2	0.3		5.5	0.2	0.2	0.2	0.2	3.3					
<i>Amphipleura pellucida</i>					0.3	0.4	1.1			0.3													
<i>Frustulia crassinervia</i>	0.2	0.5	0.4	0.2		0.2																	
<i>Frustulia neomundana</i>			2.7	0.2				0.2				1.3	0.2										
<i>Frustulia vulgaris</i>			0.2		0.3			0.2		0.3													
<i>Frustulia</i> sp. 1	0.4	6.5	0.2	0.9	0.3						0.6	0.2											
<i>Parlibellus</i> sp. 1																	0.2					0.2	
<i>Nupela metzeltinii</i>	0.7	0.5												0.2	0.2								
<i>Nupela praecipuoides</i>	64.2	3.3	16.2	1.8	0.3	2.4		0.5		0.3	17.8	41.4	59.5	13.0	0.4	0.2	0.2						

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17				
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Diadesmis confervacea</i>													0.7		2.3					11.9	0.2
<i>Humidophila contenta</i>	0.2										0.3	0.2									
<i>Humidophila</i> sp. 1										0.2											
<i>Luticola goeppertiana</i>					0.2		0.2				0.3		0.2	0.4							0.2
<i>Luticola mutica</i>								0.2	0.3	0.2		0.2				0.2					
<i>Luticola</i> sp. 1								0.2										0.5			
<i>Luticola</i> sp. 2																		0.2			
<i>Diploneis</i> sp. 1	0.2				0.3	0.2	0.2														
<i>Adlafia minuscula</i>			0.4	1.9	0.3		0.2				0.3		0.2						1.1		0.9
<i>Adlafia suchlandtii</i>	1.1	4.6	4.3		0.3				0.3	0.2					0.2	0.2		0.2			
<i>Caloneis</i> sp.1		1.9	0.2																		
<i>Caloneis</i> sp.2			0.2												0.2						
<i>Caloneis</i> sp.5														0.2		0.2					
<i>Caloneis</i> sp.6								0.2													
<i>Chamaepinnularia evanida</i>				0.3				0.2													
<i>Geissleria punctifera</i>													0.4								
<i>Gyrosigma kuetzingii</i>				0.3					0.3												0.2
<i>Gyrosigma obtusatum</i>													0.9								0.2
<i>Hippodonta</i> sp. 2													0.2				1.2		0.2	0.2	
<i>Navicula amphiceropsis</i>								0.2	0.2				0.4								
<i>Navicula angusta</i>	1.1							0.2							0.2						
<i>Navicula canalis</i>							0.5					0.2	0.2						0.7		0.4
<i>Navicula capitatoradiata</i>					0.3	0.2	0.9	0.5	0.7	2.7			0.2					0.2	0.2	0.2	
<i>Navicula cryptocephala</i>			0.2	0.6			0.2	1.7	0.5												
<i>Navicula cryptotenella</i>					0.3		0.2		1.8	0.2			0.2		0.2		1.2		0.2		
<i>Navicula erifuga</i>													0.2		0.2				4.5	0.2	12.8
<i>Navicula escambia</i>		1.4	1.3	3.0	0.3	2.2		3.4		0.3		2.2	0.2	0.4	0.2	0.2		0.5			
<i>Navicula fernandae</i>					0.3		0.4		0.2												
<i>Navicula gregaria</i>					1.4	0.9	0.2	1.2	1.3	0.2	1.4										0.2
<i>Navicula incarum</i>	0.2		0.9	0.2							1.3			0.6		2.8	0.4	0.2			

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17						
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l		
<i>Navicula ingapirca</i>					0.3								0.4	0.4	0.2		1.2	0.2			0.2	0.2	
<i>Navicula lohmanii</i>												1.8											
<i>Navicula notha</i>			0.4	16.7	2.4		2.0		0.6														
<i>Navicula radiosa</i>							0.2		0.3			0.2	0.2										
<i>Navicula recens</i>																						2.8	
<i>Navicula rostellata</i>			0.2		0.3	0.2	1.5	0.2	0.3				0.6	0.2		0.2		0.2		0.2		1.3	
<i>Navicula subrhynchocephala</i>																1.6		1.2		1.2		0.2	
<i>Navicula tenelloides</i>							0.5		0.4		0.6		0.2	1.7	0.4	0.9	1.2	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	0.7
<i>Navicula veneta</i>								0.2					1.8					0.2					0.2
<i>Navicula viridulacalcis</i>					0.3																		
<i>Navicula</i> sp. 1		0.5									0.3												
<i>Navicula</i> sp. 2																						0.2	
<i>Navicula</i> sp. 3							0.5	0.7					0.2			0.2							
<i>Navicula</i> sp. 4				0.3		0.2																	
<i>Navigeia decussis</i>				0.4	0.7		2.9	1.8	0.3			0.2	0.2		0.2		0.2			0.2		0.2	
<i>Seminavis</i> sp. 1													0.2		0.2		0.2						0.2
<i>Neidium</i> sp. 1					0.3			0.2															
<i>Neidium</i> sp. 2								0.9	0.5														
<i>Neidium</i> sp. 4								0.2															
<i>Pinnularia borealis</i>	0.2	0.3	0.2				0.2																
<i>Pinnularia erratica</i>	0.2	0.3	3.0	1.8		0.2																	
<i>Pinnularia stidolphii</i>				0.2	0.3		0.2	0.2	0.2	0.3													
<i>Pinnularia</i> sp. 1	0.2		0.2	0.2						0.3			0.9	0.2		0.2		0.2					
<i>Pinnularia</i> sp. 2															0.2								
<i>Pinnularia</i> sp. 3					0.3			0.7			0.3												
<i>Pinnularia</i> sp. 4							0.5	0.2					0.2								0.2		0.2
<i>Pinnularia</i> sp. 5		0.3	0.2					0.2															
<i>Pinnularia</i> sp. 6								0.2															
<i>Pinnularia</i> sp. 7																0.2							
<i>Pinnularia</i> sp. 8								0.2															

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17								
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l						
<i>Pinnularia</i> sp. 11																				0.2					
<i>Pleurosigma</i> sp. 1																0.2									
<i>Fallacia pygmaea</i>																0.2									
<i>Fallacia subhamulata</i>					0.3	0.2																			
<i>Sellaphora atomoides</i>	1.3	0.3	0.9	0.2	0.3	0.4	1.7	6.0	0.7	0.3	1.3		0.2	0.9	1.9	13.9	3.7	3.7		1.2					
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>													0.9						0.7	0.2					
<i>Sellaphora fusticulus</i>	0.2							0.2				0.2	0.2		0.2										
<i>Sellaphora javanica</i>				0.2									0.2		0.2										
<i>Sellaphora pseudopupula</i>		3.8	0.4	0.2	0.3															0.2					
<i>Sellaphora pupula</i>			0.2					6.1	0.9				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.4	0.2				
<i>Sellaphora saugerresii</i>	0.7	12.0	6.4	2.6				0.4	1.9		12.3	8.9	0.2	0.5	0.2	1.8	0.4	0.2	0.8	0.4	0.7	2.7	1.4	3.8	
<i>Sellaphora tridentula</i>																								0.2	
<i>Sellaphora</i> sp. 1		2.0	0.4																						
<i>Sellaphora</i> sp. 2								0.2					0.2		0.5										
<i>Sellaphora</i> sp. 3					0.2		0.2			0.3															
<i>Craticula ambigua</i>								0.2												0.2					
<i>Craticula molestiformis</i>															0.2										
<i>Craticula subminuscula</i>							0.2	0.7					0.2	3.5	0.2		1.5	6.8	13.6		3.5				
<i>Fistulifera</i> sp. 1		0.5	0.4		0.2								0.2	0.2		0.2					4.5	3.4			
<i>Stauroneis bobvjergii</i>										0.2															
<i>Stauroneis</i> sp. 1												0.2		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Stauroneis</i> sp. 3														0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Stauroneis</i> sp. 4								0.2																	
<i>Cymbella kolbei</i>								0.2						0.2	1.7	0.2	1.8	2.4	0.2						
<i>Cymbella mexicana</i>				0.3	0.2							0.4													
<i>Cymbella tropica</i>							1.2					1.4			0.2	0.2	0.2								
<i>Cymbella tumida</i>			0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3			0.2	0.2		0.2										
<i>Cymbella turgidula</i>														0.2	0.2										
<i>Cymbella</i> sp. 1				1.5	1.8	0.2						0.2													
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>			0.2	0.2	0.3																				

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17				
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l		
<i>Encyonema minutum</i>					0.3		0.5		0.3							0.2					
<i>Encyonema minutum</i> var. <i>pseudogracilis</i>	0.2	2.2	4.3	2.4		0.2		0.2						0.2	0.2						
<i>Encyonema pergracile</i>					0.2																
<i>Encyonema</i> sp. 1	0.2		0.2												0.2						
<i>Placoneis elegans</i>								0.2													
<i>Placoneis paraelginensis</i>			0.2	0.2																	
<i>Placoneis symmetrica</i>					0.3		0.2	0.2					0.2	0.2	0.2	0.5	0.2				
<i>Placoneis undulata</i>								0.2													
<i>Placoneis witkowskii</i>											0.3										
<i>Gomphonema acuminatum</i>					0.3	0.2		0.2	0.4	0.4	0.2										
<i>Gomphonema affine</i>					0.6		0.2	0.2					0.6		0.2		0.2				
<i>Gomphonema commutatum</i>	0.2		0.2	0.2	1.7		0.2	0.2						0.2	0.7	0.2					
<i>Gomphonema lagenula</i>	0.2	0.5	0.2	3.4	1.2	0.2	0.2	0.2	1.9	0.2	0.3				0.2						
<i>Gomphonema laticollum</i>					0.3			0.2													
<i>Gomphonema mexicanum</i>													0.2	0.2	1.4	0.2	1.2	0.2	3.2		
<i>Gomphonema parvulum</i>						1.9	0.7	1.2	2.6		2.8		0.2	0.7	0.4	0.7	8.4	6.8	3.6	5.9	1.8
<i>Gomphonema pumilum</i>		0.8		0.2	1.2		0.2	8.3	0.7	1.4	9.9		0.4	0.9	6.3	0.2	1.4	0.2	19.8	0.2	0.2
<i>Gomphonema</i> sp. 1	0.2				0.6								0.2								
<i>Gomphonema</i> sp. 2	0.2										0.3										
<i>Gomphonema</i> sp. 3	0.2																				
<i>Gomphonema</i> sp. 4		0.8	0.2	1.7	0.3					0.2											
<i>Gomphonema</i> sp. 5													0.2								0.5
<i>Gomphonema</i> sp. 6					0.3																
<i>Gomphonema</i> sp. 7								0.2													
<i>Gomphonema</i> sp. 8								0.2													
<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i>																					0.2
<i>Gomphosphenia</i> sp. 1										1.6	1.9	4.0	8.0								
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1	0.2	0.8	0.2	0.2	19.3	1.9	2.1	3.7	0.9	0.2	12.2		23.6	11.7	4.5	0.2					
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 2														3.0							
<i>Amphora copulata</i>					0.3								0.2		0.2						0.2

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17							
	s	s	s	s	s		s		s	s		s		s		s								
<i>Amphora pediculus</i>								0.2																
<i>Halamphora bicapitata</i>										0.2						0.2								
<i>Halamphora ghanensis</i>									0.3		1.9		0.2	0.2	0.2	0.5	2.9	4.2	4.3	1.4	0.4			
<i>Halamphora montana</i>							0.7	0.7			0.3		1.8		0.2	0.2		0.2	1.1	0.2	0.9			
<i>Bacillaria paxillifera</i>							0.2						1.0	0.7		2.6				0.2				
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0.2	0.3					0.2		0.2				0.2	0.2	0.2	0.2			0.2		0.2			
<i>Hantzschia abruptirostrata</i>								0.2																
<i>Hantzschia sp. 1</i>													0.2											
<i>Nitzschia acicularis</i>																0.2								
<i>Nitzschia amphibia</i>				0.2	0.3		2.0		0.3	0.2	1.6	1.6	2.8	3.9	0.2	1.5	0.7	7.6	6.7	8.3	1.6	2.7		
<i>Nitzschia archibaldii</i>					17.6	0.7	9.4	1.2																
<i>Nitzschia clausii</i>				0.2	0.3	0.2										0.2		0.2			0.2			
<i>Nitzschia dissipata</i>													0.2			0.2		0.5						
<i>Nitzschia inconspicua</i>								0.7					0.7		4.8									
<i>Nitzschia kurzeana</i>																0.7					0.2	0.2		
<i>Nitzschia linearis</i>		2.0	0.2	0.4	1.4		1.6	0.2	0.2	0.5	0.6	0.2	1.6	0.7	0.5		0.4	0.8			0.2			
<i>Nitzschia media</i>				0.3	0.2	2.5	0.7			0.6			0.2											
<i>Nitzschia microcephala</i>				0.6																	3.3			
<i>Nitzschia palea var. palea</i>								32.4								0.5								
<i>Nitzschia palea var. tenuirostris</i>		0.8	0.4	6.6	1.9		1.3	2.7		0.5	0.3		0.3		5.3	6.5	3.2	0.2	19.4	1.5	9.6	16.9	23.3	3.9
<i>Nitzschia semirobusta</i>	0.2																							
<i>Nitzschia sigma</i>																					0.2			
<i>Nitzschia subtilis</i>							0.2									0.2					0.2			
<i>Nitzschia supralitorena</i>												0.4	0.2			3.7		3.3		7.6	1.1			
<i>Nitzschia tsarenkoi</i>																		0.2						
<i>Nitzschia umbonata</i>																					0.5	0.2		
<i>Nitzschia sp. 1</i>	0.2	0.8	0.4	0.2																				
<i>Nitzschia sp. 2</i>													0.2	0.6	3.5									
<i>Simonsenia delognei</i>		0.5			0.4		0.5																	
<i>Tryblionella calida</i>																					0.2			

Especie / Sitio / Temporada	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17		
	s	s	s	s	s		s		s	s		s		s		s		s	
<i>Tryblionella compressa</i>																0.2	0.2	0.2	
<i>Tryblionella debilis</i>																0.2	0.2		
<i>Tryblionella hungarica</i>																	0.2		
<i>Tryblionella levidensis</i>					0.3								0.2	0.4					
<i>Epithemia adnata</i>					14.3	1.0	2.2	2.0		0.3	0.2			0.2	0.7				
<i>Epithemia gibba</i>					0.3		0.2	0.2							0.2	5.6			
<i>Epithemia operculata</i>												0.2		0.2	0.2	4.2	0.2		
<i>Epithemia turgida</i>										0.2			0.2						
<i>Iconella linearis</i>	0.2	0.3		0.2	0.3	0.2											0.2		
<i>Iconella tenera</i>								0.2	0.3				0.2				0.2		
<i>Iconella</i> sp. 1	0.2	0.5	1.1	0.2															
<i>Iconella</i> sp. 3	0.2																		
<i>Surirella angusta</i>				0.4	0.3	0.2	0.2	0.3					0.2						
<i>Surirella roba</i>	0.2																		
<i>Surirella susanae</i>				0.3	0.2														
<i>Surirella</i> sp. 1															0.2	0.2	0.2		

S= secas, L= lluvias.

En la cuenca Pitillal se registraron un total de 146 especies de diatomeas en ambas épocas (Tabla 7). Los valores de riqueza de especies para todos los sitios en la época de secas (53 a 73 especies) fueron mucho mayores que en la época de lluvias (22 a 38 especies). Durante la época de secas el sitio con la mayor cantidad de especies fue Pi4 con 73 especies, mientras que los sitios con la menor cantidad de especies fueron Pi5 y Pi6 con 53 especies (Fig. 47). Durante la época de lluvias el sitio con la mayor cantidad de especies fue Pi3 con 38 especies, mientras que los sitios con la menor cantidad de especies fueron Pi6 y Pi7 con 22 especies (Fig. 47).

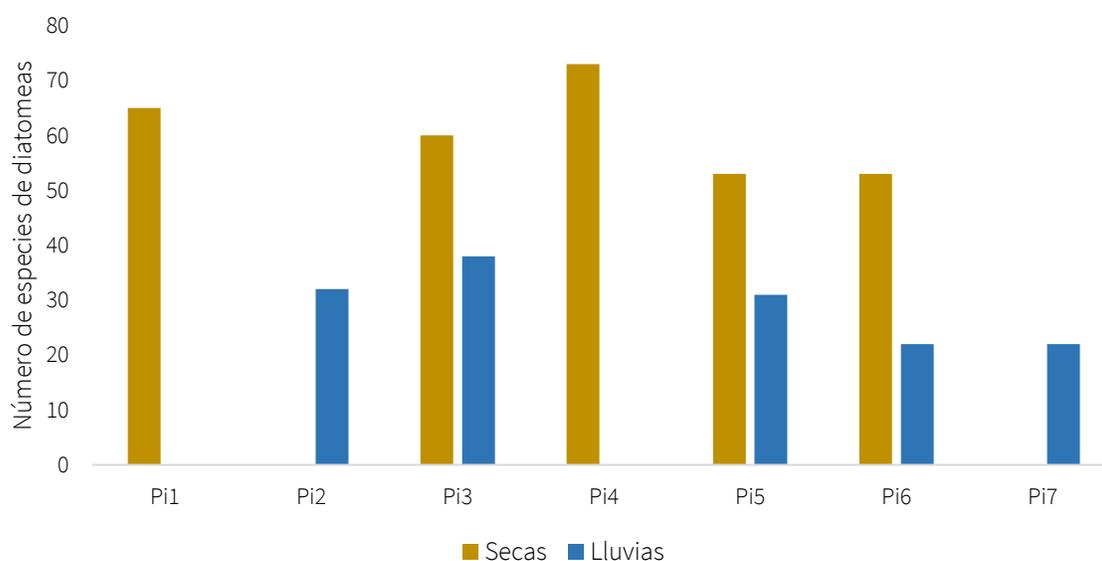


Figura 47. Distribución de la riqueza de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

Tabla 7. Abundancia relativa de las diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	Pi1		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	s	l	s	l	l	
<i>Melosira varians</i>	1.7	0.2	3.4	1.9	0.9	0.9	0.3				
<i>Terpsinoë musica</i>			0.2								
<i>Fragilaria</i> sp. 1				0.2							
<i>Fragilaria</i> sp. 2	0.2										
<i>Synedra goulardii</i>	24.6		0.2		0.9	2.0			7.6		
<i>Ulnaria biceps</i>	0.8				0.2	2.2			0.2		
<i>Ulnaria ulna</i>	1.6	0.4	0.2	0.5			0.3	0.7	0.3		
<i>Eunotia</i> sp. 3			0.2								
<i>Eunotia</i> sp. 4			0.2								
<i>Achnanthes inflata</i>		0.2									
<i>Achnantheidium</i> sp. 2	2.3				1.1	0.2	3.6				
<i>Achnantheidium</i> sp. 3	4.2		0.9		0.6	1.7		2.2			
<i>Achnantheidium</i> sp. 4	0.2						0.3				0.8
<i>Achnantheidium</i> sp. 6				0.2							
<i>Gogorevia exilis</i>	0.8	1.7	0.2	0.8	0.4	0.4	0.3	0.7	1.4	0.4	
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0.2				1.5	0.4	0.3		0.8		
<i>Planothidium minutissimum</i>					0.9	0.2					
<i>Planothidium robustum</i>	0.2										
<i>Planothidium rostratoholarticum</i>	0.2		0.2		0.2						
<i>Planothidium</i> sp. 1	1.6	39.3	4.8	6.1	9.5	3.6	67.2	4.3	44.0	13.3	
<i>Platessa bahlsii</i>			0.7								
<i>Cocconeis cascadenis</i>		1.6		3.5							
<i>Cocconeis pediculus</i>	2.3					1.7					
<i>Cocconeis</i> sp. 1	2.0		32.2		32.6	27.7	1.5	5.8	0.8	2.5	
<i>Amphipleura chipasensis</i>		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			0.3		
<i>Amphipleura pellucida</i>								0.2			
<i>Frustulia crassinervia</i>		0.2									
<i>Frustulia neomundana</i>			0.2	0.9							
<i>Frustulia vulgaris</i>	0.2										

Especie / Sitio / Temporada	Pi1		Pi2		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	l
<i>Nupela praecipuoides</i>		0.4	0.2	1.9	0.2		0.2						
<i>Luticola goeppertiana</i>					0.4								
<i>Luticola mutica</i>									0.3				
<i>Adlafia minuscula</i>									0.3				
<i>Adlafia suchlandtii</i>	0.6	0.2	0.2	0.2	0.6		0.7						
<i>Caloneis</i> sp.3	0.2				0.2								
<i>Caloneis</i> sp.4		0.4											
<i>Caloneis</i> sp.7	0.2										0.2		
<i>Geissleria punctifera</i>							0.2						
<i>Gyrosigma kuetzingii</i>							0.2	0.2			0.2		
<i>Hippodonta</i> sp. 1			0.2										
<i>Navicula amphiceropsis</i>			0.2										
<i>Navicula canalis</i>											1.6		2.9
<i>Navicula capitatoradiata</i>	0.4		0.2		0.2		0.2				0.2		
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.6												
<i>Navicula erifuga</i>												2.5	21.8
<i>Navicula escambia</i>		0.6	0.2	3.7	0.2			0.3			0.8		0.8
<i>Navicula fernandae</i>		0.2	0.2	0.2	0.2								
<i>Navicula gregaria</i>	0.2		1.9	1.4	2.9		1.9	0.6	2.9	1.5			0.4
<i>Navicula incarum</i>				0.2									
<i>Navicula longicephala</i>		0.4		1.4									
<i>Navicula notha</i>				0.8									
<i>Navicula rostellata</i>			0.2		0.6		0.2				0.3		1.7
<i>Navicula subrhynchocephala</i>	0.2										0.9		
<i>Navicula tenelloides</i>		0.4	0.2	3.7	0.2		0.2	5.9	2.9	2.8			5.5
<i>Navicula vilaplantii</i>					0.2								
<i>Navicula</i> sp. 1					1.1								
<i>Navicula</i> sp. 3		0.2	0.2										
<i>Navicula</i> sp. 4				1.2							0.3		2.9
<i>Navigeia decussis</i>	0.8		0.4	0.2			0.2	0.3	1.1				

Especie / Sitio / Temporada	Pi1		Pi2		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	l
<i>Neidium</i> sp. 1													0.2
<i>Neidium</i> sp. 3	0.2												
<i>Pinnularia erratica</i>			0.2										
<i>Pinnularia stidolphii</i>	0.2		0.2				0.2				0.7		
<i>Pinnularia</i> sp. 1				0.2			0.2						
<i>Pinnularia</i> sp. 5		0.2											
<i>Pinnularia</i> sp. 8								0.2					
<i>Pinnularia</i> sp. 9							0.2						
<i>Pinnularia</i> sp. 10							0.2						
<i>Fallacia insociabilis</i>							0.2						
<i>Sellaphora atomoides</i>	1.6	0.2	0.2				0.2	0.2	0.8	0.2	5.4		
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>		0.6		1.9					0.6				0.8
<i>Sellaphora javanica</i>		0.2											
<i>Sellaphora pseudopupula</i>	0.2												
<i>Sellaphora pupula</i>	0.2		0.2				0.2		0.6				
<i>Sellaphora rhombicarea</i>	0.2		0.2				0.2			0.2			
<i>Sellaphora saugerresii</i>		2.5	0.2	0.8			0.2	0.2	4.8	0.2	0.8		3.8
<i>Sellaphora</i> sp. 1	0.2							0.2	0.2				
<i>Sellaphora</i> sp. 3							0.2	0.2	0.4				
<i>Sellaphora</i> sp. 4											0.4		
<i>Craticula subminuscula</i>									0.4				2.9
<i>Fistulifera</i> sp. 1	0.2		0.2						0.8	0.2			
<i>Stauroneis</i> sp. 1	0.2		0.2				0.2		0.3	0.2			
<i>Stauroneis</i> sp. 2	0.2												
<i>Stauroneis</i> sp. 3											9.8		
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>							0.2						
<i>Cymbella kolbei</i>									0.3	2.9			
<i>Cymbella mexicana</i>	0.6		0.2				1.3	0.2					
<i>Cymbella tropica</i>	0.2								0.3	0.9			
<i>Cymbella tumida</i>	0.2		0.2	0.2			0.4	0.2		0.7			0.4

Especie / Sitio / Temporada	Pi1		Pi2		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	l
<i>Cymbella turgidula</i>				0.2									
<i>Cymbella</i> sp. 1	0.2										0.2		
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	0.2												
<i>Encyonema minutum</i>	0.6		0.2	0.2	1.5	0.2							0.4
<i>Placoneis elegans</i>					0.2								
<i>Placoneis paraelginensis</i>					0.2								
<i>Placoneis symmetrica</i>	0.2										0.2		
<i>Placoneis undulata</i>	0.2					0.2							
<i>Placoneis witkowskii</i>			0.2		0.2						0.2		
<i>Gomphonema affine</i>	0.2		0.9		0.2	0.7					0.2		
<i>Gomphonema commutatum</i>	0.2					0.2							
<i>Gomphonema lagenula</i>	0.2	0.2		0.5	0.2						0.2		
<i>Gomphonema laticollum</i>	0.2										0.2		
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.2		0.2		0.9	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.5	45.9	2.0	0.9	2.9	33.5	0.3	0.7					
<i>Gomphonema</i> sp. 1	0.2		0.2		0.2	0.2							
<i>Gomphonema</i> sp. 2			0.2		0.9								
<i>Gomphonema</i> sp. 3		0.2		0.2									
<i>Gomphonema</i> sp. 6				0.2									
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1	0.6	1.6	3.9	0.8	6.6	2.6	0.6	1.8					
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 2			0.2		2.8	2.4							
<i>Amphora copulata</i>	0.2		0.2		0.8	0.2		0.2					
<i>Halamphora bicapitata</i>					0.2								
<i>Halamphora ghanensis</i>										0.2	0.3		
<i>Halamphora montana</i>					0.2		0.3	0.2	2.0				
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0.8		4.3	0.2	2.8	1.3		3.1	0.3				
<i>Grunowia solgensis</i>	0.2												
<i>Hantzschia</i> sp. 1					0.2			0.2					
<i>Nitzschia acicularis</i>					0.2								
<i>Nitzschia amphibia</i>		0.4	1.3	1.2	1.8	0.9	0.8	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	

Especie / Sitio / Temporada	Pi1		Pi2		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	l
<i>Nitzschia archibaldii</i>	0.2						2.7	2.2					
<i>Nitzschia clausii</i>			0.2				0.2						
<i>Nitzschia comunis</i>							0.2						
<i>Nitzschia dissipata</i>								1.3			0.4		
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0.2	0.2	2.7	2.1	2.9		1.3	3.8		0.9	1.1	0.4	
<i>Nitzschia kurzeana</i>										0.2			
<i>Nitzschia linearis</i>		0.8	0.2	0.5	0.2		0.4						0.4
<i>Nitzschia media</i>	0.2												
<i>Nitzschia microcephala</i>	0.4						0.2	0.2		0.9			0.4
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	0.2		0.2		2.3		0.7			0.2			
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	4.7	0.2	0.2	7.3	6.5			4.4	34.8	14.8	36.1		
<i>Nitzschia semirobusta</i>	1.6		0.2										
<i>Nitzschia supralitorea</i>	0.2		0.2										
<i>Nitzschia</i> sp. 2			4.3		1.5		0.2			12.1			
<i>Tryblionella debilis</i>				0.2									
<i>Tryblionella levidensis</i>								0.2					
<i>Epithemia adnata</i>	5.9	0.2	0.2		1.8		4.4			0.4			
<i>Epithemia gibba</i>	0.2				0.2		0.2			0.7			
<i>Epithemia operculata</i>			0.2		0.2		0.2						
<i>Epithemia sores</i>	3.3									2.2			
<i>Epithemia turgida</i>							0.2						
<i>Iconella delicatissima</i>		0.2											
<i>Iconella linearis</i>	0.2									0.2			
<i>Iconella tenera</i>								0.2					
<i>Iconella</i> sp. 2			0.2		0.2								
<i>Iconella</i> sp. 3		0.4		0.2									
<i>Surirella susanae</i>			0.9		0.2		0.2						

S= secas, L= lluvias.

En el estero El Salado, en la parte baja de la cuenca Pitilla la riqueza de diatomeas en ambas temporadas fue de 49 especies (Tabla 8). En este sitio a diferencia del resto, la riqueza de especies fue menor en la época de secas (24 especies) que en lluvias (39 especies). Esto se puede deber a que la salinidad es un factor estresante para la mayoría de las especies epicontinentales y en la temporada de lluvias esta fue mucho menor que en secas.

Tabla 8. Abundancia relativa de las diatomeas bentónicas en el estero El Salado durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	ES	
	s	l
<i>Stephanocyclus meneghiniana</i>		0.2
<i>Achnanthes</i> sp. 1	3.1	
<i>Achnanthes</i> sp. 2	3.1	0.2
<i>Karayevia</i> sp. 1		1.9
<i>Cocconeis disrupta</i>		0.2
<i>Frustulia asymmetrica</i>		0.2
<i>Parlibellus</i> sp. 2		0.2
<i>Diploneis caffra</i>	7.3	
<i>Diploneis</i> sp. 2		0.7
<i>Diploneis</i> sp. 3		0.2
<i>Gyrosigma balticum</i>		0.2
<i>Gyrosigma</i> sp. 1	25.5	0.2
<i>Navicula longa</i>		0.2
<i>Navicula longa</i> var. <i>irregularis</i>		1.6
<i>Navicula platyventris</i>		3.4
<i>Navicula</i> sp. 5	6.8	
<i>Navicula</i> sp. 6	12.0	
<i>Navicula</i> sp. 7	0.5	
<i>Navicula</i> sp. 8	1.4	0.5
<i>Navicula</i> sp. 9	2.8	1.9
<i>Navicula</i> sp. 10	0.5	1.1
<i>Navicula</i> sp. 11	0.5	0.2
<i>Navicula</i> sp. 12		0.2
<i>Navicula</i> sp. 13		0.2
<i>Seminavis robusta</i>	0.5	0.2
<i>Sieminskia wohlenbergii</i>		0.2
<i>Pleurosigma salinarum</i>	8.3	0.9
<i>Fallacia</i> sp. 1	0.5	2.4

Especie / Sitio / Temporada	ES	
	s	l
<i>Staurophora salina</i>		0.2
<i>Halamphora acutiuscula</i>	5.3	
<i>Halamphora</i> sp. 2		3.2
<i>Halamphora</i> sp. 3		0.2
<i>Bacillaria socialis</i>	2.6	28.6
<i>Denticula subtilis</i>	2.8	0.2
<i>Nitzschia distans</i>	1.6	2.7
<i>Nitzschia granulata</i> var. <i>hyalina</i>		0.2
<i>Nitzschia grossestriata</i>	0.5	18.6
<i>Nitzschia hybrida</i>		2.7
<i>Nitzschia inconspicua</i>		13.3
<i>Nitzschia lorenziana</i>		2.7
<i>Nitzschia scalpelliformis</i>		0.2
<i>Nitzschia sigma</i>	0.5	0.5
<i>Nitzschia</i> sp. 3	9.9	
<i>Nitzschia</i> sp. 4	3.1	
<i>Nitzschia</i> sp. 5	2.8	
<i>Tryblionella hungarica</i>	0.5	0.2
<i>Tryblionella levidensis</i>		0.2
<i>Rhopalodia musculus</i>		0.2
<i>Entomoneis alata</i> f. <i>minor</i>		0.2

S= secas, L= lluvias.

En la cuenca ElCuale se registraron un total de 102 especies de diatomeas en ambas temporadas (Tabla 9). Los valores de riqueza de especies en la temporada de secas se encontraron entre 13 y 57 especies y en la temporada de lluvias entre 26 y 37 especies. En la temporada de secas la mayor riqueza de especies se encontró en los sitios de la parte baja de la cuenca Cu4 y Cu5, mientras que en la temporada de lluvias se invirtió esto, encontrando la mayor riqueza de especies en la parte media de la cuenca (Cu1-Cu3) (Fig. 48).

En la cuenca Las Juntas se registraron un total de 115 especies de diatomeas en ambas temporadas (Tabla 10). Los valores de riqueza de especies en la temporada de secas se encontraron entre 24 y 47 especies y en la temporada de lluvias entre 22 y 40 especies. En la temporada de secas la mayor riqueza se encontró en los sitios Ju3 y Ju7, con la menor

riqueza en Ju6, en la temporada de lluvias la mayor riqueza se encontró en Ju5 y la menor se mantuvo en Ju6. En la mayoría de los sitios la riqueza de especies fue mayor en la temporada de secas, sin embargo, en los sitios Ju4 y Ju5 que se encontraban muy cerca entre sí, así como en Ju6, el número de especies fue muy parecido entre temporadas (Fig. 49).

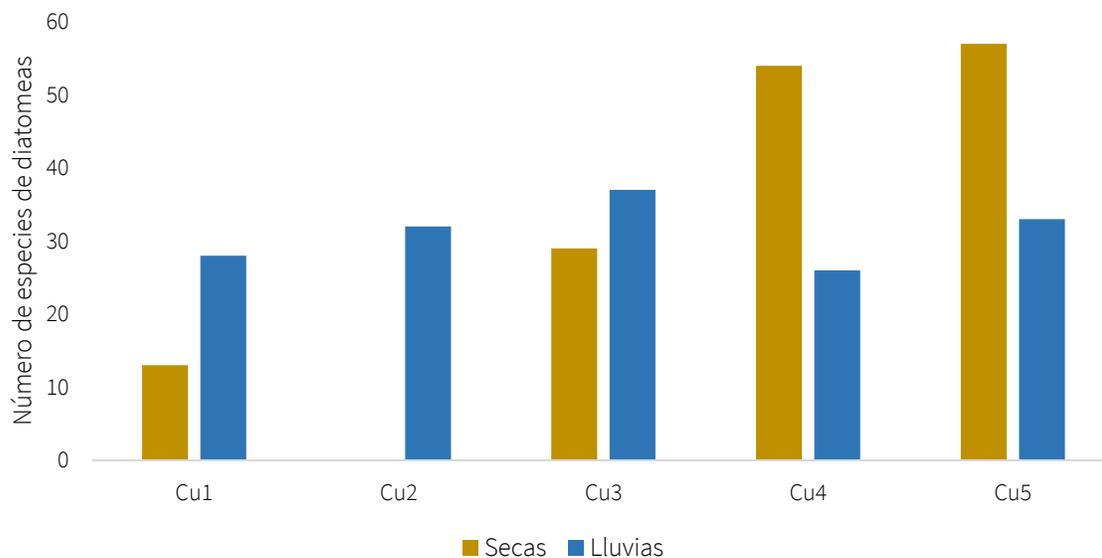


Figura 48. Distribución de la riqueza de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

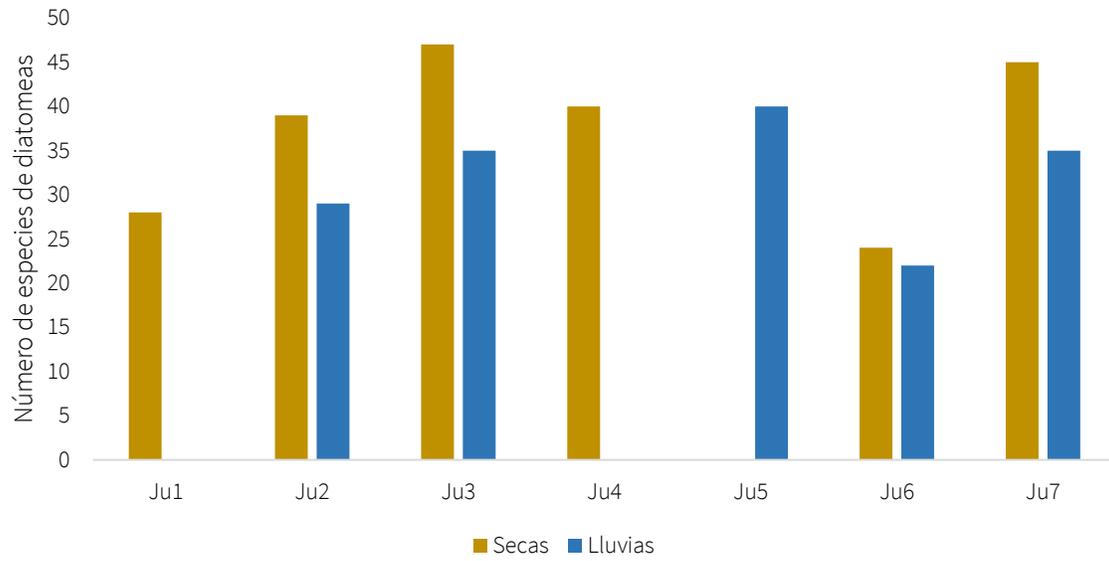


Figura 49. Distribución de la riqueza de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Tabla 9. Abundancia relativa de las diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	Cu1		Cu2	Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l
<i>Melosira varians</i>		0.3	0.2	7.7		1.6		6.4	
<i>Stephanocyclus meneghiniana</i>						0.3		0.3	
<i>Fragilaria</i> sp. 1	1.7	1.2	0.2	3.2	1.8	1.7		0.3	
<i>Synedra goulardii</i>				4.0	0.2	2.6		0.3	0.2
<i>Ulnaria ulna</i>	87.8	0.6	1.0	2.3	1.0	3.1	0.5	0.8	
<i>Eunotia</i> sp. 7			0.2						
<i>Achnanthydium</i> sp. 2				2.9		2.9	5.2	7.9	
<i>Achnanthydium</i> sp. 3	2.5		5.7	12.9		9.2		13.3	
<i>Achnanthydium</i> sp. 4		51.9					18.2		6.8
<i>Achnanthydium</i> sp. 5	0.3			6.5	31.5	8.0		3.1	
<i>Gogorevia exilis</i>		0.4	0.2	0.9	0.7	0.4	1.4	0.4	0.9
<i>Planothydium cryptolanceolatum</i>		0.3						0.3	
<i>Planothydium frequentissimum</i>		0.8	0.2	0.7	0.2	0.3		0.4	0.2
<i>Planothydium</i> sp. 1		2.7	3.5	0.5	9.7	3.8	32.8	15.0	7.0
<i>Cocconeis cascadiensis</i>			67.3						
<i>Cocconeis</i> sp. 1	0.3	0.6				0.3	0.2	1.4	
<i>Amphipleura chipasensis</i>			0.2			0.3			
<i>Amphipleura pellucida</i>				0.2		0.6		0.3	
<i>Frustulia neomundana</i>		0.3							
<i>Frustulia vulgaris</i>						0.3			
<i>Brachysira microcephala</i>					0.2				
<i>Nupela metzeltinii</i>	1.9								
<i>Nupela praecipuoides</i>		0.6		0.5		0.3	0.2	0.3	0.2
<i>Luticola mutica</i>									0.2
<i>Luticola</i> sp. 2								0.3	
<i>Adlafia minuscula</i>				0.2	0.2		0.9	0.3	0.7
<i>Adlafia suchlandtii</i>	0.3	3.9	0.2	1.4		0.6	0.2	3.8	
<i>Caloneis</i> sp.2				0.7		0.3			
<i>Caloneis</i> sp.4								3.8	

Especie / Sitio / Temporada	Cu1		Cu2	Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l
<i>Caloneis</i> sp.7						0.3		0.3	
<i>Geissleria punctifera</i>						0.3		2.5	
<i>Navicula cryptotenella</i>					0.2			0.4	
<i>Navicula escambia</i>					0.2		0.2		1.4
<i>Navicula fernandae</i>							0.2		
<i>Navicula gregaria</i>					0.2	0.3		1.4	0.2
<i>Navicula incarum</i>					3.4		0.2		0.4
<i>Navicula ingapirca</i>									0.2
<i>Navicula longicephala</i>									0.2
<i>Navicula notha</i>		8.9	0.2	0.7	0.5	1.5	1.1	7.5	7.2
<i>Navicula rostellata</i>					0.7	0.3			0.2
<i>Navicula subrhynchocephala</i>					0.2	0.4			
<i>Navicula tenelloides</i>		0.3		0.2	1.4	0.3	6.2	0.3	2.6
<i>Navicula</i> sp. 3						0.3	0.9		0.2
<i>Navigeia decussis</i>		0.3	0.2		0.2	0.4		1.7	1.4
<i>Pinnularia stidolphii</i>								0.3	
<i>Pinnularia</i> sp. 1	0.3					0.3			
<i>Pinnularia</i> sp. 11			0.2						
<i>Sellaphora atomoides</i>				1.6	0.5	0.3		2.8	
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>					0.5		2.3		3.7
<i>Sellaphora javanica</i>									0.7
<i>Sellaphora pupula</i>			0.2						
<i>Sellaphora rhombicarea</i>						0.3			
<i>Sellaphora saugerresii</i>	0.3	8.9	0.5	0.5	2.9	0.3	5.7	1.3	6.8
<i>Sellaphora</i> sp. 1								0.6	
<i>Craticula subminuscula</i>					0.2				
<i>Fistulifera</i> sp. 1		6.2			0.2	0.3	0.2	0.6	3.7
<i>Stauroneis</i> sp. 1					0.2				
<i>Stauroneis</i> sp. 3		0.3						0.3	
<i>Cymbella kolbei</i>									1.9

Especie / Sitio / Temporada	Cu1		Cu2	Cu3		Cu4		Cu5		
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Cymbella tropica</i>									1.3	
<i>Cymbella tumida</i>			0.2		0.2	0.3			0.3	
<i>Cymbella turgidula</i>			0.2			0.6			0.8	
<i>Encyonema minutum</i>		0.6	0.2	1.6	1.1	1.5			1.7	1.4
<i>Encyonema minutum</i> var. <i>pseudogracilis</i>							0.2			
<i>Encyonopsis subminuta</i>		0.3			0.2					0.2
<i>Placoneis symmetrica</i>						0.3				
<i>Placoneis witkowskii</i>			0.2			0.3			0.3	
<i>Gomphonema acuminatum</i>			0.2							
<i>Gomphonema affine</i>				1.2		0.4			0.3	
<i>Gomphonema commutatum</i>			0.2			0.3			0.3	
<i>Gomphonema lagenula</i>		0.6	3.5		0.7	4.8			0.3	
<i>Gomphonema mexicanum</i>			0.2							
<i>Gomphonema parvulum</i>				0.7			0.7		2.8	0.4
<i>Gomphonema pumilum</i>		0.3	9.5		0.2	0.3			0.3	0.2
<i>Gomphonema</i> sp. 1			0.2	0.5		0.3			0.3	
<i>Gomphonema</i> sp. 3					0.2					
<i>Gomphonema</i> sp. 4			1.0							0.4
<i>Gomphonema</i> sp. 5		0.8	0.2							
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1		0.3	3.0	0.2					0.8	
<i>Halamphora ghanensis</i>							1.4			0.2
<i>Halamphora montana</i>					1.0		3.0			4.6
<i>Bacillaria paxillifera</i>						0.6			0.3	
<i>Hantzschia amphioxys</i>			0.2							0.2
<i>Nitzschia amphibia</i>		3.1	0.2		0.5	0.3	1.1		1.4	1.4
<i>Nitzschia archibaldii</i>						2.9			0.3	
<i>Nitzschia clausii</i>					0.2					
<i>Nitzschia inconspicua</i>		1.4			2.3	0.3	4.8			
<i>Nitzschia kurzeana</i>						0.3			0.4	

Especie / Sitio / Temporada	Cu1		Cu2	Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l
<i>Nitzschia linearis</i>			0.5		0.2	0.3			
<i>Nitzschia microcephala</i>							0.2		
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>				0.5		0.6		0.3	
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	1.9	5.2		41.6	36.4	37.4	11.8	7.8	46.0
<i>Nitzschia semirobusta</i>	2.9			1.9	0.2	0.6		0.3	
<i>Nitzschia subtilis</i>								0.3	
<i>Nitzschia supralitorea</i>								1.7	
<i>Nitzschia</i> sp. 2								0.3	
<i>Epithemia adnata</i>	0.5			5.3		1.4		1.9	
<i>Epithemia gibba</i>				0.7		0.3		1.9	
<i>Epithemia operculata</i>						0.3			
<i>Rhopalodia gibberula</i> var. <i>vanheurckii</i>	0.3								
<i>Iconella</i> sp. 2								0.3	
<i>Surirella</i> sp. 1		0.6							

S= secas, L= lluvias.

Tabla 10. Abundancia relativa de las diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Melosira varians</i>				1.2		0.2							3.3	
<i>Orthoseira</i> sp. 1									0.2					
<i>Fragilaria</i> sp. 1	3.5	7.8							1.8					
<i>Fragilaria</i> sp. 2		0.3		9.4		2.4				0.7				
<i>Synedra goulardii</i>		1.5	0.2	5.1	0.2								1.2	0.2
<i>Ulnaria biceps</i>	4.1	0.4		4.7	0.2	2.4				0.5			12.8	
<i>Ulnaria ulna</i>	12.3	15.3	0.2	15.0	0.2	1.2	3.7	2.5	0.2	9.5				
<i>Eunotia subarcuatooides</i>											0.2			
<i>Eunotia</i> sp. 2										0.2				
<i>Eunotia</i> sp. 5	0.3													
<i>Eunotia</i> sp. 8								0.2						
<i>Achnantheidium</i> sp. 1	55.2													
<i>Achnantheidium</i> sp. 2			8.3	2.5	4.5			0.2					0.6	2.2
<i>Achnantheidium</i> sp. 3		16.9	2.4	4.9	1.8	18.7				1.8			1.2	6.1
<i>Achnantheidium</i> sp. 4	2.7		0.4	0.2		9.5	79.8	58.2	94.5					0.4
<i>Achnantheidium</i> sp. 5		1.3		0.2	0.2	1.2	0.8						1.2	1.3
<i>Gogorevia exilis</i>	0.3	0.3		0.2	0.6	0.5	0.2	0.2		0.2			0.6	
<i>Planothidium frequentissimum</i>				0.6		0.2	0.2						0.4	
<i>Planothidium minutissimum</i>													0.3	
<i>Planothidium potapovae</i>	0.8			0.2		0.2							0.8	
<i>Planothidium rostratoholarticum</i>	0.6	0.6	0.9	2.5		0.2			0.2				0.3	
<i>Planothidium</i> sp. 1	0.4	1.5	3.3	2.9	37.5	0.8	0.6			0.2			14.7	2.2
<i>Cocconeis cascadiensis</i>			0.2		0.2			0.2						
<i>Cocconeis</i> sp. 1	0.6	7.8		1.5		8.4							17.9	0.9
<i>Amphipleura chipasensis</i>				0.2		1.2							0.3	
<i>Frustulia neomundana</i>		0.3												
<i>Frustulia vulgaris</i>			0.2											
<i>Frustulia</i> sp. 1				0.2										

Especie / Sitio / Temporada	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Brachysira microcephala</i>									0.4			0.9		
<i>Brachysira</i> sp. 1									0.2					
<i>Nupela praecipuoides</i>		0.6							1.0	0.2	0.2			
<i>Humidophila contenta</i>				0.2		0.2				0.2				
<i>Humidophila</i> sp. 1													0.3	
<i>Luticola mutica</i>									0.2					
<i>Diploneis</i> sp. 1									0.2					
<i>Adlafia minuscula</i>		0.4			0.2	0.8							0.3	0.4
<i>Adlafia suchlandtii</i>		1.7		1.8		1.4		0.2			0.2	0.3		
<i>Caloneis</i> sp.2		0.6			0.2			0.2						
<i>Caloneis</i> sp.5											0.2			
<i>Hippodonta</i> sp. 1				0.2										
<i>Navicula amphiceropsis</i>				0.5										0.2
<i>Navicula angusta</i>	0.3													
<i>Navicula cryptotenella</i>							0.2							
<i>Navicula escambia</i>			0.2		0.2									0.2
<i>Navicula gregaria</i>		0.4	2.0		0.2								0.6	0.2
<i>Navicula incarum</i>			0.9	0.5	1.3								1.2	0.9
<i>Navicula longicephala</i>		0.3												
<i>Navicula notha</i>	0.6	2.8	5.5	2.3	0.9	6.5	1.4	1.6	0.2	2.3	2.2			
<i>Navicula rostellata</i>			0.2		0.2							0.3	0.2	
<i>Navicula tenelloides</i>		0.3	2.6	0.2	1.9	0.2						0.6	3.7	
<i>Navicula</i> sp. 3				0.6										0.2
<i>Navigeia decussis</i>			0.7	1.2	0.4	0.2	0.2					3.3	1.5	
<i>Neidium</i> sp. 3							0.2							
<i>Pinnularia erratica</i>										0.5				
<i>Pinnularia stidolphii</i>	0.3									0.2				
<i>Pinnularia</i> sp. 1	0.3			0.2							0.2			
<i>Pinnularia</i> sp. 3					0.2									
<i>Pinnularia</i> sp. 5								0.2						0.2

Especie / Sitio / Temporada	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Pinnularia</i> sp. 12								0.2						
<i>Fallacia insociabilis</i>											0.2			
<i>Sellaphora atomoides</i>	0.3	0.3	0.2		0.6	0.6							2.5	
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>			0.2		1.7									1.3
<i>Sellaphora fusticulus</i>						0.2								
<i>Sellaphora rhombicarea</i>					0.2									
<i>Sellaphora saugerresii</i>		1.9	4.4		5.8	0.2	0.4			0.2	0.4		6.4	
<i>Sellaphora stauroneioides</i>		0.3								0.2				
<i>Sellaphora tridentula</i>			0.2											
<i>Sellaphora</i> sp. 3						0.2								
<i>Craticula subminuscula</i>														0.4
<i>Fistulifera</i> sp. 1			2.2		1.3									1.7
<i>Stauroneis</i> sp. 3			0.2											0.2
<i>Cymbella kolbei</i>					0.2		0.2							0.2
<i>Cymbella tropica</i>				0.6							0.2		1.7	
<i>Cymbella tumida</i>			0.2	0.5		1.2		0.2		0.2			1.4	
<i>Cymbella turgidula</i>						0.8	0.2	6.5						
<i>Encyonema densistriatum</i>							0.2		0.2					
<i>Encyonema minutum</i>			1.3	5.0	1.3	0.2		0.5	0.2	2.7	1.3			
<i>Encyonema minutum</i> var. <i>pseudogracilis</i>				0.6		0.2	0.2	0.2		0.3				
<i>Encyonema pergracile</i>	0.4	2.3												
<i>Encyonopsis subminuta</i>	8.9	4.8		1.2			0.2	1.4	0.2					
<i>Gomphonema affine</i>	1.2	1.4		0.5	0.2	0.8	0.2	1.8		0.3				
<i>Gomphonema commutatum</i>	0.3	0.3		0.2		0.2	0.2	0.2						
<i>Gomphonema lagenula</i>							0.6							
<i>Gomphonema laticollum</i>	0.3			0.2				0.2						
<i>Gomphonema mexicanum</i>														0.2
<i>Gomphonema parvulum</i>		2.9	0.7	1.2	1.6	2.2				0.2	1.4	2.6		
<i>Gomphonema pumilum</i>	0.8	2.9	0.2	2.7				0.2	0.2		5.6			
<i>Gomphonema</i> sp. 1	0.3	0.6		0.2	0.2	5.3	0.2	1.4	0.2					

Especie / Sitio / Temporada	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Gomphonema</i> sp. 2		0.3						0.2						0.2
<i>Gomphonema</i> sp. 3									1.2			0.2		0.2
<i>Gomphonema</i> sp. 4			0.4	1.2										
<i>Gomphonema</i> sp. 5					0.2				0.4			0.2		
<i>Gomphonema</i> sp. 7									0.2					
<i>Gomphonema</i> sp. 9														0.2
<i>Gomphosphenia</i> sp. 1								0.2						
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1	0.3	0.3												
<i>Halamphora bicapitata</i>					0.2				0.2					
<i>Halamphora montana</i>				0.2	0.2		0.2							0.4
<i>Halamphora veneta</i>									0.4					
<i>Nitzschia acicularis</i>													0.4	
<i>Nitzschia amphibia</i>			0.4		0.2		8.4	2.5			0.2			2.2
<i>Nitzschia archibaldii</i>		1.9		3.7									1.9	
<i>Nitzschia clausii</i>														0.2
<i>Nitzschia inconspicua</i>					2.4			0.4					1.4	3.7
<i>Nitzschia linearis</i>					0.2		0.2						0.3	
<i>Nitzschia media</i>													0.3	
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>				1.6									0.6	
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	1.4	2.5	34.9		23.9		4.5				0.2		1.4	28.6
<i>Nitzschia semirobusta</i>	1.2	1.5		3.7						2.5			1.4	
<i>Nitzschia</i> sp. 2		0.3		1.8									3.2	
<i>Epithemia adnata</i>	3.9	16.7		6.8									2.3	
<i>Epithemia gibba</i>		0.6		2.3										
<i>Rhopalodia gibberula</i> var. <i>vanheurckii</i>	0.3	0.3												
<i>Iconella delicatissima</i>													0.3	
<i>Iconella linearis</i>													0.3	

S= secas, L= lluvias

En la cuenca El Tuito se registraron un total de 114 especies de diatomeas en ambas épocas (Tabla 711). El número de especies en la temporada de secas fue similar entre los sitios (31 a 43 especies), así como en la temporada de lluvias (38 a 45 especies) (Fig. 50); en el sitio Tu3 se encontró una mayor riqueza de especies en lluvias que en secas.

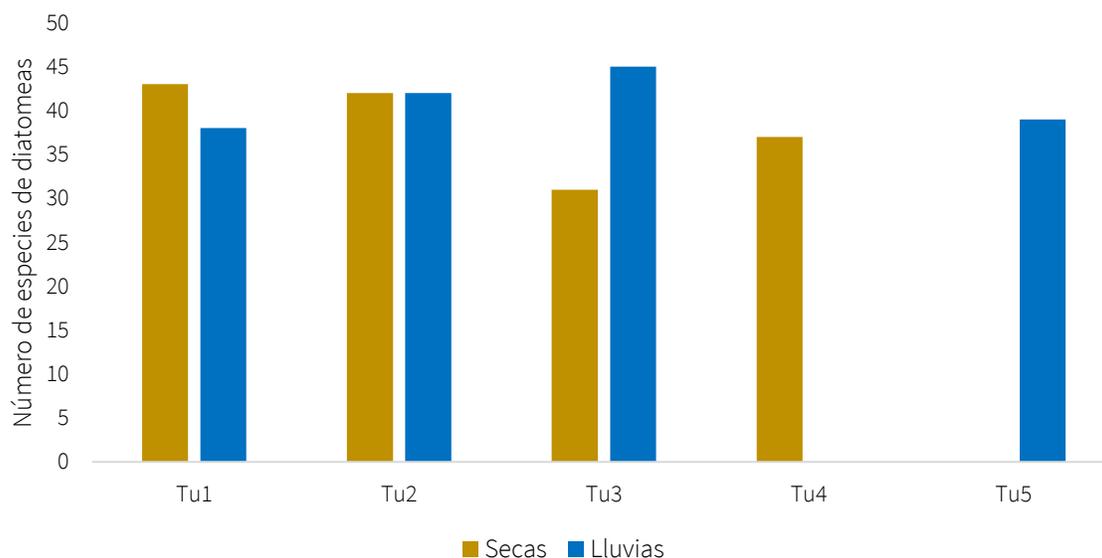


Figura 50. Distribución de la riqueza de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

Especie / Sitio / Temporada	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4		Tu5	
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Stephanocyclus meneghiniana</i>			0.2	0.2						
<i>Fragilaria</i> sp. 1		0.2					4.5			
<i>Synedra goulardii</i>			0.2	0.2	0.2		0.2		1.7	
<i>Ulnaria biceps</i>	0.2		0.2	0.2			2.3		2.0	
<i>Ulnaria ulna</i>	1.5	0.2	3.4	2.7	1.3		4.7			
<i>Eunotia</i> sp. 3	0.2									
<i>Eunotia</i> sp. 4	0.2									
<i>Achnantheidium</i> sp. 2	5.9			5.4	17.0	7.4	0.2			
<i>Achnantheidium</i> sp. 3					1.3		21.2			
<i>Achnantheidium</i> sp. 4		0.2	0.6	0.2			0.2		1.7	
<i>Achnantheidium</i> sp. 5	1.3	7.3			16.7					
<i>Achnantheidium</i> sp. 6			2.4							
<i>Gogorevia exilis</i>	2.5	1.7		1.4	0.9	1.2	0.9		0.2	

Especie / Sitio / Temporada	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4	Tu5
	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0.2	0.2			0.2	0.2	0.2	
<i>Planothidium potapovae</i>							1.6	
<i>Planothidium rostratoholarticum</i>							1.6	1.3
<i>Planothidium</i> sp. 1	16.2	71.9	27.8	12.9	22.9	17.4	1.6	25.5
<i>Cocconeis cascadiensis</i>		0.2						
<i>Cocconeis</i> sp. 1	4.6	2.2	2.6		7.9	0.2	22.6	6.6
<i>Amphipleura chipasensis</i>	1.9	0.2	3.8		0.2			0.2
<i>Frustulia neomundana</i>	0.2							
<i>Frustulia vulgaris</i>	0.2							
<i>Frustulia</i> sp. 1	0.2	0.2		0.2				
<i>Nupela metzeltinii</i>	0.4							
<i>Nupela praecipuoides</i>	5.7	1.3					0.2	
<i>Diademsis confervacea</i>			4.4			0.2		
<i>Luticola goeppertiana</i>		0.2		0.7		0.2		
<i>Luticola mutica</i>						0.2		0.2
<i>Diploneis</i> sp. 1	0.2							
<i>Adlafia minuscula</i>							0.2	0.4
<i>Adlafia suchlandtii</i>	0.8	0.4			0.2		0.9	0.4
<i>Caloneis</i> sp.1		0.2						
<i>Caloneis</i> sp.2	2.5							
<i>Gyrosigma kuetzingii</i>			0.2					
<i>Gyrosigma obtusatum</i>						0.2		
<i>Navicula canalis</i>						0.2		0.2
<i>Navicula cryptocephala</i>								0.2
<i>Navicula cryptotenella</i>	0.2				0.2			
<i>Navicula escambia</i>	0.2	0.6	0.2	0.2				6.3
<i>Navicula fernandae</i>		0.2	3.6					
<i>Navicula gregaria</i>	1.5	0.2	1.0	0.2	0.2	0.2	0.5	1.5
<i>Navicula incarum</i>	2.3	2.8	4.4	45.8		34.9		
<i>Navicula ingapirca</i>				0.2		0.5		
<i>Navicula lohmanii</i>	0.2		0.2					
<i>Navicula longicephala</i>	0.2	0.2						0.2
<i>Navicula notha</i>				1.4			0.7	8.7
<i>Navicula rostellata</i>		0.2	1.4	0.7		0.2		0.2
<i>Navicula tenelloides</i>	1.5	0.6	1.0	0.7		0.3		0.2
<i>Navicula veneta</i>						0.2		

Especie / Sitio / Temporada	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4	Tu5
	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Navicula</i> sp. 3					0.2	0.2		
<i>Navigeia decussis</i>	0.4	0.2	5.2	0.3	1.3	0.5	0.2	0.7
<i>Neidium</i> sp. 5		0.2		0.2		0.2		
<i>Pinnularia</i> sp. 1	0.2		0.2	0.2			0.2	
<i>Pinnularia</i> sp. 3			0.2					
<i>Pinnularia</i> sp. 5		0.2		0.2		0.2		0.2
<i>Pinnularia</i> sp. 11			0.2					
<i>Pinnularia</i> sp. 13						0.2		
<i>Sellaphora atomoides</i>	2.2	0.2	17.6	4.3		3.4		0.2
<i>Sellaphora cosmopolitana</i>		0.2		0.2		0.8		0.7
<i>Sellaphora fusticulus</i>	0.2					0.2		
<i>Sellaphora javanica</i>					0.5	0.2		0.2
<i>Sellaphora pseudopupula</i>								0.2
<i>Sellaphora pupula</i>			1.0	0.2		0.2		
<i>Sellaphora saugerresii</i>	18.7	0.4		0.2	0.2	4.5		0.4
<i>Sellaphora tridentula</i>	0.4							
<i>Sellaphora</i> sp. 1					0.2			
<i>Sellaphora</i> sp. 4			0.2					
<i>Craticula ambigua</i>			0.2					
<i>Craticula subminuscula</i>			1.0	0.5	0.3	4.3		
<i>Fistulifera</i> sp. 1						4.5	0.2	
<i>Stauroneis</i> sp. 1			0.2	0.2		0.3		0.2
<i>Cymbella mexicana</i>							0.5	
<i>Cymbella tropica</i>					1.5	0.2		
<i>Cymbella tumida</i>		0.2	0.6	0.2	0.2		0.2	0.2
<i>Cymbella turgidula</i>			4.4					0.7
<i>Encyonema minutum</i>	0.2			0.2				1.9
<i>Encyonema minutum</i> var. <i>pseudogracilis</i>	0.2		0.2	0.2		0.2		
<i>Encyonema pergracile</i>		0.2					0.2	
<i>Encyonopsis subminuta</i>							1.7	
<i>Placoneis paraelginensis</i>	0.2							
<i>Placoneis symmetrica</i>				0.2	0.2			
<i>Placoneis undulata</i>			0.4					
<i>Placoneis witkowskii</i>			0.2					
<i>Gomphonema affine</i>	1.9			0.5		0.2	0.2	0.2
<i>Gomphonema commutatum</i>	0.2						0.2	

Especie / Sitio / Temporada	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4	Tu5
	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Gomphonema lagenula</i>	2.2	0.2					5.0	1.7
<i>Gomphonema laticollum</i>			0.2					
<i>Gomphonema mexicanum</i>					15.9	0.3		
<i>Gomphonema parvulum</i>	4.4		1.6	3.3	2.4	6.3		
<i>Gomphonema pumilum</i>	16.2	1.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.3	0.2
<i>Gomphonema</i> sp. 1					5.7		0.9	
<i>Gomphonema</i> sp. 2					0.7		2.9	
<i>Gomphonema</i> sp. 4		0.2		1.7		0.7		0.7
<i>Gomphonema</i> sp. 6	0.4			0.7		0.2		
<i>Gomphonema</i> sp. 9						0.2		
<i>Gomphonema</i> sp. 10				0.2				
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1			0.4					
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 2					0.9			
<i>Halamphora ghanensis</i>						0.2		
<i>Halamphora montana</i>		0.4		1.3		0.2		0.2
<i>Hantzschia amphioxys</i>		0.2				0.2		
<i>Nitzschia amphibia</i>	1.3	0.9		0.7		0.7		
<i>Nitzschia archibaldii</i>							4.7	
<i>Nitzschia clausii</i>				0.5				
<i>Nitzschia dissipata</i>			0.6					
<i>Nitzschia inconspicua</i>				0.2	1.3	0.5		1.9
<i>Nitzschia kurzeana</i>			0.6					
<i>Nitzschia linearis</i>	0.4	1.2	0.8		0.3		0.2	0.2
<i>Nitzschia media</i>							0.2	
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>			6.2		0.3			
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>		3.5		13.0		7.4	0.5	14.6
<i>Nitzschia subtilis</i>			1.0					
<i>Epithemia adnata</i>							6.5	0.2
<i>Epithemia sorex</i>							0.2	

S= secas, L= lluvias.

4.3.2.2 Diversidad de diatomeas bentónicas

Los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener se comportaron de manera similar a los de riqueza de especies, encontrando una menor diversidad en los sitios en la temporada de lluvias ($p < 0.05$) (Fig. 51). Este fenómeno es normal en las comunidades acuáticas, debido a que los periodos de grandes avenidas en los ríos durante la temporada de lluvias son un momento de gran estrés para los organismos acuáticos, en las comunidades de diatomeas no permiten el desarrollo de biofilms complejos y pocas especies pueden tolerar las altas velocidades de corriente, por lo que estas se vuelven dominantes en sus comunidades, disminuyendo los valores del índice.

En la temporada de secas no se registraron diferencias entre los valores de diversidad entre las cuencas, aunque en El Cuale se presentaron los sitios con menores valores. En la temporada de lluvias los valores de diversidad también fueron semejantes entre las cuencas, aunque en esta temporada los valores más bajos se encontraron en Las Juntas (Fig. 51).

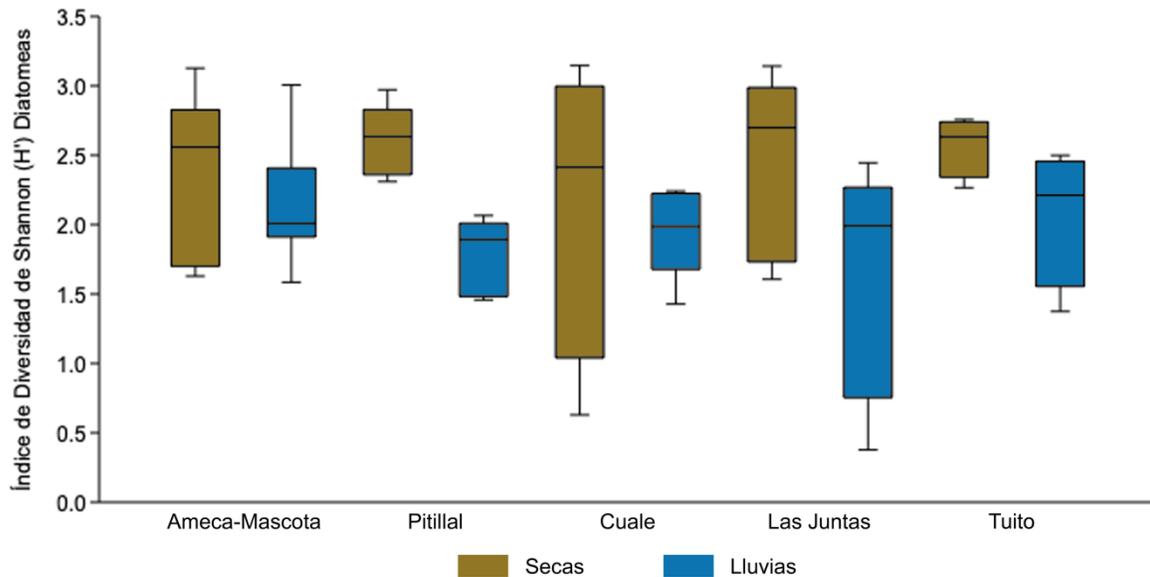


Figura 51. Diagrama de cajas de la diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante época de secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron mayores en la época de secas excepto en los sitios AM12 y AM13 (Fig. 52). En la temporada de secas los valores se encontraron entre 1.6 y 3.1, con el valor más alto en el sitio AM15 y el más bajo en AM12. En la temporada de lluvias los valores se encontraron entre 1.6 y 3.0, con el valor más alto en el sitio AM7 y el más bajo en AM14. En las partes altas de la cuenca las especies que dominaron los ensambles fueron *Cocconeis cascadiensis*, *Cocconeis* sp. 1, *Nupela praecipuoides*, *Planothidium cryptolanceolatum*, *Planothidium* sp. 1 y *Rhoicosphenia* sp. 1 (Tabla 6), las cuales prefieren aguas con bajas concentraciones de nutrientes; en cambio en las partes bajas de la cuenca las especies que dominaron los ensambles fueron *Craticula subminuscula*, *Diademsis confervacea* y *Nitzschia palea* (Tabla 6), especies que prefieren aguas con mayores concentraciones de nutrientes y tolerantes a elevadas concentraciones de materia orgánica.

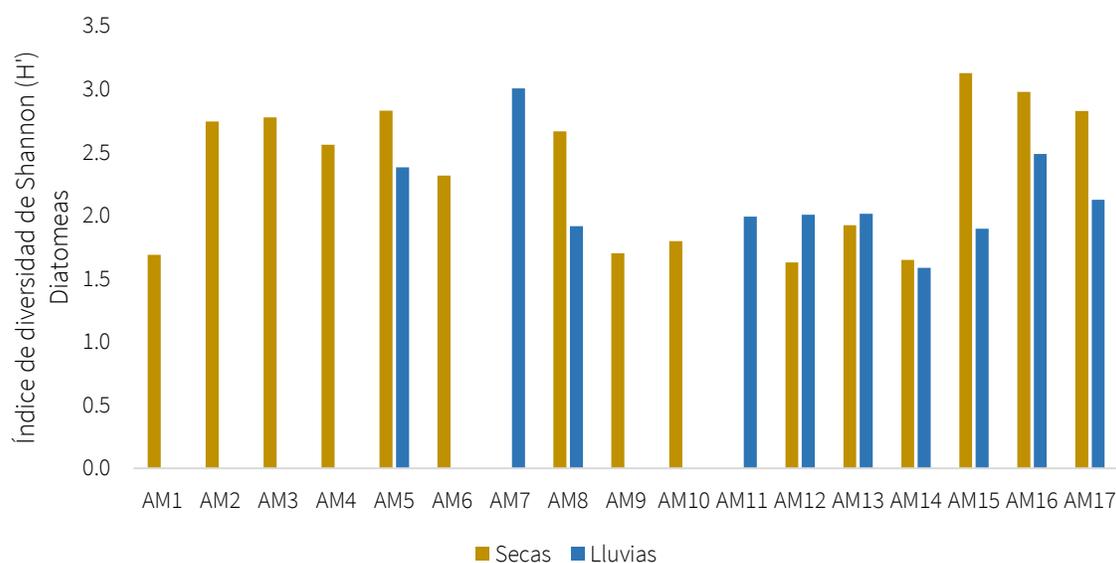


Figura 52. Diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

En la cuenca Pitillal los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron mayores en la época de secas (Fig. 53). En esta temporada los valores se encontraron entre 2.3 y 2.9, con el valor más alto en el sitio Pi4 y el más bajo en Pi3. En la temporada de lluvias los valores

se encontraron entre 1.4 y 2.0, con el valor más alto en la parte baja de la cuenca en el sitio Pi7 y el más bajo en la parte alta en el sitio Pi2. En el sitio Pi1, en la parte alta de la cuenca, la especie dominante fue *Epithemia sorex*, mientras que en el tributario en el que se encuentran los sitios Pi2 a Pi5 las especies dominantes fueron *Cocconeis* sp. 1, *Gomphonema pumilum*, *Planothidium* sp. 1, *Rhoicosphenia* sp. 1 (Tabla 7), las cuales prefieren bajas concentraciones de nutrientes. En la parte baja de la cuenca la especie dominante fue *Nitzschia palea* (Tabla 7), que tiene preferencia por aguas con mayores concentraciones de nutrientes y de materia orgánica.

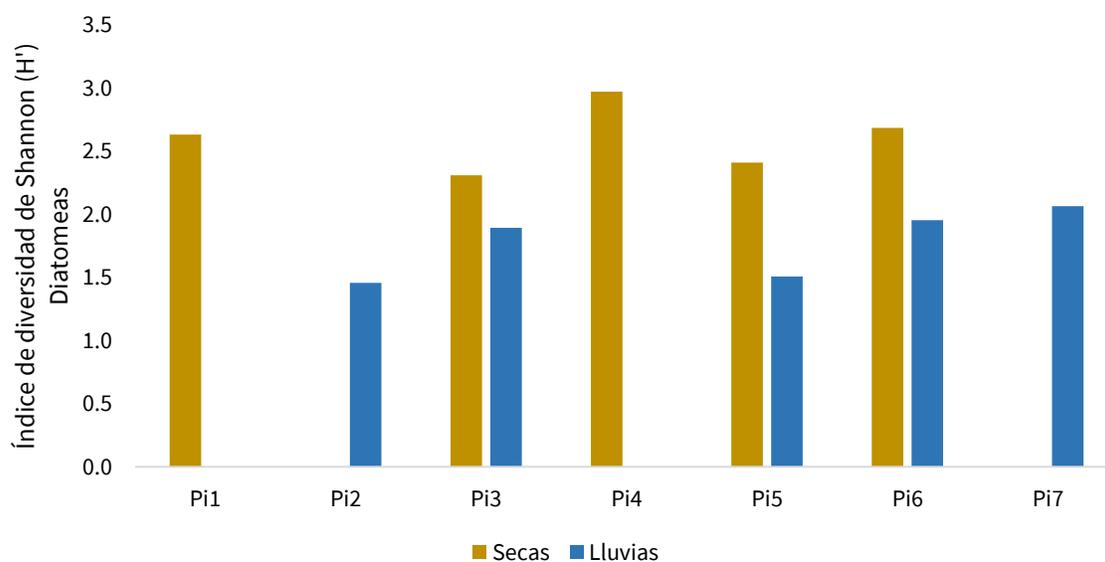


Figura 53. Diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

En el estero el Salado aun cuando la riqueza de especies fue mayor en la temporada de lluvias, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron semejantes entre temporadas, 2.09 en secas y 1.9 en lluvias. En la temporada de secas las especies dominantes fueron *Gyrosigma* sp. 1 y *Navicula* sp. 6, mientras que en la temporada de lluvias fueron *Bacillaria sociales*, *Nitzschia grossestriata* y *Nitzschia inconspicua*.

En la cuenca El Cuale los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron mayores en la época de secas excepto en la parte media de la cuenca en el sitio Cu1 (Fig. 54). En la temporada de secas los valores se encontraron entre 0.6 y 3.1, con el valor más alto en el sitio Cu5 en la parte baja y el valor más bajo en Cu1 en la parte media. En la temporada de lluvias los valores se encontraron entre 1.4 y 2.2, con el valor más alto en la parte baja de la cuenca en el sitio Cu4 y el más bajo en la parte alta en el sitio Cu2. En las partes altas y medias de la cuenca las especies que dominaron fueron *Achnanthydium* sp. 4, *Cocconeis cascadenis* y *Ulnaria biceps* (Tabla 9), esta última dominó el sitio Cu1 en la época de secas, pues fue capaz de resistir las altas velocidades de corriente presentes en el sitio, así como la intensa radiación solar, las otras especies tienen preferencias por bajas concentraciones de nutrientes. La especie que dominó los sitios de la parte baja de la cuenca fue *Nitzschia palea* (Tabla 9) al igual que en la cuenca Pitillal.

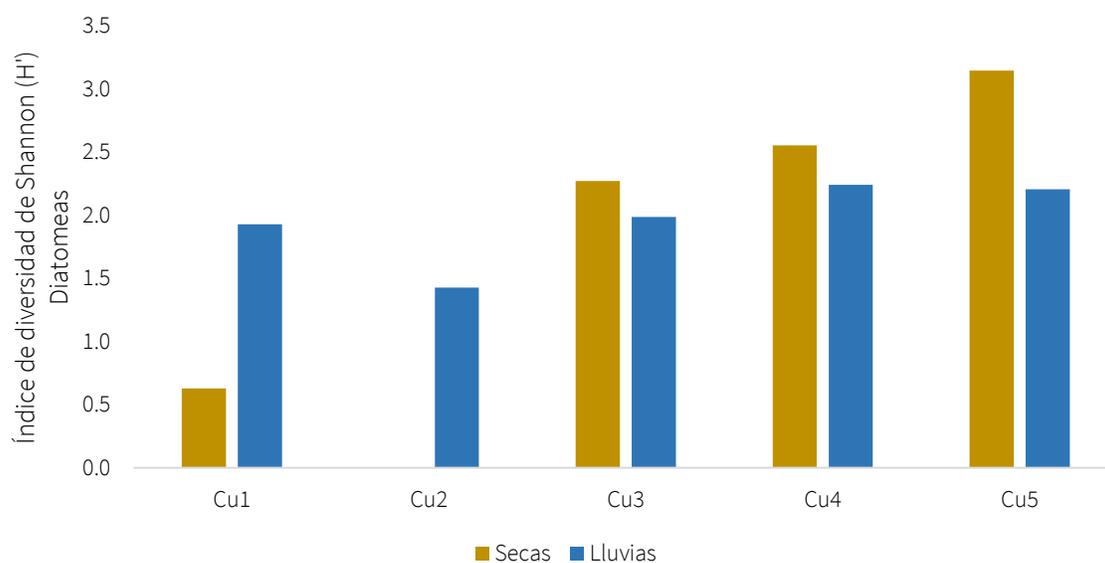


Figura 54. Diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

En la cuenca Las Juntas los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron mayores en la época de secas en todos los sitios (Fig. 55). En la temporada de secas los valores se encontraron entre 1.6 y 3.1, con el valor más alto en el sitio Ju3 y el más bajo en

Ju6. En la temporada de lluvias los valores se encontraron entre 0.3 y 2.4, con el valor más alto en la parte baja de la cuenca en el sitio Ju7 y el más bajo en el sitio Ju6. En las partes altas y medias de la cuenca las especies que dominaron fueron *Achnanthydium* sp. 1, *Achnanthydium* sp. 3, *Achnanthydium* sp. 4, *Epithemia adnata* y *Ulnaria biceps* (Tabla 10), las cuales tienen preferencias por bajas concentraciones de nutrientes. Las especies que dominaron los sitios de la parte baja de la cuenca fueron *Cocconeis* sp. 1, *Planorbulina* sp. 1, también con preferencias por bajas concentraciones de nutrientes, sin embargo, en la temporada de lluvias *Nitzschia palea* se convirtió en la especie dominante en la mayoría de estos sitios al igual que en las cuencas Pitillal y Cuale (Tabla 10).

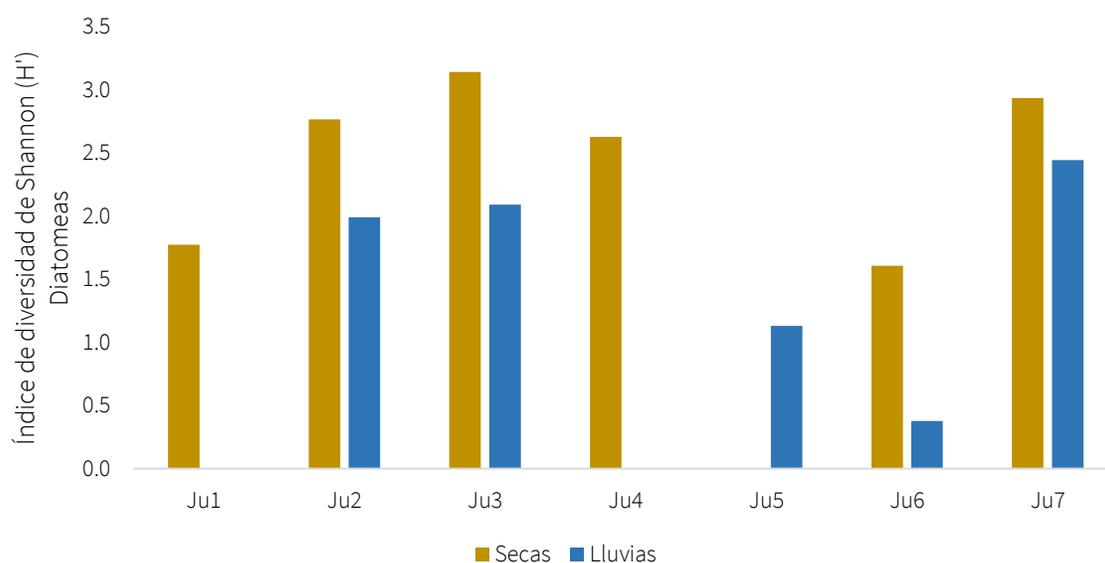


Figura 55. Diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

En la cuenca El Tuito los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron mayores en la época de secas excepto en el sitio Tu3 (Fig. 56), en el cual se encontró un caudal muy bajo en la temporada de secas el cual se recuperó de manera importante en la temporada de lluvias. En la temporada de secas los valores se encontraron entre 2.2 y 2.7, con el valor más alto en la parte alta de la cuenca en el sitio Tu1 y el más bajo en Tu3. En la

temporada de lluvias los valores se encontraron entre 1.3 y 2.4, con el valor más alto en la parte media de la cuenca en el sitio Tu5 y el más bajo ahora en la parte alta en el sitio Tu1. Las especies dominantes en la parte alta de la cuenca fueron *Sellaphora saugerresii* y *Planothidium* sp. 1 (Tabla 11), la primera es tolerante al incremento de nutrientes, mientras que la segunda prefiere condiciones con bajas concentraciones, la cual incrementó su abundancia en la temporada de lluvias. En la parte media en el escurrimiento que fluye por la cabecera municipal las especies dominantes fueron *Navicula incarum* y *Nitzschia palea* (Tabla 11), ambas con preferencias por elevadas concentraciones de nutrientes, mientras que en el escurrimiento que fluye del lado contrario (sitios Tu4 y Tu5) las especies dominantes fueron *Achnanthisidium* sp. 3, *Cocconeis* sp, 1 y *Planothidium* sp. 1 (Tabla 11), con preferencias por bajas concentraciones de nutrientes en el agua.

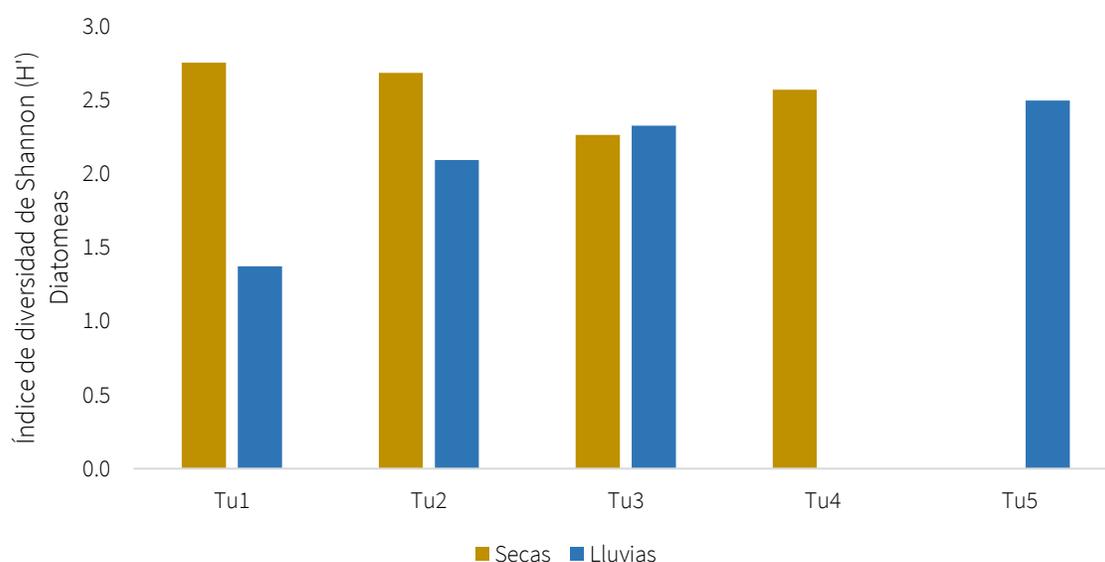


Figura 56. Diversidad de Shannon-Wiener de diatomeas bentónicas en los sitios de la cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

4.3.2.3 Índice de diatomeas bentónicas

El índice trófico de diatomeas presentó los mayores rangos de variación en la cuenca Ameca-Mascota en ambas temporadas (Fig. 57), encontrando sitios en donde las comunidades de

diatomeas reflejan condiciones oligotróficas, pero también hipertróficas. Esta cuenca es la de mayor extensión y también en donde se observaron los mayores contrastes en el uso de suelo y las actividades aledañas a los cauces, desde zonas de conservación y con prácticas de aprovechamiento sustentables, así como zonas de intensa actividad agrícola, ganadera y urbana. Los rangos del índice en las cuencas Pitillal y Cuale fueron semejantes, mientras que en la cuenca Las Juntas se observaron más sitios en categorías Oligotróficas y Oligo-Mesotróficas (Fig. 57). En la cuenca El Tuito los valores del índice en los sitios de monitoreo señalaron condiciones Oligotróficas a Eutróficas, observando un patrón semejante al de la cuenca Ameca-Mascota, debido a la heterogeneidad de usos de suelo en los sitios, desde zonas forestales a agrícolas y urbanas (Fig. 57). No se encontraron diferencias significativas entre los valores del índice entre las temporadas de secas y lluvias.

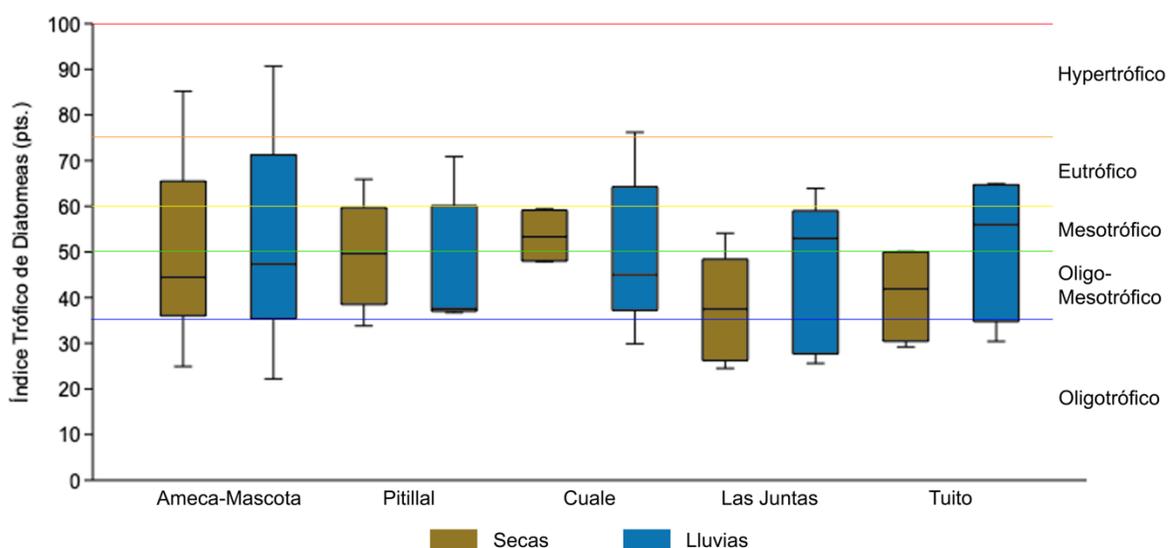


Figura 57. Diagrama de cajas del índice trófico de diatomeas (TDI) en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante época de secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota, en los sitios de la parte alta en el Bosque de Arce (AM1 a AM4) las condiciones que reflejaron las diatomeas fueron de bajas concentraciones de nutrientes entre oligotróficas y oligo-mesotróficas (Fig. 58). En los sitios de El Agostadero (AM5 a AM7) las condiciones de enriquecimiento de nutrientes se hicieron evidentes en el sitio AM6 en la

época de secas, en esta zona el río fluye entre una zona de cultivo importante en la región, sin embargo, en la época de lluvias se pudo observar que estas condiciones mejoran (Fig. 58). El sitio AM8 presenta una importante diferencia con el resto de los sitios de la parte media de la cuenca, con condiciones eutróficas en temporada de secas y mesotróficas (Fig. 58) en temporada de lluvias, este sitio se encuentra en medio de una importante zona agrícola cerca de Mascota, en donde la comunidad de diatomeas evidencia el enriquecimiento de nutrientes que pueden provenir del uso de fertilizantes. Los sitios AM9 a AM12 se encuentran en la parte media de la cuenca, correspondiendo a tributarios que se encuentran en zonas muy conservadas, y en donde las comunidades de diatomeas señalaron las buenas condiciones de los ecosistemas (Fig. 58). En la parte baja de la cuenca en el sitio AM13 las condiciones reflejadas por el índice trófico de las diatomeas fueron eutróficas en temporada de secas, empeorando en la temporada de lluvias, en donde el agua arrastra una gran cantidad de materiales y sustancias (Fig. 58). En el río Huicicila (sitios AM14 a AM17) se puede observar como las diatomeas reflejan el marcado cambio de uso de suelo entre la parte alta del río en una zona con pocas actividades de aprovechamiento (AM14), sobre todo turismo local, pasando por una zona en la que se desvía una parte importante del caudal para llevarlo a canales de riego (AM15), y fluyendo entre campos de cultivo en donde la hidromorfología y la vegetación de ribera se presentan también afectadas (AM16) y finalmente en la parte baja del río en la zona urbana (AM17), en donde las condiciones fueron hipertróficas en ambas temporadas (Fig. 58).

En la cuenca Pitillal en la parte alta (Pi1-a Pi5) se obtuvieron valores que reflejan condiciones de bajas concentraciones de nutrientes en ambas temporadas, aunque en la parte baja de la cuenca en donde comienza la zona urbana se identificaron condiciones eutróficas (Pi6 y Pi7) (Fig. 58).

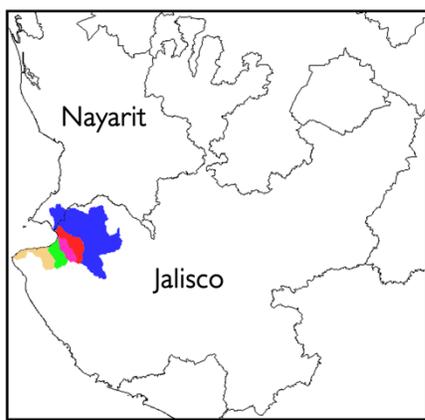
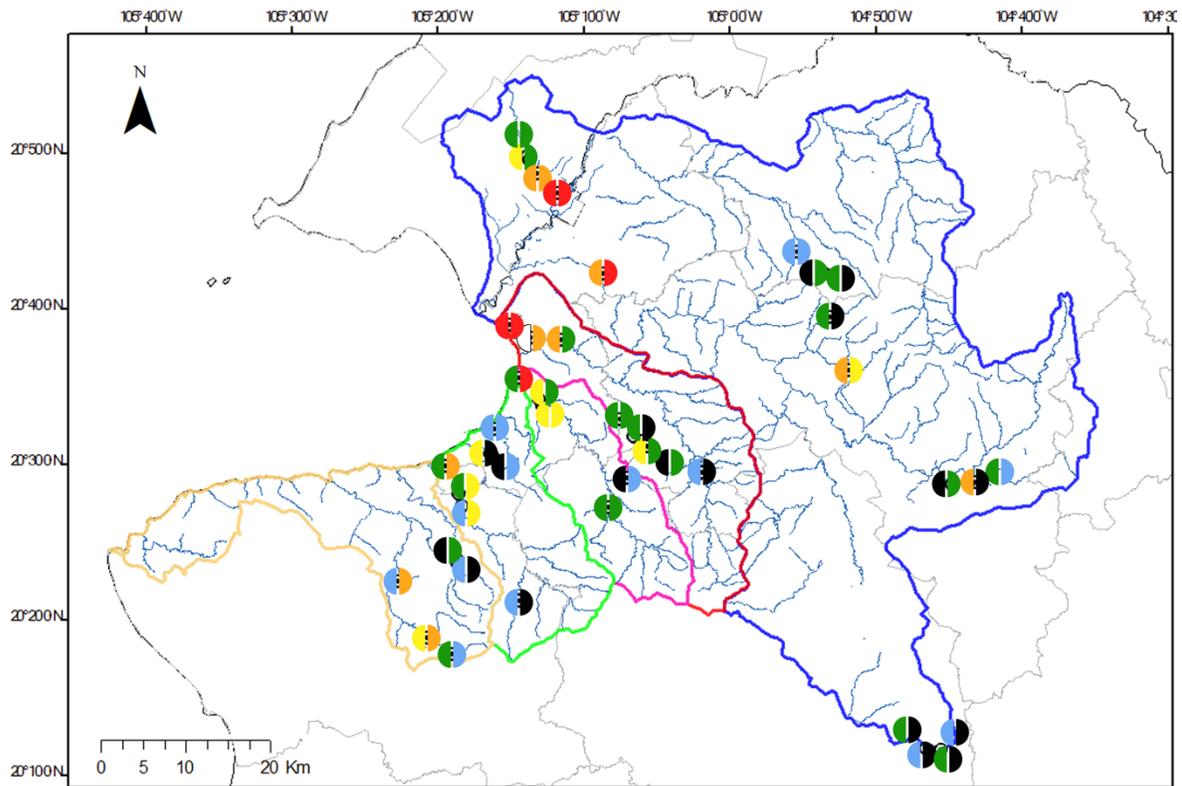
En el estero El Salado los valores del índice señalan condiciones hipertróficas (Fig. 58), no obstante, las zonas de manglar suelen ser ricas en nutrientes para las comunidades de microalgas, por lo que no reflejan necesariamente condiciones de contaminación de fuentes

artificiales, estas comunidades suelen verse más afectadas por los cambios en las mareas o en la salinidad.

En la parte alta de la cuenca Cuale (AM1 a AM2) se obtuvieron valores bajos del índice, señalando condiciones de bajas concentraciones de nutrientes, sin embargo, en la parte baja (AM3 a AM5) estas condiciones se vieron afectadas conforme se incrementaba la urbanización (Fig. 58).

La cuenca Las Juntas presentó muy buenas condiciones en la época de secas en casi todos sus sitios, aun así, en la temporada de lluvias se observó una disminución en la calidad en los sitios Ju2, Ju3 y Ju7 (Fig. 58). La mayoría de las actividades productivas en esta cuenca se observan en la parte media y baja, sin embargo, los resultados obtenidos podrían deberse a los efectos del huracán Lidia, pues en la visita a los sitios se observó que fue una de las zonas más afectadas.

En la cuenca El Tuito se presentaron valores de condiciones oligotróficas a oligomesotróficas en la parte alta (Tu1), sin embargo, al fluir el escurrimiento entre la cabecera municipal (Tu2), las condiciones cambian a mesotróficas y eutróficas (Fig. 58). En la parte media (Tu3) el escurrimiento pasa por una zona agrícola, en donde las condiciones en la temporada de secas fueron mejores que en lluvias, cuando muchos nutrientes son arrastrados a los cuerpos de agua. En el escurrimiento que fluye por la otra vertiente de la cuenca (Tu4 y Tu5) las condiciones del medio se observan mucho más conservadas y las comunidades de diatomeas lo reflejan con bajos valores del índice en ambas temporadas (Fig. 58).



Simbología		Índice Trófico de Diatomeas	
	División Estatal		Secas
	División Municipal		Lluvias
	Cuenca Ameca-Mascota		Oligotrófico
	Cuenca Pitillal		Oligo-Mesotrófico
	Cuenca El Cuale		Mesotrófico
	Cuenca Las Juntas		Eutrófico
	Cuenca El Tuito		Hipertrófico
	Sitio de monitoreo		No Visitado
	Río perenne		Seco

Figura 58. Variación del Índice Trófico de Diatomeas en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco.

4.3.3 Macrófitas

4.3.3.1 Riqueza de macrófitas

La comunidad de macrófitas estuvo conformada, durante ambas temporadas, por 8 grandes filos (la gran mayoría macroalgas) distribuidos en 2 imperios: el imperio Prokaryota conformado por el filo Cyanobacteria (algas verde-azules) y el imperio Eukaryota que contiene a los filos Charophyta (carofitas), Chlorophyta (algas verdes), Rhodophyta (algas rojas), Ochrophyta (algas pardas), Bryophyta (musgos), Pteridophyta (helechos) y Tracheophyta (plantas vasculares).

De manera general, se presentó un mayor número de filos (8) durante la época de secas, mientras que en lluvias el número de filos disminuyó a 5 (Fig. 59), debido a la ausencia de los filos Charophyta, Ochrophyta y Bryophyta. El filo Cyanobacteria fue el más diverso durante secas, registrando 15 *taxa* distintos dentro de las 5 cuencas (Fig. 59), mientras que en lluvias esta riqueza disminuyó drásticamente a 5 *taxa* dentro de las 5 cuencas. El filo Cyanobacteria es el más común y mayormente encontrado en ríos de todo el mundo, seguido de los filos Rhodophyta y Chlorophyta que en este reporte estuvieron presentes con riquezas no mayores a 5 géneros en ambas temporadas.

En la Tabla 11 se muestra la clasificación taxonómica de las macrófitas, así como un catálogo con ilustraciones de cada *taxa*.

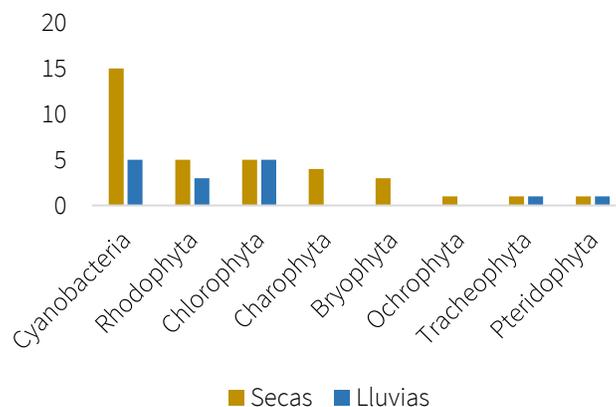


FIGURA 59. Diversidad de filos de macrófita.

Tabla 11. Diversidad y clasificación taxonómica de las macrófitas bentónicas registradas en las cinco cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco.

Imperio	Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	
Prokaryota	Eubacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Anabaena	<i>Anabaena</i>	60 A-H	
					Hapalosiphonaceae	Nostochopsis	<i>Nostochopsis</i>	61 A-H	
					Nostocaceae	Nostoc	<i>Nostoc</i>	62 A-H	
					Rivulariaceae	Rivularia	<i>Rivularia</i>	63 A-H	
					Tolypothrichaceae	Tolypothrix	<i>Tolypothrix</i> 1	64 A-H	
						<i>Tolypothrix</i> 2	65 A-F		
					Oscillatoriales	Microcoleaceae	Lyngbya	<i>Lyngbya</i> 1	66 A-H
							<i>Lyngbya</i> 2	67 A-H	
							<i>Lyngbya</i> 3	68 A-H	
						Oscillatoriaceae	Oscillatoria	<i>Oscillatoria</i> 1	69 A-B
							<i>Oscillatoria</i> 2	69 C-H	
							<i>Oscillatoria</i> 3	70 A-H	
							<i>Oscillatoria</i> 4	71 A-F	
							<i>Oscillatoria</i> 5	72 A-F	
							Phormidium	<i>Phormidium</i> 1	73 A-H
				<i>Phormidium</i> 2	74 A-H				
Eukaryota	Plantae	Charophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	Nitella	<i>Nitella</i>	75 A-H	
			Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Klebsormidiaceae	Klebsormidium	<i>Klebsormidium</i>	76 A-F	
			Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	Spirogyra	<i>Spirogyra</i>	77 A-H	
				Zygnematales	Zygnemataceae	Zygnema	<i>Zygnema</i>	78 A-H	
		Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	Chaetophora	<i>Chaetophora</i>	79 A-F	
						Stigeoclonium	<i>Stigeoclonium</i>	80 A-F	
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium	<i>Oedogonium</i>	81 A-H		

Imperio	Reino	Filo	Clase	Órden	Familia	Género	Taxa	Figura
				Sphaeroplealea	Microsporaceae	Microspora	<i>Microspora</i>	82 A-D
			Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Rhizoclonium	<i>Rhizoclonium</i>	83 A-H
						Cladophora	<i>Cladophora</i>	84 A-H
				Ulotrichales	Ulotrichaceae	Ulothrix	<i>Ulothrix</i>	85 A-F
				Ulvales	Ulvaceae	Ulva	<i>Ulva intestinalis</i>	97 A-H
		Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Audouinellaceae	Audouinella	<i>Audouinella</i>	86 A-F
				Hildenbrandiales	Hildenbrandiaceae	Hildenbrandia	<i>Hildenbrandia</i>	87 A-F
				Batrachospermales	Batrachospermaceae	Batrachospermum	<i>Batrachospermum</i>	88 A-H
						Kumanoa	<i>Kumanoa</i>	89 A-H
					Lemaneaceae	Paralemanea	<i>Paralemanea</i>	90 A-F
						Chantransia		91 A-H
			Compsopogonophyceae	Compsopogonales	Compsopogonaceae	Compsopogon	<i>Compsopogon</i>	92 A-F
Chromista	Ochrophyta	Xanthophyceae	Vaucheriales	Vaucheriaceae	Vaucheria			93 A-H
Plantae	Bryophyta						Bryophyta 1	94 A-B
Plantae							Bryophyta 2	94 C-D
Plantae							Bryophyta 3	94 E-F
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Podostemaceae	Marathrum		<i>Marathrum</i>	95 A-F
Plantae	NI	NI	NI	NI	NI	NI	Pteridophyta	96 A-H

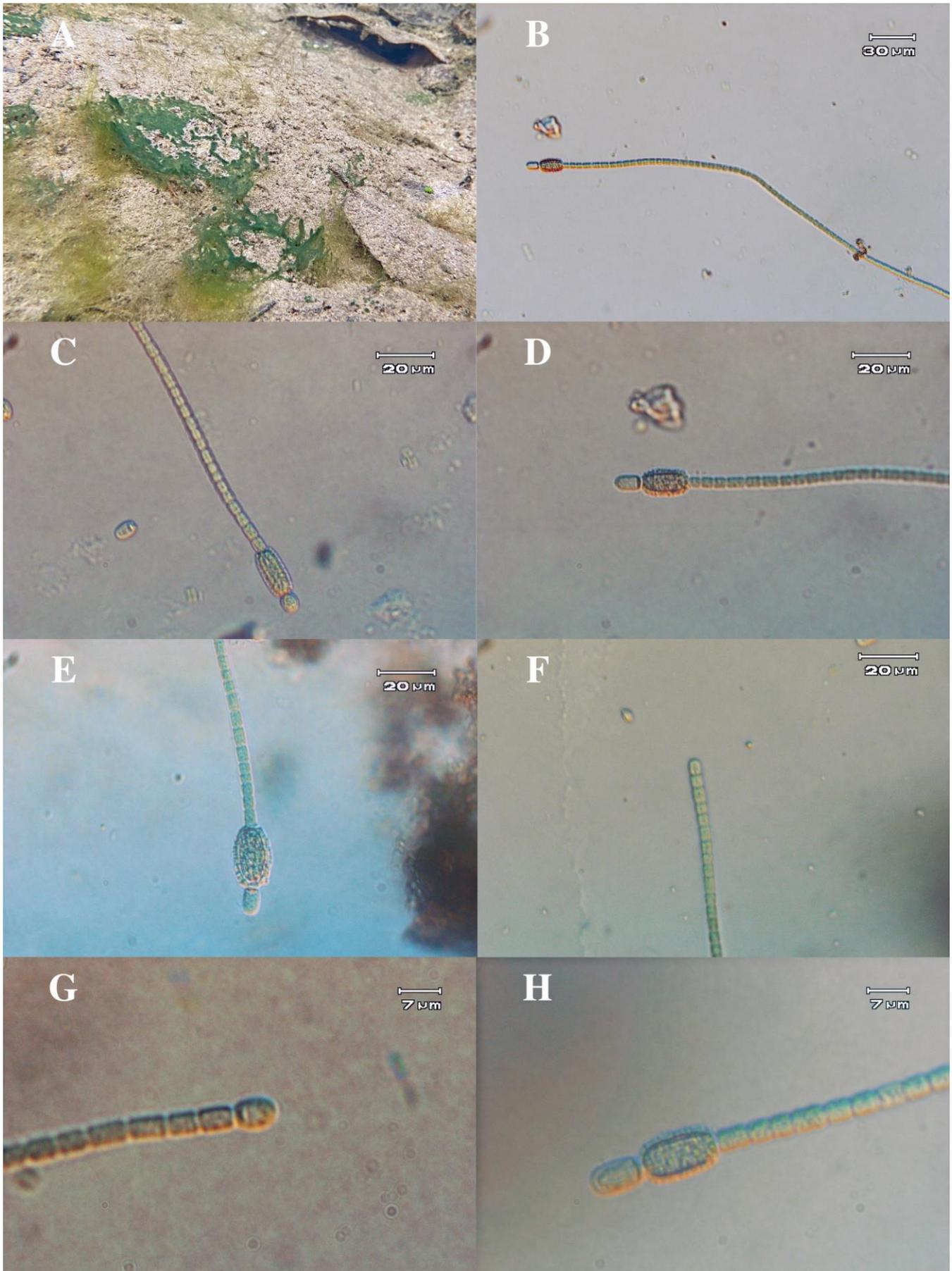


FIGURA 60. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Anabaena*.

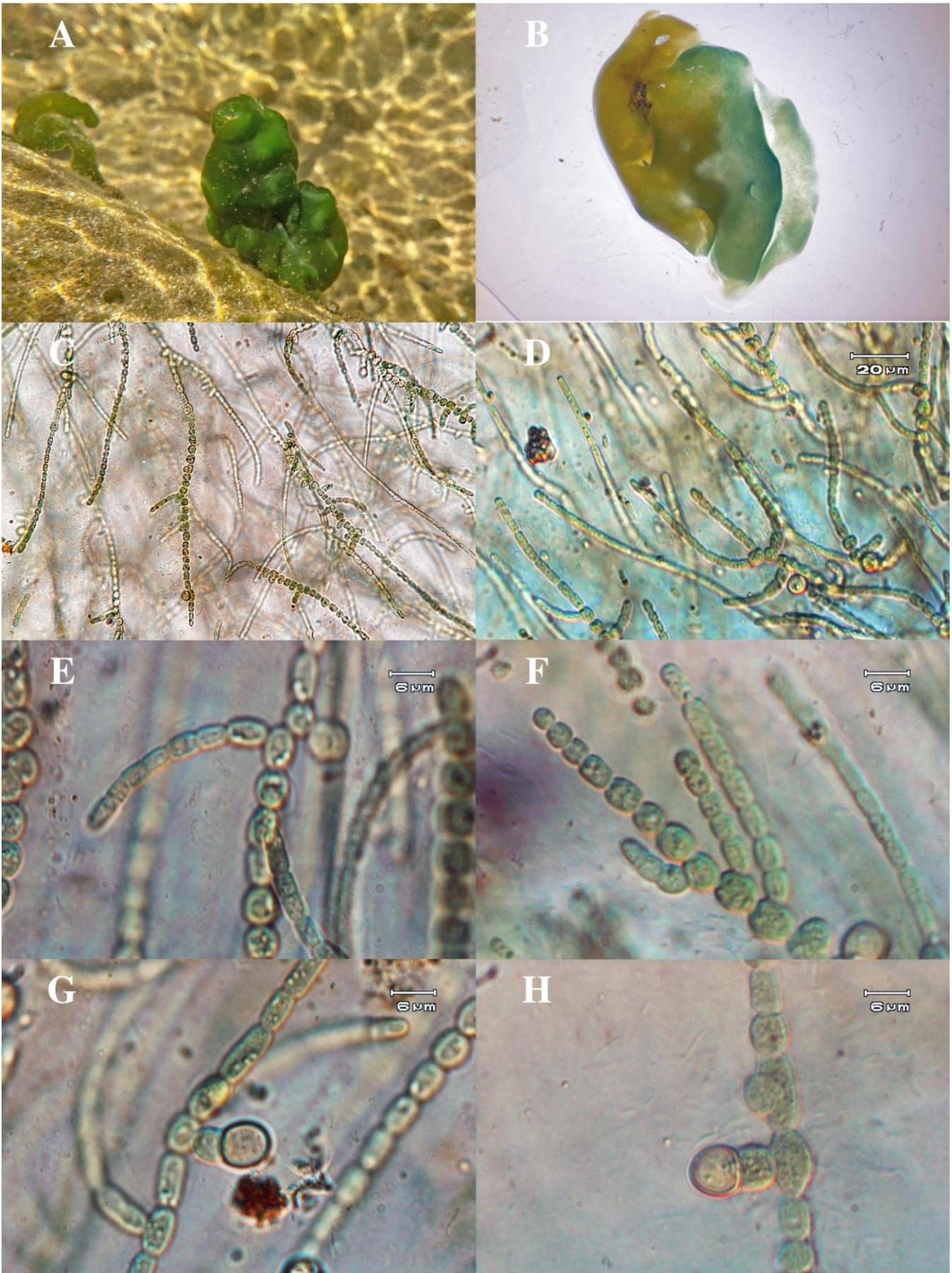


FIGURA 61. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Nostochopsis*.

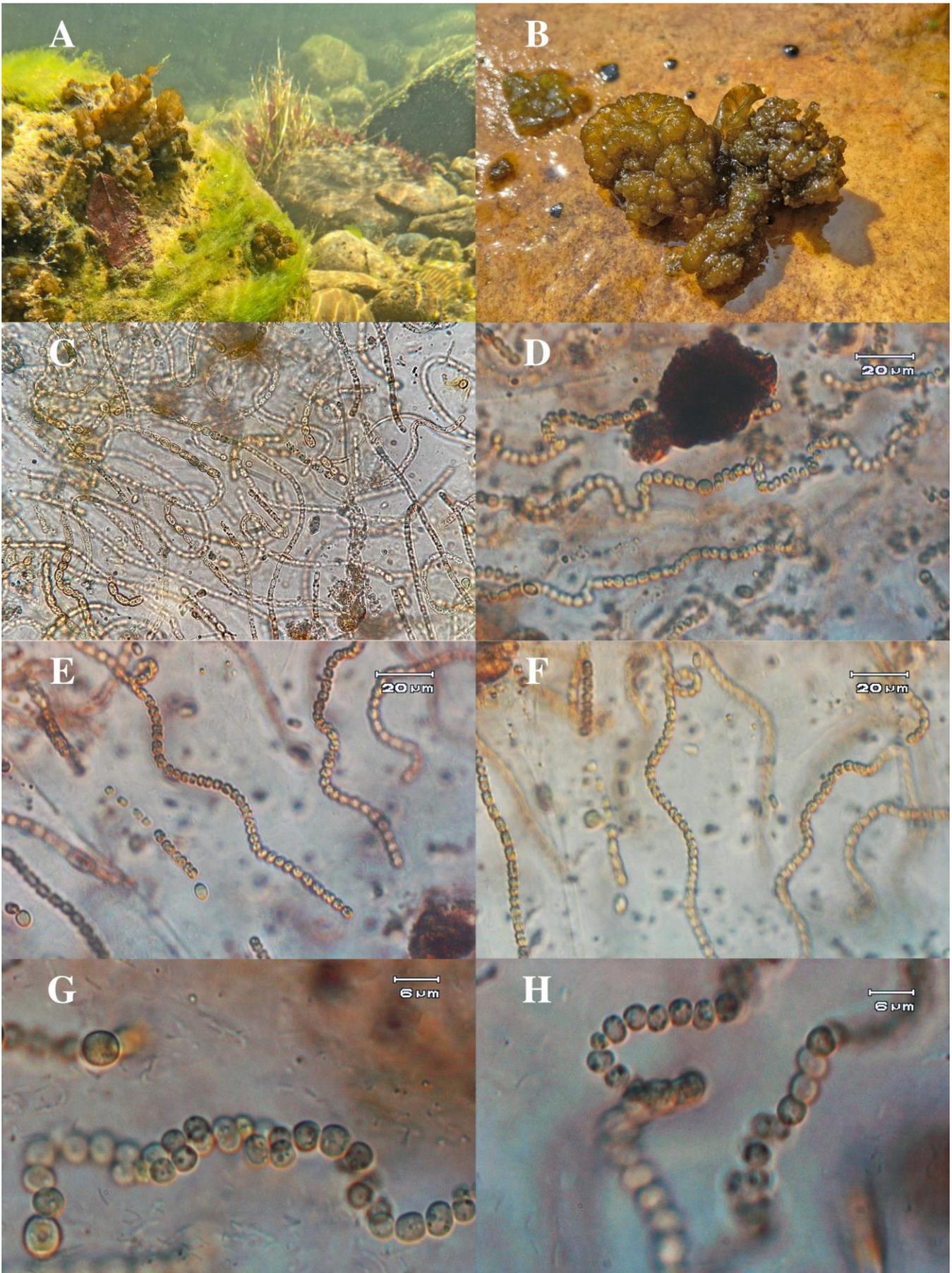


FIGURA 62. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Nostoc*.

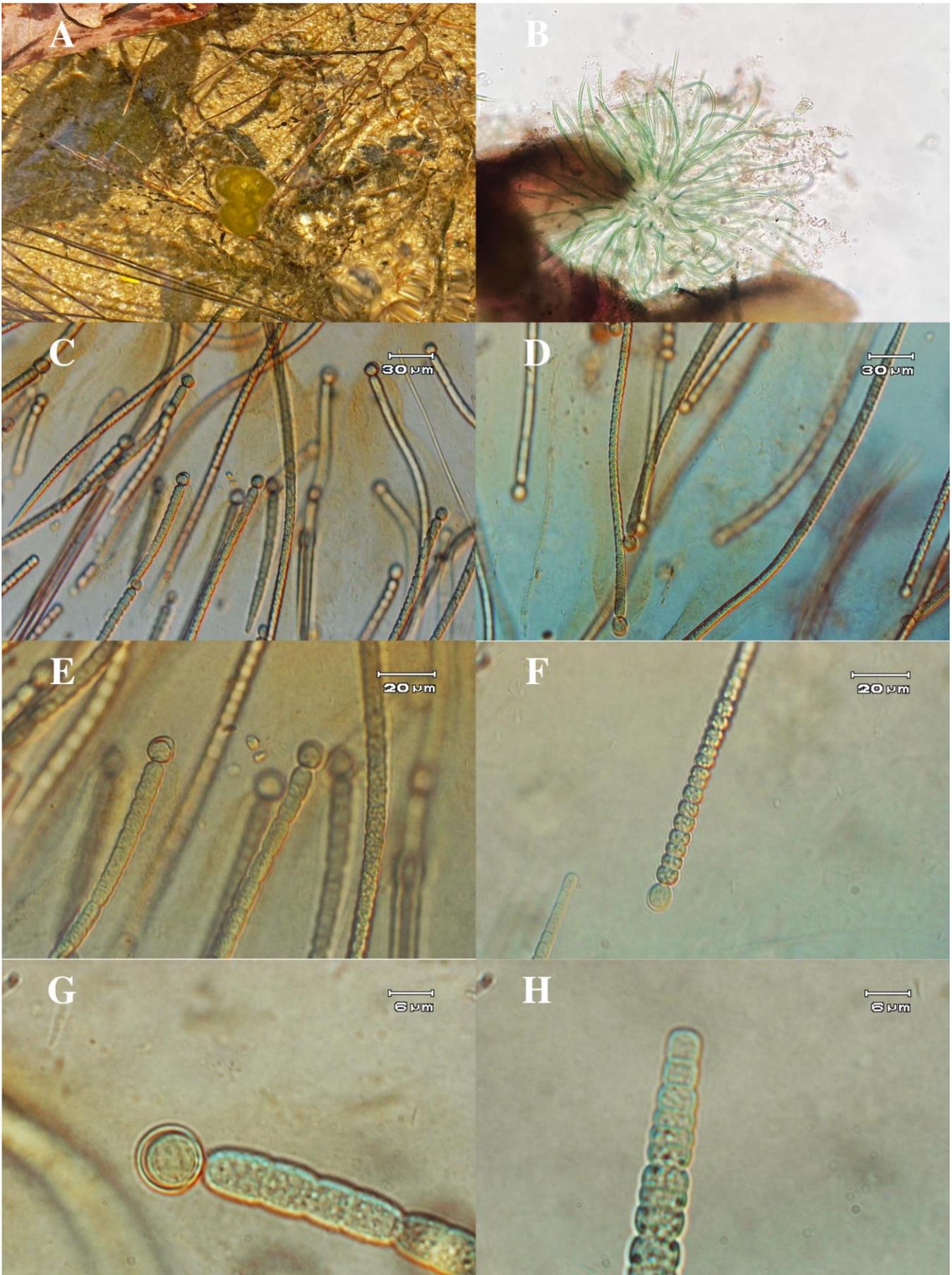


FIGURA 63. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Rivularia*.

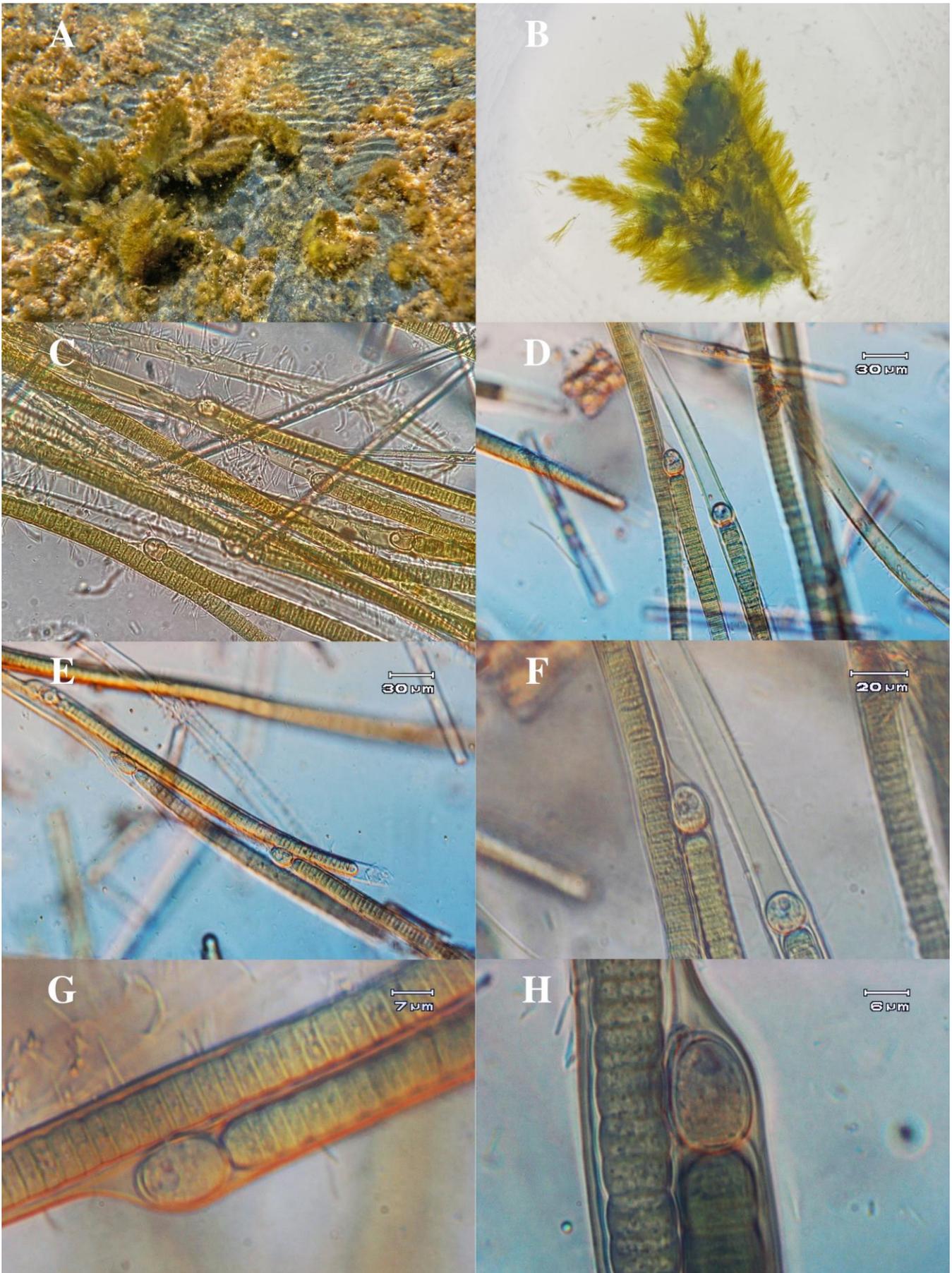


FIGURA 64. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Tolypothrix 1*.

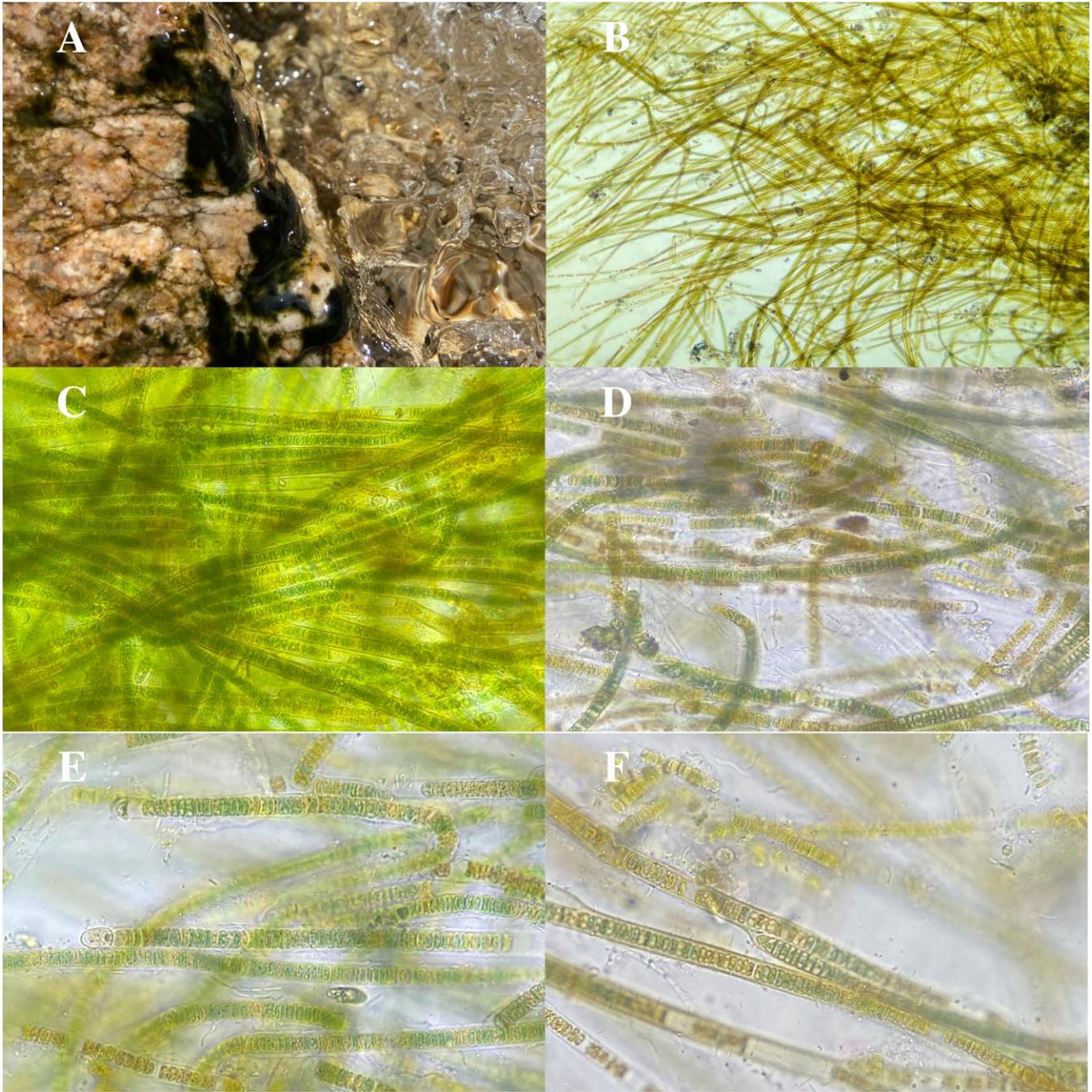


Figura 65. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Tolypothrix 2*.

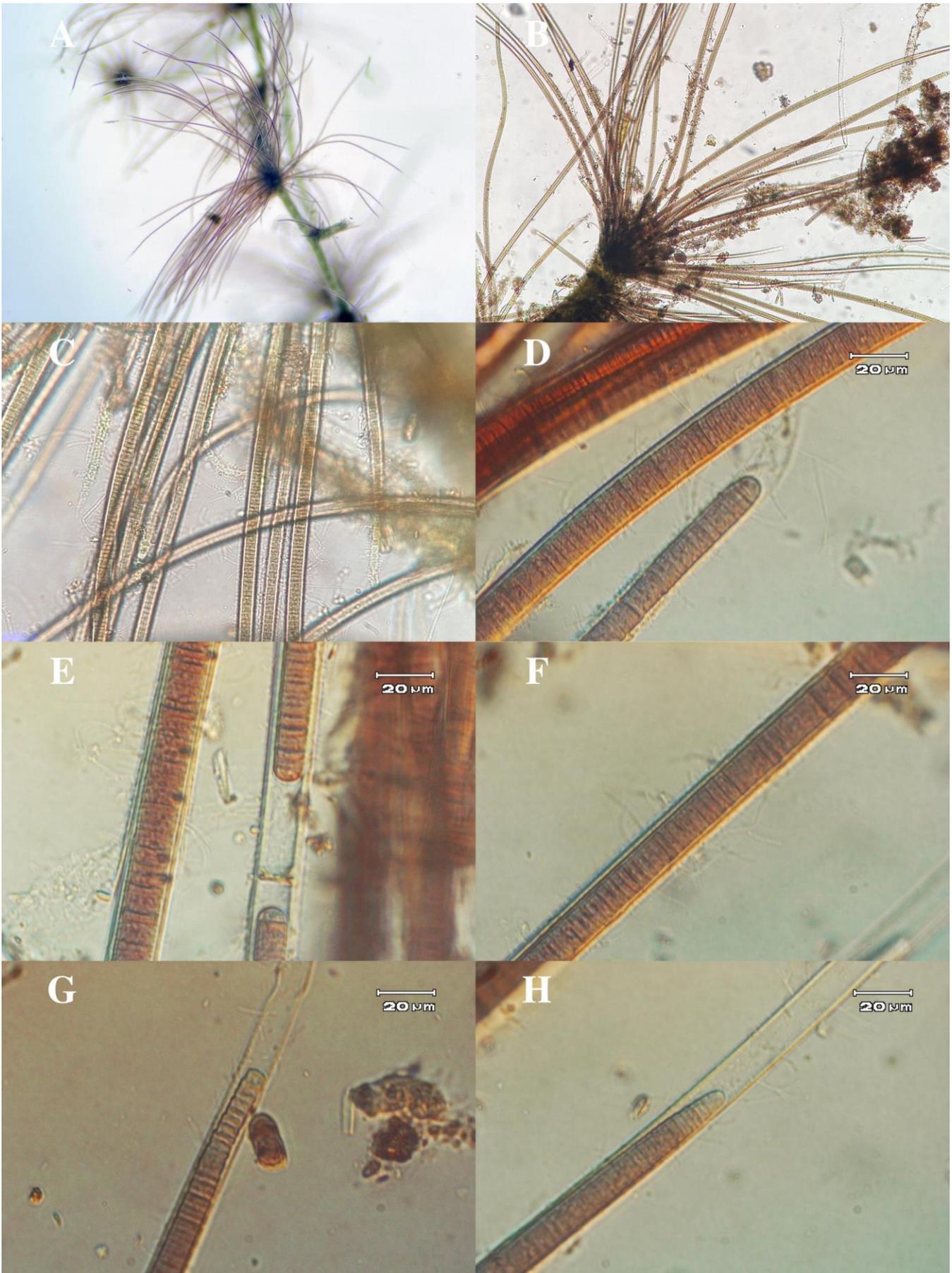


FIGURA 66. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Lyngbya 1*.

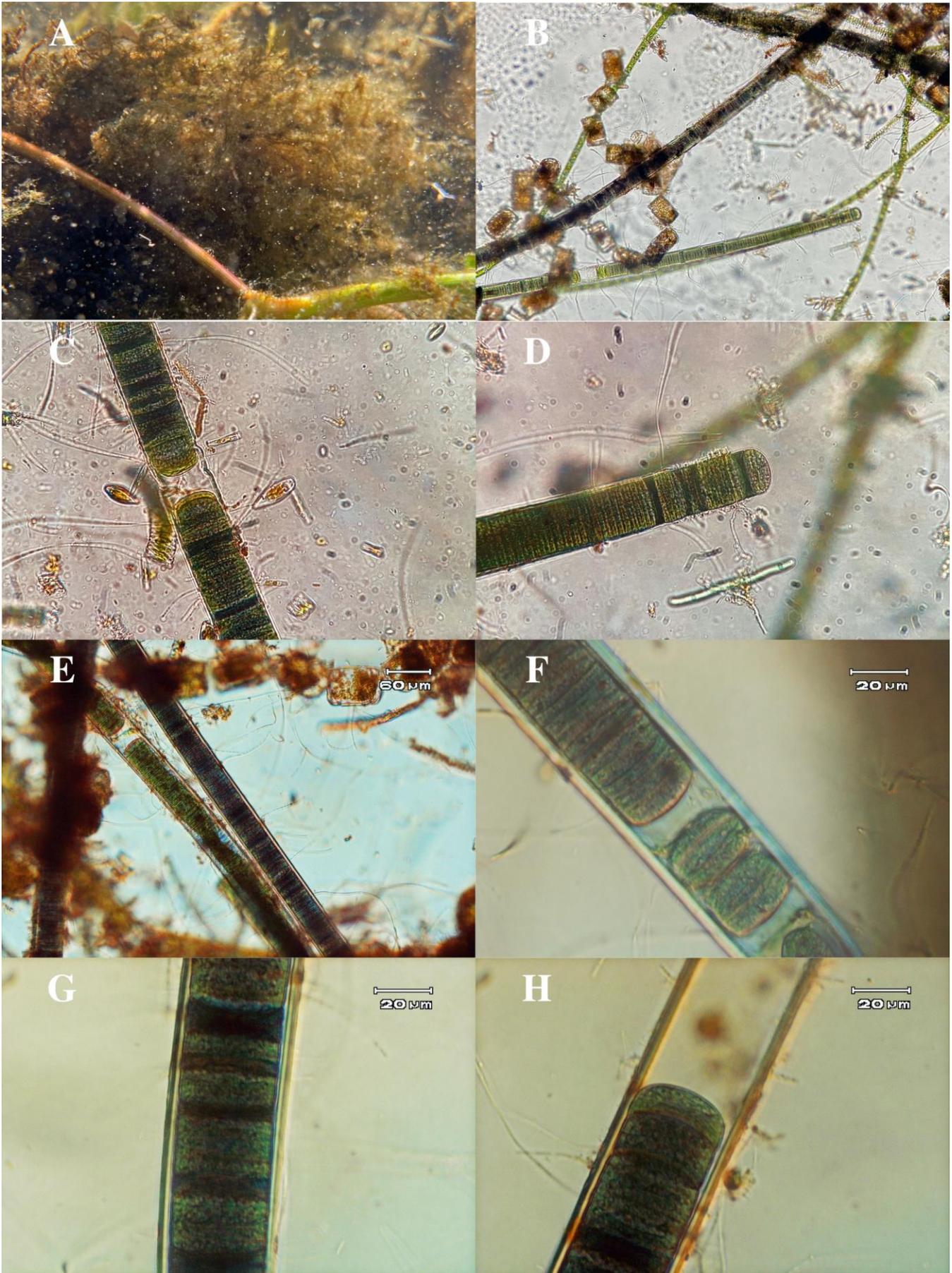


FIGURA 67. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Lyngbya 2*.

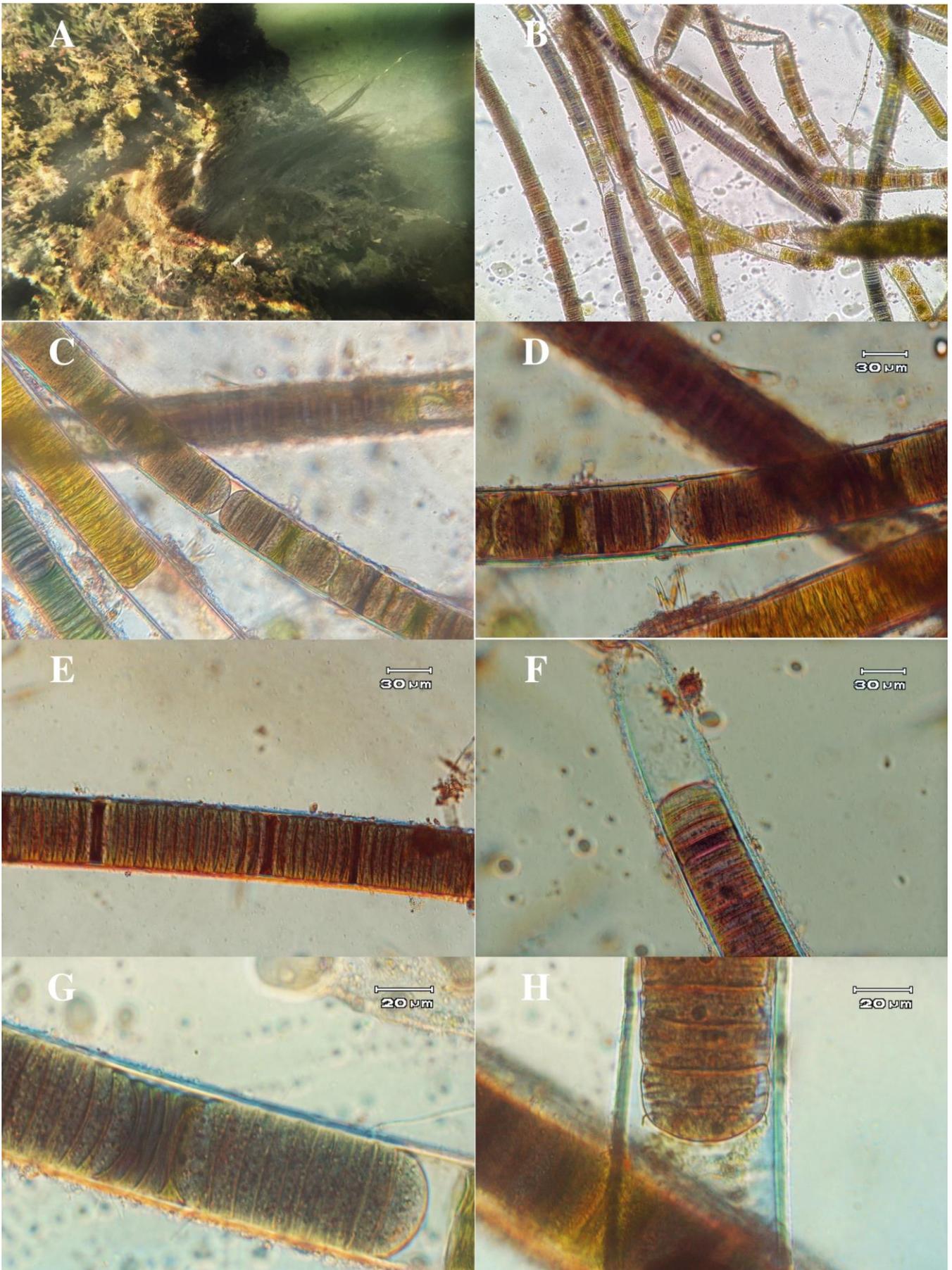


FIGURA 68. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Lyngbya 3*.

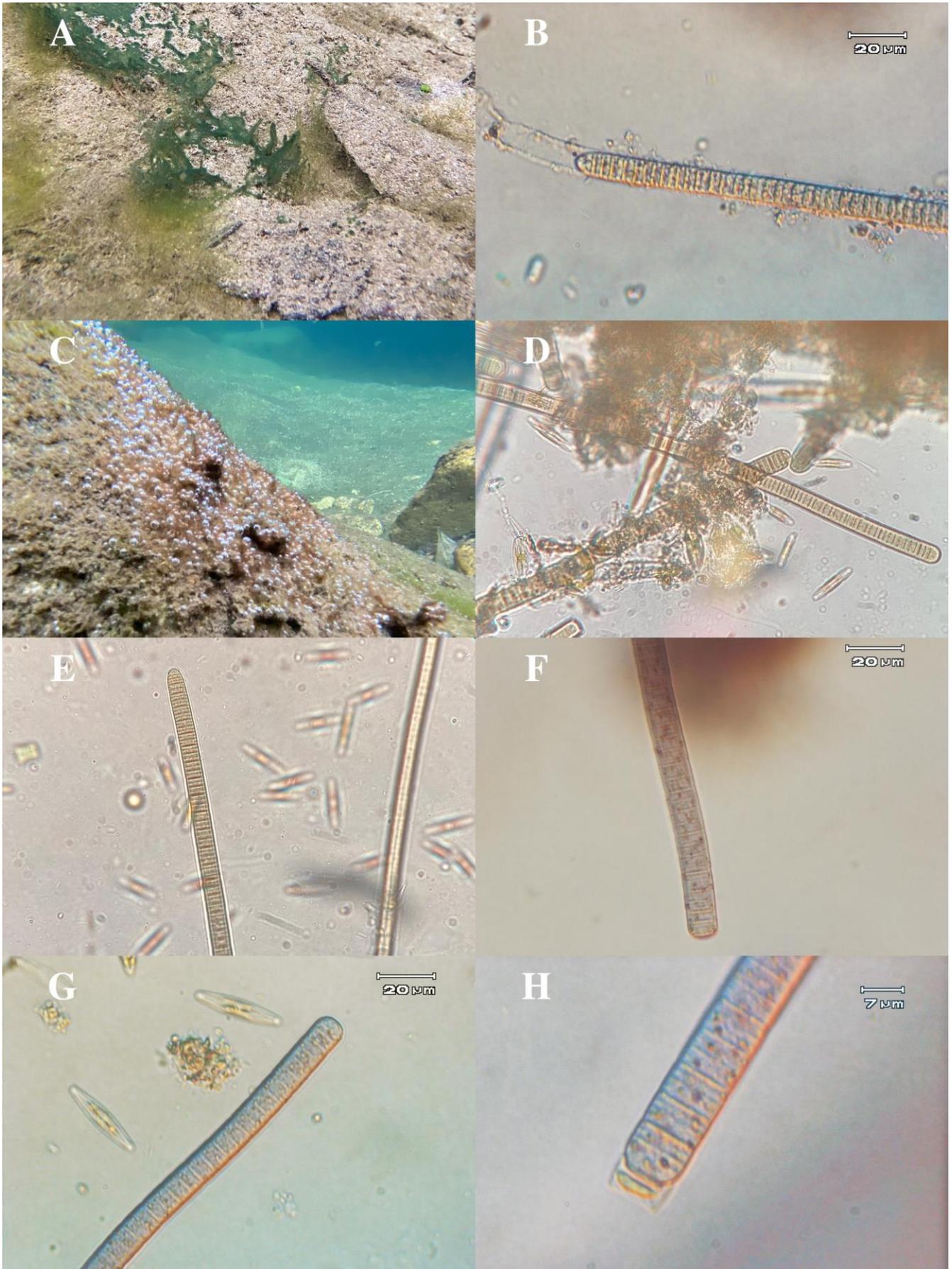


FIGURA 69. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Oscillatoria* 1 (A-B) y *Oscillatoria* 2 (C-H).

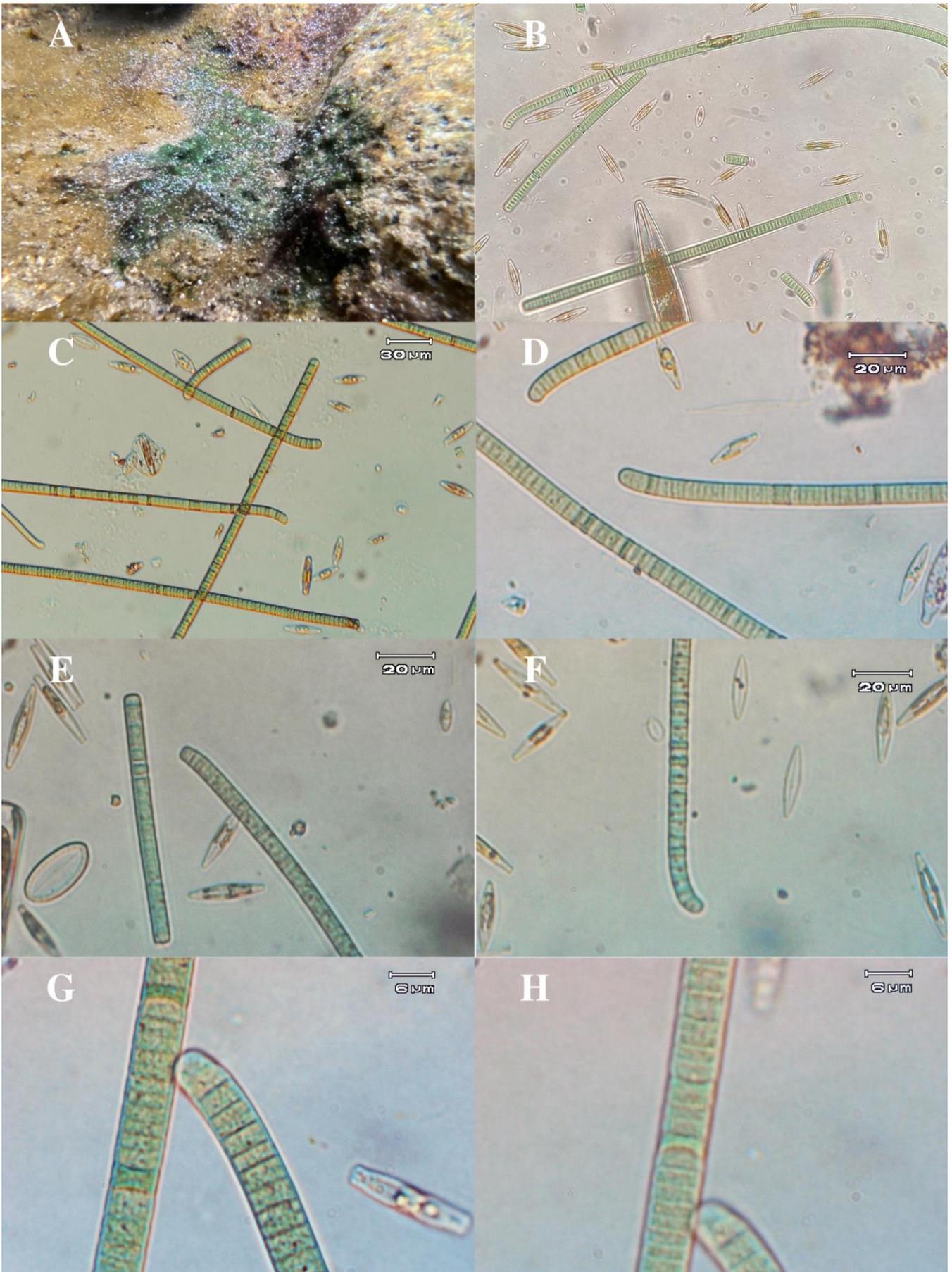


FIGURA 70. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Oscillatoria 3*.

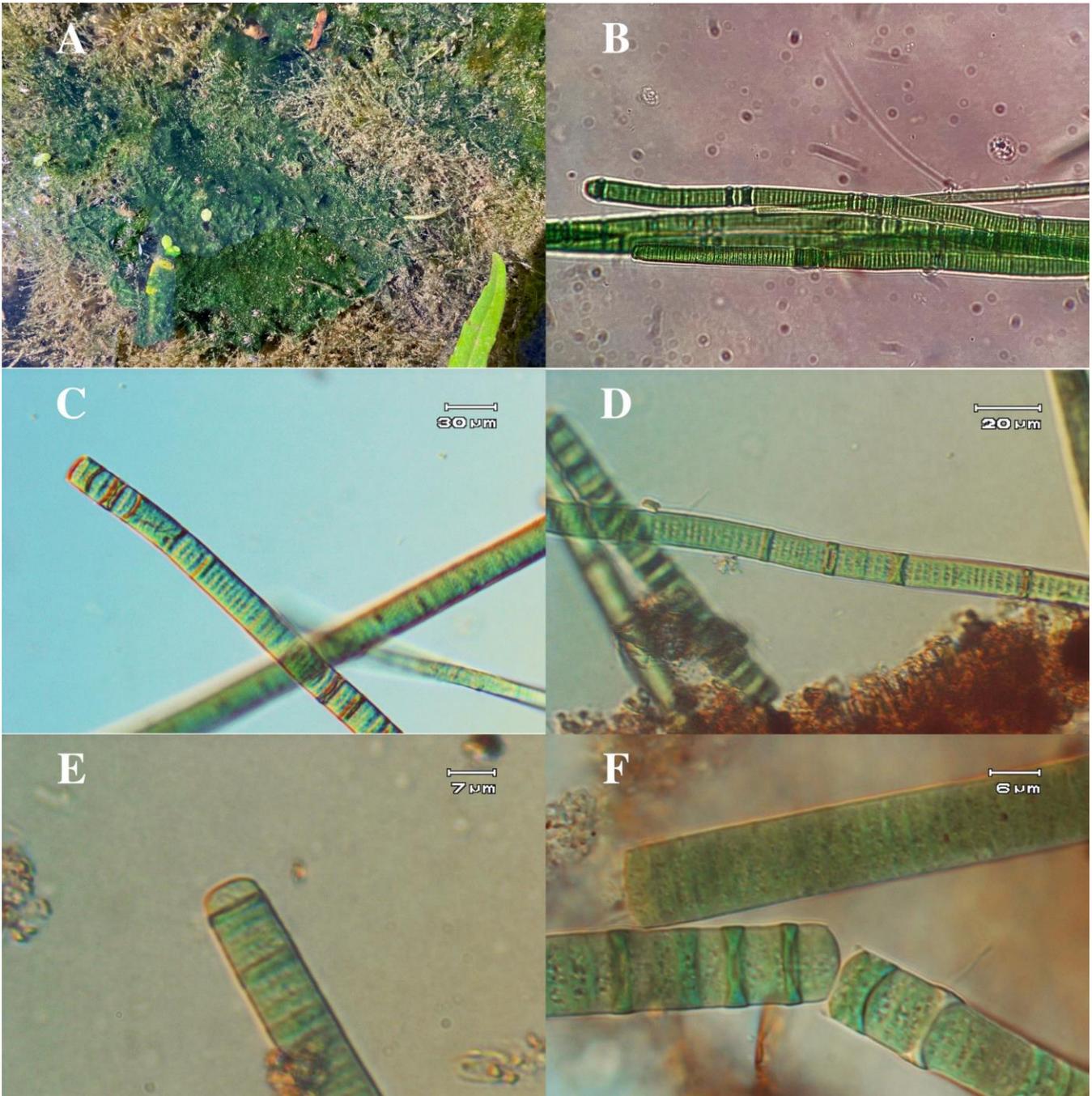


FIGURA 71. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Oscillatoria 4*.

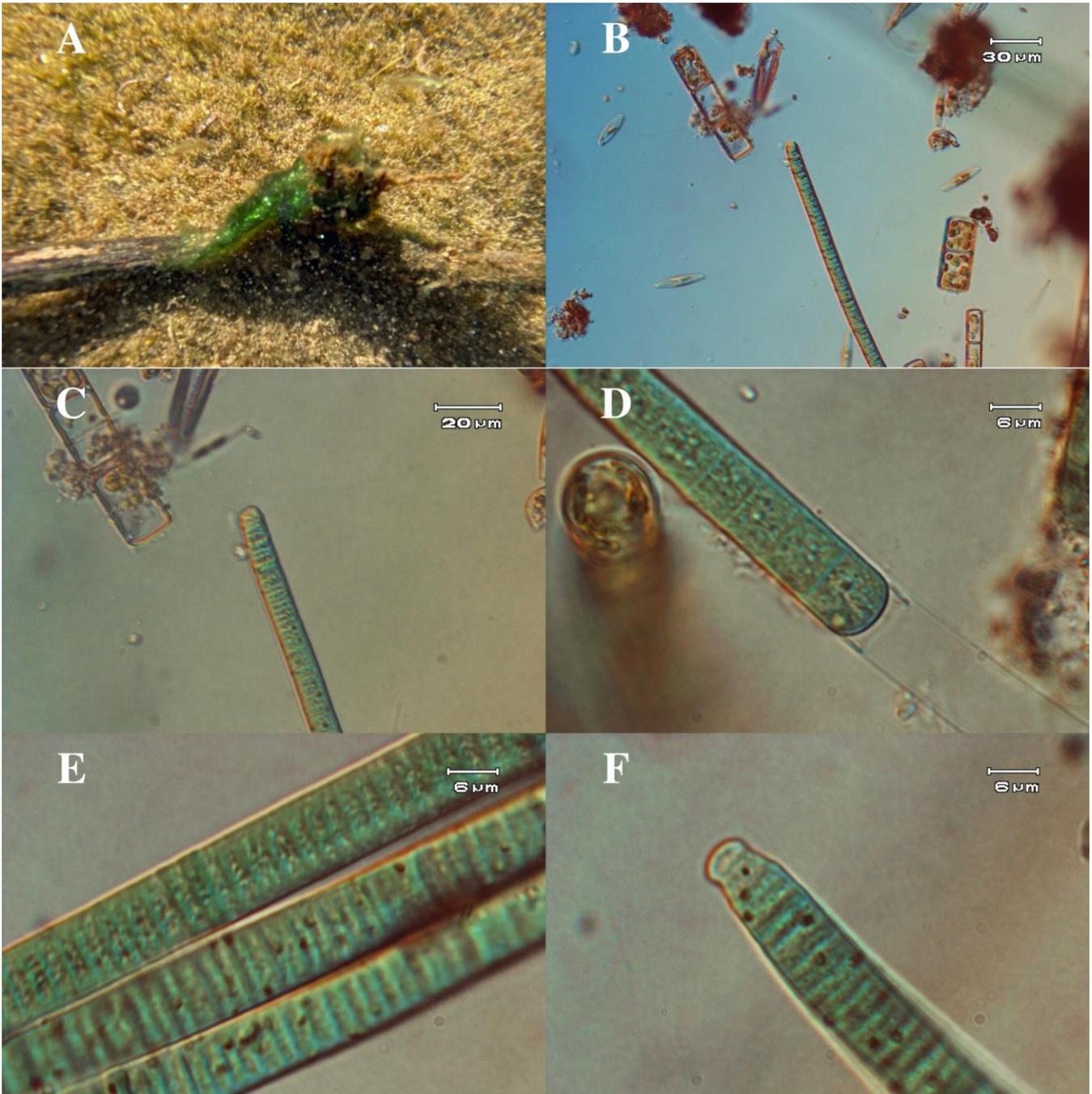


FIGURA 72. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Oscillatoria 5*.

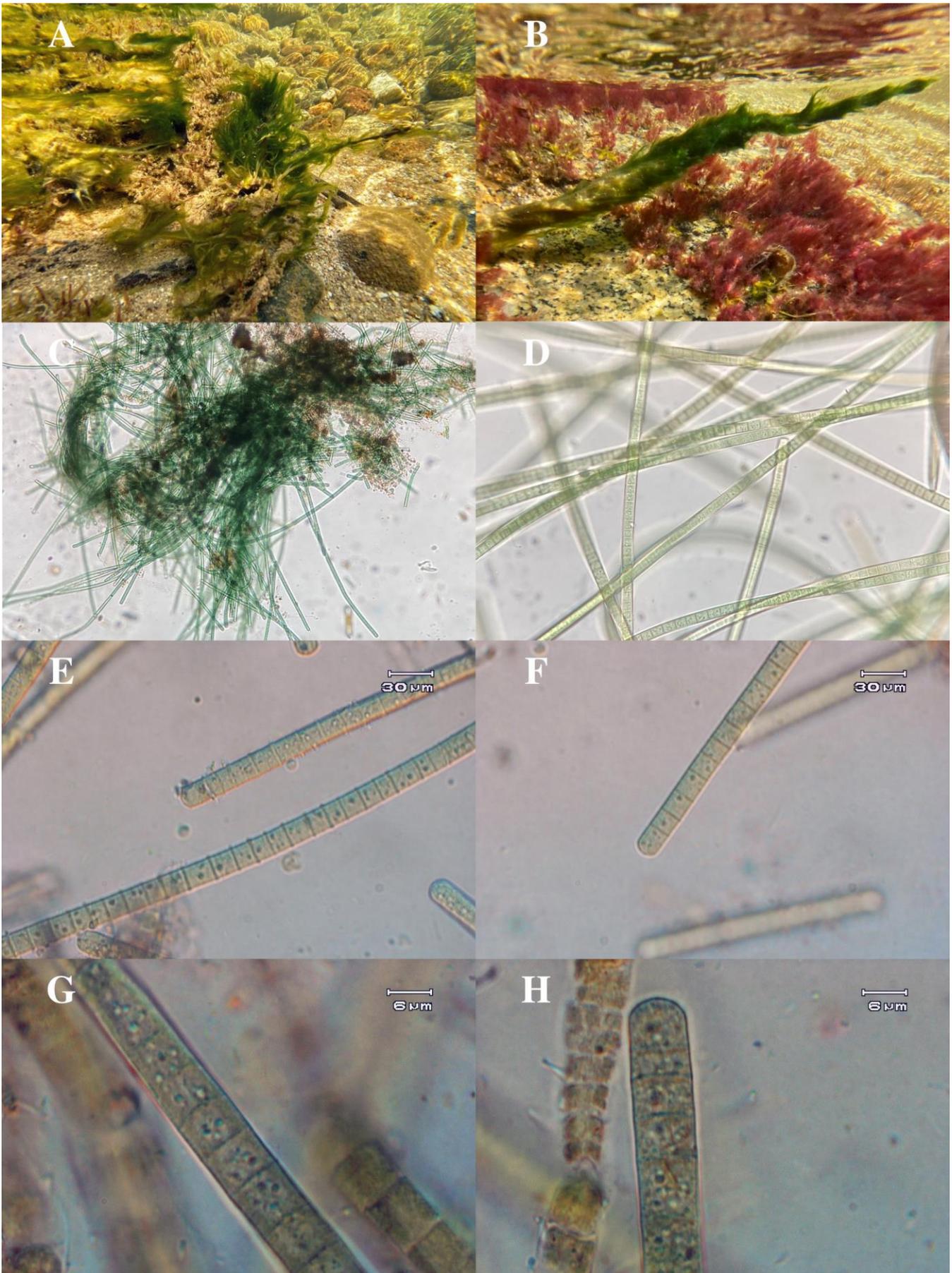


FIGURA 73. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Phormidium 1*.

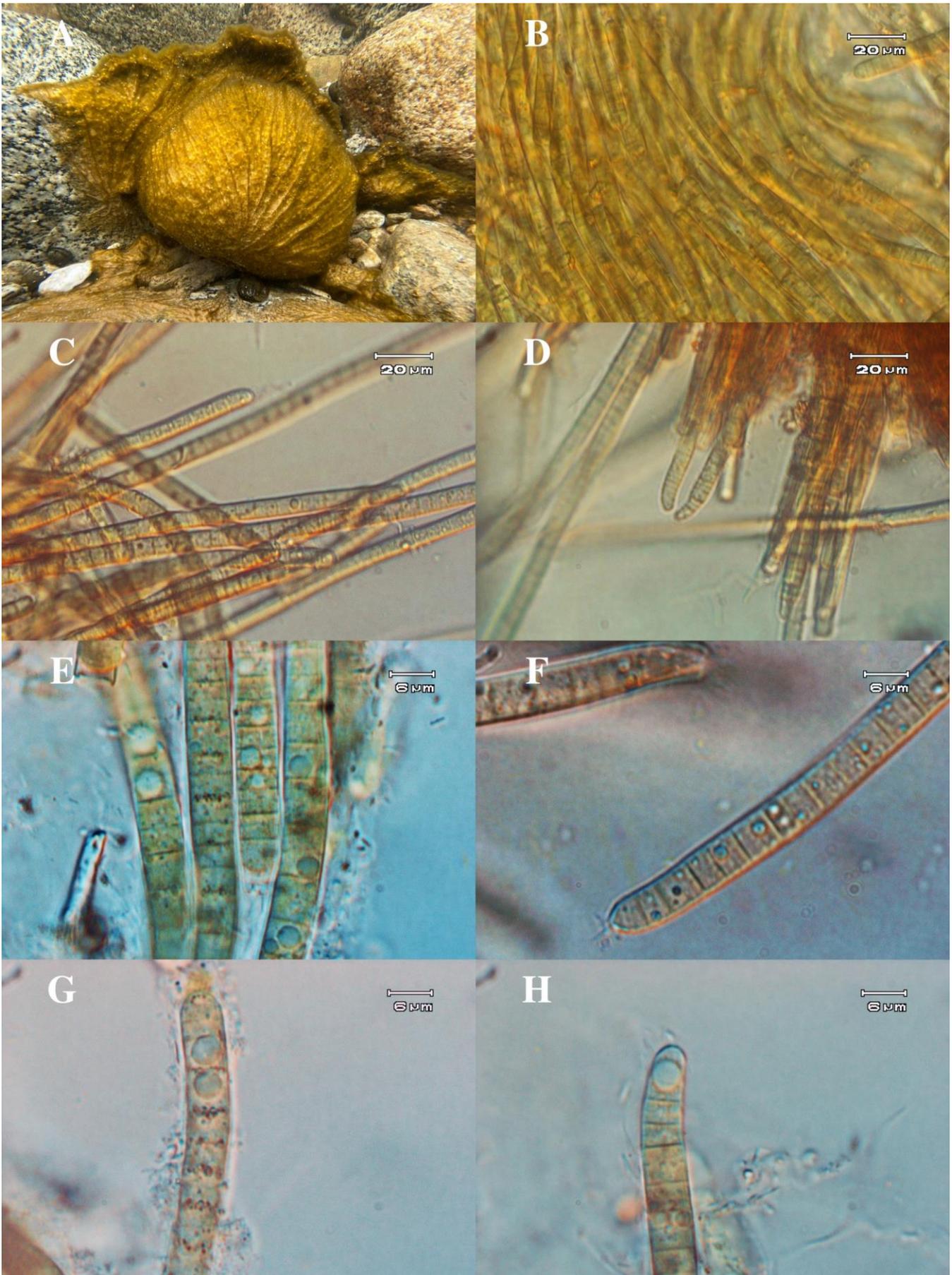


FIGURA 74. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Phormidium 2*.

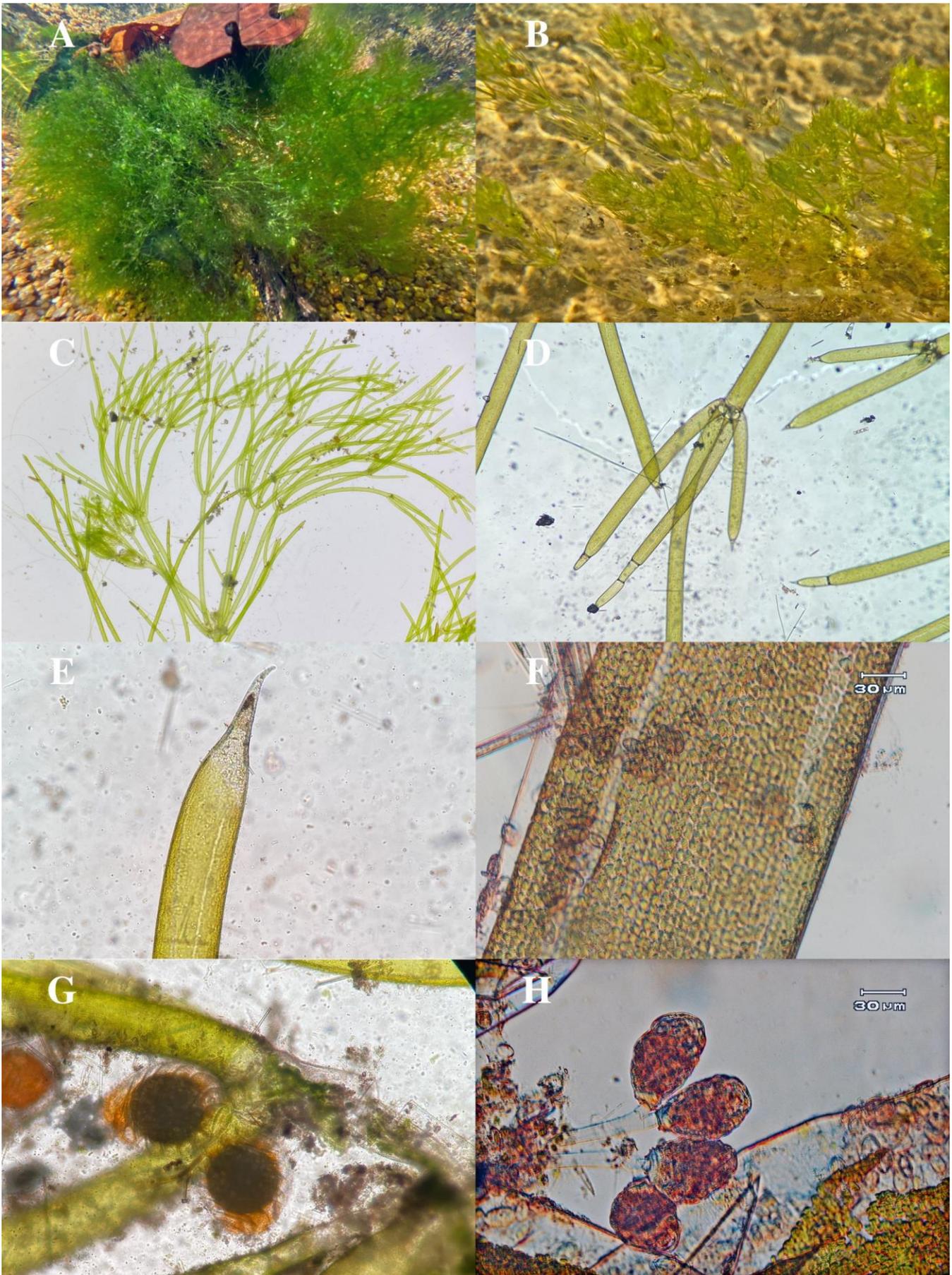


FIGURA 75. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Nitella*.

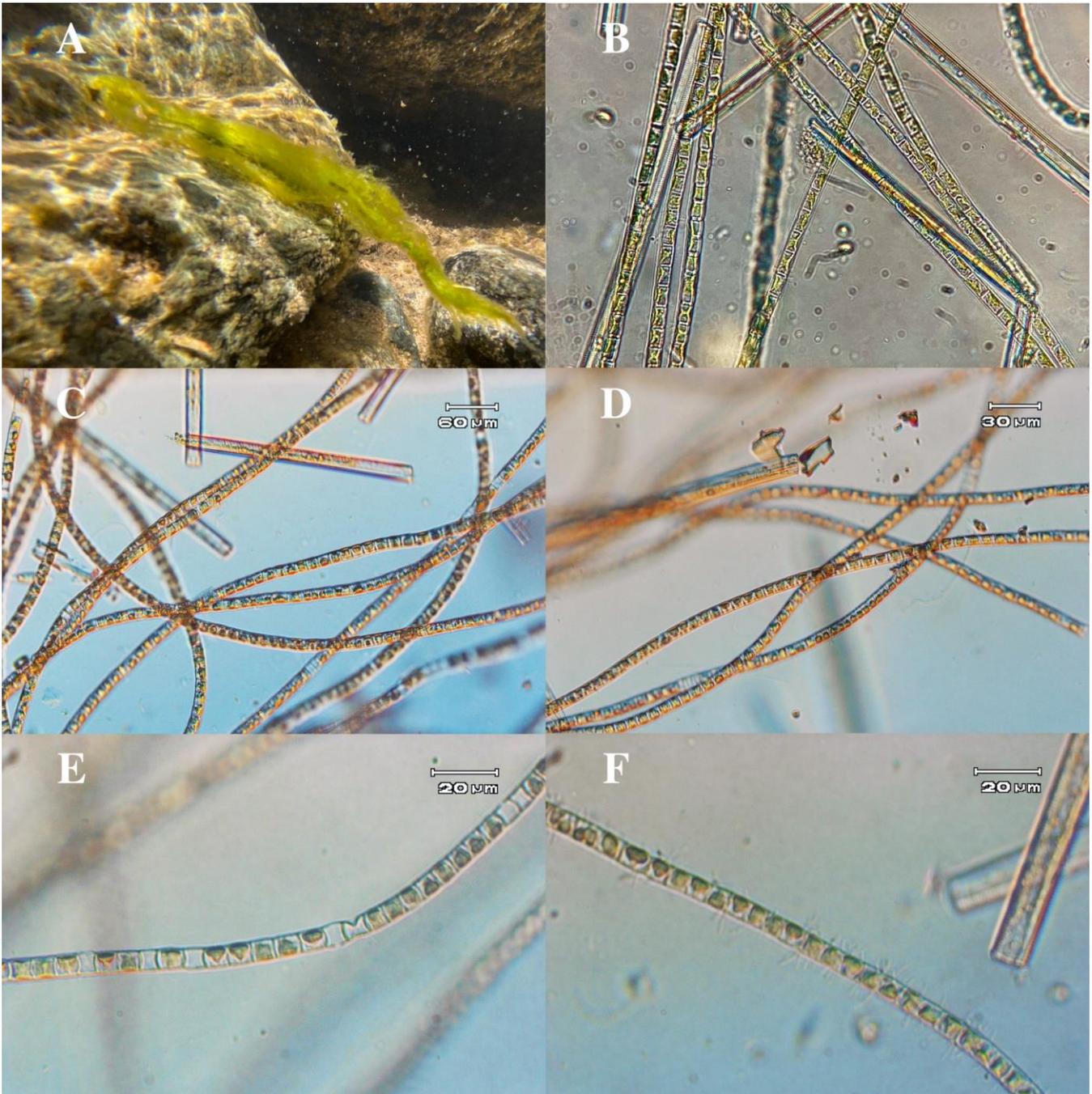


FIGURA 76. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Klebsormidium*.

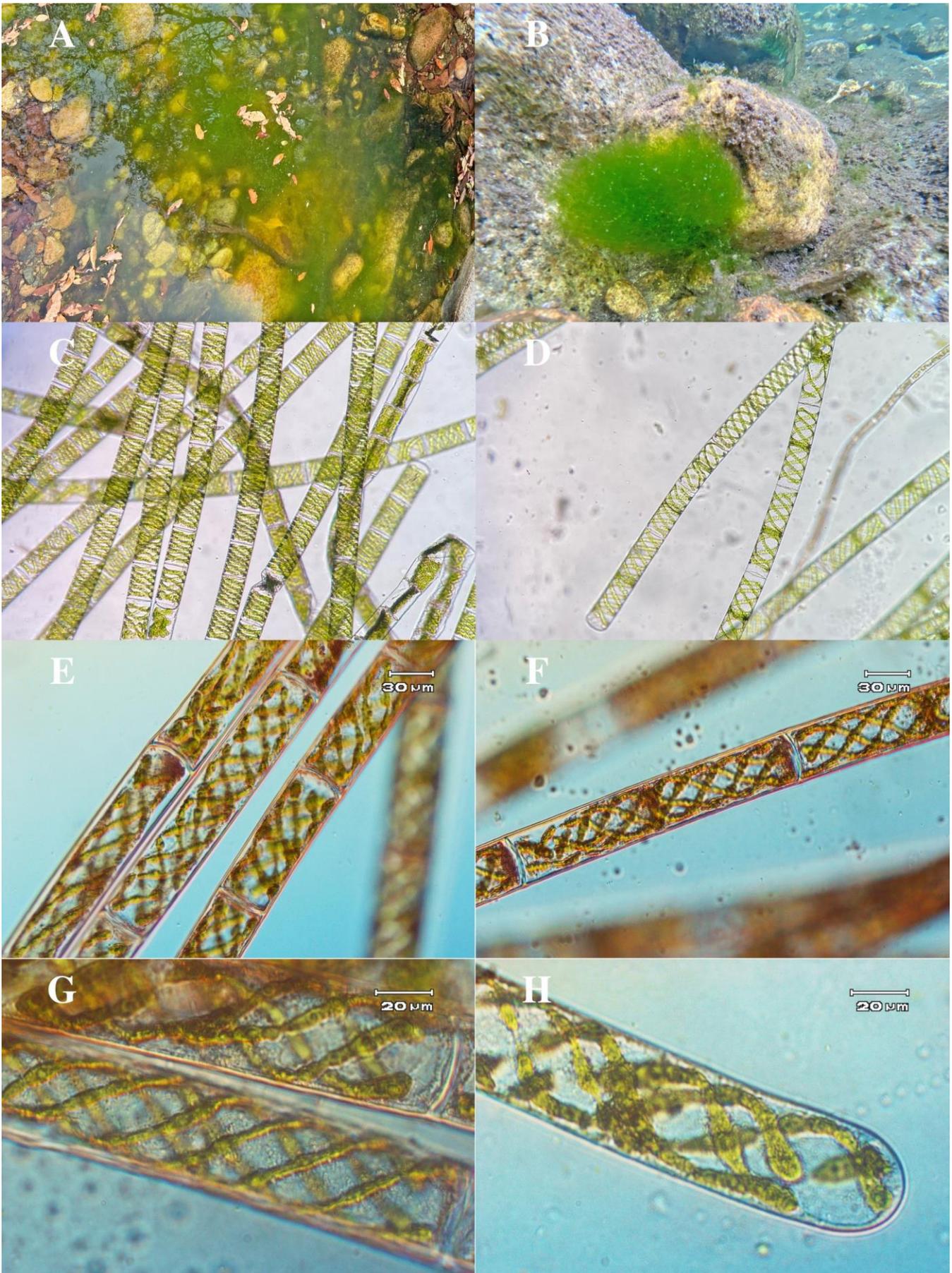


FIGURA 77. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Spirogyra*.

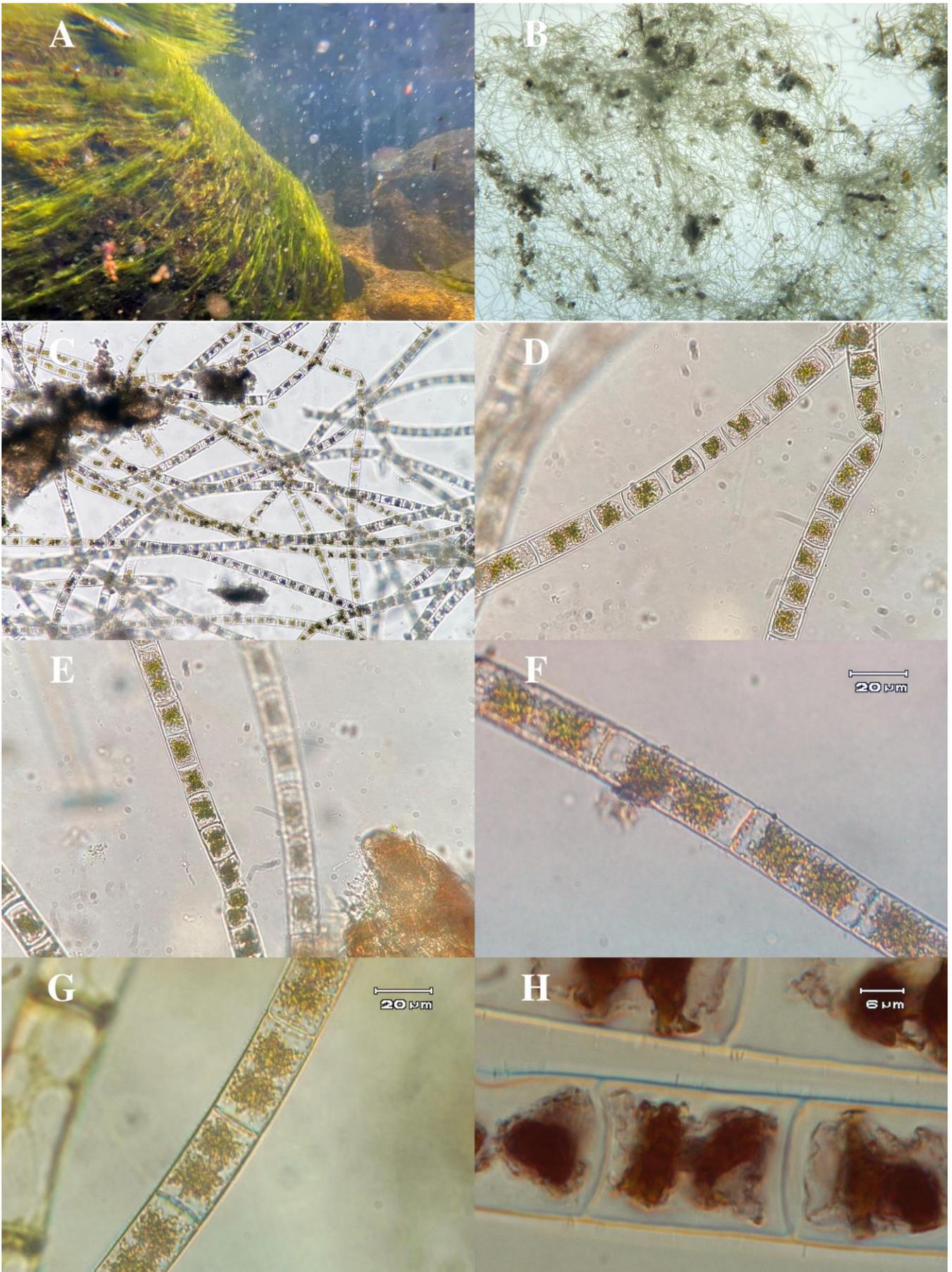


FIGURA 78. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Zygnema*.

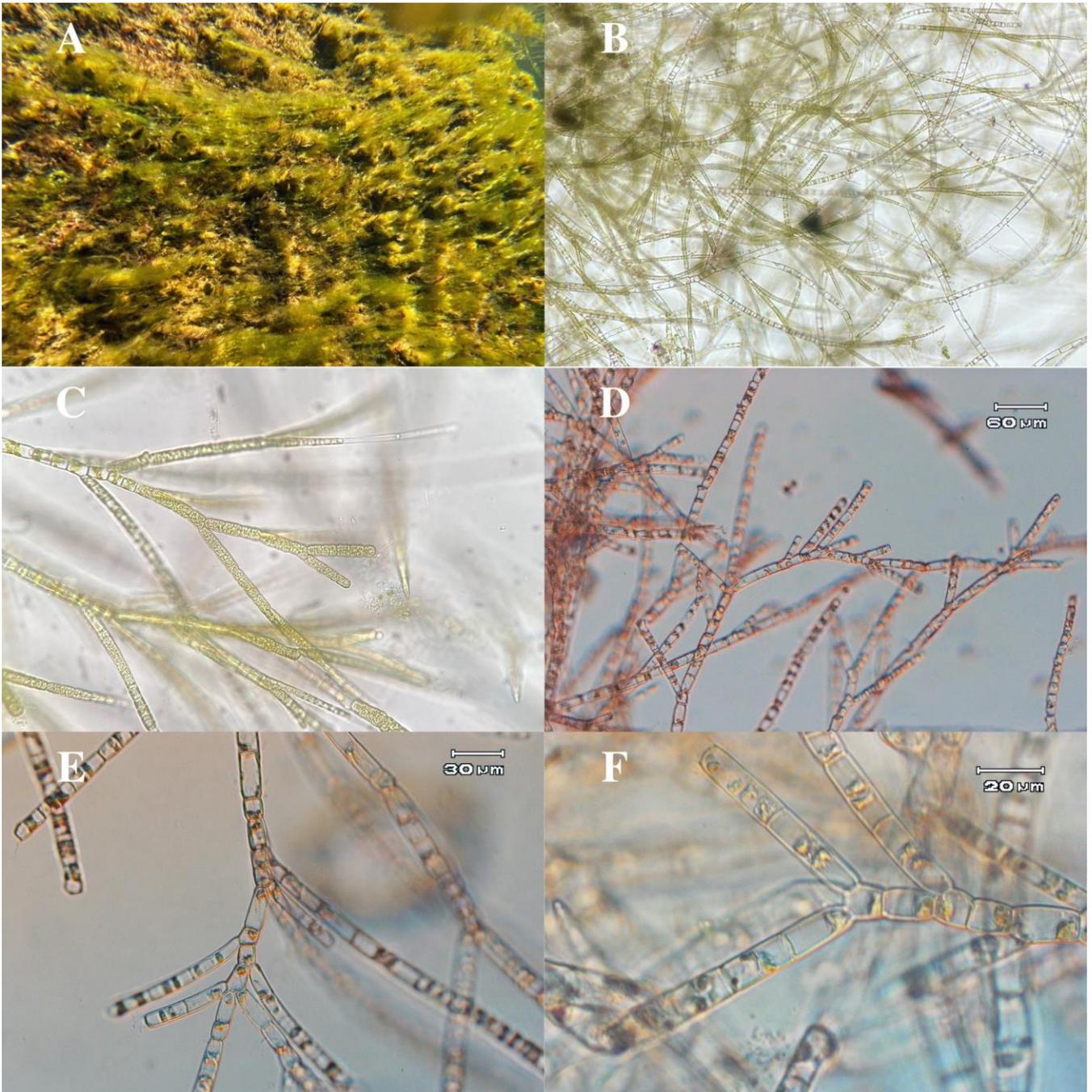


FIGURA 79. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Chaetophora*.

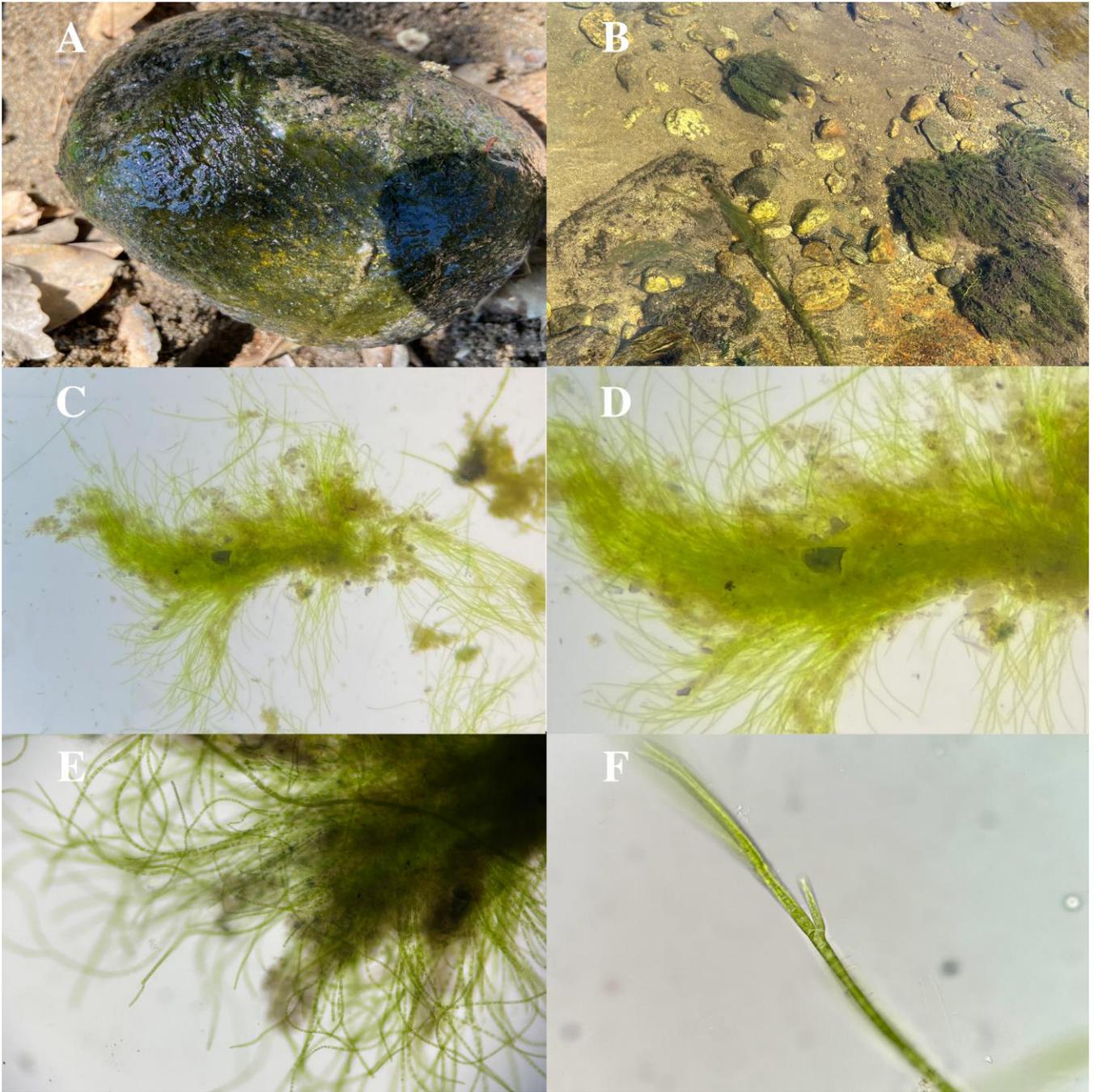


Figura 80. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Stigeoclonium*.

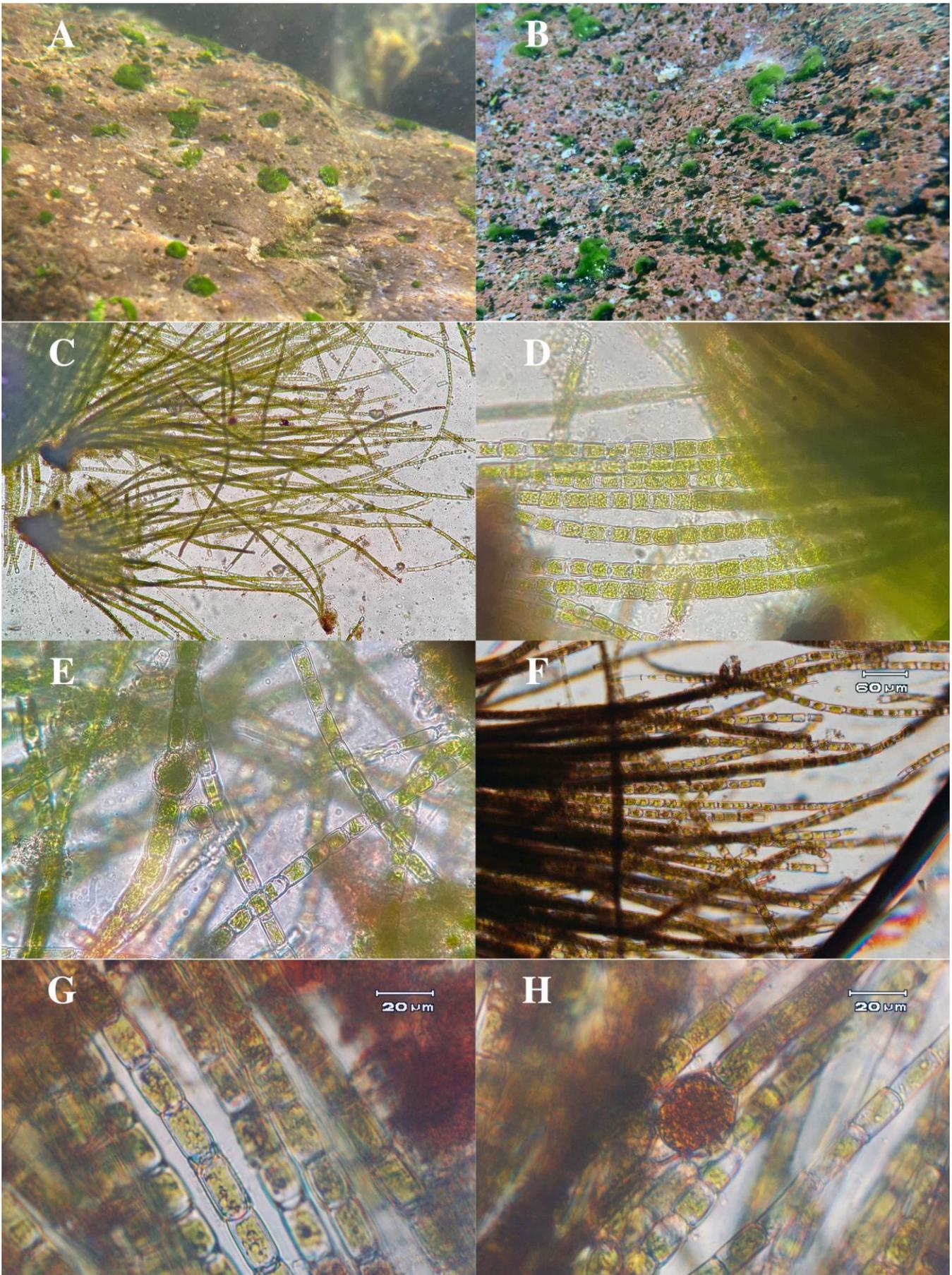


FIGURA 81. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Oedogonium*.

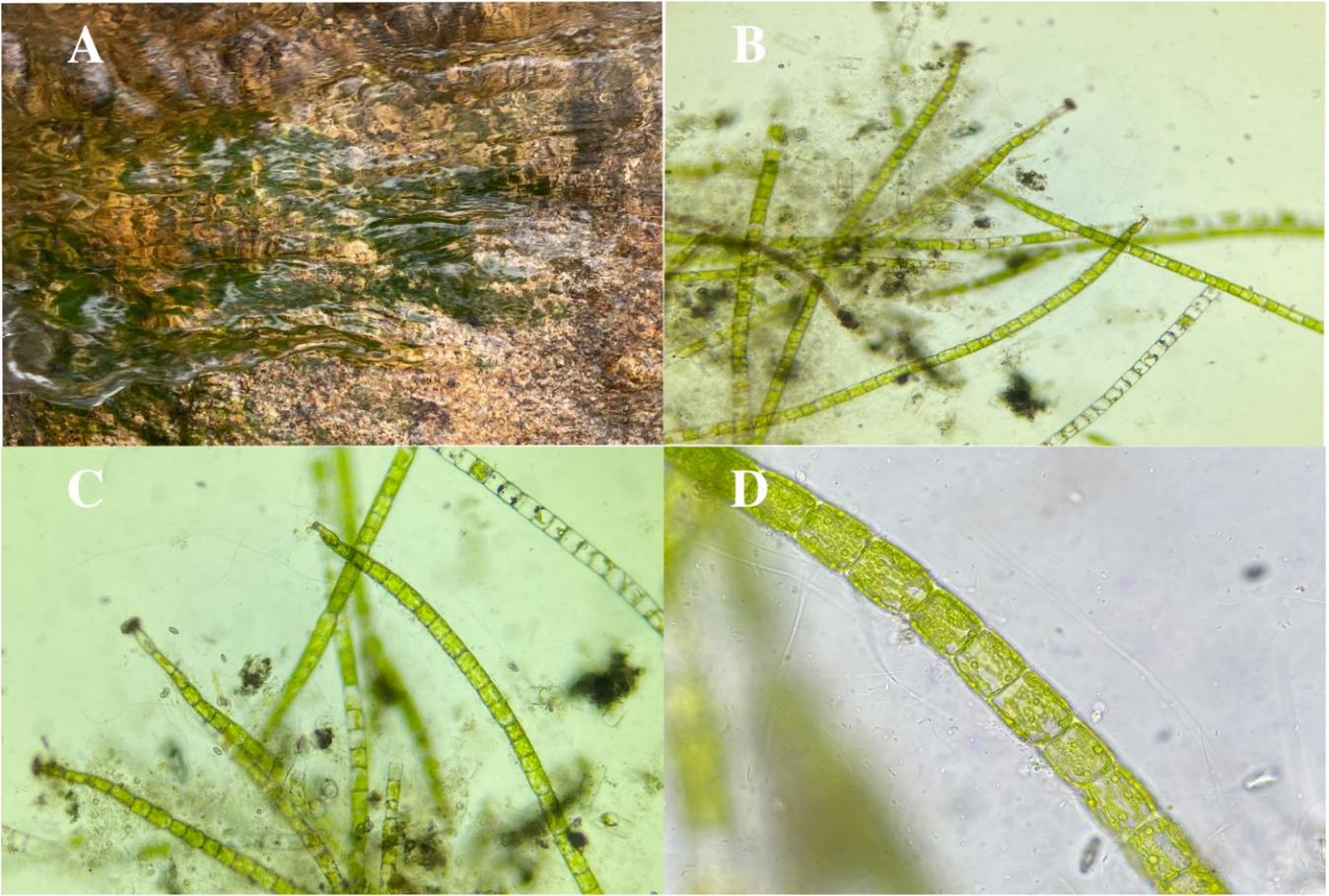


Figura 82. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Microspora*.

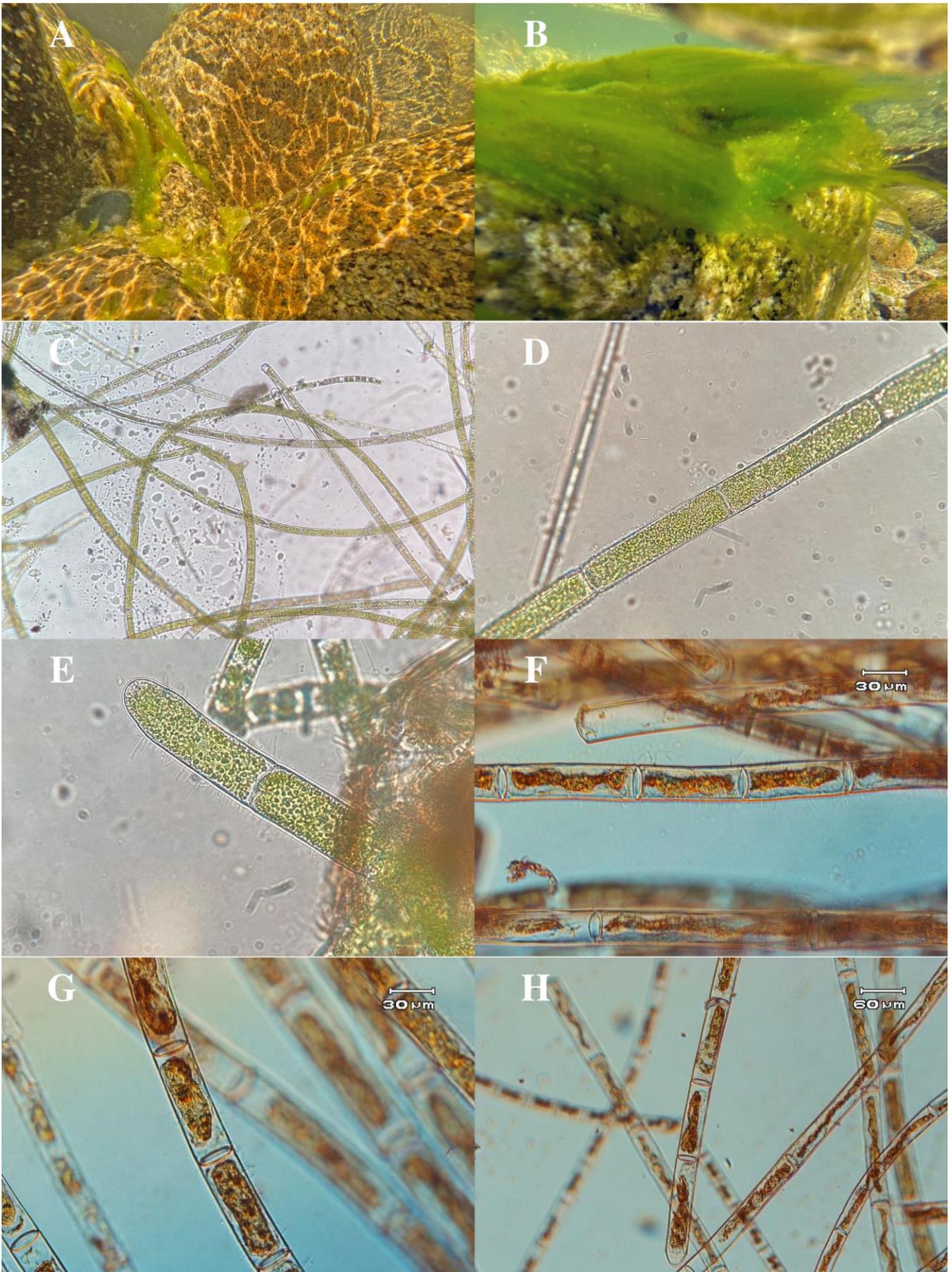


FIGURA 83. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Rhizoctonium*.

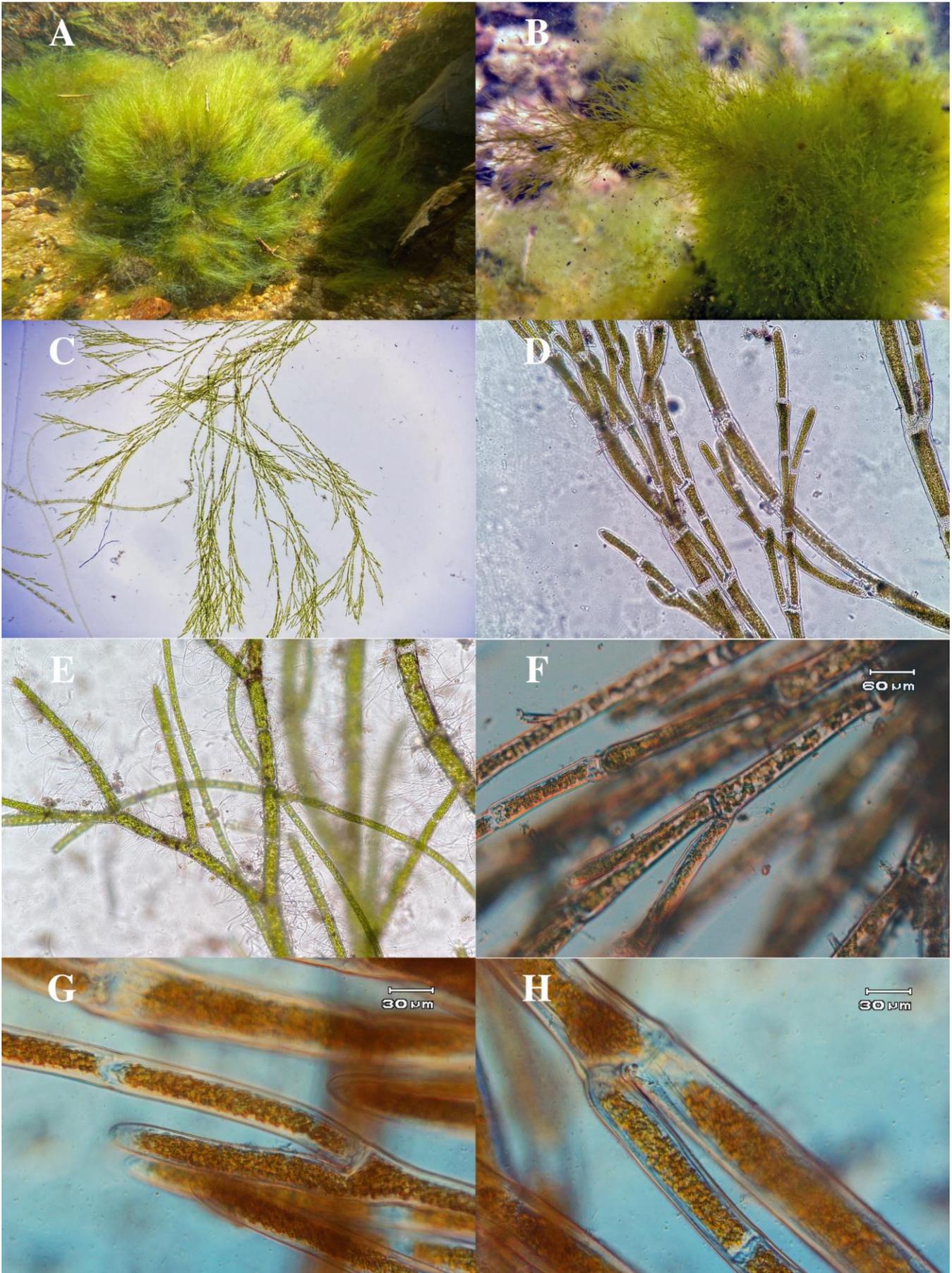


FIGURA 84. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Cladophora*.

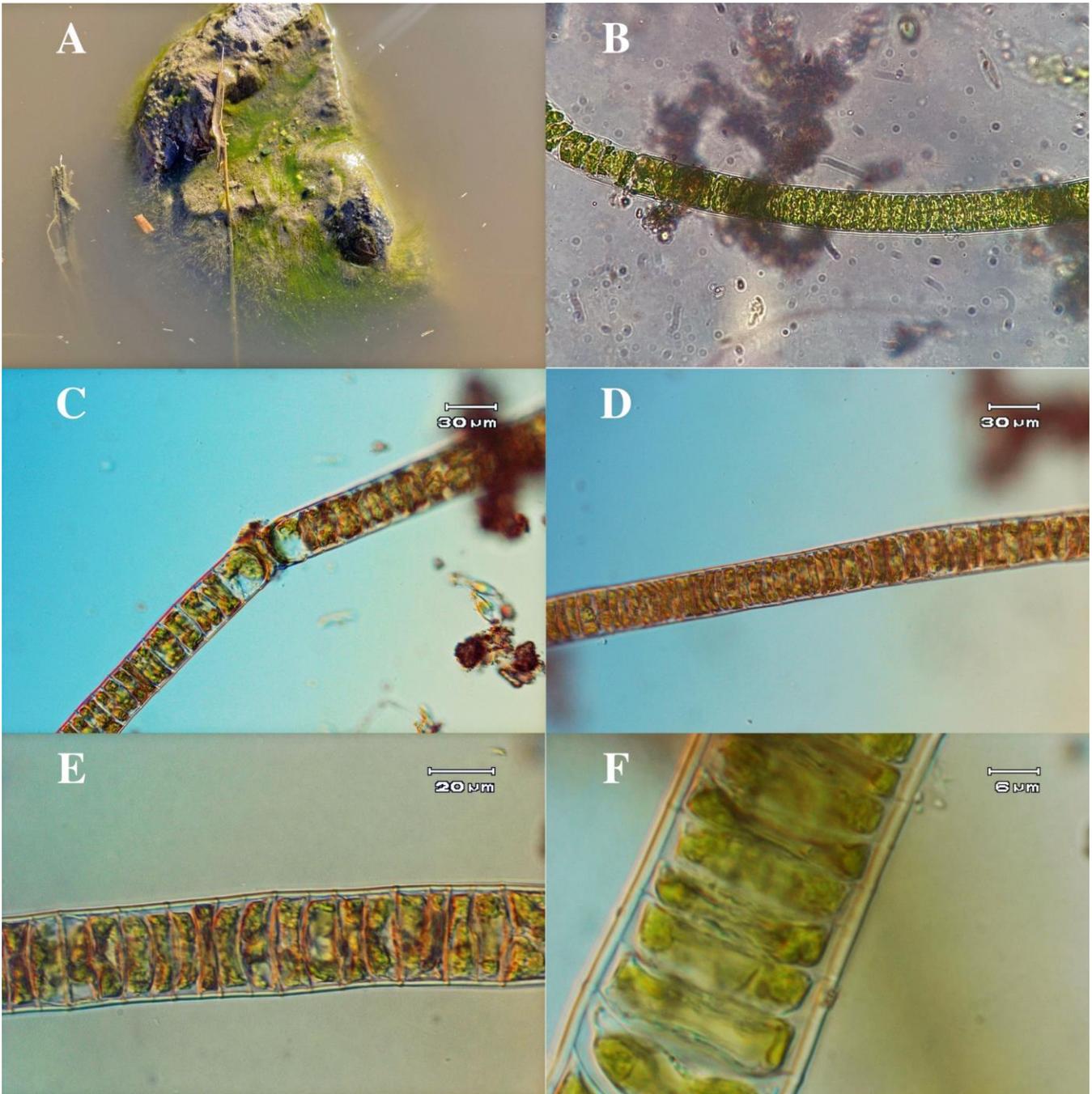


FIGURA 85. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Ulothrix*.

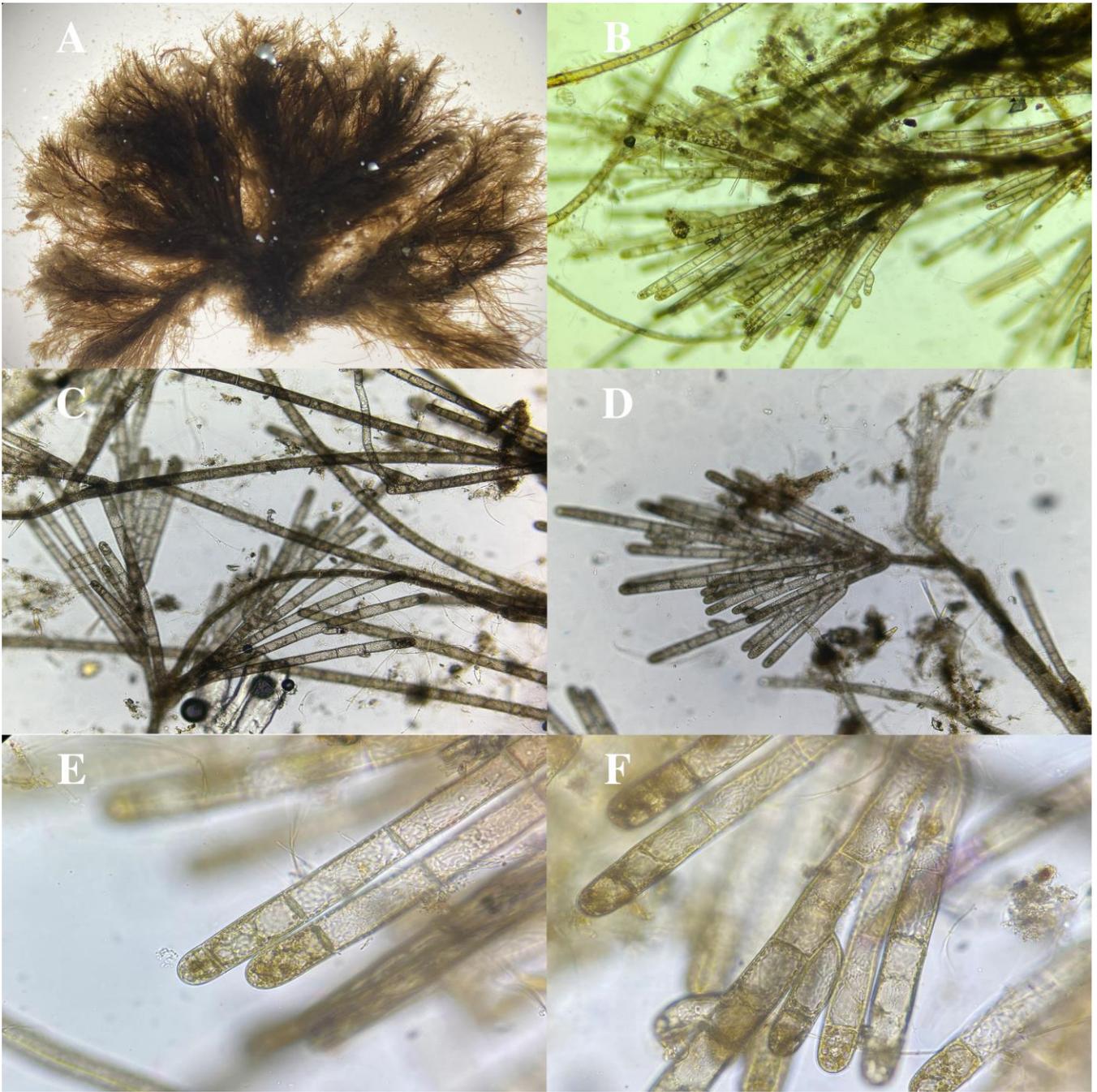


Figura 86. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Audouinella*.

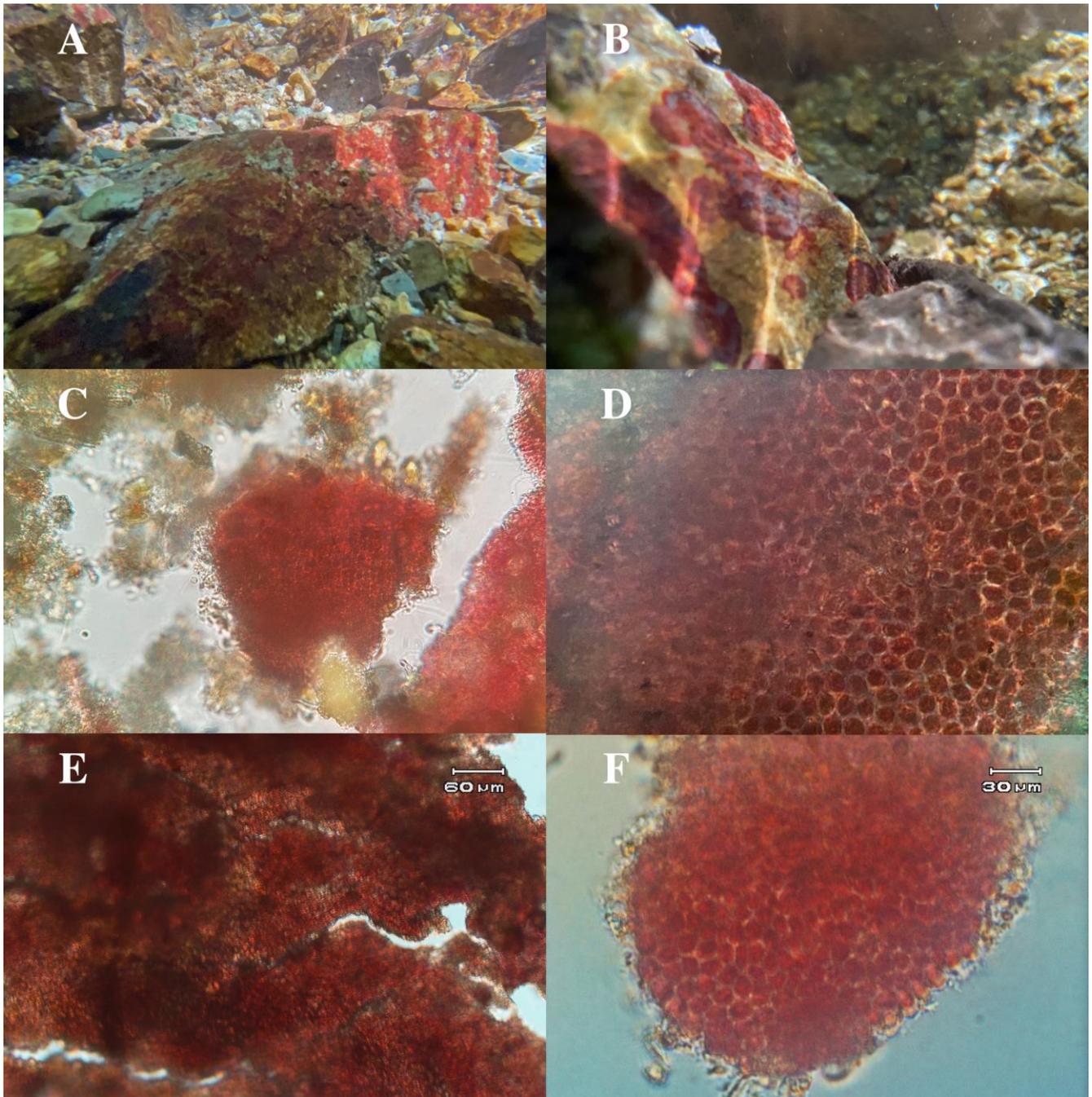


FIGURA 87. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Hildenbrandia*.

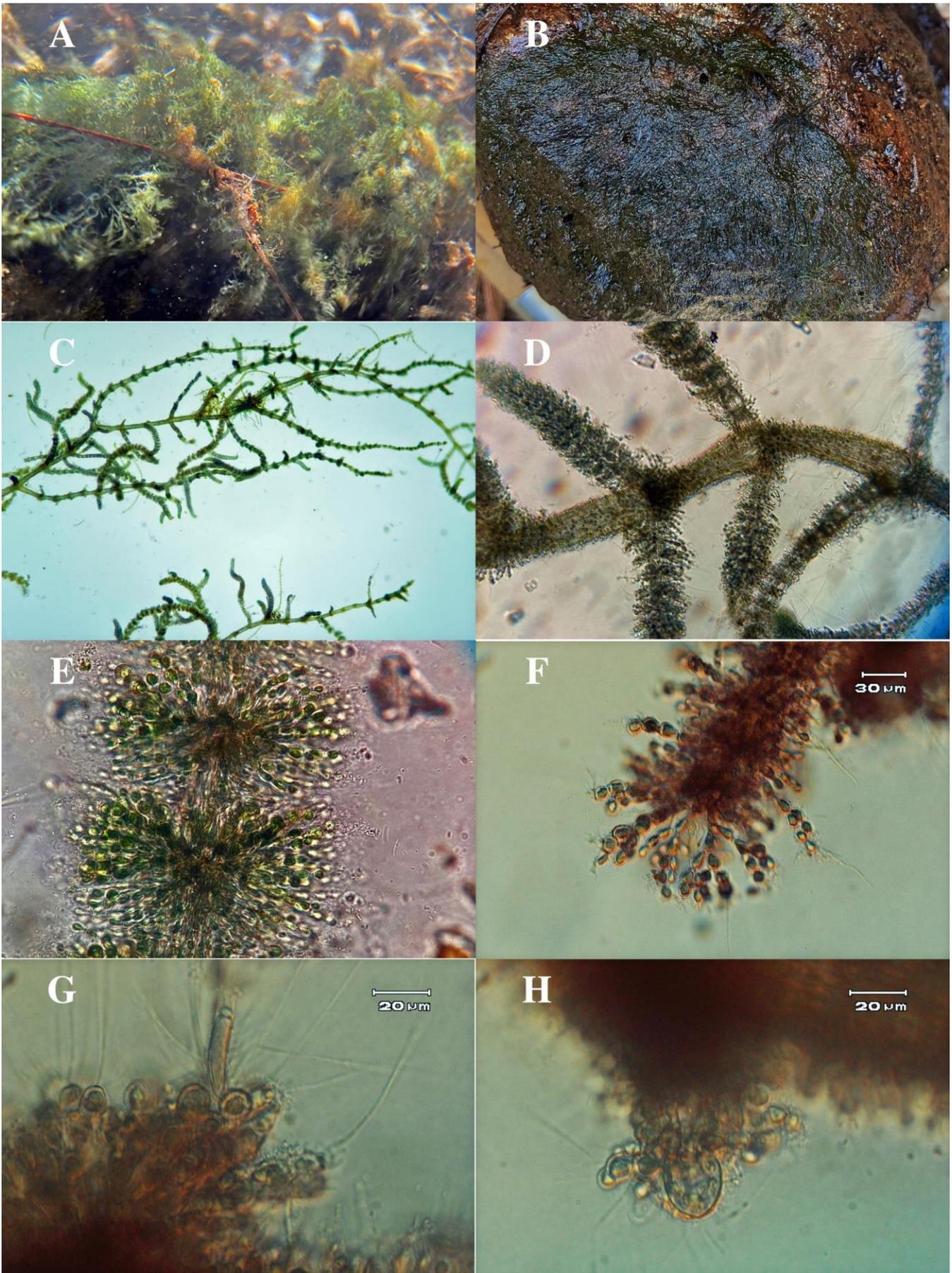


FIGURA 88. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Batrachospermum*.

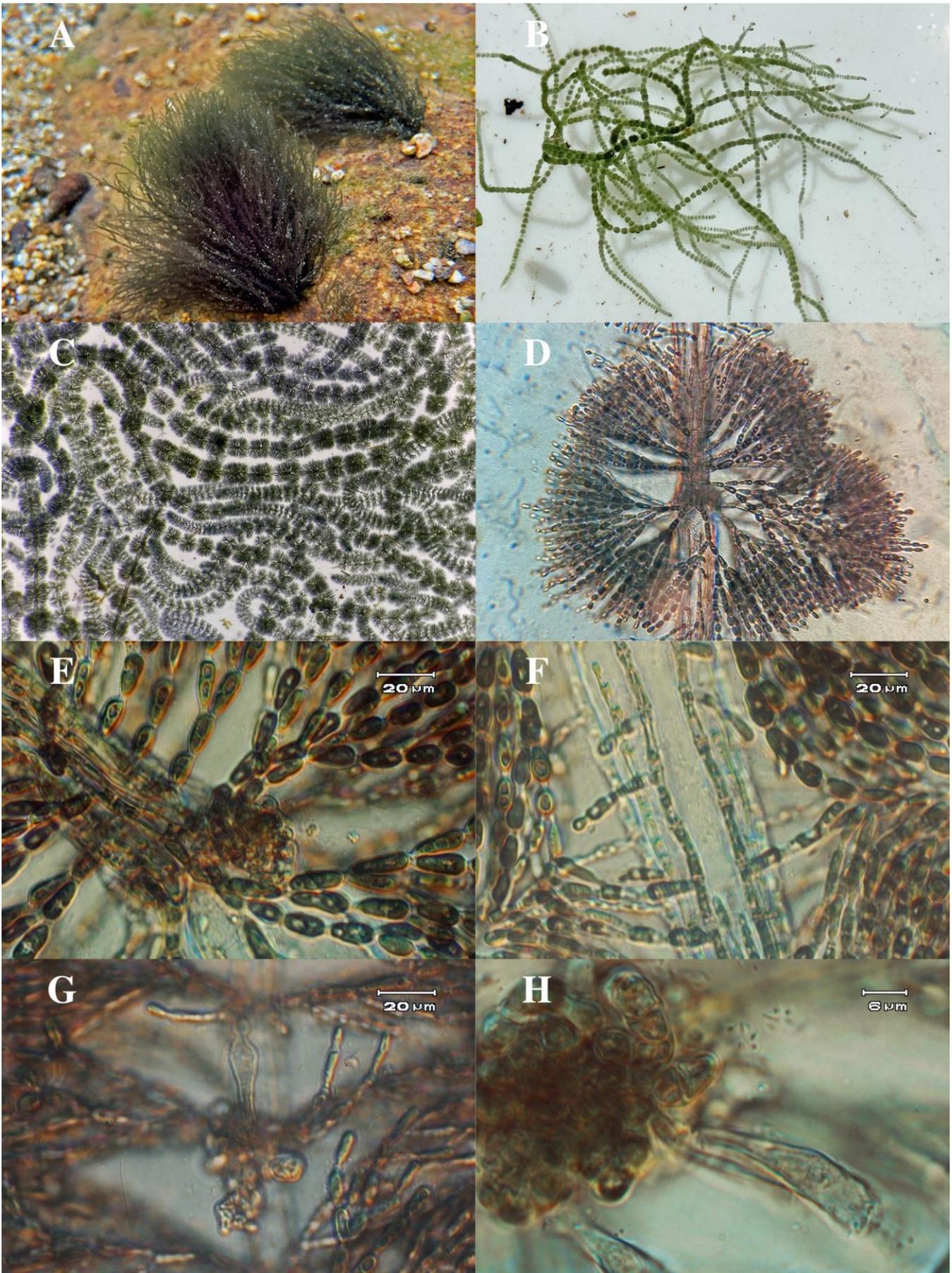


FIGURA 89. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Kumanoa*.



FIGURA 90. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Paralemanea*.

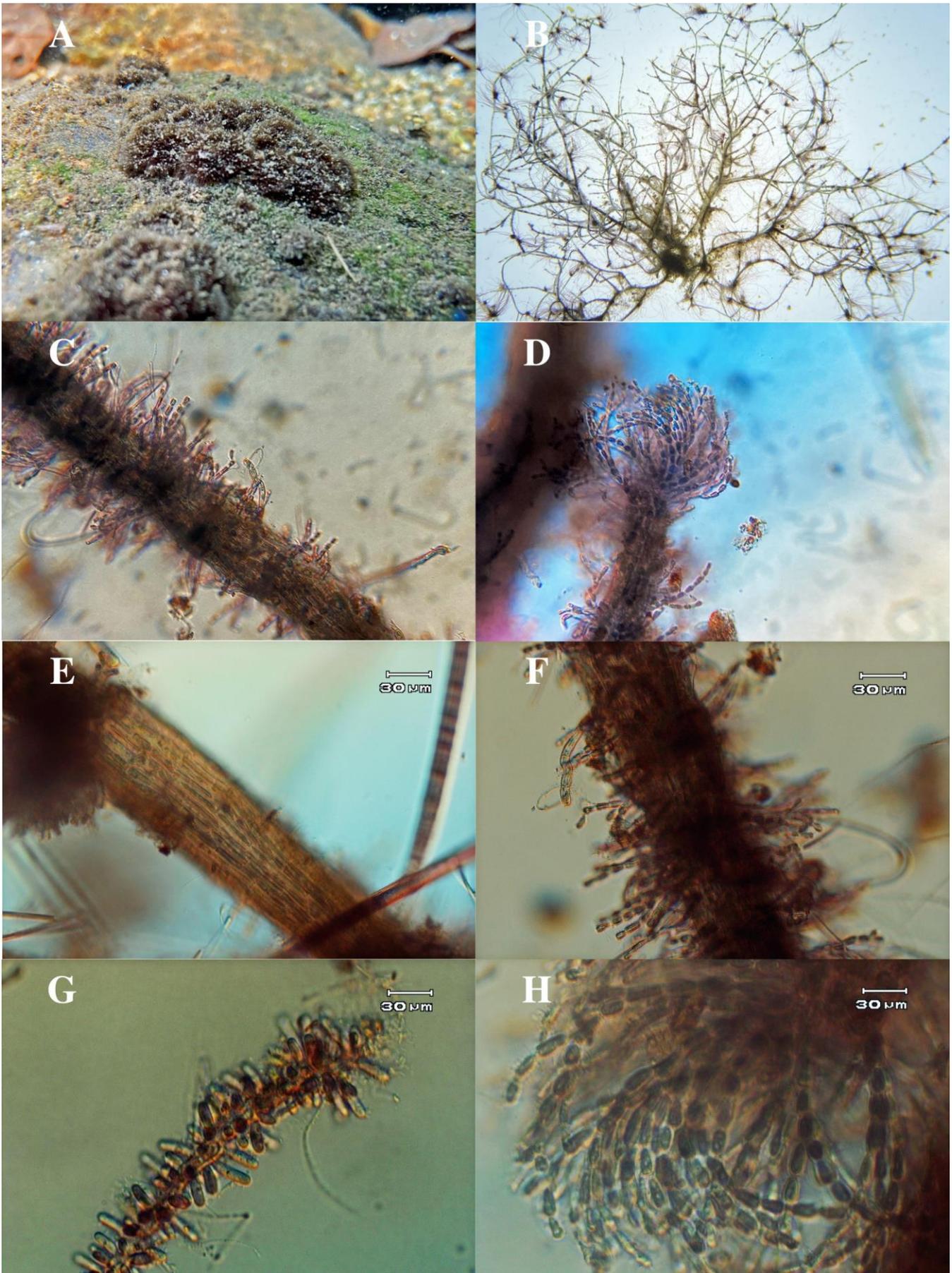


FIGURA 91. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de Chantransia.



Figura 92. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Compsopogon*.

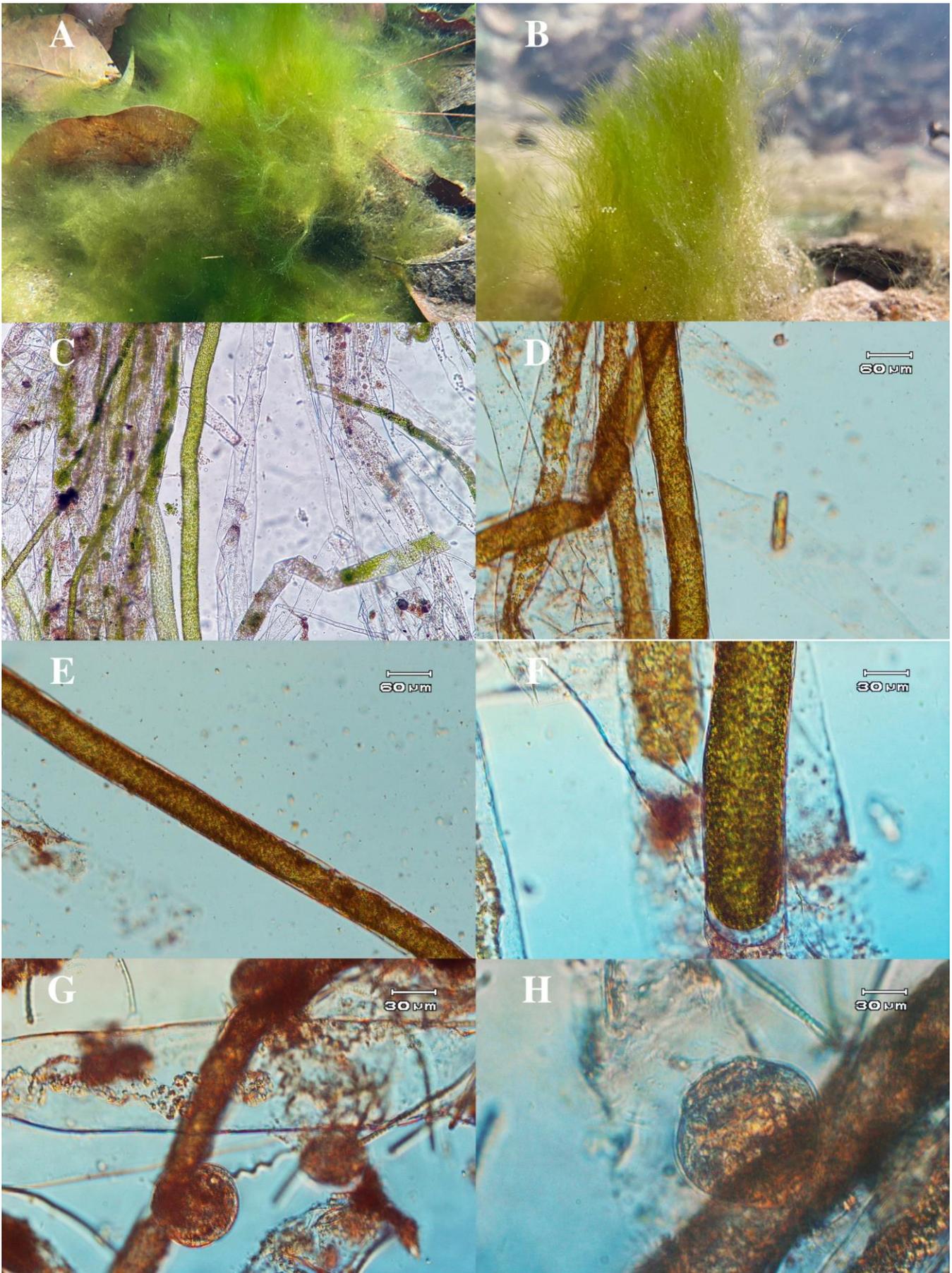


FIGURA 93. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Vaucheria*.

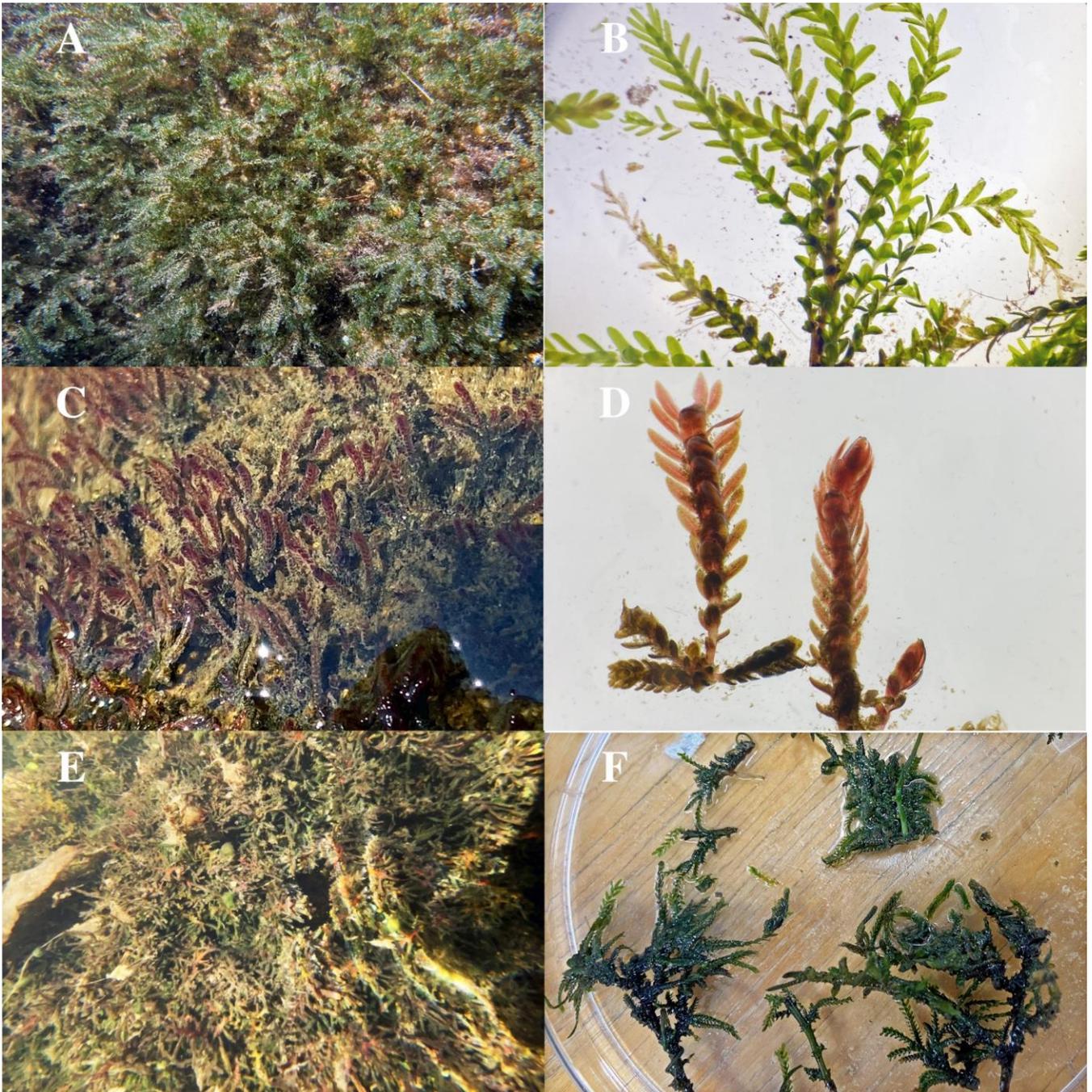


FIGURA 94. Crecimientos macroscópicos y detalles de Bryophyta 1 (A-B), Bryophyta 2 (C-D) y Bryophyta 3 (E-F).



FIGURA 95. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Marathrum*.

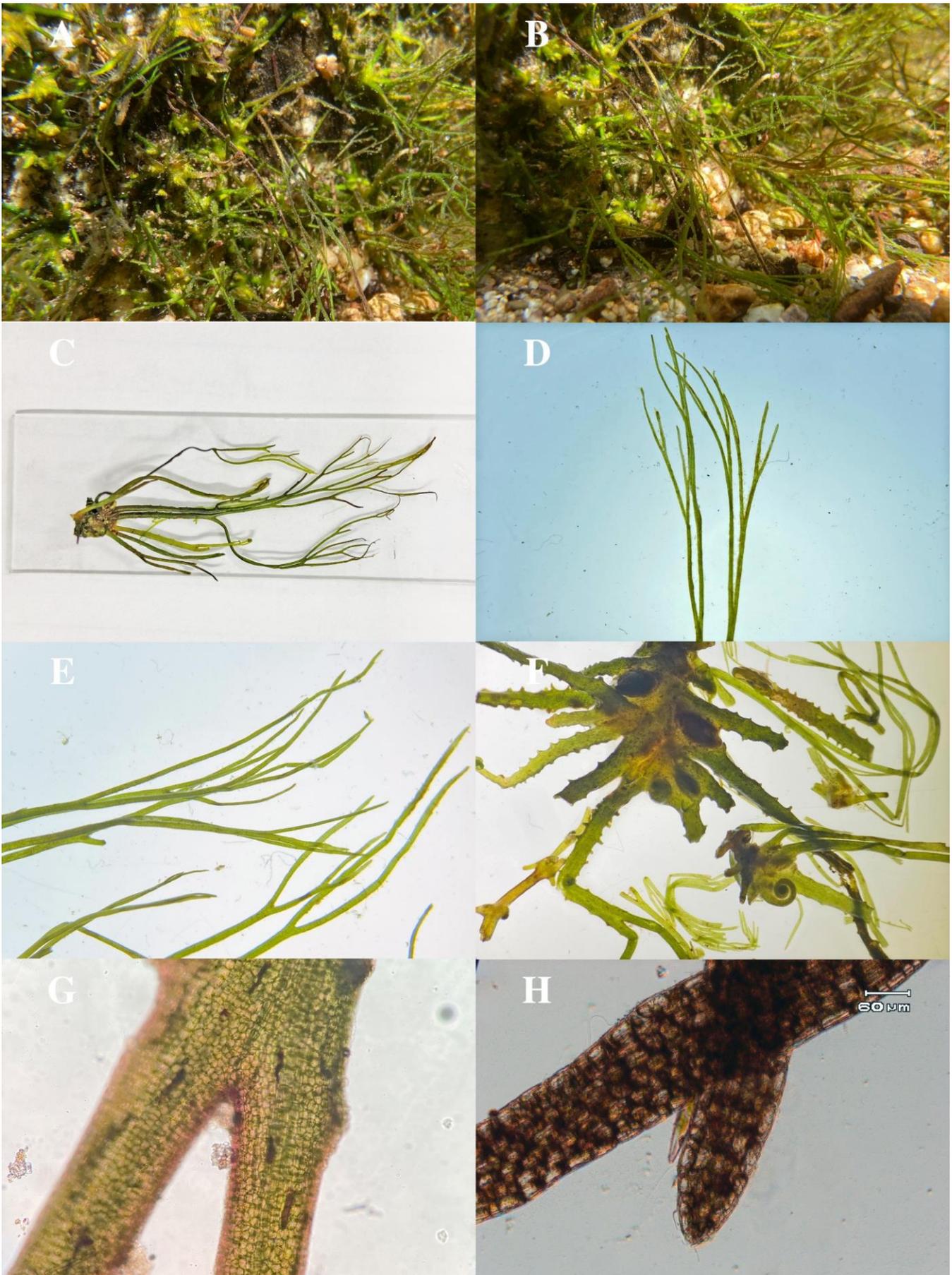


FIGURA 96. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de Pteridophyta.

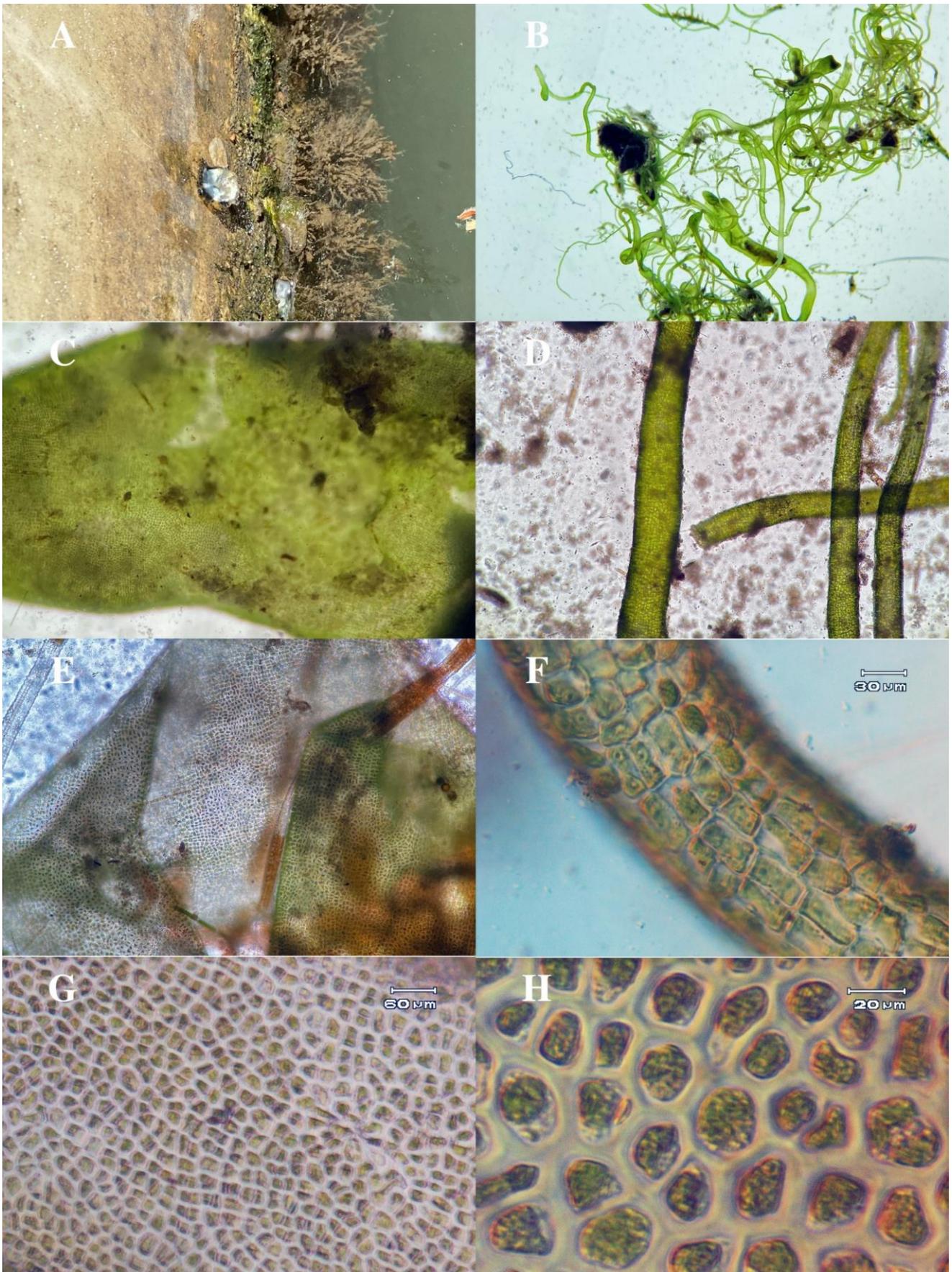


FIGURA 97. Crecimientos macroscópicos y detalles microscópicos de *Ulva intestinalis* presente en el estero El Salado.

Con respecto a la riqueza de géneros de macrófitas a nivel de cuenca, se puede observar una tendencia a la disminución de géneros durante la época de lluvias (Fig. 98). Los valores de riqueza en secas oscilaron entre 0 y 7 géneros, siendo Las Juntas la cuenca con la mayor riqueza de géneros mientras que en las cuencas Ameca-Mascota y Pitillal hubo sitios donde no se encontraron macrófitas. Por otra parte, en lluvias los valores se registraron entre 0 y 3 géneros; la cuenca Pitillal presentó los sitios con la mayor riqueza, sin embargo, todas las cuencas tuvieron al menos un sitio con ausencia de macrófitas (Fig. 98).

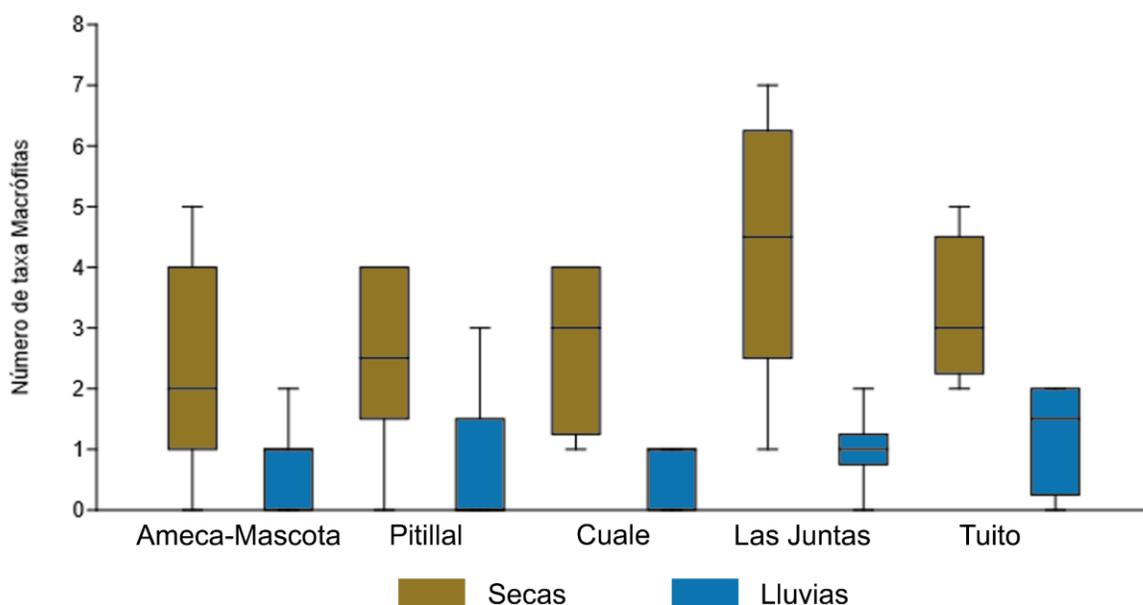


Figura 98. Diagrama de cajas de la riqueza de macrófitas en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante secas y lluvias.

En la cuenca Ameca-Mascota se registró un total de 21 *taxa* diferentes distribuidos en 13 sitios en ambas épocas; ya que existieron sitios donde no se registraron macrófitas en ninguna de las temporadas que correspondieron a AM1-AM3, AM7 y AM11. Durante secas se obtuvo la mayor riqueza de macrófitas (20), con los valores más altos registrados en los sitios AM13, AM14 y AM17 y la riqueza más baja estuvo presente en los sitios AM5, AM8, AM10 y AM12 con únicamente 1 *taxa*. El total de riqueza de macrófitas durante lluvias fue de 5 *taxa* distribuidas en 6 sitios, con la mayor riqueza en el sitio AM5 (2 *taxa*) (Fig. 99) mientras que la

menor riqueza se registró en AM12-AM17 con 1 *taxa* en cada uno de los sitios, lo que marca una tendencia general a la disminución de macrófitas durante la temporada de lluvias. Finalmente, en la Tabla 12 se presenta el listado completo de *taxa* y coberturas porcentuales en la cuenca Ameca-Mascota durante ambas épocas

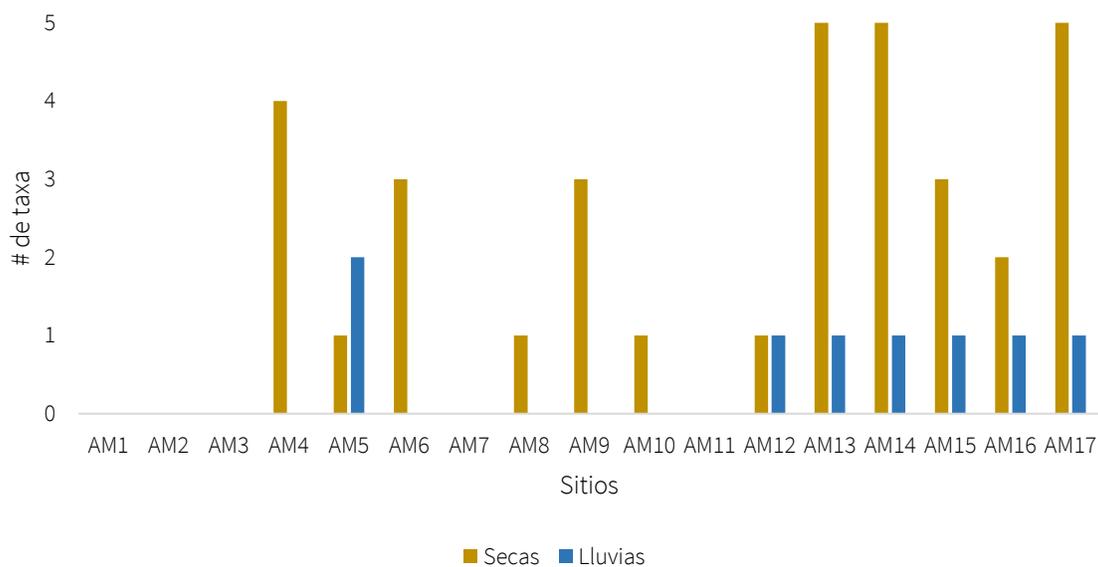


Figura 99. Distribución de la riqueza de macrófitas en los sitios de la Cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

Tabla 12. Distribución y cobertura relativa de las macrófitas acuáticas en la cuenca Ameca-Mascota, Jalisco.

Taxa	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17		
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l		
<i>Anabaena</i>				1															
<i>Nostochopsis</i>														0.1					
<i>Nostoc</i>																0.5			
<i>Lyngbya 2</i>																	7.7		
<i>Lynbya 3</i>													3.1						
<i>Oscillatoria 1</i>				15															
<i>Oscillatoria 3</i>																	0.8		
<i>Oscillatoria 4</i>																	6		
<i>Phormidium 1</i>				2.9	0.8	6.2			0.7				8.4	14		0.3			
<i>Spirogyra 1</i>					100	15.4								6.7			26.9		
<i>Oedogonium</i>													25.6						
<i>Cladophora</i>					0.2	32.7							5	30	58.3	25	100	1	77.3
<i>Ulothrix</i>								25											
<i>Hildenbrandia</i>										100		40	100						
<i>Batrachospermum</i>									25.0										
<i>Kumanoa</i>														29.1					
<i>Paralemanea</i>									14.3										
<i>Compsopogon</i>																		1	
<i>Vaucheria</i>				46.4															

Taxa	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17					
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Bryophyta</i> 3													53.1									
<i>Pteridophyta</i>														13.3	1	27.5						

s= secas, l= lluvias.

En la cuenca Pitillal se registró una mayor riqueza de macrófitas en la época de secas, particularmente en los sitios Pi5 y Pi6 (Fig. 100), los cuales mostraron la presencia de altas coberturas de géneros del filo Chlorophyta y Cianobacteria. Por otra parte, los sitios con menor riqueza correspondieron a Pi3 y P4 con 2 *taxa* cada uno, los cuales estuvieron dominados por macrófitas del filo Chlorophyta y Bryophyta, respectivamente. El sitio Pi7 no presentó macrófitas ya que se encontraba totalmente seco. Durante lluvias, el escenario cambió radicalmente y sólo se registraron macrófitas en un sitio de monitoreo (Fig. X) correspondiente a Pi5 cuya riqueza fue menor con respecto al sitio en la época de secas. Cabe destacar que el sitio Pi7 ya presentaba flujo de agua, sin embargo, tampoco se registraron macrófitas en el sitio. En la Tabla 13 se presenta el listado completo de *taxa* y coberturas porcentuales en la cuenca Pitillal durante ambas épocas.

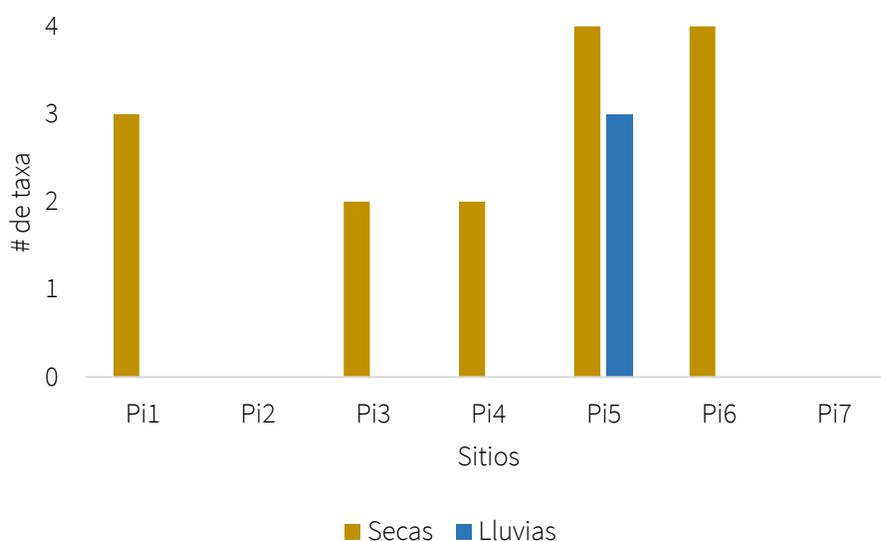


Figura 100. Distribución de la riqueza de macrófitas en los sitios de la Cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

Tabla 13. Distribución y cobertura relativa de las macrófitas acuáticas en la cuenca Pitillal, Jalisco.

Taxa	Pi1		Pi2		Pi3		Pi4		Pi5		Pi6		Pi7	
	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	
<i>Nostochopsis</i>			0.3							2.9				
<i>Nostoc</i>	14.9									23.9				
<i>Phormidium</i> 1									2.3	0.1				
<i>Phormidium</i> 2							6							
<i>Spirogyra</i> 1							0.3							
<i>Oedogonium</i>									2.7	6.3				
<i>Cladophora</i>	23.5		41.9				2.8	63						
Bryophyta 2	31						76.3	7.5						
<i>Marathrum</i>									10					

s= secas, l= lluvias.

Debido a la conexión permanente de El Salado con el océano dan lugar a condiciones físicas y químicas totalmente diferentes a los demás sitios de interés, ya que se registraron valores de conductividad, sólidos disueltos totales y salinidad característicos de sistemas marinos. Lo anterior puede estar influenciando la presencia de una sola especie de macroalga durante ambas épocas; *Ulva intestinalis*. Por lo que la riqueza de especies se mantuvo igual, únicamente se registró variación en la cobertura, siendo menor en época de secas (Tabla 14).

Tabla 14. Cobertura relativa de *Ulva intestinalis* en el Estero El Salado, Jalisco.

Taxa	ES	
	s	l
<i>Ulva intestinalis</i>	40	9.16

s= secas, l= lluvias.

La cuenca El Cuale presentó una mayor riqueza de macrófitas durante la época de secas en los sitios Cu3 y Cu4 (Fig. 101) con 4 *taxa* cada uno correspondiente a los filos Chlorophyta y Cianobacteria, esta riqueza disminuyó hacia el sitio Cu5 con 1 solo *taxa* del filo Cianobacteria. Durante la época de lluvias, las riquezas disminuyeron a solo 1 *taxa* y únicamente se registraron en los sitios Cu2, Cu3 y Cu4 y pertenecieron, en su mayoría, al filo Cianobacteria. En la Tabla 15 se presenta el listado completo de *taxa* y coberturas porcentuales en la cuenca Cuale durante ambas épocas.

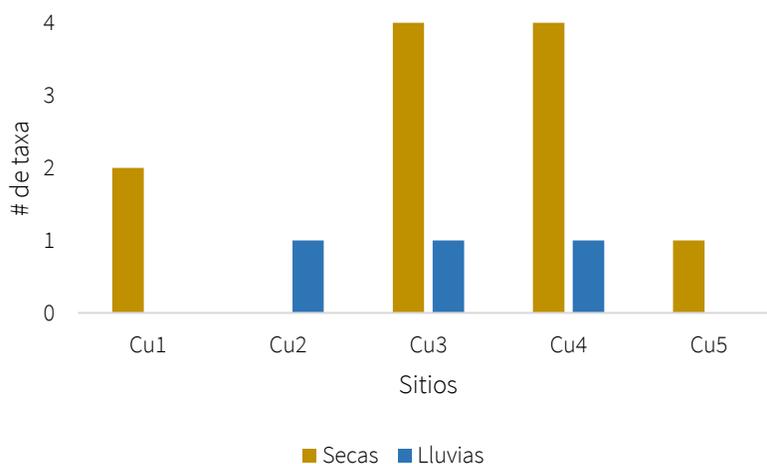


Figura 101. Distribución de la riqueza de macrófitas en los sitios de la Cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

Tabla 15. Distribución y cobertura relativa de las macrófitas acuáticas en la cuenca Cuale, Jalisco.

Taxa	Cu1		Cu2		Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Nostochopsis</i>			2.3	0.7			0.4			
<i>Tolypothrix</i> 1	1.4									
<i>Oscillatoria</i> 3					20					
<i>Oscillatoria</i> 5									5	
<i>Phormidium</i> 2				1.7			5			
<i>Klebsormidium</i>	11.4									
<i>Spirogyra</i> 1				2.2			13.3			

Taxa	Cu1		Cu2		Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Microspora</i>								5		
<i>Rhizoconium</i>				5.3				1.1		

s= secas, l= lluvias.

En la cuenca Las Juntas, se registraron las mayores riquezas con respecto al resto de cuencas, principalmente en la época de secas (Fig. 102). Se detectó una tendencia a incrementar la riqueza hacia el sitio Ju3, para posteriormente, disminuir hacia la parte baja de la cuenca. En el sitio Ju3 se registraron 7 *taxa*, en su mayoría filamentosas del filo Cianobacteria y Charophyta. Contrario a lo anterior, en Ju6 solamente se registró 1 macrófita del filo Cianobacteria. En época de lluvias, la mayor riqueza se registró en Ju7 con 2 *taxa* mientras que la menor riqueza fue de 1 *taxa* en los sitios Ju2, Ju3, Ju5 y Ju6. En la mayoría de los sitios se registraron grandes crecimientos de *Marathrum* y únicamente estuvo presente en esta cuenca. En la Tabla 16 se presenta el listado completo de *taxa* y coberturas porcentuales en la cuenca Las Juntas durante ambas épocas.

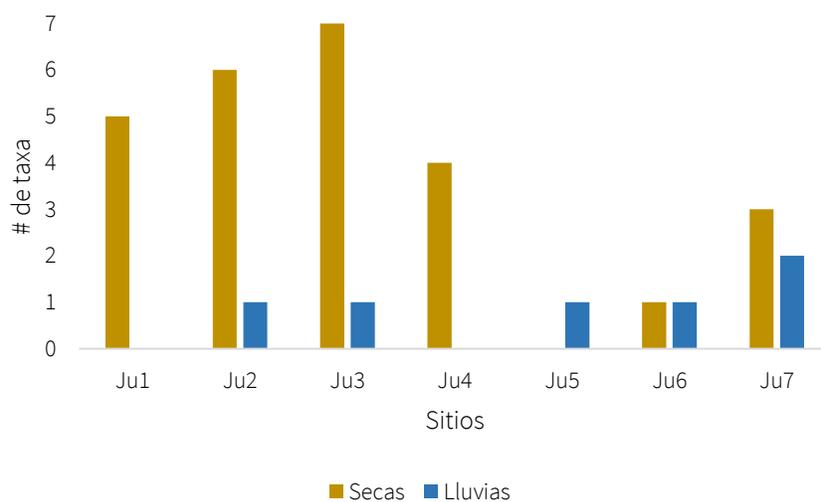


Figura 102. Distribución de la riqueza de macrófitas en los sitios de la Cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Tabla 16. Distribución y cobertura relativa de las macrófitas acuáticas en la cuenca Las Juntas, Jalisco.

Taxa	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4	Ju5	Ju6		Ju7	
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Nostoc</i>	0.2		13.8		0.8							
<i>Rivularia</i>	0.1											
<i>Tolypothrix</i> 2										31		
<i>Oscillatoria</i> 2							8					
<i>Oscillatoria</i> 3							18.8	45				
<i>Phormidium</i> 1			1.5		43.1					30.7		
<i>Phormidium</i> 2					0.6						38.9	10.7
<i>Nitella</i>	5.9											
<i>Spirogyra</i> 1			5		21.5		8.8				2.8	
<i>Zygnema</i>			0.5		10							
<i>Chaetophora</i>					0.3							
<i>Oedogonium</i>							33.8					
<i>Rhizoclonium</i>	31.6		22									
<i>Marathrum</i>	8.8		18.1	57	14.3	46					55.6	57

s= secas, l= lluvias.

Finalmente, las riquezas de macrófitas en la cuenca El Tuito no presentaron un comportamiento definido como en el resto de las cuencas, sin embargo, la riqueza fue mayor durante la época de secas, siendo Tu4 el sitio con mayor riqueza con 5 *taxa* (Fig. 103) en su mayoría del filo Cyanobacteria. Por el contrario, el sitio Tu2 obtuvo la menor riqueza con solo 2 *taxa* dominado por un género del filo Cyanobacteria. Durante la época de lluvias, la mayor riqueza se registró en Tu1 y Tu5, con 2 *taxa* cada uno dominado por un género de Cyanobacteria. En Tu2 se registró la presencia de 1 *taxa* del filo Chlorphyta y el Tu3 no se encontraron crecimientos de macrófitas. Tabla 17 se presenta el listado completo de *taxa* y coberturas porcentuales en la cuenca El Tuito durante ambas épocas.

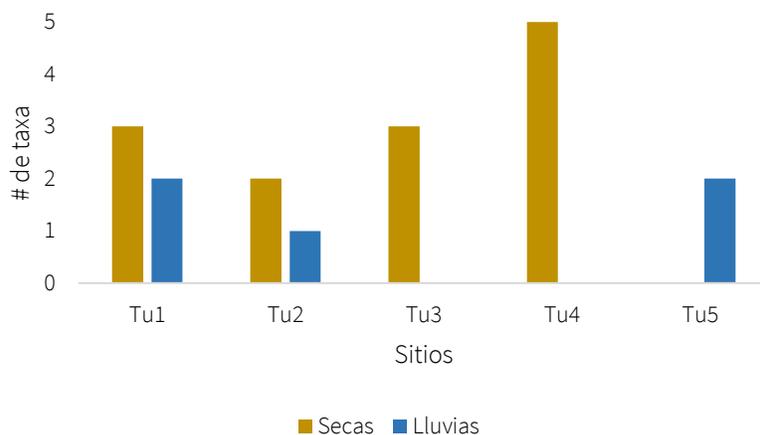


Figura 103. Distribución de la riqueza de macrófitas en los sitios de la Cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

Tabla 17. Distribución y cobertura relativa de las macrófitas acuáticas en la cuenca El Tuito, Jalisco.

Taxa	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4	Tu5
	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Nostochopsis</i>							0.2	
<i>Nostoc</i>							1.3	
<i>Lyngbya</i> 1	0.6							
<i>Oscillatoria</i> 3			57.7					
<i>Phormidium</i> 1		32.9			22		2.1	4.5
<i>Nitella</i>					18.1			
<i>Spirogyra</i> 1			9.6		10.8			7.3
<i>Zygnema</i>							52.1	
<i>Stigeoclonium</i>				10				
<i>Audouinella</i>		8.4						
Chantransia	1.5							
Bryophyta 1	39.3							
Bryophyta 2							25	

s= secas, l= lluvias.

4.3.3.2 Diversidad de Macrófitas

La diversidad de macrófitas a nivel de cuenca, obtuvo los valores más bajos con respecto a las diatomeas y a los macroinvertebrados bentónicos con valores que oscilaron desde 0 a 1.4 (Fig. 104). Se registró una tendencia igual a la riqueza de macrófitas hacia la disminución de la diversidad durante la época de lluvias, por lo que, durante secas, la cuenca Las Juntas presentó el valor de diversidad más alto (1.4), mientras que Cuale fue la cuenca con sitios menos diversos. Durante lluvias, Cuale continuó siendo la cuenca con menor diversidad debido a que hubo registro de una sola macrófita en algunos sitios de muestro y en los restantes no se registraron crecimientos. Por el contrario, El Tuito fue la cuenca con mayor diversidad al presentar un mayor número de sitios con macrófitas asociadas (2 *taxa*).

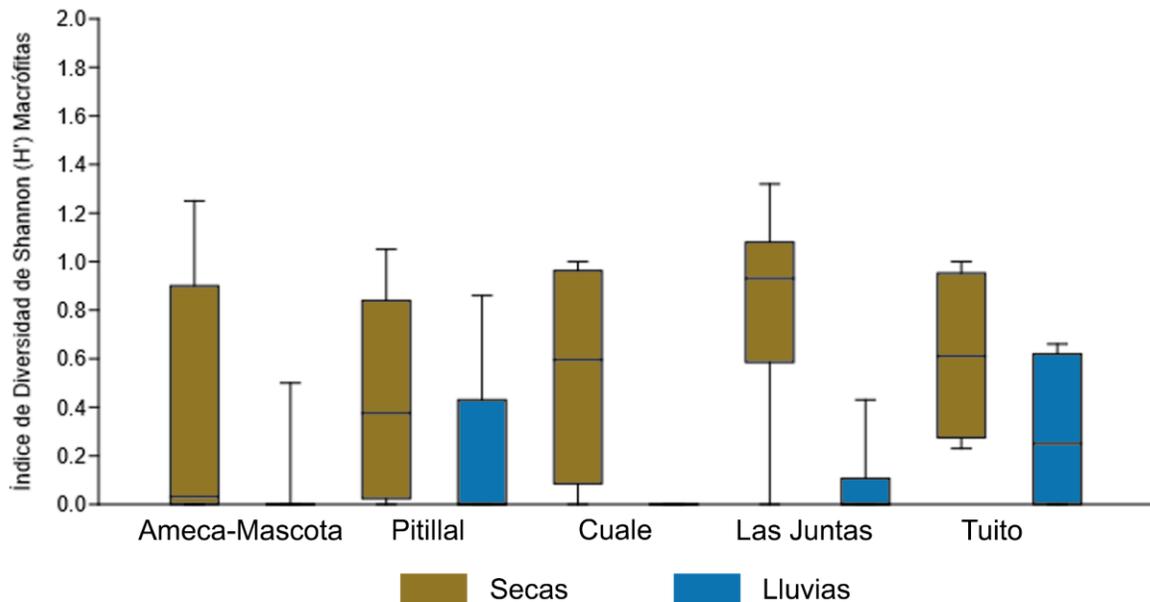


Figura 104. Diagrama de cajas de la diversidad de macrófitas en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante secas y lluvias.

De manera particular, la diversidad de macrófitas en la cuenca Ameca-Mascota fue mayor durante la época de secas (Fig. 105). La mayor diversidad se registró en los sitios AM13 y AM14 al presentar una mayor riqueza de *taxa* correspondiente a los géneros *Oedogonium* y *Cladophora*, así como algunas cianobacterias del género *Lyngbya* y *Phormidium* los cuales,

han sido reportados como tolerantes al incremento de nutrientes en el agua, lo que puede estar relacionado a fuentes particulares de contaminación registradas en el sitio AM14 como fue la ganadería. Por otro lado, se registraron sitios con un mayor grado de conservación como fueron AM4, AM9 Y AM10 los cuales tuvieron la presencia de Rhodophytas de los géneros *Paralemanea* y *Batrachospermum* y un género de Ochrophyta correspondiente a *Vaucheria*; los cuales tienen preferencias de condiciones de pocos nutrientes y sitios sombreados por la buena conservación de la vegetación de ribera. El sitio menos diverso y uno de los más perturbados en secas fue AM16, el cual presentó crecimientos masivos de *Cladophora* debido a que las condiciones del río fueron de aguas estancadas o con un flujo muy lento y, al ser un sitio dentro de áreas de cultivo, el aporte de fertilizantes promovió el aprovechamiento y crecimiento de esta alga lo cual se puede corroborar con las pocas concentraciones de nutrientes presentes en el agua.

En ambas épocas, el sitio AM12 presentó condiciones de buena calidad (aun cuando la diversidad fue de cero) ya que se registró la presencia de un solo *taxa* del género *Hildenbrandia* un alga roja característica de sistemas con poca concentración de nutrientes y poca penetración de luz (Carmona-Jiménez, 2012), lo cual concuerda con las bajas concentraciones de nutrientes y una calidad muy buena del bosque de ribera registrado en campo.

Con respecto a lluvias, el sitio más diverso fue AM5 (Fig. 105) ya que tuvo la presencia de *Phormidium* 1 y *Cladophora* los cuales fueron favorecidos por el flujo constante de agua (lo cual no se presentó en época de secas). Estos géneros han sido reportados como tolerantes a las altas concentraciones de nutrientes en el agua, sin embargo, por la baja cobertura que presentaron es posible que no existan condiciones de eutrofización en el sitio. Los sitios AM13-17 presentaron valores de diversidad de cero, al solo haber tenido 1 *taxa* en su mayoría de *Phormidium* 1 y *Cladophora* que, como se mencionó anteriormente, podrían estar indicando condiciones de perturbación.

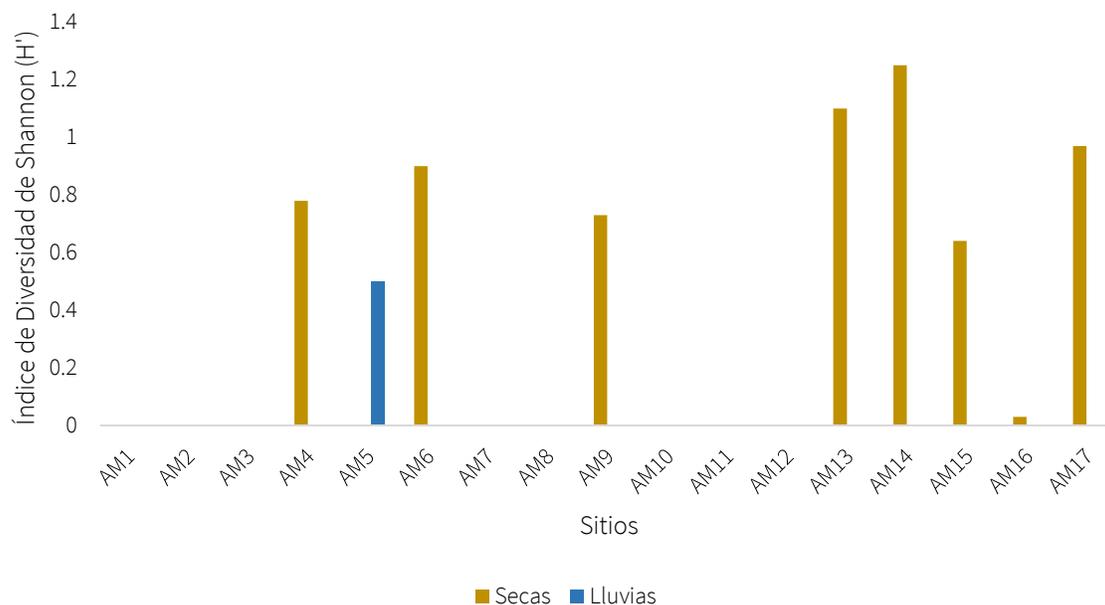


Figura 105. Distribución de la diversidad de macrófitas en los sitios de la Cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

En la cuenca Pitillal, la diversidad fue mayor durante la época de secas (Fig. 106) siendo el sitio Pi1 el más diverso ($H' = 1$), con respecto al resto de sitios de la cuenca. Este sitio estuvo dominado por *Cladophora*, *Nostoc* y *Bryophyta* 2, los cuales también estuvieron presentes en los sitios Pi3-Pi6. Estas macrófitas podrían estar indicando aportes constantes de nutrientes o materia orgánica, ya que los sitios se encontraban dentro de áreas con asentamientos humanos o donde se realizaban actividades de recreación o ganadería, lo cual podría explicar la alta cobertura en los sitios. El sitio con menos diversidad fue Pi3 al solo contar con 2 *taxa*, siendo *Cladophora* el dominante de la comunidad. de El sitio Pi7 estuvo totalmente seco, por lo que no hubo registro de macrófitas en esta época. Durante lluvias, solo se registraron macrófitas en el sitio Pi5 lo cual pudo estar relacionado con el aumento en la cantidad y velocidad de corriente del agua, resultado de las lluvias. Las macrófitas registradas correspondieron a *Phormidium*, *Oedogonium* y *Marathrum*. Este último género de planta acuática presenta necesidades ambientales que están relacionadas a aguas con flujos de corriente altos, ríos caudalosos, someros y con poca turbidez las cuales concuerdan con lo registrado en campo, principalmente con el aumento del caudal. Por otra

parte, *Phormidium* y *Oedogonium* podrían estar indicando condiciones de poca contaminación proveniente de la ganadería que se desarrolla en la zona.

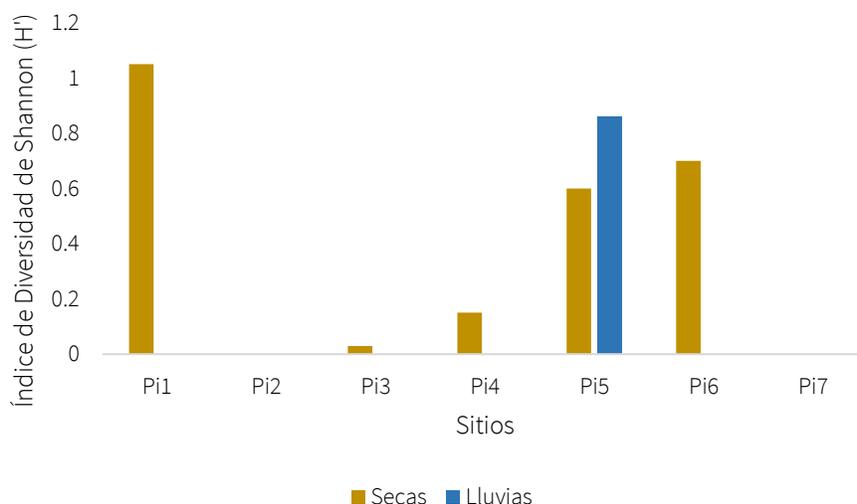


Figura 106. Distribución de la diversidad de macrófitas en los sitios de la Cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

En el Estero El Salado, el valor de diversidad fue de cero debido a solo registrar la presencia de *Ulva intestinalis*. es un alga filamentosa no ramificada que se encuentra dentro del filo Chlorophyta. Se encuentra adherida permanentemente a cualquier tipo de sustrato sólido y tiene preferencia por sitios con poca turbidez. Se ha reportado que la disminución de salinidad, en este caso debido a la época de lluvias, puede provocar un descenso en la cobertura de *Ulva intestinalis*, por lo que el cambio de salinidad puede ser el factor estresante para las macrófitas.

Los valores de diversidad de macrófitas en la cuenca El Cuale se presentaron únicamente durante secas (Fig. 107) donde la mayor diversidad se registró en los sitios Cu3 y Cu4 los cuales estuvieron dominados por cianobacterias del género *Nostochopsis* y *Phormidium* 2, así como géneros del filo Chlorophyta correspondientes a *Spirogyra* 1 y *Rhizoclonium*. Estas algas aportan información sobre microhábitats con poca velocidad de corriente, sistemas amplios donde las cantidades de luz que ingresan son altas y aguas ligeramente contaminadas ya que estos géneros pueden tolerar concentraciones medias de nutrientes,

lo cual corresponde a lo registrado en campo ya que fueron sitios muy abiertos debido a su tamaño lo que permitió que solo pudieran establecerse algas que estuvieran adaptadas a alta exposición de luz. El sitio Cu1 obtuvo 2 géneros de macrófitas y la mayor abundancia estuvo registrada por *Klebsormidium* cuyas preferencias han sido reportadas como afines a sitios con aguas muy oxigenadas, alto porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, poca turbidez y pH mayores a 7. Todas estas características estuvieron presentes en este sitio, lo cual indica que Cu1 se encuentra con buena calidad de agua. La diversidad disminuyó considerablemente durante lluvias, aun cuando la diversidad fue cero, los sitios Cu2-Cu4 presentaron un solo género de alga que correspondieron a *Nostochopsis*, *Oscillatoria* 3 y *Microspora*, respectivamente. *Nostochopsis* ha sido reportada como un alga que prefiere condiciones de bajos nutrientes, ríos poco caudalosos y temperaturas cálidas, condiciones que se registraron en el sitio Cu2 al ser un sitio bien conservado con respecto al paisaje y a las bajas concentraciones de nutrientes. Por otra parte, *Oscillatoria* y *Microspora* son algas que pueden tolerar concentraciones de nutrientes moderadas, por lo que no se descarta que en estos sitios se presenten condiciones de contaminación esporádicas.

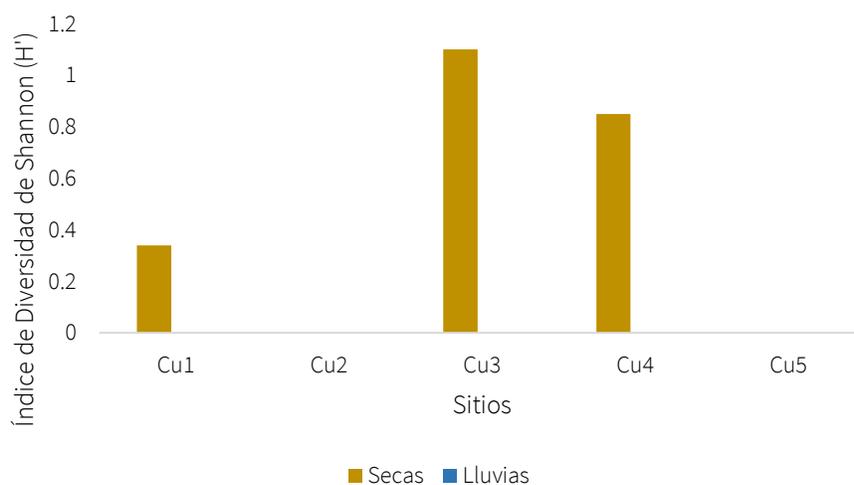


Figura 107. Distribución de la diversidad de macrófitas en los sitios de la Cuenca El Cuale durante la época de secas y lluvias.

En la cuenca Las Juntas, la diversidad presentó los valores más altos durante la época de secas, así como en un mayor número de sitios. Los sitios con mayor diversidad en secas correspondieron a Ju2 y Ju3 (Fig. 108), ambos con los mayores valores de riqueza de macrófitas donde las mayores abundancias en Ju2 las presentaron *Rhizoclonium* y *Marathrum*; los cuales se desarrollan en sitios con poca velocidad de corriente y alta penetración de luz, estas características se presentaron en Ju2 por lo que se puede considerar como un sitio con pocos signos de perturbación, sumando al hecho de que el sitio se encuentra dentro del Jardín Botánico de Vallarta, el cual emplea actividades turísticas de bajo impacto y que favorece que el río se encuentre conservado. Por otro lado, en Ju3 la mayor abundancia la presentaron *Phormidium* 1 y *Spirogyra* 1, los cuales pueden indicar aportes constantes de contaminación y al no haber una buena calidad del bosque de ribera, los contaminantes llegan de forma más directa al cauce. Si bien durante lluvias se registraron macrófitas, la mayoría de los sitios (Ju2, Ju3, Ju5, Ju6) presentaron únicamente 1 solo *taxa* por lo que la diversidad fue registrada como cero, con excepción de Ju7 (Fig. 108) donde hubo 2 géneros de macrófitas: *Phormidium* 2 y *Marathrum*. En este sitio se registraron las concentraciones de nutrientes más altas, así como la menor calidad de elementos paisajísticos por lo que la presencia de estos géneros y al ser el sitio más bajo de la cuenca, confirman el alto grado de perturbación del sitio.

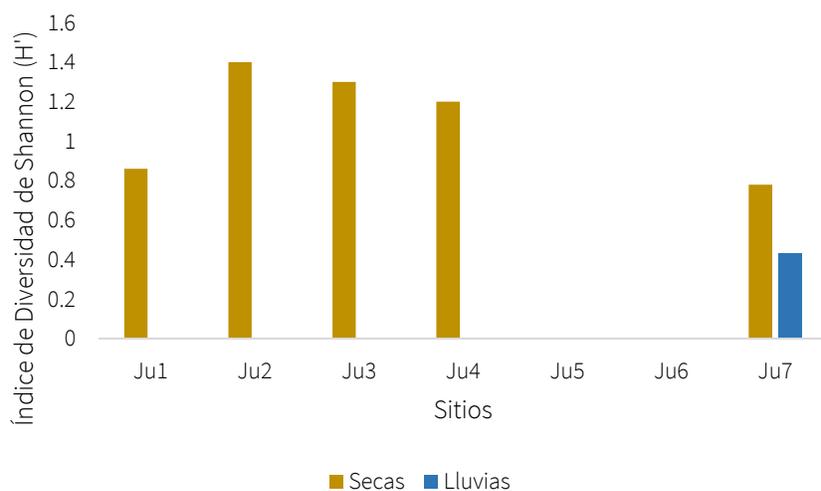


Figura 108. Distribución de la diversidad de macrófitas en los sitios de la Cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Por último, durante la época de secas en la cuenca El Tuito se registró una mayor diversidad de macrófitas, siendo el sitio Tu3 el más diverso (Fig. 109) con 3 géneros de algas: *Phormidium* 1, *Nitella* y *Spirogyra* 1, las cuales son indicadoras de aguas transparentes, baja velocidad de corriente y concentraciones medias de nutrientes debido a presencia de materia fecal dentro del cauce proveniente del ganado, así como a las zonas de cultivo que rodean al sitio. Por otra parte, se registraron sitios con buena calidad correspondientes a Tu1 y Tu4, ya que la presencia de *Zygnema* y *Chantransia* pueden indicar condiciones de bajos nutrientes, así como un buen estado de conservación de los elementos paisajísticos. El sitio con un mayor grado de perturbación fue Tu2, ya que se desarrollaban altas coberturas de *Oscillatoria* que se desarrollan en sitios con contaminación orgánica evidente y baja calidad hidromorfológica y de vegetación de ribera. En época de lluvias, Tu5 presentó la mayor diversidad (Fig. 109) a partir de géneros como *Phormidium* 1 y *Spirogyra* 1, los cuales podrían catalogarlo con calidad media por la tolerancia que tienen hacia la contaminación. El sitio Tu2 continuó siendo el más perturbado al registrar crecimientos de *Stigeoclonium*, un alga verde con preferencia a corrientes bajas o aguas estancadas y elevadas concentraciones de nutrientes, las cuales fueron registradas durante lluvias.

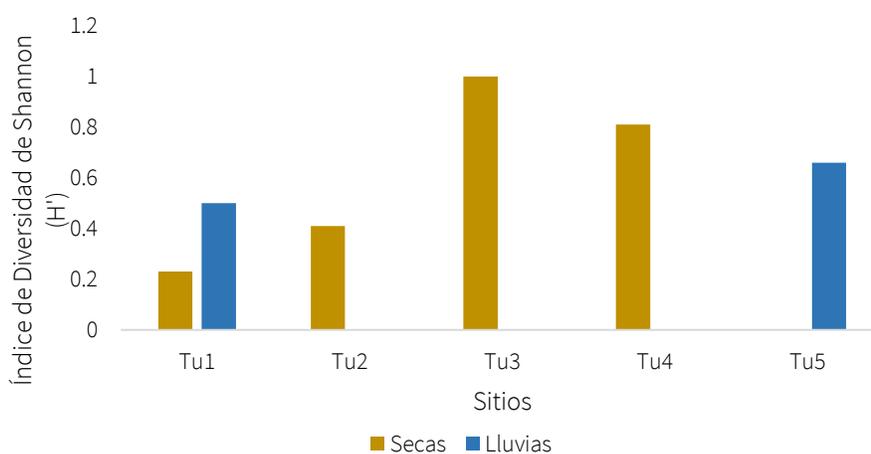


Figura 109. Distribución de la diversidad de macrófitas en los sitios de la Cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

4.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

4.3.4.1 Riqueza de macroinvertebrados bentónicos

Se colectaron 115 *taxa* de macroinvertebrados acuáticos en todas las cuencas durante ambas épocas de monitoreo, siendo secas la temporada donde se colectó una mayor riqueza de MIBs. La colecta de MIBs presentó una tendencia muy similar en cuanto a la proporción de organismos correspondientes a los filos Arthropoda, Mollusca, Platyhelminthes y Annelida. Sin embargo, se registró un mayor número de *taxa* de artrópodos durante la época de secas. Lo anterior podría deberse a la diferencia en el número de sitios muestreados, sumado a eventos climatológicos que representan condiciones de estrés y que pudieron provocar el arrastre de MIBs hacia partes bajas de las cuencas. Por otra parte, el filo Annelida estuvo ausente durante la época de lluvias (Fig. 110).

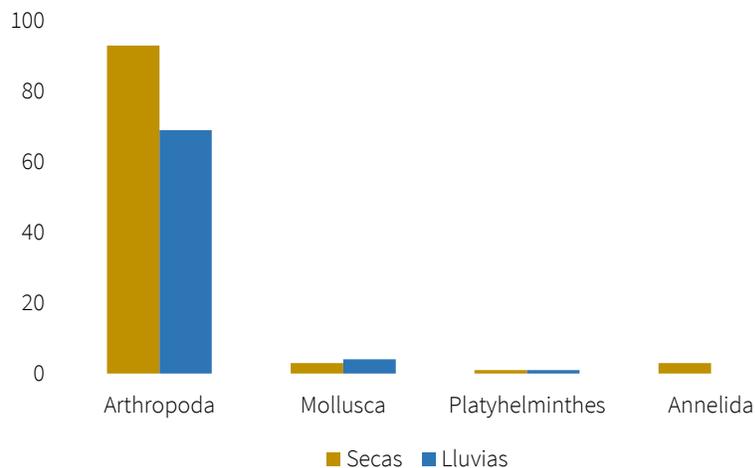


Figura 110. Distribución de los filos de macroinvertebrados bentónicos durante la época de secas y lluvias.

Respecto a la riqueza de *taxa* a nivel de cuenca, los valores oscilaron entre 4 y 30 *taxa* en la época de secas, mientras que en la época de lluvias los valores se registraron entre 2 y 23 *taxa*, marcando una diferencia importante en la riqueza de MIBs entre ambas épocas. Tomando en cuenta los valores mínimos y máximos de *taxa* en cada una de las cuencas, se registró un comportamiento inverso entre la cuenca Ameca-Mascota y El Cuale, ya que durante la época de secas el valor mínimo y máximo de riqueza fue registrado en Ameca-

Mascota y El Cuale respectivamente, mientras que en época de lluvias los valores mínimos se registraron en El Pitillal y El Cuale y el máximo en Ameca-Mascota (Fig. 111). Así mismo, se encontraron diferencias significativas de riqueza de *taxa* entre las cuencas, El Pitillal (secas) resaltó por presentar mayores diferencias con respecto al resto de las cuencas, mientras que El Cuale, Las Juntas y el Tuito (secas) no mostraron diferencias significativas de riqueza con el resto de las cuencas.

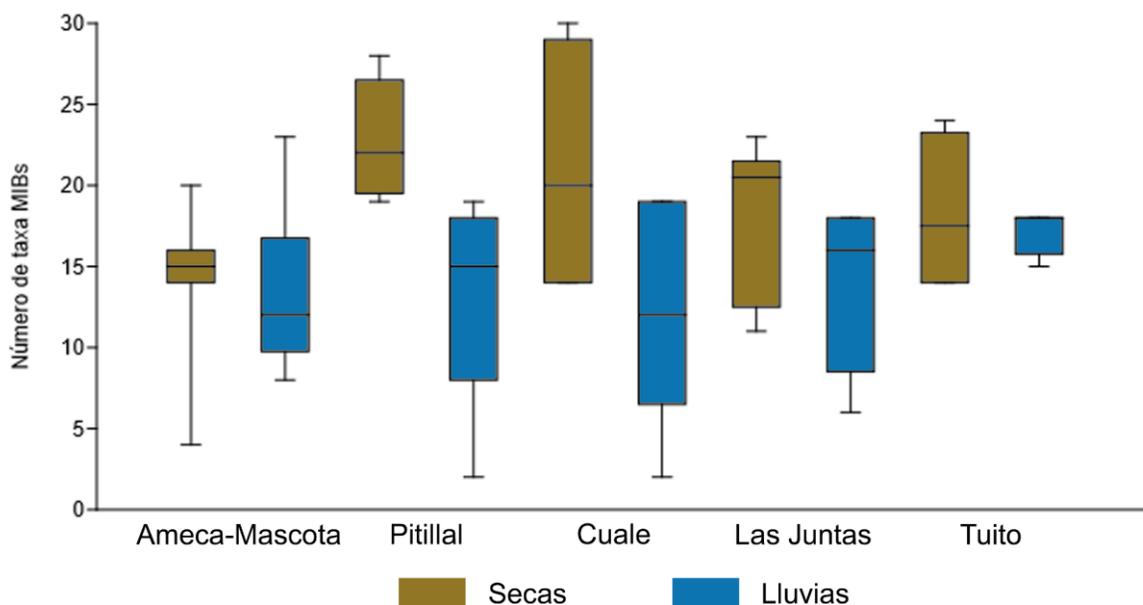


Figura 111. Diagrama de cajas de la riqueza de Mibs en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco durante secas y lluvias.

En la Tabla 18 se presenta el listado taxonómico de *taxa* considerando ambas temporadas, el valor asignado para cada familia con respecto al BMWP/CR como una aproximación a la calidad del agua en cada sitio, así como un catálogo fotográfico de los organismos colectados en ambas épocas.

Tabla 18. Diversidad, clasificación taxonómica y valor de tolerancia con respecto al BMWP/CR de los macroinvertebrados bentónicos de las cuencas que abastecen a Puerto Vallarta, Jalisco, durante secas y lluvias.

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	BMWP/CR
Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Hirudinidae	NI	Hirudinidae	112 A	3
Arthropoda	Arachnida	Acari [Subclase]	NI	NI	Acari	112 B	4
Arthropoda	Hexapoda	Coleoptera	Dytiscidae	NI	Dytiscidae 1	112 C	4
				NI	Dytiscidae 2	112 D	
				NI	Dytiscidae 3	112 E	
				NI	Dytiscidae 4	112 F	
			Elmidae	NI	Elmidae	113 A-B	5
			Gyrinidae	Dineutus	<i>Dineutus</i>	113 C	4
			Haliplidae	Peltodytes	<i>Peltodytes</i>	113 D	4
			Hydrophilidae	NI	Hydrophilidae	113 E	3
			Psephenidae	Psephenus	<i>Psephenus</i>	113 F	7
			Ptilodactylidae	NI	Ptilodactylidae	114 A	7
			Staphylinidae	NI	Staphylinidae	114 B	4
		Collembola		NI	Collembola	114 C	NA
		Diptera	Athericidae	NI	Athericidae	114 D	9
			Blephariceridae	NI	Blephariceridae	114 E	9
			Ceratopogonidae	NI	Ceratopogonidae	114 F	4
			Chironomidae	NI	Chironomidae	115 A	2
			Culicidae	NI	Culicidae	115 B	2
			Dixidae	NI	Dixidae	115 C	4
			Dolichopodidae	NI	Dolichopodidae	115 D	4
			Empididae	NI	Empididae	115 E	4

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	BMW/CR
			Psychodidae	NI	Psychodidae	115 F	3
			Simuliidae	NI	Simuliidae	116 A	4
			Stratiomyidae	NI	Stratiomyidae	116 B	4
			Syrphidae	NI	Syrphidae	116 C	1
			Tabanidae	NI	Tabanidae	116 D	4
			Tipulidae	NI	Tipulidae	116 E	4
		Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	<i>Baetodes</i>	116 F	5
				Camelobaetidius	<i>Camelobaetidius</i>	117 A	
				Centroptilum	<i>Centroptilum</i>	117 B	
				Cloeon	<i>Cloeon</i>	117 C	
				Paracloeodes	<i>Paracloeodes</i>	117 D	
			Caenidae	Caenis	<i>Caenis</i>	117 E	4
			Heptageniidae	Epeorus	<i>Epeorus</i>	117 F	9
			Leptohyphidae	Asioplax	<i>Asioplax</i>	118 A	5
				Leptohyphes	<i>Leptohyphes</i>	118 B	
				Tricorythodes	<i>Tricorythodes</i>	118 C	
				Vacupernius	<i>Vacupernius</i>	118 D	
			Leptophlebiidae	Terpides	<i>Terpides</i>	118 E	8
				Thraulodes	<i>Thraulodes</i>	118 F	
			Isonychiidae	Isonychia	<i>Isonychia</i>	119 A	6
			Oligoneuriidae	Lachlania	<i>Lachlania</i>	119 B	5
		Hemiptera	Belostomatidae	NI	Belostomatidae	119 C	4
			Corixidae	Neocorixa	<i>Neocorixa</i>	119 D	4
			Gelastocoridae	Gelastocoris	<i>Gelastocoris</i>	119 E	ND
			Gerridae	Aquarius	<i>Aquarius</i>	119 F	ND

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	BMW/CR
				Gerris	<i>Gerris</i>	120 A	
				Limnoporus	<i>Limnoporus</i>	120 B	
				Metrobates	<i>Metrobates</i>	120 C	
				Trepobates	<i>Trepobates</i>	120 D	
			Hebridae	Hebrus	<i>Hebrus</i>	120 E	ND
				Merragata	<i>Merragata</i>	120 F	
			Hydrometridae	Hydrometra	<i>Hydrometra</i>	121 A	ND
			Mesoveliidae	Mesovelia	<i>Mesovelia</i>	121 B	ND
			Naucoridae	Ambrysus	<i>Ambrysus</i>	121 C	4
				Cryphocricos	<i>Cryphocricos</i>	121 D	
				Limnocoris	<i>Limnocoris</i>	121 E	
			Nepidae	NI	Nepidae	121 F	4
			Notonectidae	NI	Notonectidae	122 A	4
			Veliidae	Microvelia	<i>Microvelia</i>	122 B	ND
				Platyvelia	<i>Platyvelia</i>	122 C	
				Rhagovelia	<i>Rhagovelia</i>	122 D	
		Lepidoptera	Crambidae	Petrophila	<i>Petrophila</i>	122 E	5
		Megaloptera	Corydalidae	Corydalus	<i>Corydalus</i>	122 F	6
		Odonata	Calopterygidae	Hetaerina	<i>Hetaerina</i>	123 A	4
			Coenagrionidae	Argia	<i>Argia</i>	123 B	4
				Hesperagrion	<i>Hesperagrion</i>	123 C	
			Gomphidae	Epigomphus	<i>Epigomphus</i>	123 D	7
				Ophiogomphus	<i>Ophiogomphus</i>	123 E	
				Progomphus	<i>Progomphus</i>	123 F	
			Lestidae	Archilestes	<i>Archilestes</i>	124 A	7

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	BMWP/CR
			Libellulidae	Libellula	<i>Libellula</i>	124 B	6
				Paltothemis	<i>Paltothemis</i>	124 C	
				Perithemis	<i>Perithemis</i>	124 D	
				Pseudoleon	<i>Pseudoleon</i>	124 E	
				Tramea	<i>Tramea</i>	124 F	
			Platystictidae	Palaemnema	<i>Palaemnema</i>	125 A	7
		Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	<i>Anacroneuria</i>	125 B	9
				Hansonoperla	<i>Hansonoperla</i>	125 C	
		Trichoptera	Calamoceratidae	Phylloicus	<i>Phylloicus</i>	125 D	8
			Ecnomidae	Austrotinodes	<i>Austrotinodes</i>	125 E	9
			Glossosomatidae	Culoptila	<i>Culoptila</i>	125 F	8
				Glossosoma	<i>Glossosoma</i>	126 A	
			Helicopsychidae	Helicopsyche	<i>Helicopsyche</i>	126 B	5
			Hydrobiosidae	Atopsyche	<i>Atopsyche</i>	126 C	9
			Hydropsychidae	Diplectrona	<i>Diplectrona</i>	126 D	5
				Hydropsyche	<i>Hydropsyche</i>	126 E	
				Leptonema	<i>Leptonema</i>	126 F	
				Smicridea	<i>Smicridea</i>	127 A	
			Hydroptilidae	Leucotrichia	<i>Leucotrichia</i>	127 B	6
				Ochrotrichia	<i>Ochrotrichia</i>	127 C	
				Zumatrichia	<i>Zumatrichia</i>	127 D	
			Leptoceridae	Nectopsyche	<i>Nectopsyche</i>	127 E	8
				Oecetis	<i>Oecetis</i>	127 F	
			Philopotamidae	Chimarra	<i>Chimarra</i>	128 A	7
				Wormaldia	<i>Wormaldia</i>	128 B	

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa	Figura	BMWP/CR
			Polycentropodidae	Cernotia	<i>Cernotia</i>	128 C	6
				Polycentropus	<i>Polycentropus</i>	128 D	
	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium</i>	128 E	5
				Palaemon	<i>Palaemon</i>	128 F	
			Pseudothelphusidae	NI	Pseudothelphusidae	129 A	5
Mollusca	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	NI	Neritidae	129 B	ND
		Hygrophila	Physidae	NI	Physidae	129 C	3
		Caenogastropoda	Thiaridae	Melanooides	<i>Melanooides</i>	129 D	ND
Platyhelminthes	Rhabditophora	Tricladida	DugesIIDae	NI	DugesIIDae	129 E	ND
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	Litopenaeus	<i>Litopenaeus</i>	130 A	ND
			Grapsidae	Goniopsis	<i>Goniopsis</i>	130 B	ND
	Tecostraca	Cirripedia [Subclase]	NI	NI	Cirripedia	130 C	ND
	Hexapoda	Hemiptera	Gerridae	Halobates	<i>Halobates</i>	130 D	ND
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	Terebellidae	NI	Terebellidae	130 E	ND
	Polychaeta	NI	NI	NI	Polychaeta	131 A	ND
Mollusca	Bivalvia	Ostreida	Ostreidae	Crassostrea	<i>Crassostrea</i>	131 B	ND

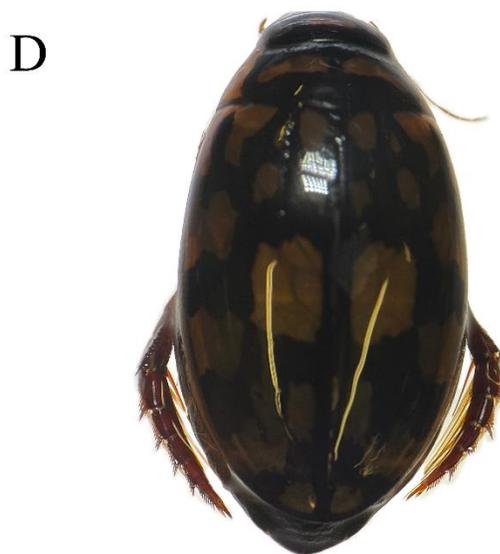
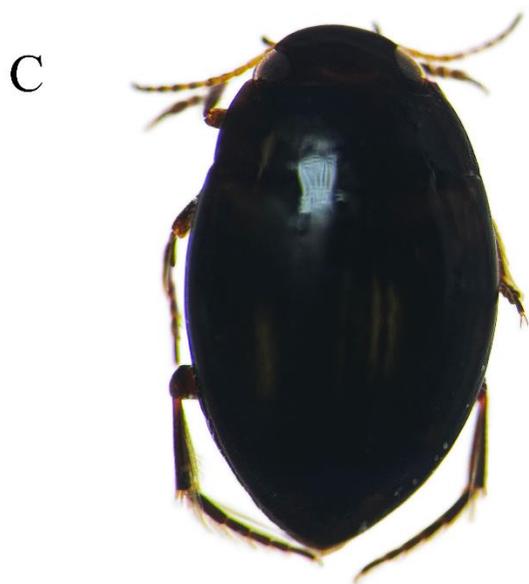


Figura 112. A) Hirudinidae, B) Acari, C) Dytiscidae 1, D) Dytiscidae 2, E) Dytiscidae 3, F) Dytiscidae 4.

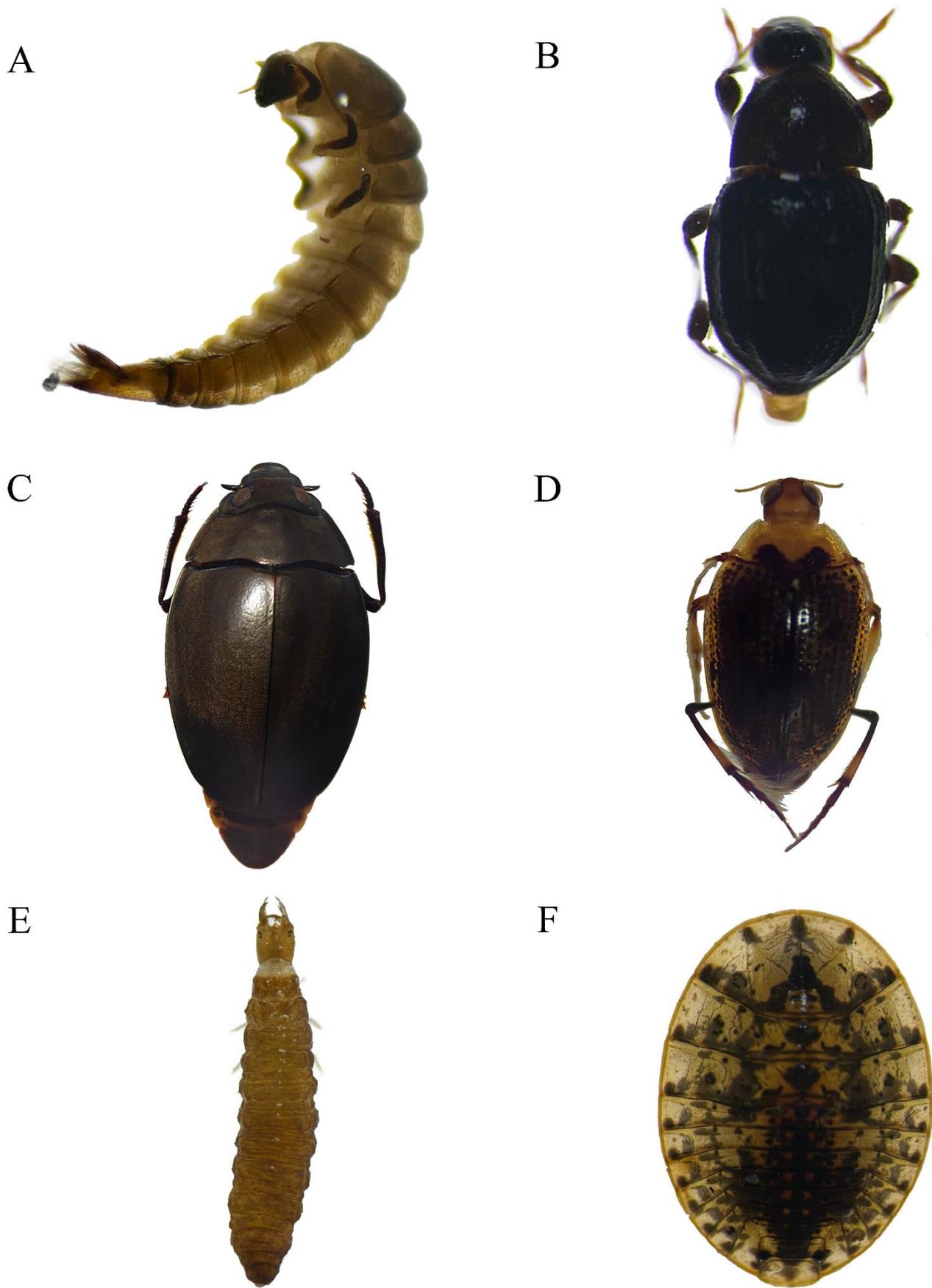


Figura 113. A) Elmidae (larva), B) Elmidae (adulto), C) *Dineutus* sp., D) *Peltodytes* sp., E) Hydrophilidae, F) *Psephenus* sp.

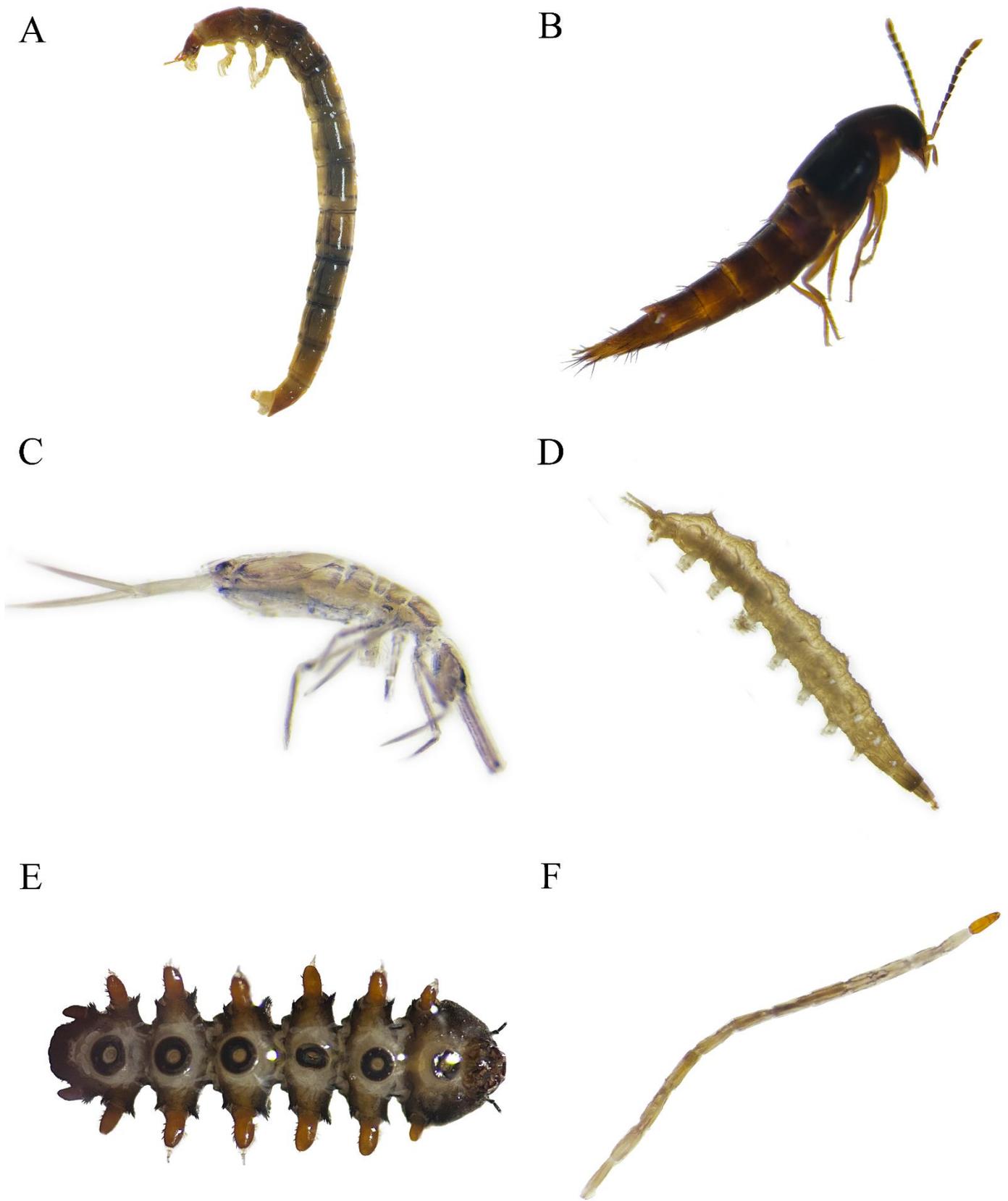


Figura 114. A) Ptilodactylidae, B) Staphylinidae, C) Collembola, D) Athericidae, E), Blephariceridae, F) Ceratopogonidae.

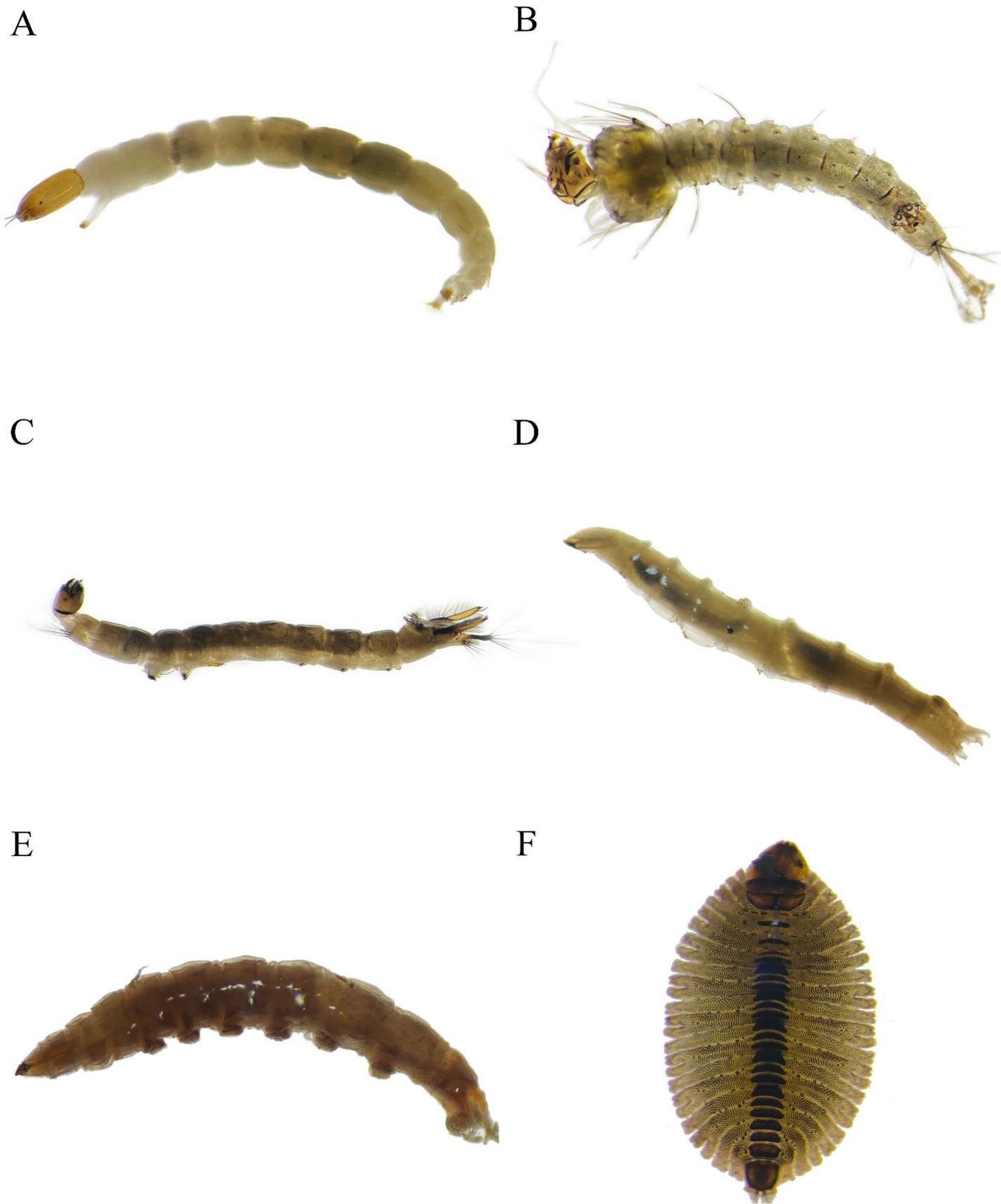


Figura 115. A) Chironomidae, B) Culicidae, C) Dixidae, D) Dolichopodidae, E) Empididae, F) Psychodidae.

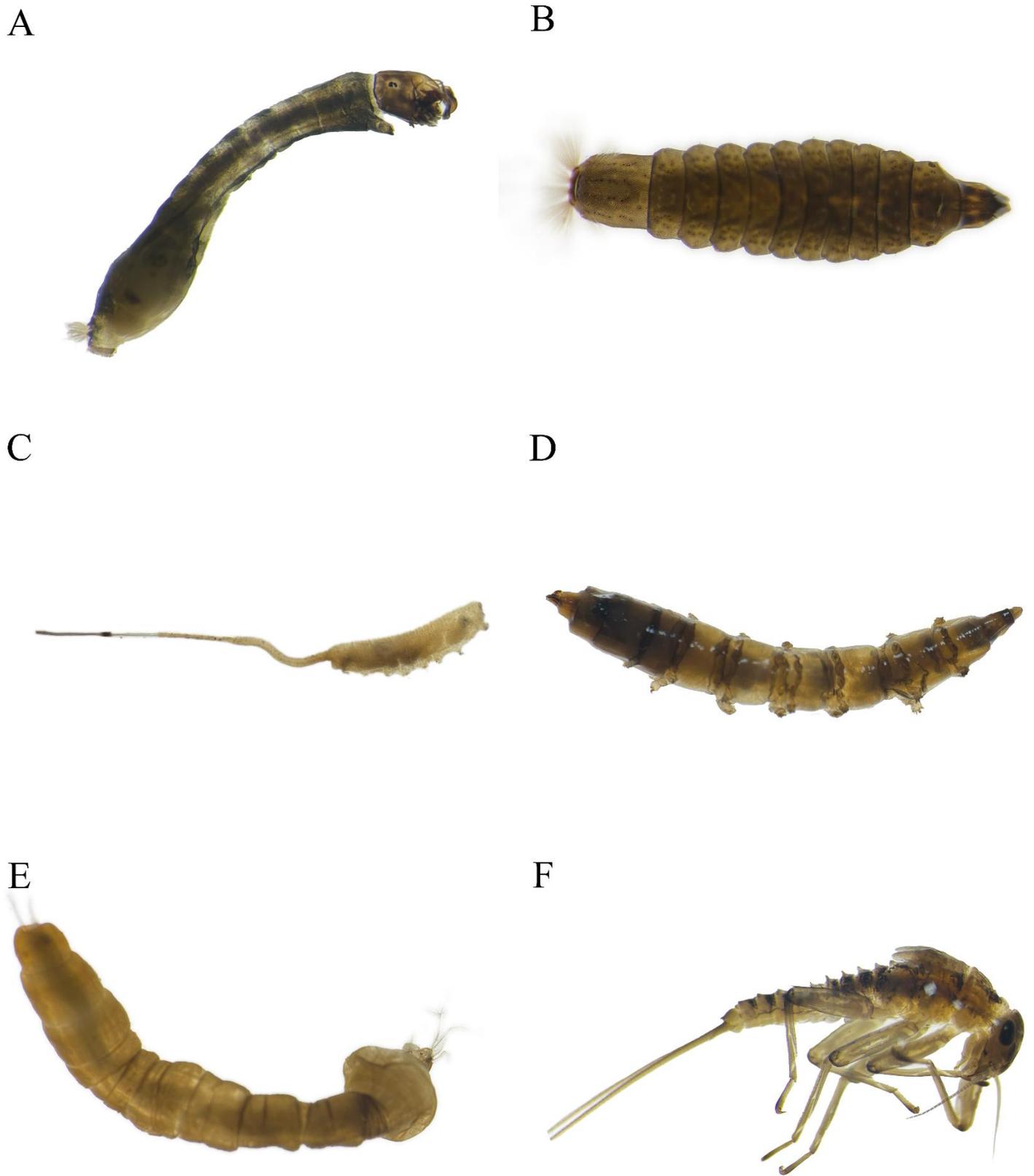


Figura 116. A) Simuliidae, B) Stratiomyidae, C) Syrphidae, D) Tabanidae, E) Tipulidae, F) *Baetodes* sp.

A



B



C



D



E



F



Figura 117. A) *Camelobaetidius* sp., B) *Centroptilum* sp., C) *Cloeon* sp., D) *Paracloeodes* sp., E) *Caenis* sp., F) *Epeorus* sp.

A



B



C



D



E



F



Figura 118. A) *Asioplax* sp., B) *Leptohyphes* sp., C) *Tricorythodes* sp., D) *Vacupernius* sp., E) *Terpides* sp., F) *Thraulodes* sp.

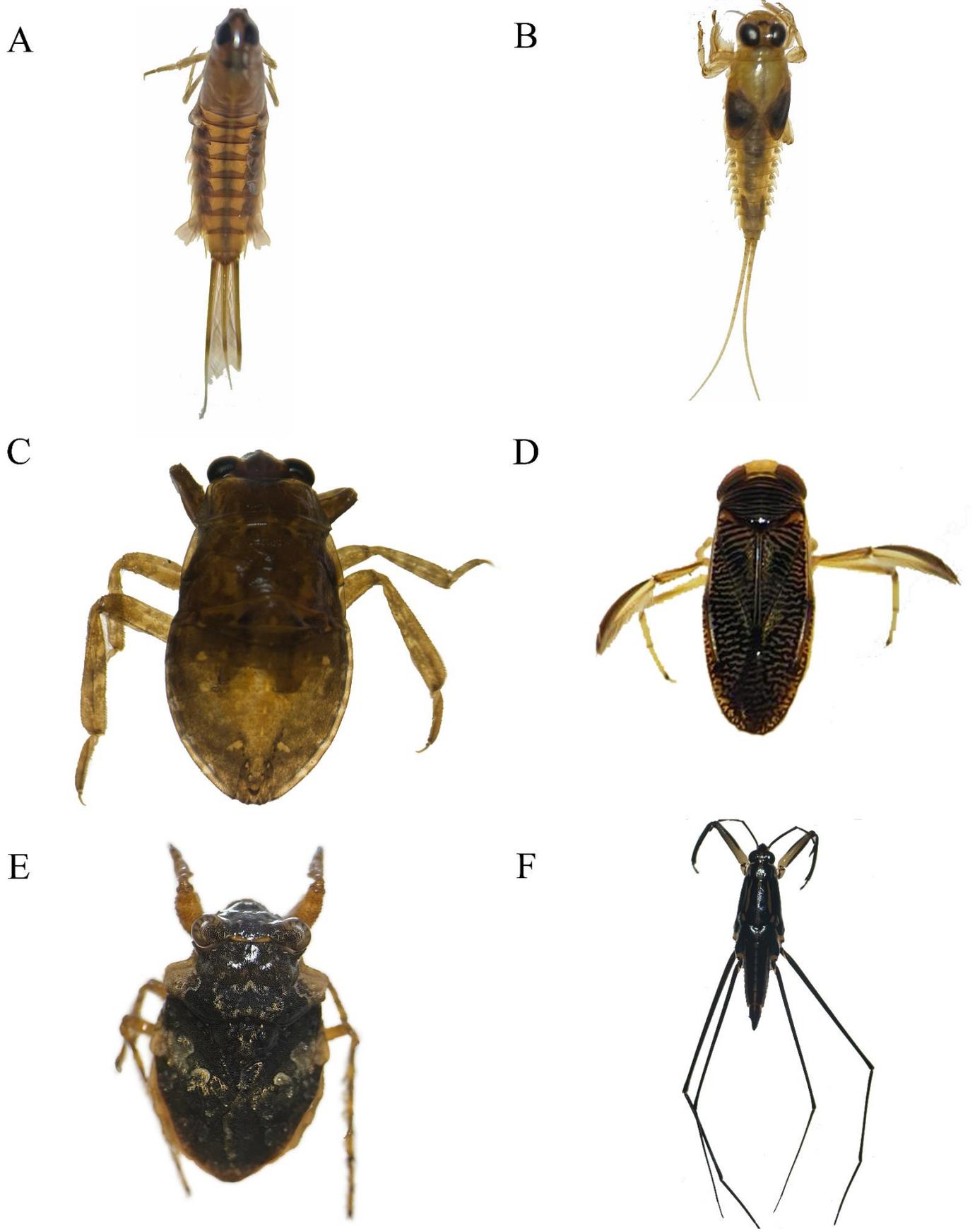


Figura 119. A) *Isonychia* sp., B) *Lachlania* sp., C) *Belostomatidae*, D) *Neocorixa* sp., E) *Gelastocoris* sp., F) *Aquarius* sp.

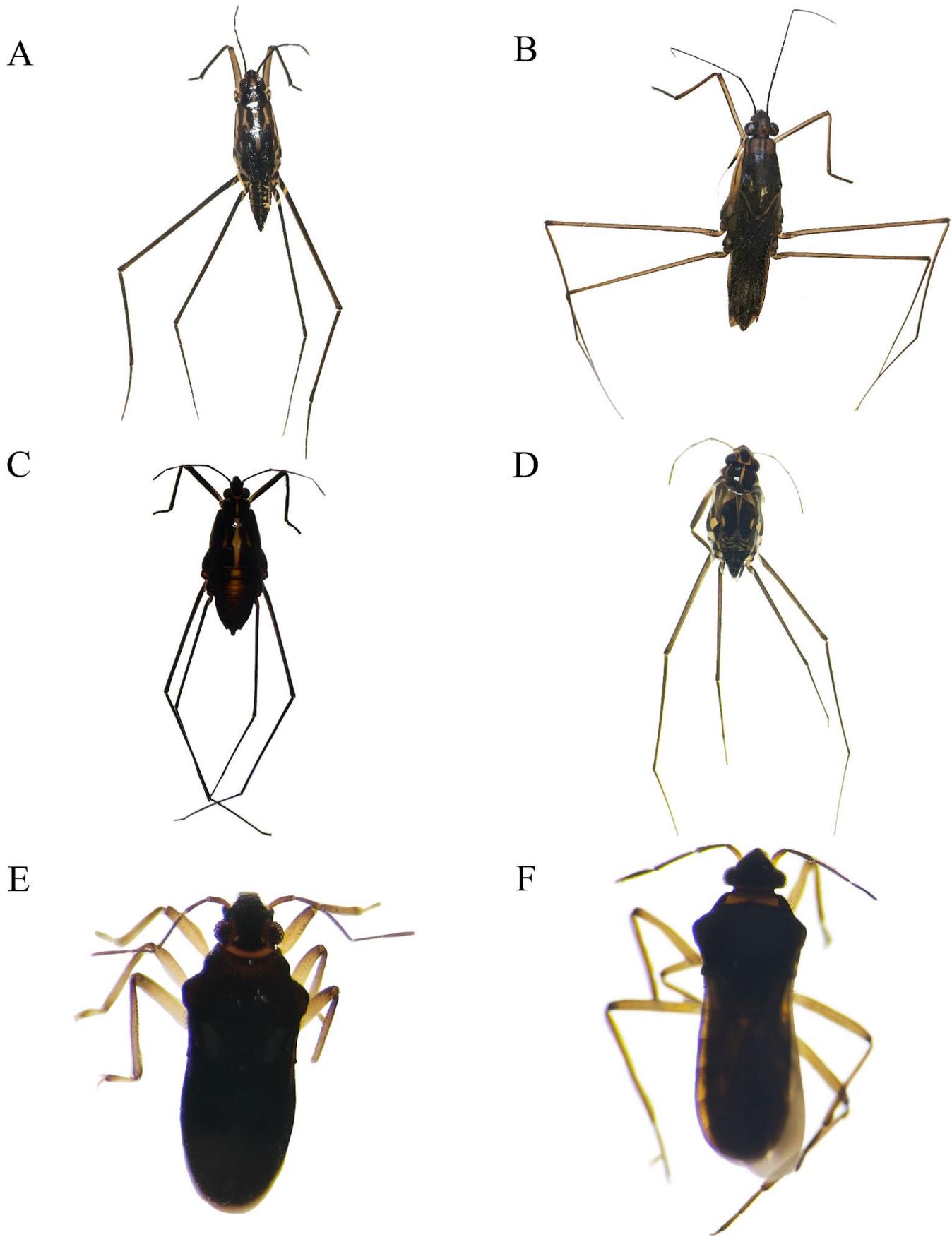


Figura 120. A) *Gerris* sp., B) *Limnoporus*, C) *Metrobates* sp., D) *Trepobates* sp., E) *Hebrus* sp., F) *Merragata* sp.

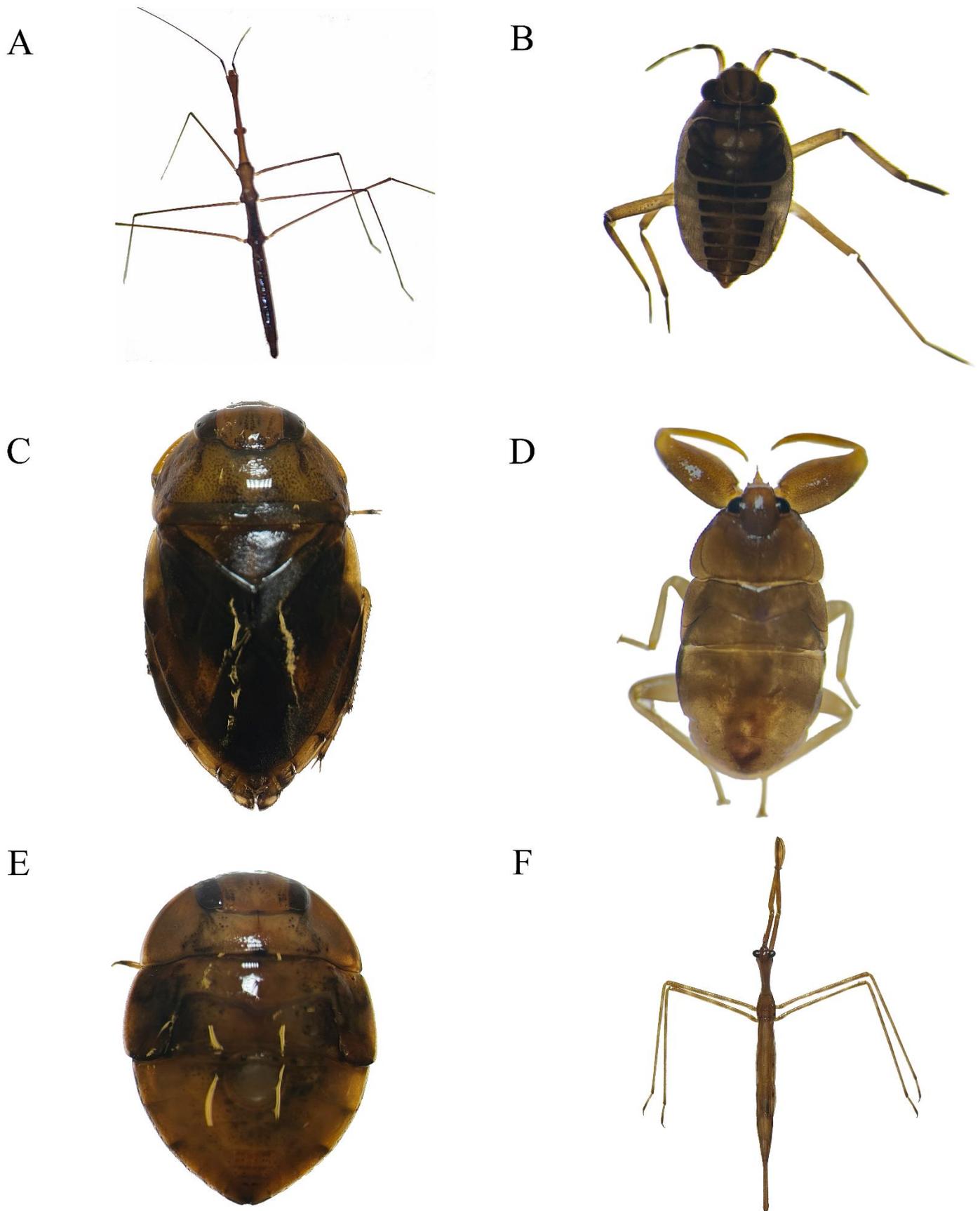


Figura 121. A) *Hydrometra* sp., B) *Mesovelia* sp., C) *Ambrysus* sp., D) *Cryphocricos* sp., E) *Limnocoris* sp., F) *Nepidae*.

A



B



C



D



E



F



Figura 122. A) Notonectidae, B) *Microvelia* sp., C) *Platyvelia* sp., D) *Rhagovelia* sp., E) *Petrophila* sp., F) *Corydalus* sp.

A



B



C



D



E



F



Figura 123. A) *Hetaerina* sp., B) *Argia* sp., C) *Hesperagrion* sp., D) *Epigomphus* sp., E) *Ophiogomphus* sp., F) *Progomphus* sp.

A



B



C



D



E



F



Figura 124. A) *Archilestes* sp., B) *Libellula* sp., C) *Paltothemis* sp., D) *Perithemis* sp., E) *Pseudoleon* sp., F) *Tramea* sp.

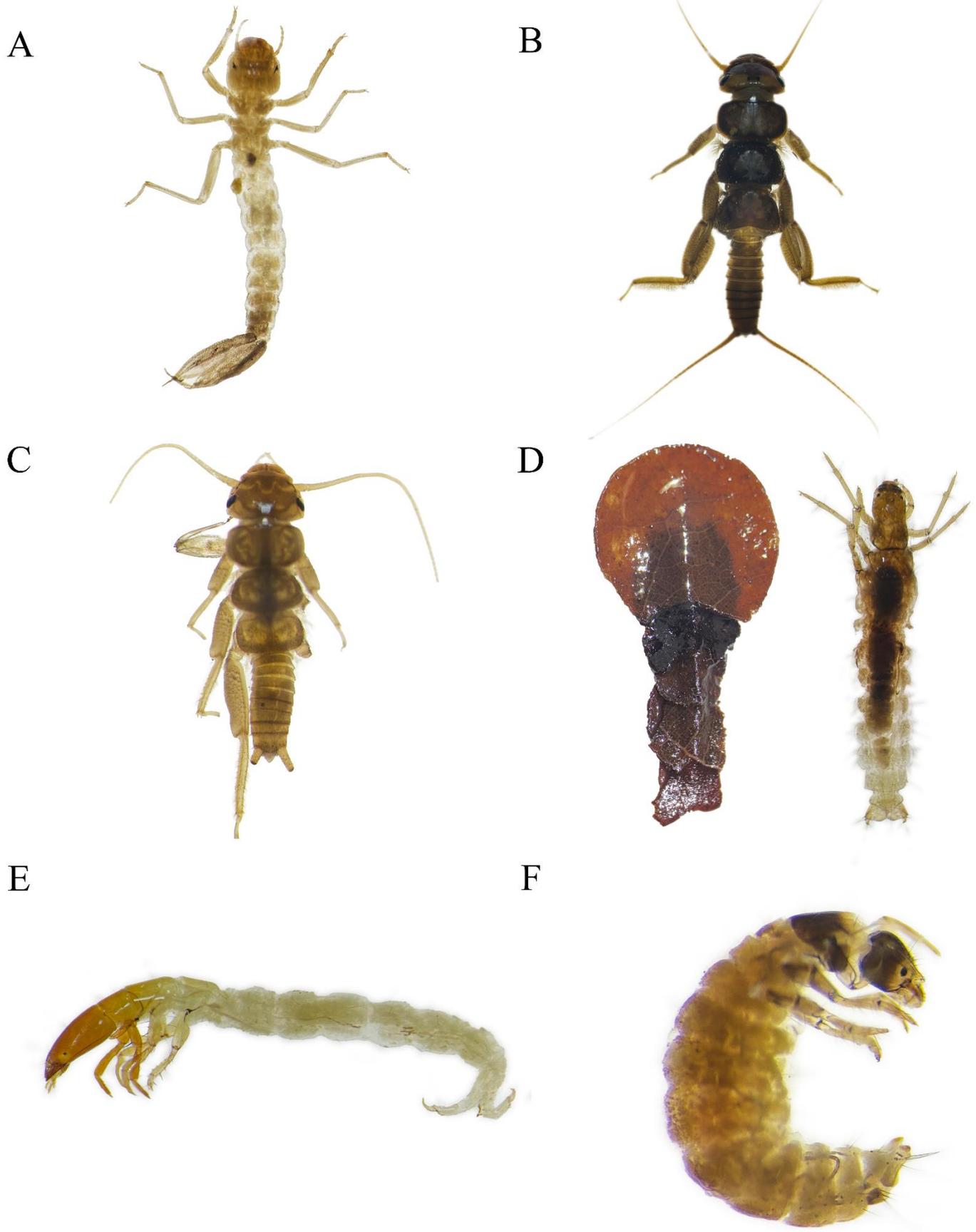


Figura 125. A) *Palaemnema* sp., B) *Anacroneuria* sp., C) *Hansonoperla* sp., D) *Phylloicus* sp., E) *Austrotinodes* sp., F) *Culoptila* sp.

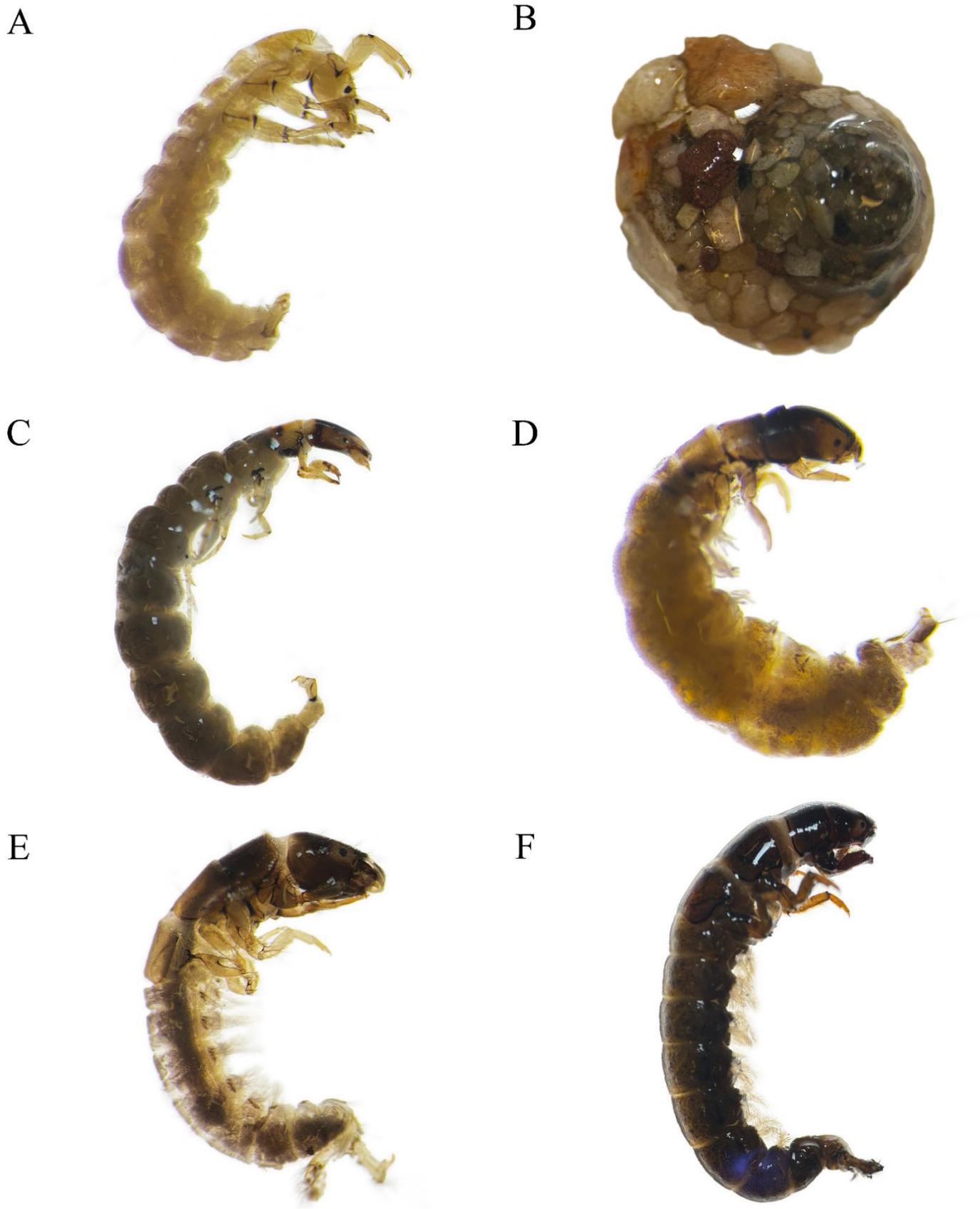


Figura 126. A) *Glossosoma* sp., B) *Helicopsyche* sp., C) *Atopsyche* sp., D) *Diplectrana* sp., E) *Hydropsyche* sp., F) *Leptonema* sp.

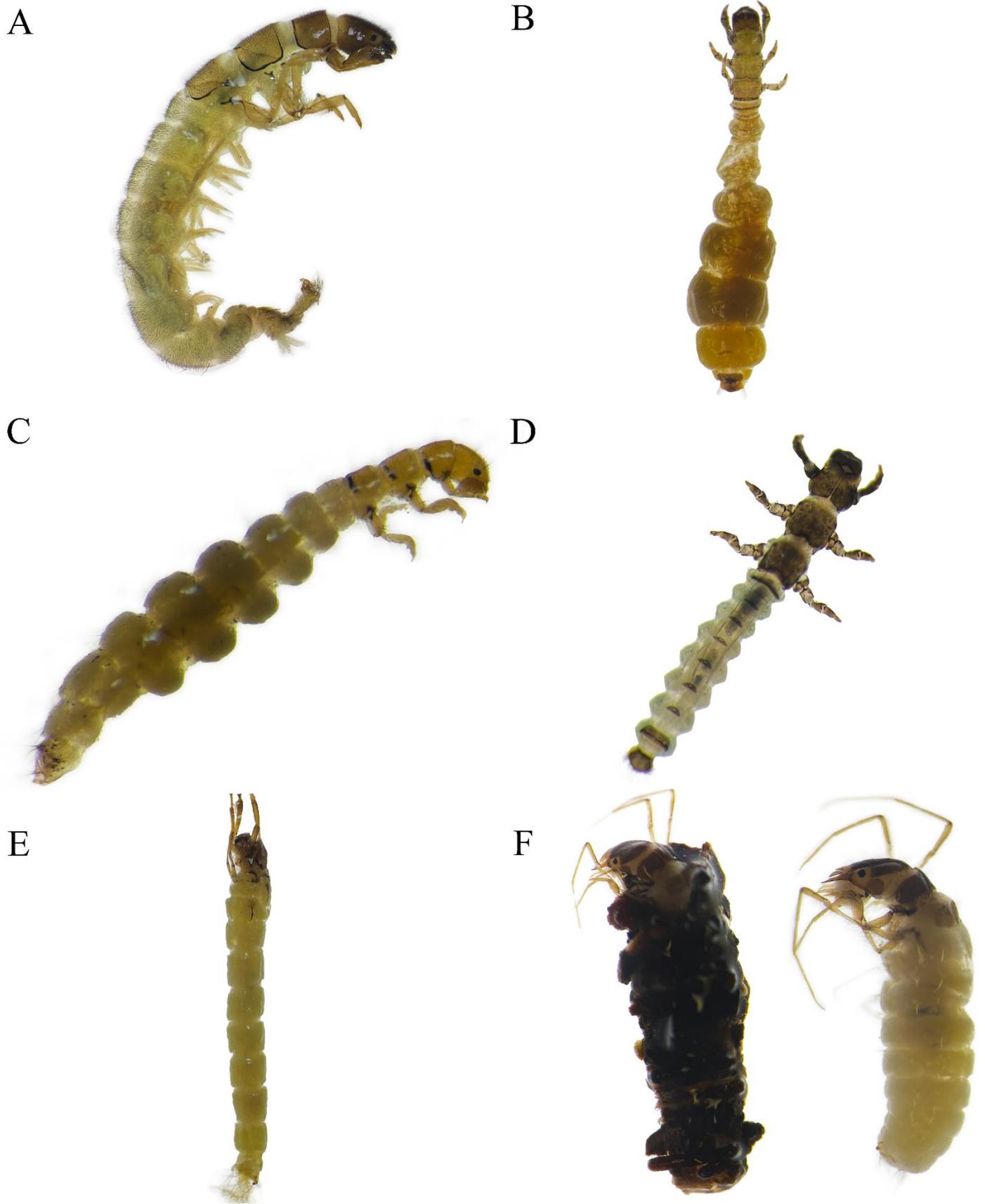


Figura 127. A) *Smicridea* sp., B) *Leucotrichia* sp., C) *Ochrotrichia* sp., D) *Zumatrichia* sp., E) *Nectopsyche* sp., F) *Oecetis* sp.

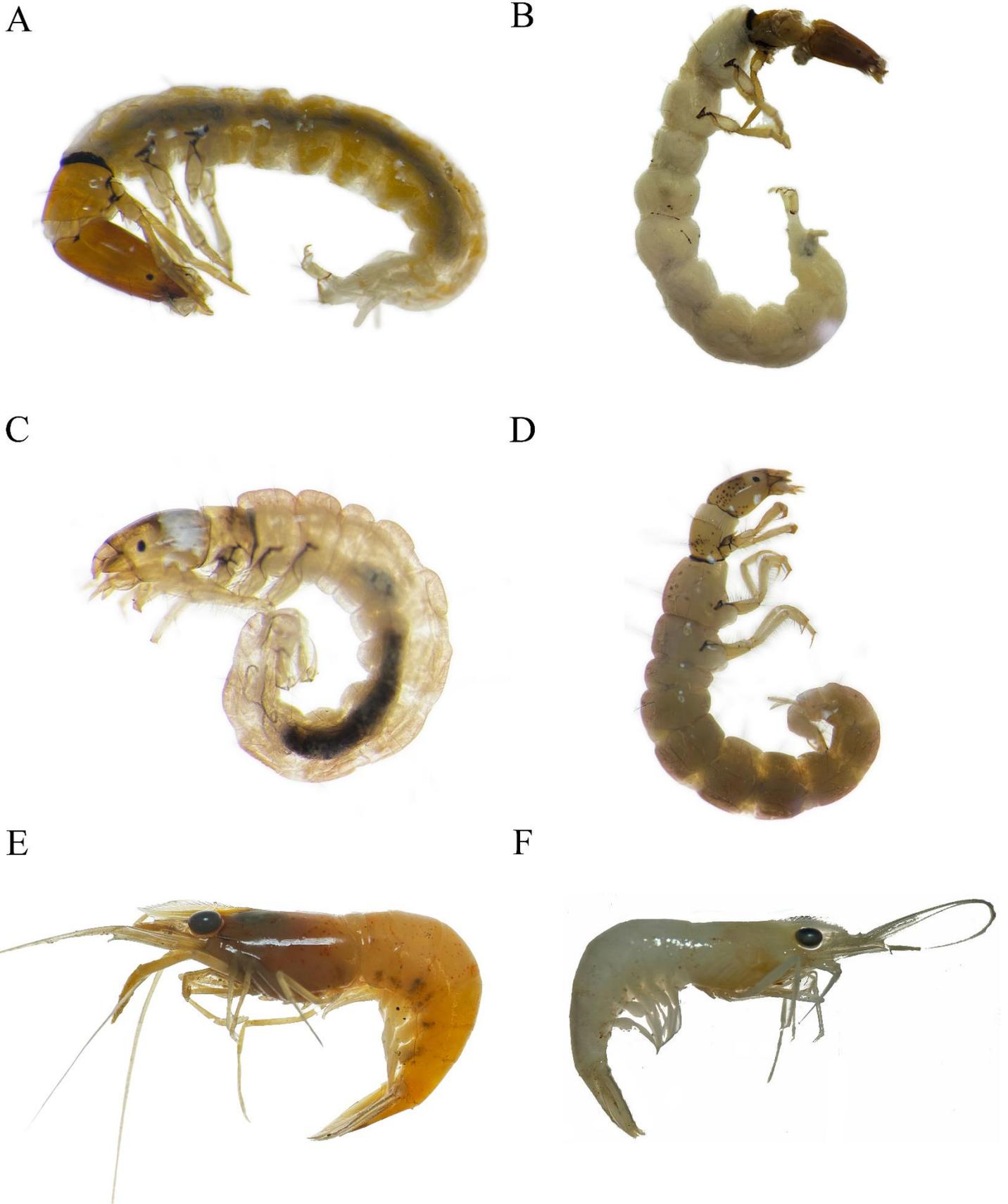


Figura 128. A) *Chimarra* sp., B) *Wormaldia* sp., C) *Cernotia* sp., D) *Polycentropus* sp., E) *Macrobrachium* sp., F) *Palaemon* sp.

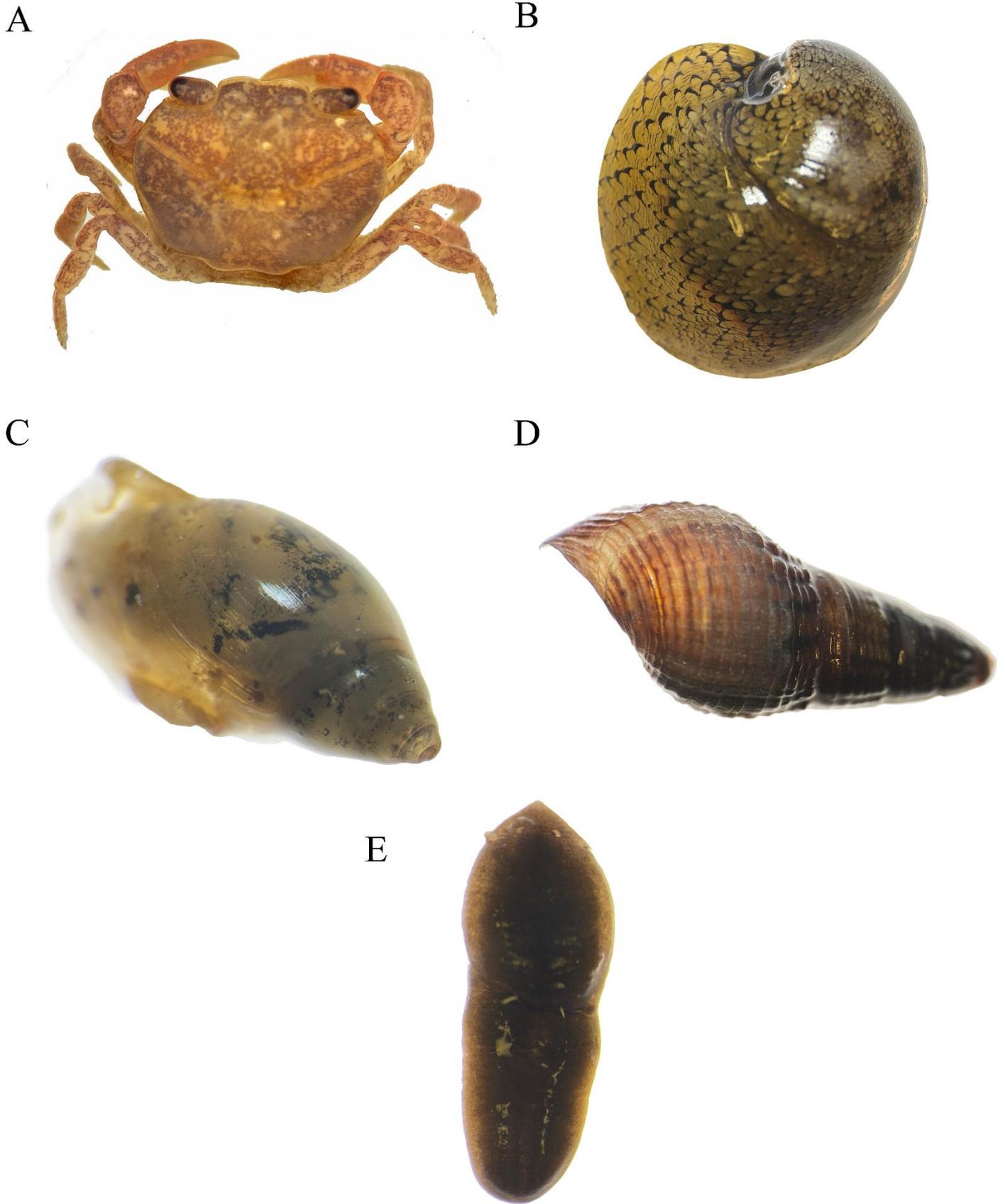


Figura 129. A) Pseudothelphusidae, B) Neritidae, C) Physidae, D) *Melanooides* sp., E) Dugesiidae.

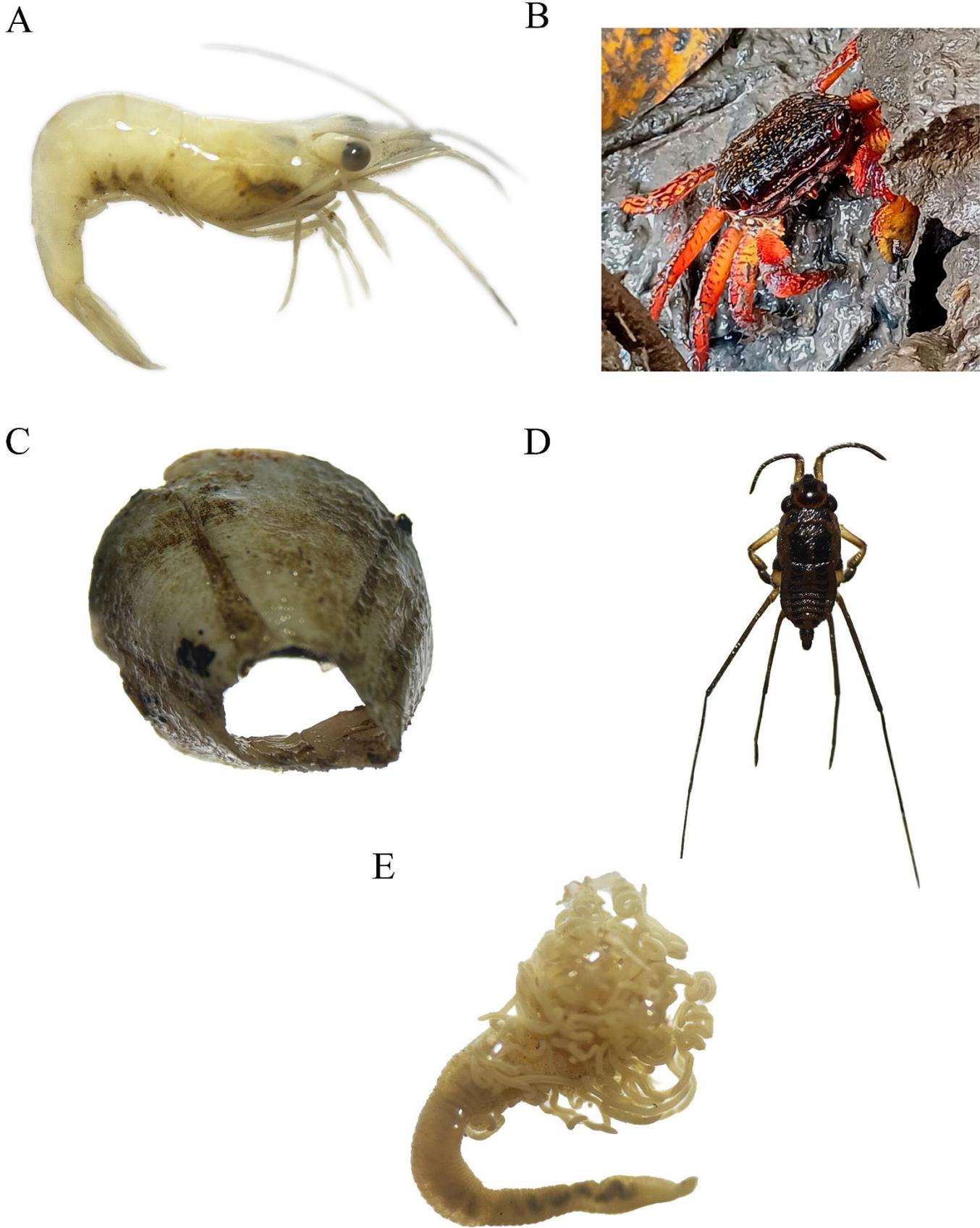


Figura 130. A) *Litopenaeus* sp., B) *Goniopsis* sp., C) Cirripedia, D) *Halobates* sp., E) Terebellidae.

A



B



Figura 131. A) Polychaeta, B) *Crassostrea* sp.

De manera particular, en la Cuenca Ameca-Mascota los sitios AM6 y AM12 registraron la mayor riqueza de *taxa* (19 y 20 *taxa* respectivamente) en época de secas debido a la alta disponibilidad de habitats para ser ocupados por diversos MIBs y fueron sitios que presentaron flujo de agua constante con respecto al resto de sitios, mientras que en época de lluvias los sitios AM5 y AM7 registraron los valores más altos (23 y 19 *taxa* respectivamente) (Fig. 132). Este cambio de sitios con riquezas altas en época de lluvias pudo estar influenciado a que el sitio AM5 tuvo un mayor caudal que en época de secas y se encuentra bastante conservado, lo cual permite el establecimiento de un mayor número de MIBs. Por otra parte, el sitio AM7 (que corresponde a la continuación del AM5) presentó una alta cantidad de sustratos rocosos y vegetales donde los ensambles de MIBs pueden desarrollarse, sumado a la gran cantidad de agua que circulaba en el sitio.

Contrario a lo anterior, el sitio AM1 obtuvo los valores más bajos de riqueza con 4 *taxa* durante la época de lluvias. Este sitio correspondía a un nacimiento de agua con una calidad físico-química y paisajística muy buena, sin embargo, al ser un nacimiento de agua se registró muy poca heterogeneidad de sustratos que los MIBs pueden colonizar. Durante la época de lluvias el sitio M15 registró el valor más bajo de riqueza con 8 *taxa*. Esto puede estar relacionado a que es un sitio de uso recreativo por lo que se encuentra perturbado, así como la presencia de compuertas dentro del cauce que modifican el flujo de agua (Fig. 132).

Finalmente, se registraron 5 *taxa* adicionales a los identificados en época de secas. En la Tabla 19 se presenta el listado completo de *taxa* para ambas épocas.

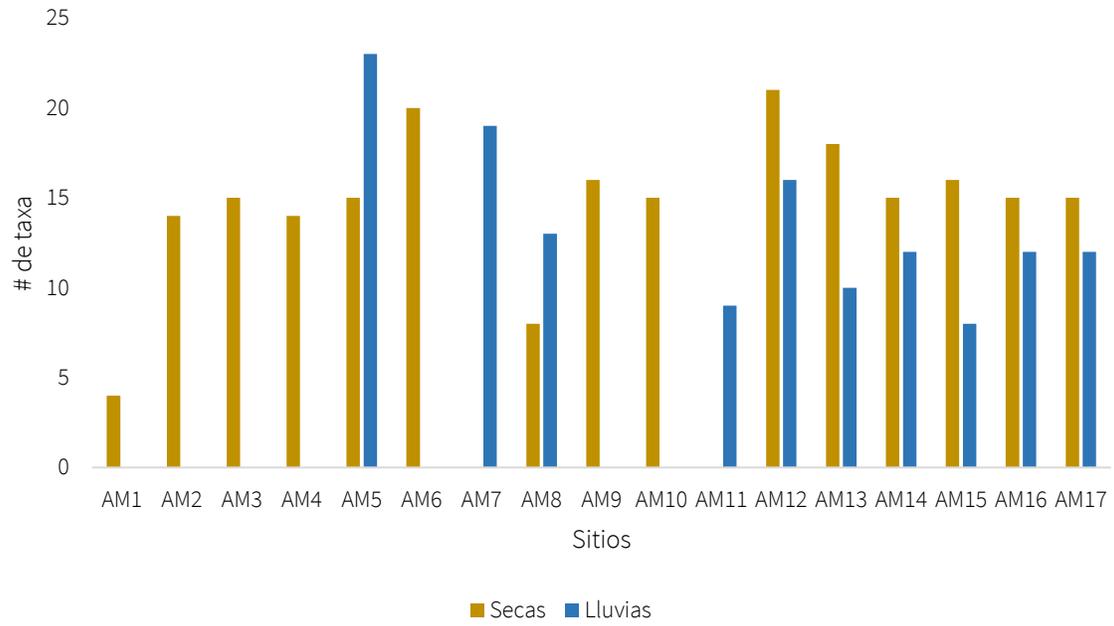


Figura 132. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

Tabla 19. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Ameca-Mascota durante secas y lluvias.

Taxa	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Ambrysus</i>					1	1											
<i>Anacroneuria</i>									1	1		1					
<i>Archilestes</i>				1													
<i>Argia</i>						1						1		1	1	1	1
Athericidae									1								
<i>Atopsyche</i>		1	1	1	1	1			1								
<i>Baetodes</i>					1		1					1	1	1	1		1
Belostomatidae			1	1	1	1		1	1			1			1	1	1
Blephariceridae				1													
<i>Camelobaetidius</i>					1		1		1			1		1	1	1	1
<i>Centroptilum</i>			1	1	1	1			1	1		1	1	1			1
<i>Cernotia</i>	1																
<i>Chimarra</i>	1				1		1	1		1		1		1		1	1
Chironomidae	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1
<i>Cloeon</i>																1	
Collembola									1								
<i>Corydalus</i>											1	1		1		1	1
Culicidae	1							1								1	
<i>Dineutus</i>					1							1					
Dixidae			1	1					1	1		1		1			
Dugesiidae					1		1	1			1		1			1	1
Dytiscidae 1			1		1	1		1									
Dytiscidae 2													1				
Dytiscidae 3								1									
Dytiscidae 4								1									
Elmidae			1		1	1	1		1	1		1	1	1		1	

Taxa	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l
Empididae							1										1
<i>Epeorus</i>		1	1	1	1	1	1		1			1					
<i>Gelastocoris</i>	1															1	
<i>Gerris</i>													1		1		
<i>Glossosoma</i>		1										1		1			
<i>Hansonoperla</i>										1							
<i>Hebrus</i>		1															
<i>Helicopsyche</i>						1	1						1	1	1	1	
<i>Hesperagrion</i>																	1
<i>Hetaerina</i>			1	1	1	1			1			1					
Hydrophilidae																	1
<i>Isonychia</i>							1										
<i>Leptohyphes</i>						1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
<i>Leptonema</i>		1	1		1				1	1	1	1		1			1
<i>Libellula</i>					1										1		
<i>Limnocoris</i>												1	1			1	
<i>Limnoporus</i>												1	1				1
<i>Macrobrachium</i>													1				
<i>Melanoides</i>													1	1	1	1	1
<i>Merragata</i>	1																
<i>Mesovelia</i>	1				1					1							
<i>Metrobates</i>					1												
<i>Microvelia</i>		1		1	1												
<i>Nectopsyche</i>					1									1	1		1
<i>Neocorixa</i>						1	1	1	1					1	1		
Notonectidae								1				1					
<i>Oecetis</i>												1					
<i>Palaemnema</i>													1				
<i>Palaemon</i>															1		

Taxa	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17			
	s	s	s	s	s	l	s	l	s	l	s	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Paltothemis</i>						1		1	1			1		1	1	1				
<i>Peltodytes</i>					1															
<i>Perithemis</i>					1															
<i>Petrophila</i>							1								1		1			
<i>Phylloicus</i>					1	1		1				1	1		1	1				
Physidae								1	1								1		1	
<i>Polycentropus</i>	1		1	1		1														
<i>Progomphus</i>														1						
<i>Psephenus</i>					1	1							1	1	1	1	1			
<i>Pseudoleon</i>												1					1			
Pseudothelphusidae											1	1								
Psychodidae						1														
Ptilodactylidae											1	1								
<i>Rhagovelia</i>		1	1		1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	
Simuliidae		1	1		1		1	1			1				1					
<i>Smicridea</i>					1		1	1		1	1		1	1				1	1	
Staphylinidae		1										1								
Stratiomyidae					1										1		1			
Syrphidae								1												
Tabanidae								1		1		1	1							
<i>Thraulodes</i>		1	1	1		1	1	1	1		1	1	1		1	1		1	1	
Tipulidae			1	1	1		1			1		1	1	1						
<i>Tramea</i>																		1		
<i>Trepobates</i>				1		1							1	1			1			
<i>Tricorythodes</i>																		1	1	1
<i>Vacupernius</i>					1		1	1							1				1	
<i>Wormaldia</i>									1											

s= secas, l= lluvias.

Para el caso de la Cuenca Pitillal el sitio Pi5 obtuvo la mayor riqueza de *taxa* durante la época de secas (28 *taxa*) (Fig. 133), aun cuando los elementos paisajísticos presentaron cierto grado de perturbación y existían fuentes de contaminación orgánica evidentes; la disponibilidad de sustratos y flujo abundante de agua se mantuvo constante lo que propició un abundante ensamble de MIBs. En la época de lluvias el sitio Pi3 tuvo el valor más alto (19 *taxa*) a pesar de ser un lugar dentro de un centro turístico, sin embargo, los elementos físico-químicos y paisajísticos se encontraron poco perturbados. El sitio Pi7 registró la riqueza de *taxa* más baja durante ambas épocas (Fig. 133), ya que en época de secas el sitio se encontraba totalmente seco por lo que no se colectaron organismos. En la época de lluvias, el sitio ya presentaba agua, sin embargo, se pudieron colectar únicamente 2 *taxa* debido a que el sitio se encuentra dentro de la zona urbana, donde los elementos paisajísticos tuvieron un alto grado de perturbación y muy poca disponibilidad de sustratos, así como fuentes de contaminación directas al río. Además de lo anterior, se registraron 5 *taxa* adicionales a los ya identificados en época de secas (Tabla 20).

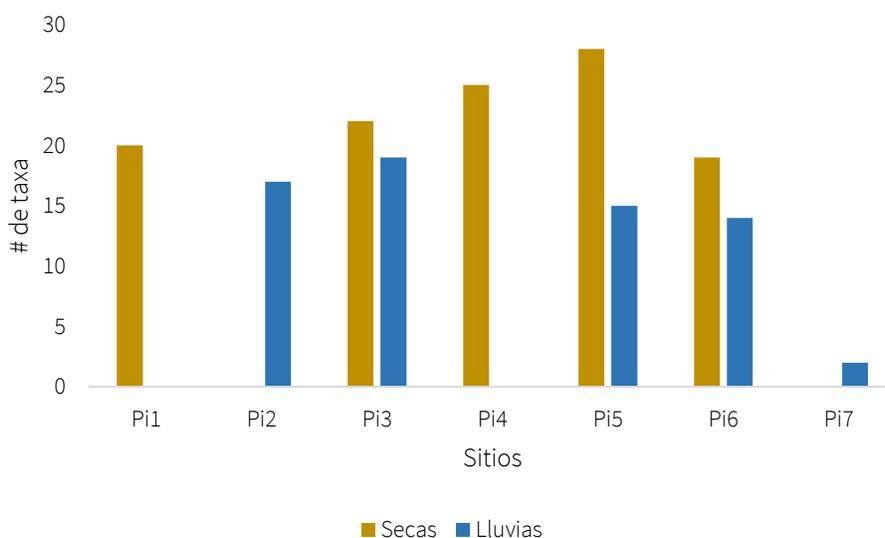


Figura 133. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

Tabla 20. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Pitillal durante secas y lluvias.

Taxa	Pi1	Pi2	Pi3		Pi4	Pi5		Pi6		Pi7
	s	l	s	l	s	s	l	s	l	l
<i>Ambrysus</i>				1	1	1				
<i>Anacroneuria</i>		1	1	1		1	1			
<i>Argia</i>						1		1	1	
<i>Asioplax</i>								1		
Athericidae						1				
<i>Atopsyche</i>	1					1				
<i>Baetodes</i>	1				1			1	1	
Belostomatidae			1	1						
<i>Camelobaetidius</i>	1				1		1	1		
<i>Centroptilum</i>	1				1	1		1		
Ceratopogonidae					1					
<i>Chimarra</i>			1		1	1				
Chironomidae	1	1	1		1	1	1	1		
<i>Corydalus</i>	1	1	1	1		1	1		1	
<i>Cryphocricos</i>	1								1	
<i>Culoptila</i>								1	1	
Dixidae			1							
Dolichopodidae						1				
Dugesiidae	1	1		1	1					
Elmidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Epeorus</i>	1		1	1	1	1				
<i>Glossosoma</i>			1		1					
<i>Hansonoperla</i>					1					
<i>Hebrus</i>			1							
<i>Helicopsyche</i>	1			1	1	1	1	1	1	
<i>Hetaerina</i>		1	1			1				
<i>Hydrometra</i>				1						
<i>Lachlania</i>									1	
<i>Leptohiphes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Leptonema</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	
<i>Leucotrichia</i>	1							1		
<i>Limnocois</i>	1		1		1	1				
<i>Limnoporus</i>				1						

Taxa	Pi1	Pi2	Pi3	Pi4	Pi5	Pi6	Pi7
	s	l	s	l	s	s	l
<i>Microvelia</i>					1		
<i>Nectopsyche</i>				1	1	1	1
Notonectidae					1		
<i>Palaemnema</i>						1	
<i>Palaemon</i>							1 1
<i>Paltothemis</i>	1	1			1		
<i>Paracloeodes</i>		1				1	
<i>Petrophila</i>	1					1	1
<i>Phylloicus</i>		1	1			1	1
<i>Platyvelia</i>				1			
<i>Polycentropus</i>			1				
<i>Progomphus</i>		1					
<i>Psephenus</i>				1	1	1	1
Ptilodactylidae		1					
<i>Rhagovelia</i>		1	1	1	1	1	1 1
Simuliidae	1	1	1	1	1	1	1 1
<i>Smicridea</i>	1		1		1	1	1 1
Stratiomyidae			1		1		
Tabanidae		1	1			1	1
<i>Thraulodes</i>		1	1	1	1	1	1 1
Tipulidae							1
<i>Tricorythodes</i>				1			

s= secas, l= lluvias.

El estero El Salado tuvo valores de riqueza similares en ambas épocas (Fig. 134), con la excepción de un *taxa* más en época de secas. Estos valores de riqueza pueden deberse a las condiciones donde se realizó el muestreo y a la poca accesibilidad para obtener una muestra más representativa. Se obtuvieron organismos diferentes durante la época de lluvias como cangrejos del género *Goniopsis* y a almejas del género *Crassostrea* (Tabla 21).

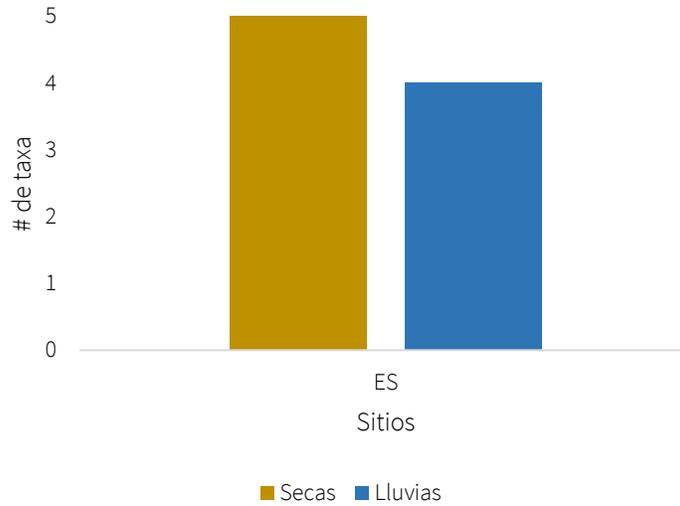


Figura 134. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en el Estero El Salado durante la época de secas y lluvias.

Tabla 21. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en el Estero El Salado durante secas y lluvias.

	ES	
	s	l
Cirripedia	1	1
<i>Goniopsis</i>		1
<i>Halobates</i>	1	1
<i>Litopenaeus</i>	1	
Ostreidae		1
Polychaeta	1	
Terebellidae	1	

s= secas, l= lluvias.

La Cuenca El Cuale tuvo los valores más altos de riqueza durante la época de secas en todos los sitios de monitoreo (excepto en el sitio Cu1) (Fig. 135). El sitio C4 fue el más alto con un valor de 30 *taxa* debido a las buenas condiciones de hidromorfología, uso de suelo y el grado de conservación de la zona de ribera. En la época de lluvias los sitios C1 y C2 tuvieron la riqueza más alta (19 *taxa*) al ser sitios ubicados cuenca arriba, donde los elementos físico-

químicos y paisajísticos se encuentran conservados, así como al incremento de la cantidad de agua debido a la época. El sitio Cu5 se encontró fuertemente perturbado y con modificaciones hidromorfológicas muy evidentes, por lo que la riqueza de MIBs fue la más baja en ambas épocas (Fig. 135). Es un sitio dentro de la zona urbana donde no existe un bosque de ribera y gran parte del cauce se encuentra con signos de canalización, lo que repercute en la calidad del sitio y disminuye considerablemente el número de MIBs que puede habitar bajo dichas condiciones de estrés. En la Tabla 22 se presenta el listado completo de *taxa* en ambas épocas.

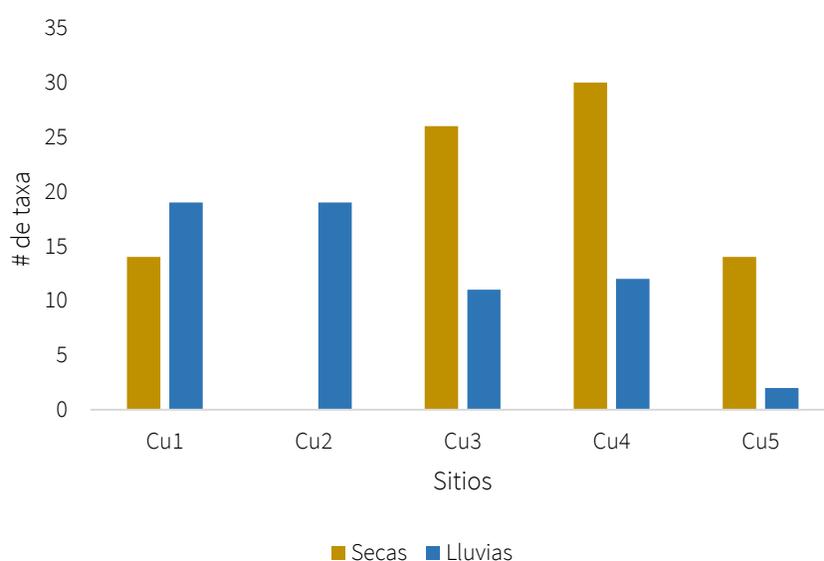


Figura 135. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

Tabla 22. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca El Cuale durante secas y lluvias.

Taxa	Cu1		Cu2		Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
Acari		1					1			
Anacroneuria	1	1	1	1						
Argia							1			
Atopsyche	1			1						
Baetodes	1	1	1	1	1		1			
Belostomatidae		1								

Taxa	Cu1		Cu2		Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Caenis</i>									1	
<i>Camelobaetidius</i>		1	1	1			1			
<i>Centroptilum</i>	1	1	1	1			1		1	
Ceratopogonidae							1			
<i>Chimarra</i>			1	1			1	1	1	
Chironomidae	1	1		1			1	1	1	
<i>Corydalus</i>	1	1	1	1	1		1	1		
<i>Cryphocricos</i>				1	1		1		1	1
<i>Culoptila</i>							1			
<i>Dineutus</i>			1							
<i>Diplectrone</i>				1				1		
Dugesiidae			1				1	1		
Dytiscidae 1				1						
Dytiscidae 2					1					
<i>Ecdyonurus</i>			1							
Elmidae	1	1		1	1		1	1		
<i>Epeorus</i>	1		1				1			
<i>Gelastocoris</i>			1							
<i>Glossosoma</i>							1		1	
<i>Hansonoperla</i>				1						
<i>Helicopsyche</i>		1					1	1	1	
<i>Hydropsyche</i>							1			
<i>Leptohyphes</i>		1	1	1	1		1		1	
<i>Leptonema</i>	1	1	1	1			1	1		
<i>Leucotrichia</i>				1						
<i>Limnocoris</i>		1	1		1					
<i>Limnopus</i>			1	1						
<i>Macrobrachium</i>									1	
<i>Nectopsyche</i>		1								
<i>Ochrotrichia</i>	1			1						
<i>Ophiogomphus</i>							1			
<i>Palaemnema</i>							1			
<i>Palaemon</i>					1			1		1
<i>Paltothemis</i>				1						
<i>Perithemis</i>							1			
<i>Petrophila</i>							1		1	
<i>Polycentropus</i>	1									
<i>Psephenus</i>		1		1			1		1	

Taxa	Cu1		Cu2		Cu3		Cu4		Cu5	
	s	l	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Pseudoleon</i>							1			
Psychodidae		1		1						
Ptilodactylidae			1							
<i>Rhagovelia</i>		1		1	1	1	1	1		1
Simuliidae		1	1	1	1	1	1	1		
<i>Smicridea</i>	1			1			1	1		
Tabanidae	1									
<i>Terpides</i>			1							
<i>Thraulodes</i>	1	1	1	1	1					1
Tipulidae							1			
<i>Vacupernius</i>										1
<i>Zumatrichia</i>				1			1			

s= secas, l= lluvias.

En la Cuenca Las Juntas se registraron los valores más altos de riqueza durante la época de secas, siendo Ju3 el de mayor valor para ambas épocas (23 y 18 *taxa*) (Fig. 136) ya que los elementos físico-químicos y la calidad hidromorfológica no presentaron perturbación y el cauce se encontraba con un flujo y cantidad de agua abundante, así como una gran cantidad de sustratos disponibles para el aprovechamiento de los MIBs. Además de Ju3, el sitio Ju5 tuvo la mayor riqueza durante la época de lluvias (Fig. 136), ya que presentaba condiciones de muy buena conservación aun cuando el área es utilizada con fines recreativos. Cabe destacar que el sitio Ju6 mantuvo los mismos valores de riqueza y que correspondieron a los más bajos durante ambas épocas (Fig. 136). Es un sitio que presentó buena calidad en los elementos físico-químicos y paisajísticos, sin embargo, la escasez de agua durante la época de secas e infraestructura para la extracción de agua representan condiciones estresantes para los MIBs. Así mismo, se registró poca heterogeneidad de sustratos rocosos ya que la mayoría eran gravas y arenas lo cual limita la diversidad de organismos que puedan establecerse en el sitio. Por último, se registró 1 *taxa* adicional a los ya identificados en época de secas (Tabla 23).

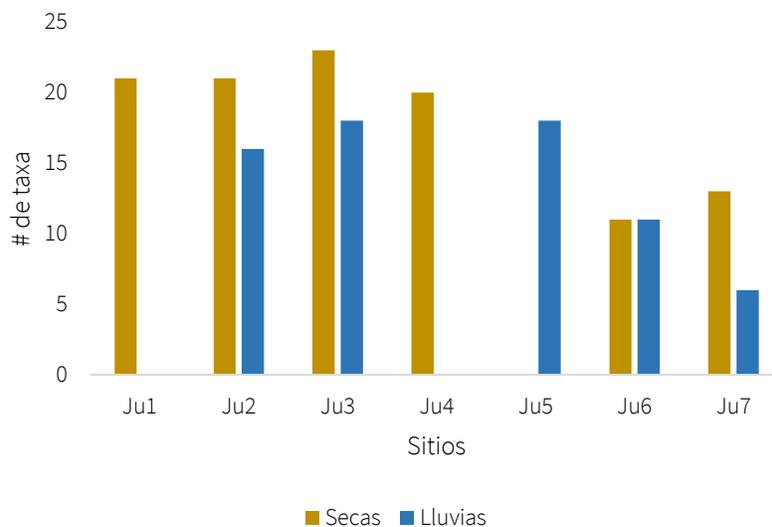


Figura 136. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Tabla 23. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Las Juntas durante secas y lluvias.

Taxa	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4	Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
Acari								1	1				
<i>Ambrysus</i>	1	1		1									
<i>Anacroneuria</i>	1		1	1	1								
<i>Aquarius</i>			1										
<i>Argia</i>		1		1		1			1				
<i>Asioplax</i>					1								
<i>Atopsyche</i>	1												
<i>Austrotinodes</i>						1							
<i>Baetodes</i>	1			1	1	1	1						
Belostomatidae	1				1								
<i>Camelobaetidius</i>	1	1	1			1				1			
<i>Centroptilum</i>	1								1			1	
Ceratopogonidae				1									
<i>Cernotia</i>										1			
<i>Chimarra</i>		1		1				1					
Chironomidae	1	1	1	1		1	1	1	1			1	

Taxa	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
<i>Collembola</i>											1			
<i>Corydalus</i>			1	1	1	1	1							
<i>Cryphocricos</i>		1		1										
<i>Dineutus</i>			1											
DugesIIDae		1		1					1					
Elmidae	1	1	1	1	1	1	1	1						1
<i>Epeorus</i>		1		1										
<i>Glossosoma</i>											1			
<i>Hansonoperla</i>							1							
<i>Hebrus</i>				1										
<i>Helicopsyche</i>		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hetaerina</i>													1	
<i>Lachlania</i>			1											
<i>Leptohyphes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
<i>Leptonema</i>		1			1	1	1	1		1				
<i>Limnocoris</i>	1		1		1			1						
<i>Limnopus</i>	1													
<i>Macrobrachium</i>		1											1	
<i>Microvelia</i>													1	
<i>Nectopsyche</i>	1				1									
Neritidae													1	1
Notonectidae	1	1		1										
<i>Ophiogomphus</i>										1				
<i>Palaemon</i>			1		1			1			1			1
<i>Palaemnema</i>		1		1			1							
<i>Paltothemis</i>	1	1		1			1						1	
<i>Perithemis</i>					1						1			
<i>Petrophila</i>	1	1					1	1	1					
<i>Phylloicus</i>	1						1							
<i>Polycentropus</i>	1													
<i>Progomphus</i>				1			1							
<i>Psephenus</i>			1	1					1		1			
<i>Rhagovelia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Simuliidae	1			1	1	1							1	
<i>Smicridea</i>		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	

Taxa	Ju1		Ju2		Ju3		Ju4		Ju5		Ju6		Ju7	
	s	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l	
Tabanidae		1												
<i>Terpides</i>			1											
<i>Thraulodes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tipulidae									1					
<i>Trepobates</i>					1									

s= secas, l= lluvias.

Finalmente, en la Cuenca El Tuito se registraron los valores de riqueza más altos en Tu4 durante la época de lluvias, los cuales estuvieron relacionados con bajas concentraciones de nutrientes y elementos paisajísticos conservados, así como una alta heterogeneidad de sustratos habitables. Por otra parte, se registraron sitios con alta riqueza de *taxa* correspondientes a Tu1, Tu3 y Tu5 (Fig. 137) durante la época de lluvias, los cuales pudieron estar relacionados con un mayor flujo de agua que no se presentó en época de secas.

Con respecto a los valores más bajos de riqueza durante secas, estuvieron registrados en los sitios Tu2 y Tu3 (Fig. 137) ya que presentaron caudales muy bajos y Tu2 correspondió al sitio más perturbado en cuanto a elementos paisajísticos, así como una baja disponibilidad de sustratos rocosos. Estos valores de baja riqueza durante la época de lluvias volvieron a coincidir en el sitio Tu2, lo cual remarca la importancia de conservar elementos paisajísticos para el establecimiento de los ensambles de MIBs. Por último, se registró 1 *taxa* adicional a los ya identificados en época de secas (Tabla 24).

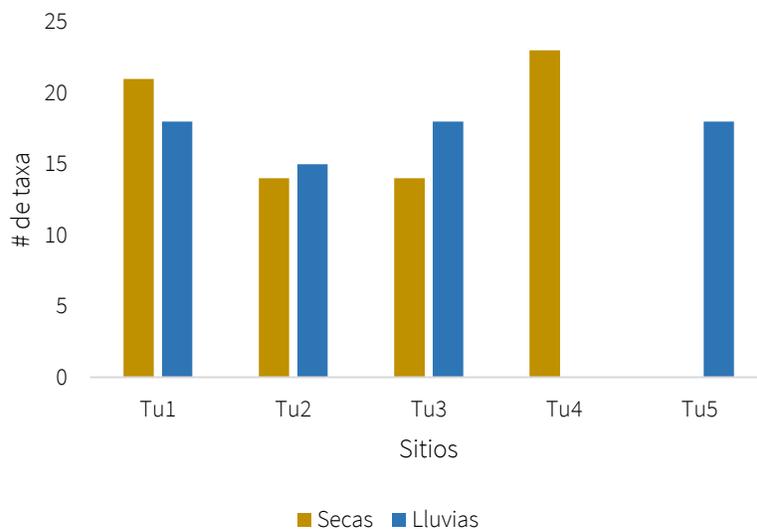


Figura 137. Distribución de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

Tabla 24. Presencia de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca El Tuito durante secas y lluvias.

Taxa	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4		Tu5	
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
Acari						1		1		
<i>Ambrysus</i>										1
<i>Anacroneuria</i>	1	1			1	1				
<i>Aquarius</i>		1		1		1				1
<i>Argia</i>			1	1				1		
<i>Atopsyche</i>								1		
Baetidae						1				
<i>Baetodes</i>								1		1
Belostomatidae	1			1		1		1		1
<i>Camelobaetidius</i>		1						1		1
<i>Centroptilum</i>	1		1		1			1		
<i>Chimarra</i>	1		1	1				1		
Chironomidae	1	1	1	1			1	1		1
<i>Corydalus</i>		1				1	1			
<i>Cryphocricos</i>	1									
Culicidae	1									

Taxa	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4	Tu5
	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Culoptila</i>		1						
<i>Dineutus</i>	1							
DugesIIDae	1	1	1	1	1		1	1
Dytiscidae 1							1	
Dytiscidae 4				1				
Elmidae	1	1	1			1	1	1
<i>Epeorus</i>		1					1	
<i>Epigomphus</i>				1				
<i>Gelastocoris</i>			1					
<i>Gerris</i>	1							
<i>Hansonoperla</i>							1	
<i>Helicopsyche</i>								1
<i>Hetaerina</i>						1		
Hirudinidae	1							
<i>Lachlania</i>						1		
<i>Leptohyphes</i>	1	1	1		1	1	1	
<i>Leptonema</i>				1	1	1	1	
<i>Limnocoris</i>		1	1		1	1	1	1
<i>Limnoporus</i>		1						
<i>Melanoides</i>								1
<i>Microvelia</i>			1					
<i>Nectopsyche</i>						1		
<i>Neocorixa</i>								1
Nepidae					1			
Notonectidae	1							
<i>Ophiogomphus</i>					1			
<i>Palaemnema</i>								1
<i>Palaemon</i>				1				1
<i>Paltothemis</i>	1		1		1		1	
<i>Paracloeodes</i>		1						1
<i>Petrophila</i>							1	
<i>Phylloicus</i>	1			1		1		
<i>Progomphus</i>			1		1			
<i>Psephenus</i>								1
Pseudothelphusidae		1						

Taxa	Tu1		Tu2		Tu3		Tu4		Tu5	
	s	l	s	l	s	l	s	l	s	l
<i>Rhagovelia</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Simuliidae	1							1		
<i>Smicridea</i>	1		1					1		
Tabanidae			1		1			1		
<i>Terpides</i>	1	1		1						
<i>Thraulodes</i>		1		1	1	1	1	1		1
<i>Trepobates</i>	1									
<i>Tricorythodes</i>		1		1			1			

s= secas, l= lluvias.

4.3.4.2 Diversidad de macroinvertebrados bentónicos

Los valores de diversidad (H') a nivel de cuenca oscilaron entre 1.2 y 2.9 en la época de secas, mientras que en la época de lluvias los valores se registraron entre 0.24 y 2.7, lo cual indica que hubo una mayor diversidad de MIBs durante la época de secas con una tendencia a disminuir hacia la época de lluvias (Fig. 138). Los valores más bajos de diversidad estuvieron dados por la baja riqueza de *taxa*, que correspondió a sitios en la Cuenca Ameca-Mascota (secas) y Cuale (lluvias). De igual forma, los valores más altos de diversidad durante ambas temporadas fueron registrados en sitios de la Cuenca El Cuale, los cuales estuvieron relacionados con alta riqueza de *taxa*. Por último, no existieron diferencias significativas de diversidad entre las cuencas.

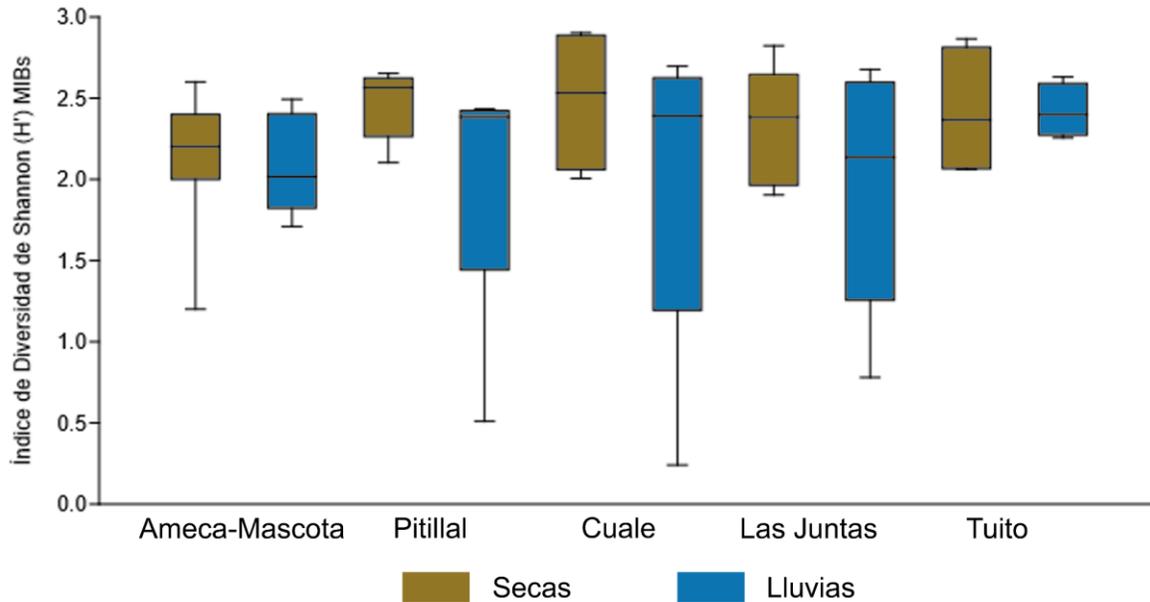


Figura 138. Diagrama de cajas de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco, durante época de secas y lluvias.

En la Cuenca Ameca-Mascota la diversidad (H') se mantuvo en rangos que variaron de 1.2 a 2.6 durante la época de secas (Fig. 139), donde el sitio AM12 obtuvo el mayor valor y estuvo relacionado a la mayor riqueza de *taxa* al ser un sitio con una calidad paisajística muy buena. Por otro lado, el sitio AM1 tuvo una baja diversidad debido a la escasa riqueza y abundancia de *taxa*, al ser un nacimiento de agua, existió poca heterogeneidad de hábitats para los MIBs. En cuanto a la época de lluvias, el rango de diversidad (H') osciló entre 1.7 y 2.4 (Fig. 139), donde el sitio AM5 obtuvo la mayor diversidad, así como la mayor riqueza, esto relacionado a las buenas condiciones paisajísticas y físico-químicas, así como a la amplia diversidad de hábitats en el cauce. Contrario a lo anterior, la menor diversidad estuvo registrada en AM11 ya que existían caminos aguas arriba que modificaban la cantidad de agua, por lo que los MIBs fueron abundantes, pero poco diversos.

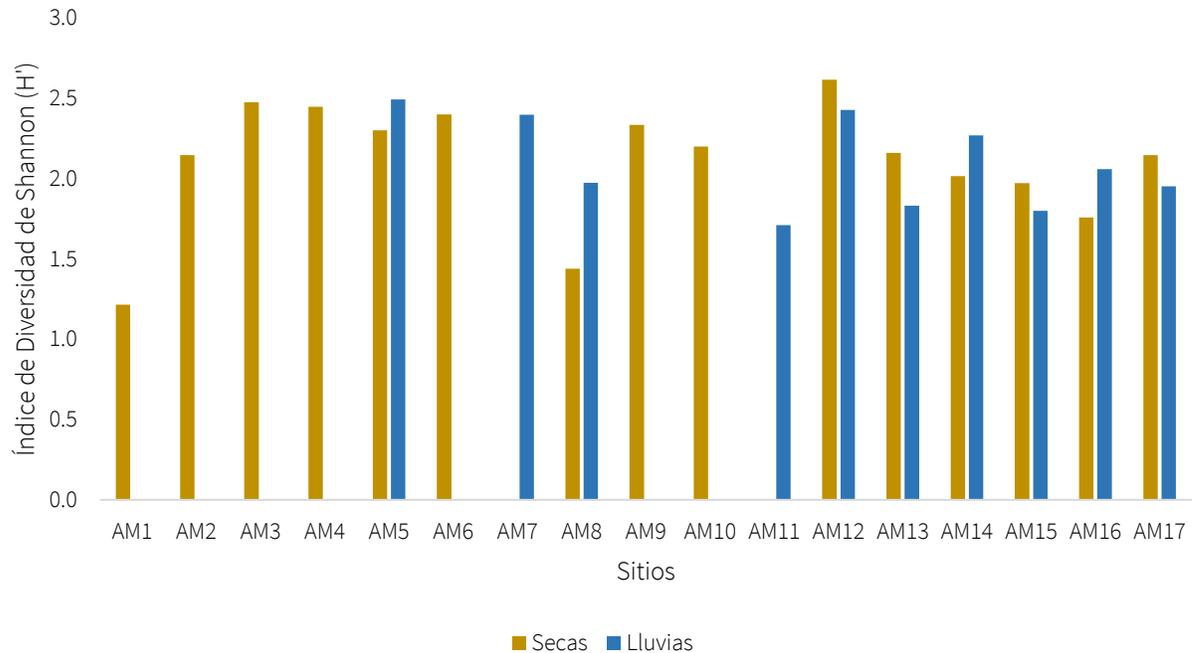


Figura 139. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Ameca-Mascota durante la época de secas y lluvias.

Correspondiente a la Cuenca Pitillal la diversidad (H') los valores presentaron poca variación durante la época de secas y se mantuvieron en rangos que variaron de 2.1 a 2.7 (Fig. 140), donde el sitio Pi3 obtuvo el mayor valor y estuvo relacionado valores de riqueza altos y a que todos los organismos fueron igual de abundantes en el sitio, aun cuando el sitio se encuentra en un área de uso recreativa, los elementos paisajísticos se encuentran en buena calidad. La diversidad más baja se registró en Pi1, el cual se ubica en la parte alta de la cuenca, pero está influenciado por asentamientos humanos y por la baja cantidad de agua correspondiente a la época de secas. En la época de lluvias, la diversidad (H') se mantuvo entre 0.51 y 2.4 (Fig. 140) cuya diversidad más alta se presentó en Pi2, el cual corresponde a un tributario del río Pitillal donde se registraron condiciones conservadas y una alta heterogeneidad de hábitats. La diversidad más baja se encontró en Pi7, ubicado en la parte más baja de la cuenca dentro de la zona urbana, donde los elementos paisajísticos se encontraban fuertemente modificados, así como la nula heterogeneidad de sustratos rocosos.

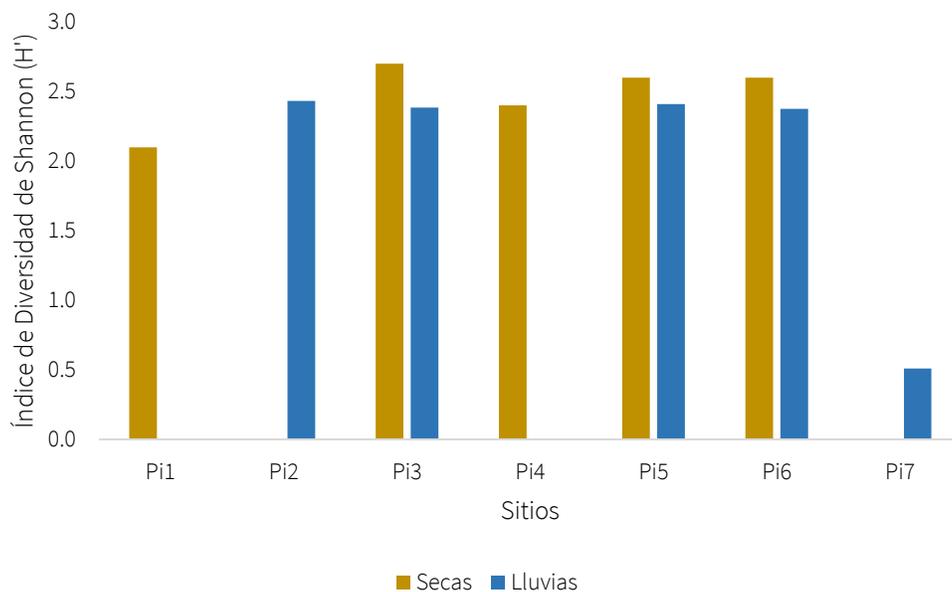


Figura 140. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Pitillal durante la época de secas y lluvias.

La diversidad en el Estero El Salado sufrió cambios mínimos de diversidad entre las épocas de monitoreo (Fig. 141), siendo época de secas la de mayor valor debido a que se registró un *taxa* más que en época de lluvias. Como se mencionó anteriormente, se obtuvieron organismos diferentes durante la época de lluvias como cangrejos del género *Goniopsis* y a almejas del género *Crassostrea*.

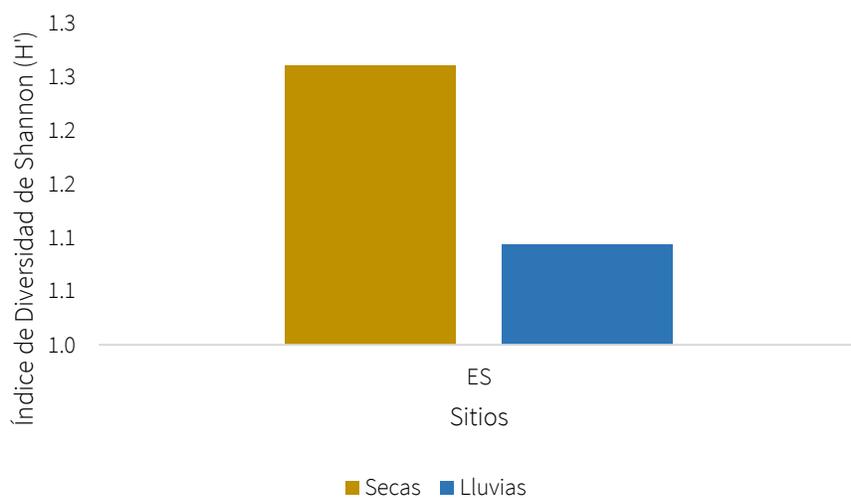


Figura 141. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en el Estero El Salado durante la época de secas y lluvias.

Durante la época de lluvias en la Cuenca El Cuale, la diversidad (H') fluctuó entre 2 y 2.9 siendo Cu4 el sitio más diverso (Fig. 142) al obtener la mayor riqueza, así como una buena calidad de elementos físico-químicos y paisajísticos. El sitio Cu1 tuvo buena calidad de elementos paisajísticos, sin embargo, fue el menos diverso con respecto a los demás sitios de muestreo debido a la baja riqueza de *taxa* y a las condiciones de poca cantidad de agua. Para la época de secas, la diversidad se registró entre 0.24 y 2.7 (Fig. 142) donde Cu1 fue el sitio con mayor diversidad (contrarió al escenario de secas), debido al incremento en la cantidad de agua. Por el contrario, Cu5 fue el menos diverso al ser el sitio con mayor grado de perturbación con respecto a los elementos paisajísticos; sobre todo con la pérdida de bosque de ribera.

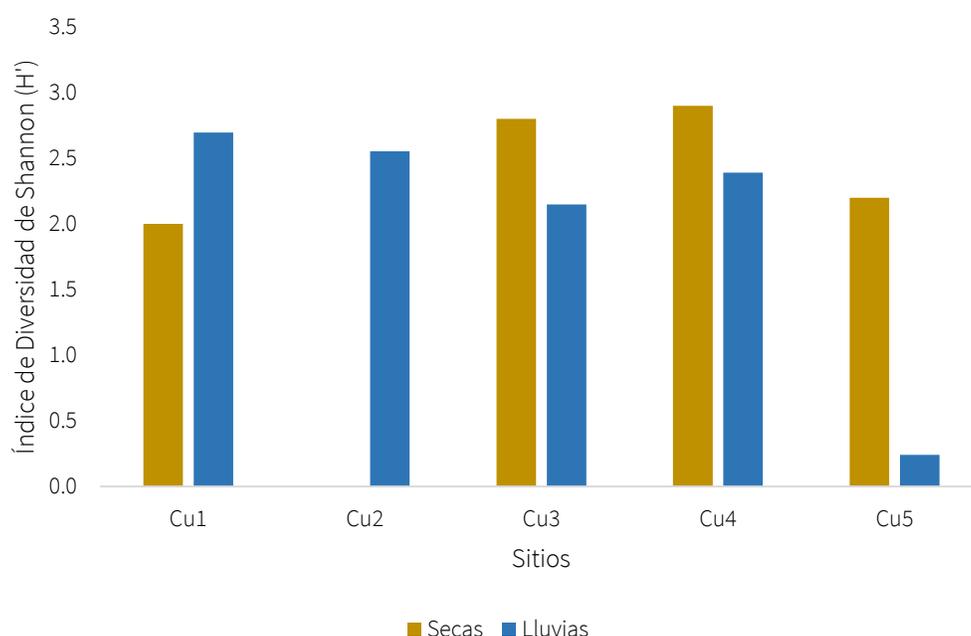


Figura 142. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Cuale durante la época de secas y lluvias.

De manera general, la diversidad (H') en la Cuenca Las Juntas fue siempre mayor en época de secas con respecto a la época de lluvias (Fig. 143) con una ligera tendencia a disminuir la diversidad hacia la parte baja de la cuenca. Los valores en secas se mantuvieron entre 1.9 y

2.8, siendo Ju1 el más diverso ya que conserva los elementos físico-químicos y paisajísticos en muy buen estado, además de presentar una buena cantidad de agua aún durante época de estiaje. En la parte baja de la cuenca, los sitios Ju6 y Ju7 fueron los menos diversos debido a la poca heterogeneidad de sustratos y a las modificaciones hidromorfológicas. Por otro lado, la diversidad en época de lluvias osciló entre 0.78 y 2.6 (Fig. 143) siendo Ju5 el más diverso debido al alto grado de conservación del ecosistema, lo que propició en una alta disponibilidad de hábitats para los MIBs. De la misma manera que en época de secas, los sitios Ju6 y Ju7 continuaron siendo los menos diversos, lo que confirma que la baja calidad en los elementos paisajísticos impacta de manera negativa a los ensambles de MIBs a través del tiempo.

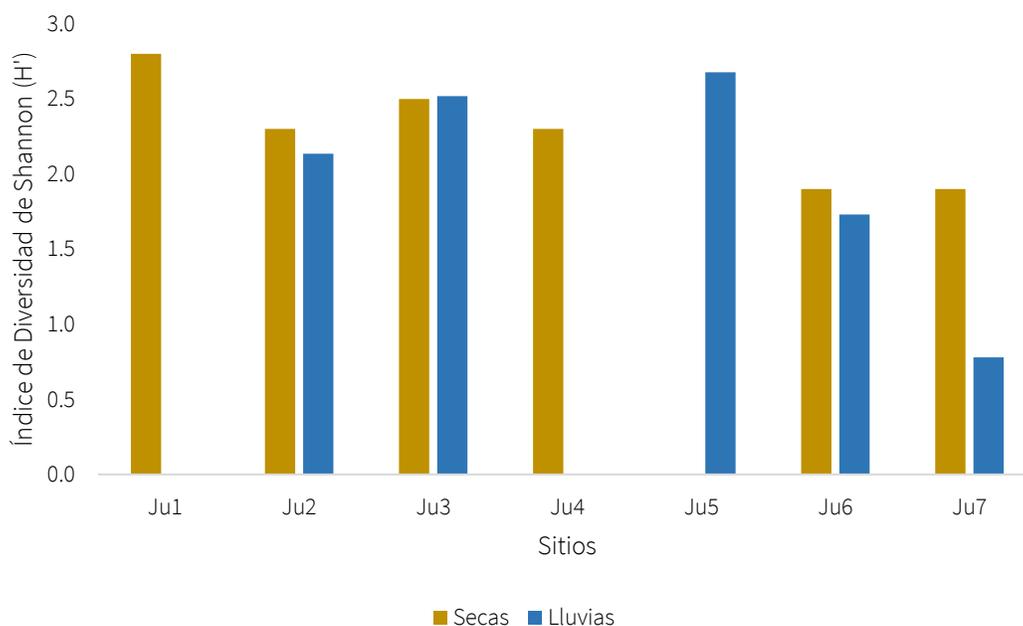


Figura 143. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca Las Juntas durante la época de secas y lluvias.

Por último, la diversidad en la Cuenca El Tuito se mantuvo con valores entre 2.1 y 2.9 durante la época de secas (Fig. 144), donde la diversidad más alta se registró en Tu4 ya que el alto nivel de conservación del ecosistema ofrece una amplia disponibilidad de sustratos y condiciones ambientales ideales para el establecimiento de los MIBs. El sitio Tu2 fue el

menos diverso en ambas épocas al presentar mayores perturbaciones en cuanto a los elementos paisajísticos. Con respecto a la época de lluvias, la diversidad estuvo dada por valores entre 2.2 y 2.6 (Fig. 144) siendo Tu1 el sitio con mayor diversidad, ya que la buena calidad de los elementos paisajísticos y el aumento en el nivel de agua, favorecieron la presencia de diversos MIBs.

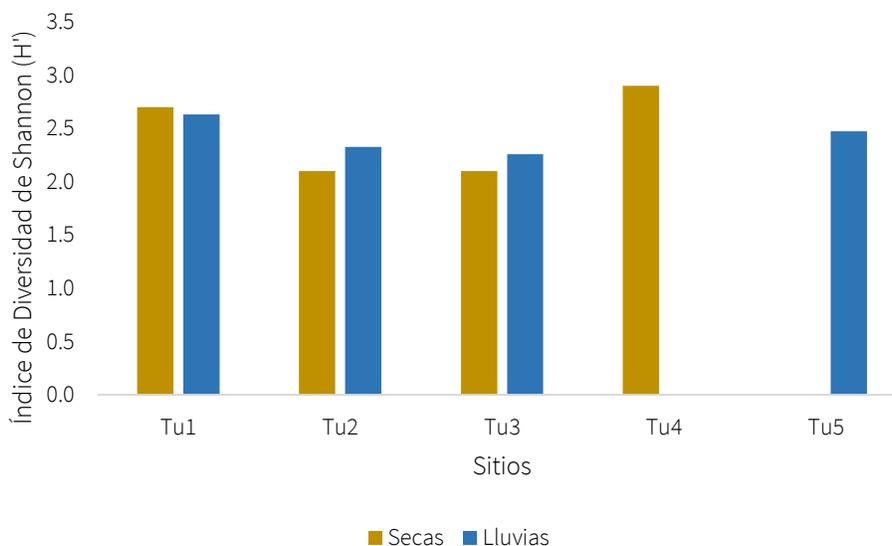


Figura 144. Distribución de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de la Cuenca El Tuito durante la época de secas y lluvias.

4.3.4.3 Índice de macroinvertebrados bentónicos

De manera general, el índice de MIBs a nivel de cuenca tuvo un rango más amplio de valores durante la época de secas, ya que el índice se registró con un valor mínimo de 3.1 y un máximo de 6.3 (Fig. 145), ambos en la Cuenca Ameca. Por otra parte, en la época de lluvias el rango registrado tuvo un mínimo de 4.5 y un máximo de 6.16 (Fig. 145), ambos en la Cuenca Cuale. Con respecto a la época de secas y tomando en cuenta todas las Cuencas durante dicha temporada, las categorías arrojadas a partir del índice mostraron que el 6 % de los sitios tuvieron una muy buena calidad, el 67 % se encontraron en calidad buena, el 21 % en calidad media y el 6 % restante en calidad mala. Para la época de lluvias, la tendencia de las categorías fue similar a la registrada en épocas de secas; con un 4 % se sitios con muy buena

calidad, 72 % con calidad buena y 2 4% con calidad media. Cabe resaltar que durante la época de lluvias no se registraron sitios con mala calidad, ya que los sitios que anteriormente habían sido categorizados con calidad mala obtuvieron una mejor categoría durante esta época.

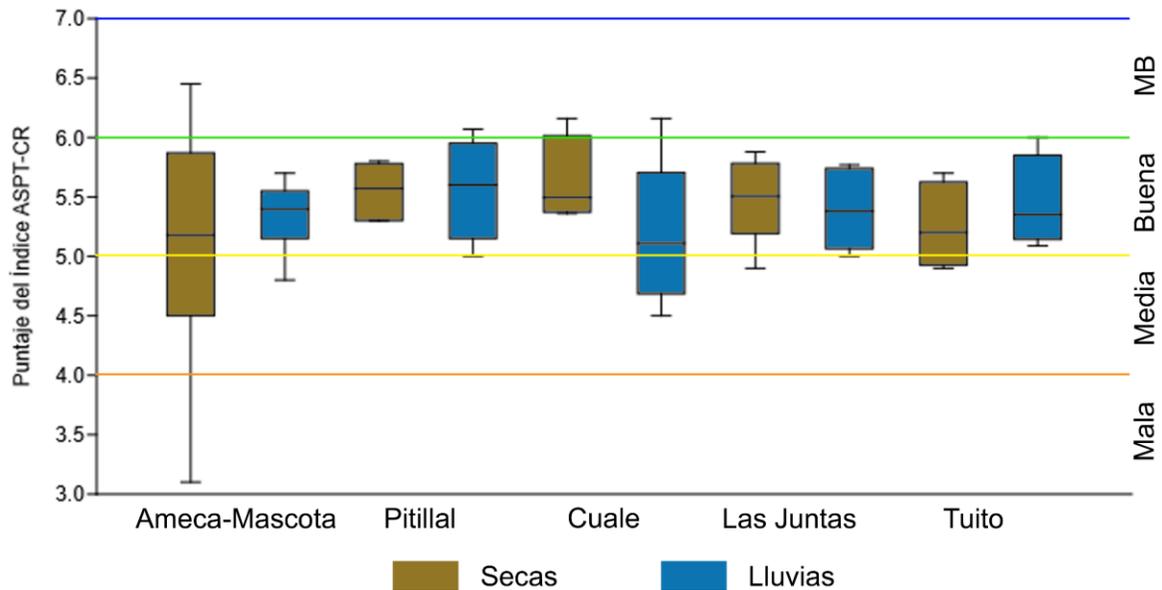


Figura 145. Diagrama de cajas de los valores del índice de macroinvertebrados en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco durante época de secas y lluvias.

De manera particular en la Cuenca Ameca-Mascota, se presentó una tendencia a conservar o mejorar la calidad del ecosistema con respecto a los MIBs durante la época de lluvias (Fig. 146). Un ejemplo de lo anterior corresponde a lo registrado en los sitios AM8 y AM16, cuyas calidades pasaron de ser malas a calidad media y buena respectivamente. Una de las razones del mejoramiento de la calidad del ecosistema fue el aumento en el caudal para el caso de AM8, ya que durante la época de secas el sistema se encontraba totalmente estancado y con una alta acumulación de materia fecal proveniente del ganado, lo que propició el establecimiento de MIBs tolerantes a altas concentraciones de materia orgánica (algunos coleópteros de la familia Dytiscidae) y altas concentraciones de nutrientes. Este escenario cambió drásticamente en época de lluvias ya que el sistema presentaba un flujo continuo y menor acumulación de materia orgánica por lo que el cambio en las condiciones

del río favoreció el establecimiento de una mayor diversidad de MIBs que pudieran aprovechar la mejoría de las condiciones ambientales. El caso de AM16 fue similar al sitio anterior, ya que en la época de lluvias se presentó un incremento en el flujo de agua evitando el aumento en la concentración de nutrientes y el crecimiento descontrolado de macroalgas que impedían el desarrollo de MIBs de los géneros *Thraulodes* sp. (Leptophlebiidae) y *Corydalidus* sp. (Corydalidae).

La Cuenca Pitillal mantuvo estables los valores del índice de MIBs (con excepción del sitio Pi7), catalogando a todos los sitios con buena calidad (Fig. 146), con una ligera tendencia a aumentar el valor numérico del índice durante la época de lluvias, aun cuando se presentó una disminución en la riqueza y diversidad de *taxa*. Lo anterior puede estar relacionado a que durante la época de secas se registraron *taxa* raros como ácaros (Acari) con bajo puntaje, lo que impacta de manera negativa el promedio. El caso de Pi7 resultó ser uno de los más drásticos debido a la nula vegetación de ribera y fuertes modificaciones estructurales en los bancos del río, por ser el sitio más bajo de la cuenca y encontrarse dentro del área urbana. Es tanto el impacto que presenta el tramo del río, que fue el único sitio que estuvo totalmente seco en época de estiaje, lo cual puede ser provocado por la extracción excesiva de agua antes de entrar a la zona urbana ya que, durante la misma época, en el sitio Pi6 (cuenca arriba de Pi7) se registró el mayor caudal de la cuenca. A pesar de que en época de lluvias el río aumentó su flujo y cantidad de agua, se colectaron únicamente 2 géneros de MIBs que corresponden a *Rhagovelia* sp. (Veliidae) y *Palaemon* sp. (Palaemonidae), cuyas preferencias ambientales indican poca velocidad de corriente. Debido a la presencia de *Palaemon* sp., el sitio obtuvo un puntaje 5, lo cual le asigna una categoría de calidad media.

El índice de MIBs fue modificado para su aplicación en sistemas acuáticos de agua dulce, es por esta razón que no fue posible contar con una aproximación sobre la calidad del Estero El Salado, ya que las características del sitio son influenciadas por aguas de origen marino y la composición de MIBs es totalmente diferente a la reportada en los demás sitios de muestreo. Durante la época de secas, se identificaron 5 *taxa* siendo *Halobates* sp. (Gerridae) el género más abundante y está asociado a condiciones de salinidad alta debido a su

mecanismo de osmoregulación. Además de lo anterior, se registraron organismos denominados Cirripedos (comúnmente llamados percebes) adheridos a las superficies de embarcaciones o raíces de mangle y, de igual forma, está asociado a temperaturas altas y a la disminución de la marea. Durante la época de lluvias, la composición de MIBs fue muy similar a lo reportado en secas y únicamente se añadieron 2 *taxa* correspondientes a la familia Ostreidae (ostiones) y cangrejos del género *Goniopsis*. Los organismos de la familia Ostreidae fueron los más abundantes y están asociados a sistemas muy productivos (manglares) ya que, al ser filtradores, se alimentan de los organismos del fito y zooplancton. Por último, se registró un solo organismo del género *Goniopsis*, que corresponde a un cangrejo característico de los manglares y que cumple una función importante en el reciclaje de materia orgánica ya que, se alimenta principalmente de materia vegetal (hojarasca), algas y pequeños invertebrados. Su dieta tan variada y la capacidad de refugiarse en cualquier parte del manglar, hace que estos organismos sean muy tolerantes a la contaminación y a la modificación o pérdida del hábitat.

En la Cuenca El Cuale, se identificó una tendencia a disminuir los valores y/o las categorías de calidad durante la época de secas (Fig. 146). Los sitios con un cambio en la categoría de calidad (de categoría buena a media) correspondieron a Cu4 y Cu5. Una de las principales razones fue la drástica disminución de riqueza de *taxa* durante la época de lluvias; en Cu4 la riqueza disminuyó un 60% con respecto a secas y se registró un aumento significativo en el caudal del río lo que pudo provocar el arrastre de MIBs que no están adaptados a resistir altas velocidades de corriente y que habitan en las orillas del río donde es común la acumulación de materia orgánica o contaminantes. Relacionado a lo anterior, dominaron organismos con puntajes de calidad media como son *Palaemon* sp., *Smicridea* sp. (Hydropsychidae), Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera). Similar a lo anterior, en el sitio Cu5 la disminución de *taxa* fue de 85% con respecto a secas, así como un aumento considerable en el caudal, aumento en las concentraciones de nutrientes y turbidez, así como fuertes modificaciones en los elementos paisajísticos, principalmente la remoción de la vegetación de ribera. Los únicos organismos que se encontraron en el sitio fueron

Palaemon sp. y *Cryphocricos* sp. los cuales son característicos de lugares perturbados y con concentraciones moderadas de materia orgánica.

En el caso de la Cuenca Las Juntas, las categorías se mantuvieron en buena calidad en ambas épocas (Fig. 146) con un ligero incremento en el promedio durante la época de lluvias. El sitio Ju7 fue la excepción, ya que el sitio permaneció en calidad media durante ambas épocas. Este sitio corresponde a la parte baja de la cuenca y se encuentra fuertemente modificado en la hidromorfología y principalmente en la carencia de un bosque de ribera. Durante la época de lluvias, se registró un incremento en las concentraciones de nutrientes con respecto a la época de secas, lo que propició la disminución de riqueza de MIBs e influyó en la dominancia de organismos del género *Palaemon* sp. y gastrópodos de la familia Neritidae. Los organismos de la familia Neritidae se desarrollan en zonas con una alta exposición solar y altas concentraciones de nutrientes, ya que se alimentan de algas que crecen en la superficie de las rocas, por lo que, la ausencia de zonas sombreadas o ausentes de vegetación de ribera, facilitan el establecimiento de estos organismos.

Finalmente, en la Cuenca El Tuito los valores del índice de MIBs presentaron una tendencia a mantener las categorías de calidad y en algunos casos, a mejorarla durante la época de lluvias (Fig. 146). Este comportamiento se presentó en los sitios Tu1 y Tu2, ambos con una calidad media durante secas debido al bajo caudal como resultado de la temporada de muestreo. Tu1 corresponde al sitio más alto de la cuenca y conserva en buena calidad sus elementos paisajísticos, sin embargo, en época de secas se registraron MIBs con preferencia hacia zonas de flujo lento o pozas (debido al bajo caudal) como son dípteros de la familia Culicidae y Chironomidae, así como chinches de los géneros *Trepobates* sp. y *Rhagovelia* sp. Las condiciones durante lluvias facilitaron el aumento del caudal modificando la calidad de ecosistema a buena y con ello, se registró la presencia de MIBs que tienen preferencia por una mayor heterogeneidad del cauce como son los géneros *Thraulodes* sp. (Leptophlebiidae), *Corydalus* sp. (Corydalidae) y *Culoptila* sp. (Glossosomatidae). El caso de Tu2 fue similar al anterior, ya que el aumento del caudal durante lluvias favoreció el mejoramiento de las condiciones del cauce, aun cuando es el sitio con más modificaciones

hidromorfológicas y perturbaciones en el bosque de ribera. Durante lluvias se registró la presencia de MIBs que aumentaron la categoría de calidad como *Thraulodes* sp., *Terpides* sp. (Leptophlebiidae) y *Phylloicus* sp. (Calamoceratidae) que han sido reportados como indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas.

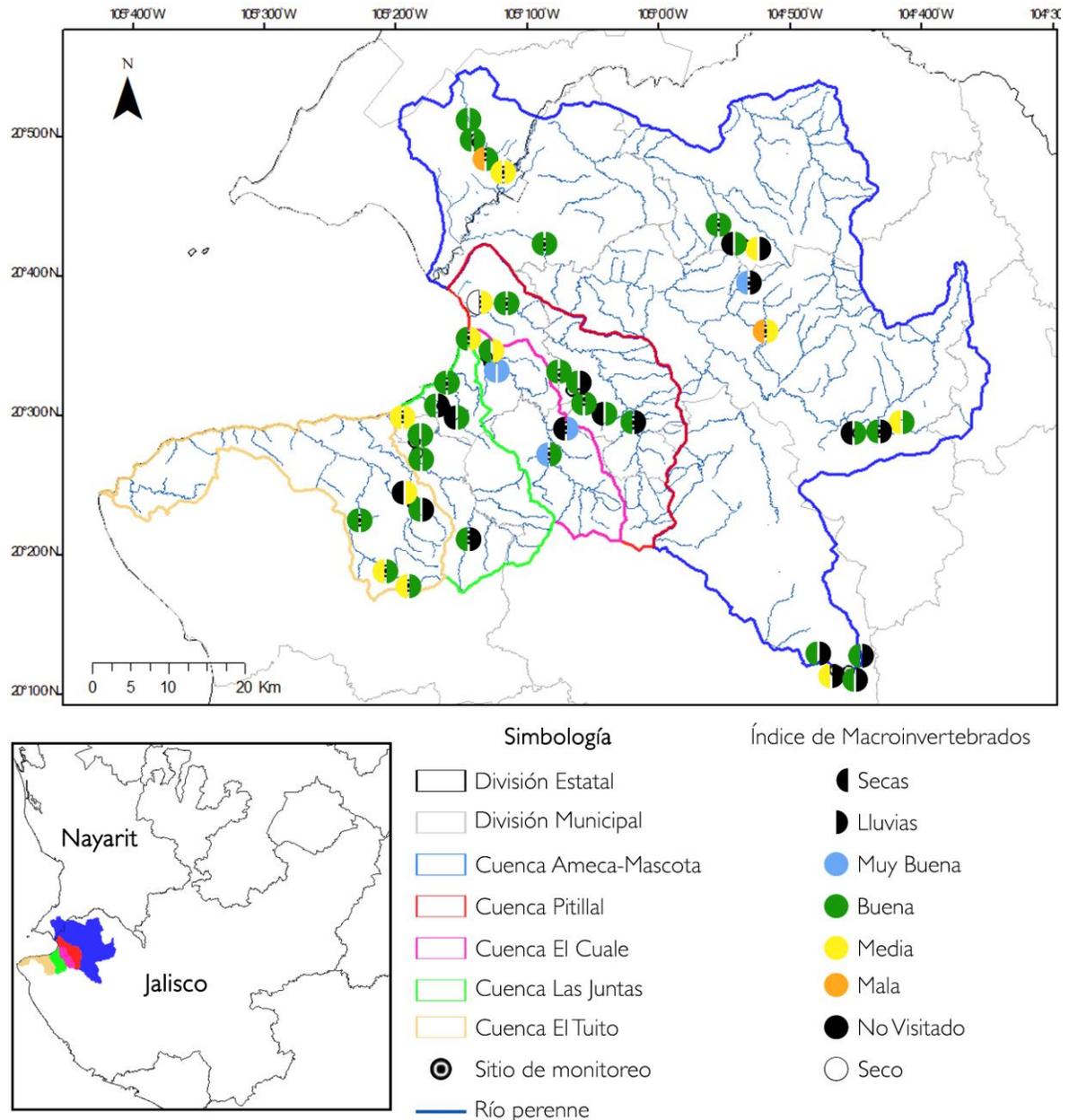


Figura 146. Variación de las categorías de calidad del índice de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas que drenan a Puerto Vallarta, Jalisco.

5 Análisis integrado

De acuerdo con el análisis de componentes principales (Fig. 147) podemos observar que en los sitios monitoreados en lo que los parámetros paisajísticos (CH y CBR) se encuentran bien conservados (en el extremo izquierdo de la Fig 147), los macroinvertebrados acuáticos (BMWP_CR) y las diatomeas bentónicas (TDI) indican una mejor calidad en sus índices, se encuentran menores concentraciones de ortofosfatos, nitratos, nitrógeno amoniacal, bajas conductividades y temperaturas más bajas, es decir, se tienen ecosistemas sanos y funcionales. Todas las cuencas tuvieron sitios que indican estas condiciones, sin embargo, las cuencas Ameca-Mascota, Cuale y Tuito presentaron sitios en el extremo contrario de la figura 147, es decir, zonas en donde los ecosistemas presentan severas afectaciones.

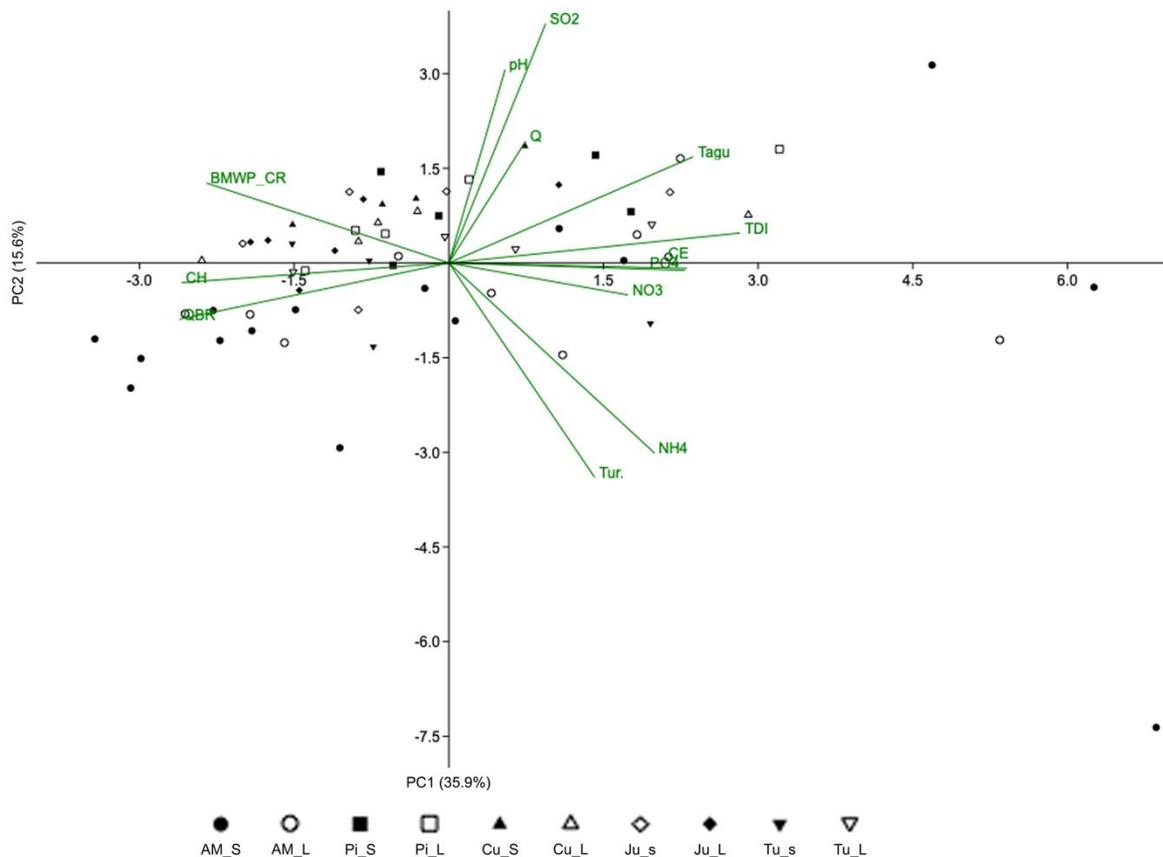


Figura 147. Análisis de componentes principales ordenando a los sitios de acuerdo con las variables físico-químicas: temperatura del agua (Tagu), pH, conductividad eléctrica (CE), saturación de oxígeno (SO₂), turbidez (Tur.), ortofosfatos (PO₄), nitrógeno de nitratos (NO₃), nitrógeno amoniacal (NH₄), caudal (Q); paisajísticas: calidad hidromorfológica (CH), calidad

de bosque de ribera (CBR); y biológicas: índice trófico de diatomeas (TDI), índice de macroinvertebrados (BMWP_CR).

6 Conclusiones

La presente evaluación de la salud de las cinco cuencas que drenan a Puerto Vallarta constituye uno de los primeros esfuerzos nacionales en incorporar una visión que permite integrar a los habitantes de los cuerpos de agua, desde los productores primarios, micro y macroscópicos (diatomeas y macrófitas) que son la base de las redes tróficas, hasta los consumidores (macroinvertebrados), para obtener un panorama integral del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos a nivel regional.

El trabajo permitió la creación de una línea base de las condiciones ambientales y paisajísticas, así como de la diversidad de diatomeas bentónicas, macrófitas acuáticas y macroinvertebrados acuáticos, grupos que ya son utilizados a nivel internacional como bioindicadores de la calidad ecológica.

De manera general, los resultados exponen un patrón en las cinco cuencas; la buena conservación de los elementos paisajísticos se asocia con una mejor calidad de los biológicos, por lo que la conservación de la hidromorfología y de la vegetación de ribera es base para el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Así mismo, la mayor riqueza y diversidad de los grupos biológicos analizados se presentó en la época de secas, vinculado al estrés físico que provoca el incremento en las velocidades de corriente y en el caudal durante lluvias.

A partir de la aproximación de la calidad ecológica se pudieron reconocer las zonas en las cuencas donde los ecosistemas mantienen su buen funcionamiento, preponderantemente en las partes altas y medias, así como aquellas en las que se requiere invertir esfuerzos para procurar la provisión de los diversos servicios ecosistémicos que las cuencas proveen para la región.

En la cuenca Ameca-Mascota los tributarios de la parte alta en Bosque de Arce, así como los de la parte media en El Saucillo, Milpillas y Palos Blancos, se encontraron en un buen estado de conservación respecto a los parámetros físico-químicos, paisajísticos y biológicos, por lo que su conservación es de vital importancia para la salud de la cuenca. En la parte media, los sitios Venadito1 y 2, el Agostadero y Novillero, presentaron señales de presión por la actividad agrícola y ganadera. Durante la época de secas estos impactos fueron mucho más evidentes reflejados en la disminución de la calidad y cantidad de agua, así como en los bioindicadores analizados. En cuanto a la parte baja de la cuenca, el río Huichichila presenta áreas con ecosistemas sanos (Huichichila Referencia); sin embargo, la degradación ocurre de manera drástica debido al desvío, represamiento del agua y el impacto de las actividades de recreación en el sitio Huichichila Compuertas, modificando la calidad del agua y del paisaje y con ello, el funcionamiento del río. En el resto de los sitios de la parte baja (Huichichila Silverado y Huastitán) se encontraron las mayores condiciones de degradación, pues las actividades agrícolas aledañas al río, los asentamientos humanos y las descargas de aguas residuales sin tratamiento afectaron los diversos componentes del río, tanto en temporada de secas como de lluvias.

En la cuenca Pitillal se reconocieron ecosistemas acuáticos bien conservados en la parte alta. El sitio Zapotán mostró el mejor grado de conservación, aspecto vinculado a las dificultades de acceso, ya que, aunque existen asentamientos humanos, estos no representan un factor de alteración para los elementos físico-químicos, paisajísticos y biológicos. En el tributario monitoreado en la parte media de la cuenca, los mayores impactos estuvieron relacionados con la modificación o eliminación del bosque de ribera en los sitios Jorullo Paradise, El Nogal y Las Huertas, producto de asentamientos humanos y actividades productivas; sin embargo, al desarrollarse de manera local, estas no han afectado de manera importante en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. En la parte baja de la cuenca se observa el inicio de la urbanización, actividades turísticas y mineras, lo cual repercute en los elementos paisajísticos reflejado en la disminución de la vegetación de ribera y en la detección de descargas directas de aguas residuales sin

tratamiento. En el sitio Puente Pitillal se encontró una diferencia importante entre temporadas, ya que en secas se registró completamente sin agua y en lluvias mostró los valores más altos de caudal de todas las cuencas estudiadas. Aún con la gran cantidad de agua en el río, las condiciones ambientales fueron desfavorables; la hidromorfología y vegetación de ribera se encontraron completamente modificadas y con ello, los indicadores físico-químicos y biológicos señalaron una mala o muy mala calidad.

En la cuenca El Cuale se encontraron ecosistemas acuáticos en buen estado de conservación desde la parte media, ya que es una zona de difícil acceso y con actividades productivas locales. Sin embargo, conforme el río baja hacia Puerto Vallarta la urbanización modifica la hidromorfología y la vegetación de ribera, los bioindicadores reflejaron estos cambios mostrando una mala calidad. Debido a que la urbanización en la zona no ha considerado los límites naturales de los ríos, se han construido paredes para contener los cuerpos de agua en temporada de lluvias o antes fenómenos hidrometeorológicos como el huracán Lidia; sin embargo, se impide la conexión entre el ecosistema terrestre y el acuático y con ello, se pierden funciones importantes.

En la cuenca Las Juntas se encontraron ecosistemas en buena calidad en la parte alta del escurrimiento principal (Potrero y Jardín Botánico), así como en los sitios Palo María y Edén. En la parte baja se encontraron afectaciones en los tres grupos de parámetros evaluados en ambas temporadas, ya que las construcciones aledañas al río han eliminado la vegetación de ribera y su comunicación con el ecosistema terrestre.

En la cuenca El Tuito se registraron ecosistemas conservados en la parte alta (Rancho Los Lobos) y la media (Pedro Moreno), pero al fluir dentro del poblado El Tuito se encontró un deterioro en los elementos paisajísticos, un incremento en las concentraciones de nutrientes y mala calidad en los bioindicadores. En el sitio El Divisadero se recupera la calidad de dichos elementos, sin embargo, en temporada de lluvias no se registraron macrófitas acuáticas debido a la falta de sustratos rocosos en los que pudieran crecer y las

diatomeas reflejaron un incremento de nutrientes, vinculado a un arrastre de nutrientes provenientes de la zona agrícola.

7 Recomendaciones

- Durante la temporada de lluvias se presentó el impacto del huracán Lidia, lo cual puede implicar una alteración del comportamiento regular de los parámetros por este fenómeno hidrometeorológico. Asimismo, debido a las dificultades de acceso a los sitios de monitoreo por este factor, no fue posible dar seguimiento a todos los sitios de monitoreo evaluados en secas. Por ello, se recomienda continuar con los esfuerzos de monitoreo en ambas temporadas, de modo que pueda corroborarse la información generada en la evaluación del año 2023.
- La continuidad del trabajo para robustecer la línea base de información biológica abre las puertas a la generación de índices regionales para obtener interpretaciones más precisas de las condiciones ecológicas.
- Una vez que se cuente con una línea de base robusta, se sugiere realizar los monitoreos únicamente en temporada de secas (primavera), cuando los grupos biológicos presentan su mayor diversidad y momento en el que los ecosistemas acuáticos pueden verse más estresados por la disminución de los niveles de agua y la concentración de los nutrientes.
- Con el objetivo de tener un análisis más completo, se propone la inclusión de más sitios de monitoreo en los cauces principales de la cuenca Ameca-Mascota, pues en este monitoreo se tomaron en cuenta algunos tributarios. Al igual que la integración de sitios en la parte baja de la cuenca El Tuito, a los que se debe acceder desde la costa. También se sugiere la inclusión de sitios en la parte baja de la cuenca Las Juntas, principalmente en los escurrimientos de Edén y Palo María, ya que en la zona baja de la cuenca es donde posiblemente se encuentren mayores afectaciones por la actividad turística y urbana.

- Por último, se recomienda que en posteriores esfuerzos de monitoreo se incorporen métodos cuantitativos en los análisis microbiológicos para conocer la densidad bacteriana de coliformes fecales y *E. coli*.

8 Referencias

- Álvarez-Arango, L.F. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. y Furse, M. T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17:333-347.
- Carmona-Jiménez, J., Caro-Borrero, A.P., Salinas-Camarillo, V.H., y Caro-Borrero, E.M. (2021). *Calidad ecológica en ríos de la Cuenca de México. Protocolos de evaluación y monitoreo biológico e hidromorfológico*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Ciudad de México, México.
- Chicas, J.M.S., Pérez, D., Aguillón, S.M.M., Cervantes, L.S., Flores, A.W.R., Urias, A.J.M., y Springer, M. (2010). *Metodología estandarizada de muestreo multi-habitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la Red" D" en ríos de El Salvador*. Editorial Universitaria UES.
- European Commission (EC). (2000). Directive 2000/60/ EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22/12/2000, 1-73.
- Forero, L.C., Longo, M., Ramírez, J.J. y Chalar, G. (2014). Índice de calidad ecológica con base en macroinvertebrados acuáticos para la cuenca del río Negro (ICE RN-MAE), Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 62: 233-247.

- Hauer, F. y Lamberti, G. (2006). *Methods in stream ecology*. Londres: Elsevier Academic Press.
- Kelly, M.G., Adams, C., Graves, A.C., Jamieson, J., Krokowski, J., Lycett, E.B., Murray-Bligh, J., Pritchard, S. y Wilkins, C. (2001). *The Trophic Diatom Index: A User's Manual*. Revised edition. Environmental Agency, Bristol, UK.
- Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE). (2007). *Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales*. La Uruca, San José: La Gaceta Diario Oficial 178. Decreto No 33903-MINAE-S
- Munné, A., Solá, M.A. y Prat, N. (198). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua* 175: 20-37.
- Necchi, O., Branco, J.L.Z., y Branco, C.C.Z. (1995). Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. *Arch. Hydrobiol.* 134(3): 393-402.
- O'Callaghan, P. y Kelly-Quinn, M. (2013). Performance of selected macroinvertebrate-based biotic indices for rivers draining the Merendon Mountains region of Honduras. *UNED Research Journal*, 5(1), 45-54.

