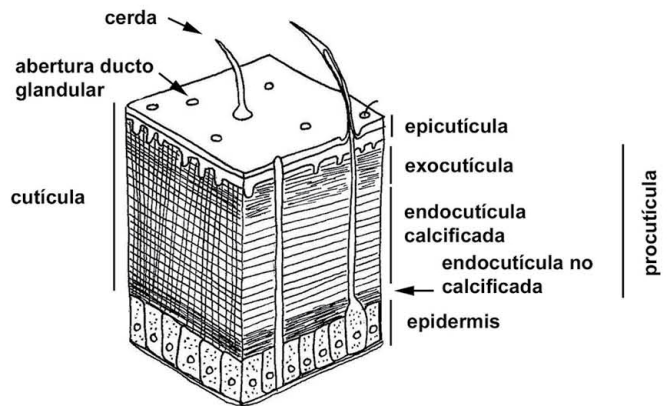
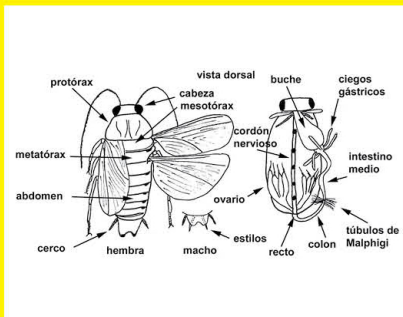
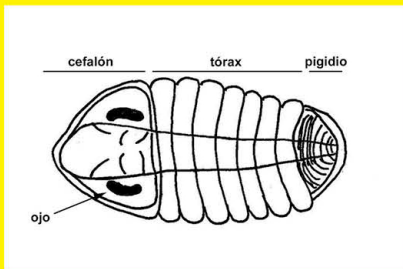


Manual de prácticas biológicas de laboratorio y campo



Fabio G. Cupul Magaña
(coordinador)

Universidad de Guadalajara

Manual de prácticas biológicas de laboratorio y campo

Manual de prácticas biológicas de laboratorio y campo

FABIO G. CUPUL MAGAÑA
(Coordinador)



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

2014

Universidad de Guadalajara

Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla

Rector general

Miguel Ángel Navarro Navarro

Vicerrector ejecutivo

José Alfredo Peña Ramos

Secretario general

Centro Universitario de la Costa

Marco Antonio Cortés Guardado

Rector

Remberto Castro Castañeda

Secretario académico

Gloria Angélica Hernández Obledo

Secretaria administrativa

Primera edición, 2014

D.R. © 2014, Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Costa
Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa
48280 Puerto Vallarta, Jalisco

ISBN: 978-607-742-038-5

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Contenido

Presentación	9
Práctica 1. Química: Conocimiento, uso y cuidados del material y equipo de laboratorio	11
<i>Liza Danielle Kelly-Gutiérrez</i>	
Práctica 2. Química: Soluciones.	16
<i>Liza Danielle Kelly-Gutiérrez</i>	
Práctica 3. Química: Concentraciones y pH.	20
<i>Liza Danielle Kelly-Gutiérrez</i>	
Informe de práctica de laboratorio de Química	24
<i>Liza Danielle Kelly-Gutiérrez</i>	
Práctica 4. Invertebrados: Rotíferos	26
<i>María del Carmen Navarro-Rodríguez</i>	
Práctica 5. Invertebrados: Annelida (Oligochaeta)	28
<i>María del Carmen Navarro-Rodríguez</i>	
Práctica 6. Invertebrados: Mollusca	30
<i>María del Carmen Navarro-Rodríguez</i>	
Práctica 7. Invertebrados: Chaetognatha.	33
<i>María del Carmen Navarro-Rodríguez</i>	
Práctica 8. Invertebrados: Echinodermata	35
<i>María del Carmen Navarro-Rodríguez</i>	
Práctica 9. Artrópodos: Diversidad del Phylum Arthropoda	38
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	

Práctica 10. Artrópodos: Cubierta del cuerpo (cutícula).	42
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 11. Artrópodos: Metamerización, apéndices y diferenciación apendicular	46
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 12. Artrópodos: Aparato bucal de los artrópodos	50
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 13. Artrópodos: Morfología interna	53
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 14. Artrópodos: Órganos de los sentidos	57
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 15. Artrópodos: Reproducción, desarrollo y metamorfosis	60
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 16. Artrópodos: Phylum Onychophora y Phylum Tardigrada	64
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 17. Artrópodos: Clase Trilobita	67
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 18. Artrópodos: Clase Arachnida	70
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 19. Artrópodos: Subphylum Crustacea	74
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Práctica 20. Artrópodos: Diplopoda y Chilopoda	77
<i>José Efrén Cerda-González, José Luis Navarrete-Heredia y Fabio Germán Cupul-Magaña</i>	
Práctica 21. Artrópodos: Clase Insecta	80
<i>José Efrén Cerda-González y José Luis Navarrete-Heredia</i>	
Literatura recomendada: Prácticas de laboratorio de Artrópodos	83
<i>José Luis Navarrete-Heredia y Fabio Germán Cupul-Magaña</i>	

Práctica 22. Desarrollo vegetal: Tejidos presentes en la hoja	86
<i>Bartolo Cruz-Romero</i>	
Práctica 23. Desarrollo vegetal: Cultivos hidropónicos	88
<i>Bartolo Cruz-Romero</i>	
Práctica 24. Desarrollo vegetal: Reguladores del crecimiento en las plantas	90
<i>Bartolo Cruz-Romero</i>	
Práctica 25. Desarrollo vegetal: Efecto de la extracción de sarcotesta de varios frutos sobre la germinación de semilla	92
<i>Bartolo Cruz-Romero</i>	
Práctica 26. Plantas criptógamas: Microalgas de agua dulce	95
<i>Karla Genoveva Ríos-González</i>	
Práctica 27. Plantas criptógamas: Microalgas de agua salada	97
<i>Karla Genoveva Ríos-González</i>	
Práctica 28. Plantas criptógamas: Macroalgas	99
<i>Karla Genoveva Ríos-González</i>	
Práctica 29. Plantas criptógamas: Bryophyta, Anthocherophyta y Hepatophyta	101
<i>Karla Genoveva Ríos-González</i>	
Práctica 30. Plantas criptógamas: Pteridophyta.	104
<i>Karla Genoveva Ríos-González</i>	
Práctica de campo 1. Ecología costera: Ecosistemas estuarinos, manglares	106
<i>Pedro Medina-Rosas</i>	

Presentación

El *Manual de prácticas biológicas de laboratorio y campo* es una herramienta académica para apoyar la formación profesional de los estudiantes de los cursos impartidos en la carrera de biología del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (UdeG); sin embargo, lo anterior no limita su uso en otros campus de la red universitaria de la UdeG o instituciones educativas dentro y fuera del estado de Jalisco.

Este primer volumen, en el que participaron ocho autores, incluye 30 prácticas de laboratorio, una práctica de campo de Ecología costera, un apartado sobre recomendaciones para la elaboración de un informe de práctica de laboratorio y, el listado de literatura para reforzar el conocimiento práctico de la materia de Artrópodos.

Las primeras tres prácticas de laboratorio refuerzan los conocimientos de la materia de Química, las cinco siguientes son sobre Invertebrados (rotíferos, lombrices, moluscos, quetognatos y equinodermos), trece se enfocan a los Artrópodos, cuatro más están relacionadas al Desarrollo Vegetal y cuatro son sobre Plantas Criptógamas.

Se agradece el apoyo y gestión del Departamento de Ciencias Biológicas y de la División y Secretaría de Ciencias Biológicas y de la Salud del Centro Universitario de la Costa.

Práctica 1

Química: Conocimiento, uso y cuidados del material y equipo de laboratorio

Liza Danielle Kelly-Gutiérrez

Introducción

La ciencia química es un proceso de comprensión de la naturaleza y sus cambios. Una medición es una observación cuantitativa y consiste de dos partes: un número y una escala o unidad. Durante el curso de química se emplearán medidas de masa, volumen, temperatura y otras propiedades. Los científicos reconocen que toda medida requiere un sistema estándar de unidades, como el sistema métrico decimal, y el uso de instrumentos que nos apoyen a obtener una medición real y consistente.

Cuando se manipulan instrumentos para obtener observaciones cuantitativas es común cometer errores de apreciación o de manejo en las primeras experiencias; después de varias veces de realizar este proceso se ajustan las experiencias y se determina la forma más eficiente de realizar este proceso.

El uso adecuado de los equipos, materiales y reactivos da un margen de seguridad para no tener accidentes con ellos al usarlos en el laboratorio. Se deben seguir las normas de trabajo en el laboratorio descritas en las reglas de seguridad y disposiciones del reglamento interno.

Los materiales y equipos que más se utilizan en laboratorio son:

Materiales de vidrio

- Probeta graduada
- Matraz Erlenmeyer
- Vaso de precipitado
- Embudo tallo largo y corto
- Frasco gotero
- Varilla de vidrio
- Matraz volumétrico
- Bureta
- Pipeta graduada
- Pipeta volumétrica
- Tubos de ensaye

Materiales de porcelana

- Mortero de porcelana con pistilo
- Cápsula de porcelana

Materiales de sostén

- Soporte universal
- Anillo para soporte
- Tela de alambre con asbesto
- Pinza para cápsula
- Pinza para bureta
- Gradilla para tubos de ensaye

Equipo para operaciones específicas

- Desecador
- Mufla
- Estufa
- Balanza

Objetivo

El alumno aprenderá a usar el material y el equipo básico indispensable en un laboratorio, así como aplicar las principales reglas de seguridad, para facilitar su desempeño en forma eficiente y segura.

Material

Material

- Cinco tubos de ensaye de 12 ml
- Gradilla
- Pipeta graduada de 5 ml
- Pipeta graduada de 1 ml
- Pipeta graduada de 10 ml
- Pipeta volumétrica de 5 ml
- Dos pipeteadores
- Probeta 100 ml
- Pizeta con agua destilada
- Vaso de precipitado 100 ml
- Vaso de precipitado de 10 ml

Reactivos

- 30 g de cloruro de sodio (NaCl)
- 150 ml de permanganato de potasio en solución 0.01% (KMnO_4)

Equipo

- Pie de rey
- Balanza analítica

Manejo y cuidado de material y equipos

Es obligación del estudiante mantener en buen estado el material y los equipos existentes en el laboratorio. El alumno se hará responsable del cuidado del material que se le entregó; si alguno no está en buen estado, avisará al encargado de laboratorio para su cambio o devolución.

La buena ejecución y el desarrollo de tu práctica son motivo de evaluación, así que hay que llevar las cosas ordenada y eficazmente.

A continuación se señalan algunas de tus obligaciones en el laboratorio:

1. Asea tu lugar de trabajo antes y después de una práctica para evitar posibles accidentes. Los desechos químicos deben ser revisados y eliminados según su peligrosidad, avisa al instructor.
2. Lava y enjuaga perfectamente con agua destilada tu material antes de usarlo y mantenlo en un lugar limpio y seco. El material prestado debe ser regresado limpio.
3. Mantén los recipientes para reactivos bien cerrados, en frascos de vidrio.
4. El uso de la balanza analítica requiere de un procedimiento adecuado, sigue las indicaciones del profesor.

Desarrollo

1. Dibuja todo el material a demostración e indica, para cada uno de ellos, su nombre y sus principales usos en el laboratorio.
2. Vierte 100 ml de muestra problema en un vaso de precipitado para practicar el uso de todas las pipetas disponibles hasta controlar la caída del menisco.
 - a) Compara los diferentes tipos de pipetas y el uso de estas.
 - b) Compara la dificultad de llenado de las pipetas graduadas y las volumétricas con el pipeteador automático y sin él, en los volúmenes 1, 5, y 10 ml.
 - c) Mide 5 ml, 17.6 ml, 0.8 ml y 15 ml con la pipeta que consideres más adecuada.
3. El instructor describirá el uso correcto de la balanza analítica.
 - a) Pesa una muestra problema, registra el resultado y compáralo con los miembros de tu equipo. Calcula el error.
 - b) Pesa 0.5 g de cloruro de sodio.
4. El instructor describirá el uso correcto del vernier o pie de rey. Mide las dimensiones de un tubo de ensaye, registra el resultado y compáralo con los miembros de tu equipo. Calcula el error.
5. Mide 50 ml con un vaso de precipitado, verifica el volumen en una probeta, registra el resultado y compáralo con los miembros de tu equipo. Calcula el error de medición del vaso de precipitado.
6. Dibuja el material de laboratorio que se empleó en la práctica y elabora una breve descripción de su uso.

7. Describe gráficamente cómo se lee un menisco en:
 - a) Una solución de color intenso.
 - b) Una solución incolora.
8. Elabora una tabla con los registros obtenidos de los pesos en tu equipo y determina el error.

Cuestionario

1. ¿Cuál es el material de medición de volumen más exacto?
2. ¿Qué equipo de seguridad encontraste en el laboratorio?
3. ¿Cuál es la principal diferencia entre una balanza analítica y una de platillos?
4. ¿Qué debes hacer en caso de tener un accidente en el laboratorio?
5. ¿Dónde colocarás los residuos obtenidos en las prácticas?
6. ¿Qué tipo de vestimenta se debe portar durante el trabajo en el laboratorio de Química?
7. ¿Qué cuidado se debe tener con los pipeteadores?
8. Para evitar errores de paralaje, ¿cuál debe ser la posición del menisco respecto de tu línea de visión?
9. ¿Qué factor puede causar variaciones en las lecturas de peso de sales?
10. ¿Qué es una sal higroscópica?

Bibliografía recomendada

Zumdahl, S. (1997), *Zumdahl's Chemistry*, Boston, Houghton-Mifflin.

Práctica 2

Química: Soluciones

Liza Danielle Kelly-Gutiérrez

Introducción

Una solución es un sistema homogéneo, en el cual una sustancia llamada soluto se distribuye uniformemente en otra sustancia llamada solvente. Existen diferentes formas de clasificar las soluciones: una de ellas es considerar la relación soluto y solvente en diluida, concentrada, saturada y sobresaturada.

Otra clasificación está basada en el estado físico original de los componentes; lo que se encuentra con más frecuencia es: a) un gas disuelto en un líquido (H_2 en agua), b) un líquido disuelto en un líquido (H_2SO_4 en H_2O) y c) un sólido disuelto en un líquido ($AgNO_3$ en H_2O). A menos que se especifique otra cosa, vamos a suponer que en las soluciones a que nos referimos el solvente es agua.

Para utilizar las soluciones en la práctica es indispensable saber cómo se expresa la relación soluto a solvente, ya que las concentraciones de las soluciones suelen expresarse de distintas maneras.

Objetivo

El alumno aprenderá a preparar soluciones, diluciones, y a calcular sus concentraciones.

Material

Material

- Vaso de precipitado de 50 ml.
- Navecilla de plástico
- Espátula
- Probeta de 50 ml
- Dos pipetas graduadas de 1 ml
- Pipeteador
- Dos pipetas graduadas de 5 ml
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Dos pipetas graduadas de 10 ml
- Pizeta
- Pipeta Pasteur con chupón
- Agitador de vidrio
- Gradilla
- 21 Tubos de ensaye
- Tres vasos de precipitado de 100 ml

Reactivos

- NaCl, HCl concentrado
- H_2SO_4 concentrado

Equipo

- Multímetro
- Balanza granataria

Desarrollo

Se van a preparar soluciones de diferentes concentraciones de cloruro de sodio, ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. Después se determinará la concentración de cada solución y de sus diluciones: a) preparación de solución a partir de un reactivo sólido, cloruro de sodio, y, b) preparación de solución a partir de un reactivo líquido concentrado: ácido clorhídrico concentrado o ácido sulfúrico concentrado.

Forma de preparación

- I. Preparación de soluciones a partir de un reactivo sólido, cloruro de sodio.
 1. Pesar en la balanza analítica 1 g de cloruro de sodio y disolver en un vaso de precipitado con 20 ml de agua destilada (medir el agua con la probeta).
 2. Poner 2 ml de esta solución en un tubo de ensayo con 6 ml de agua destilada y agitar (tubo 1).
 3. Tomar 4 ml de la solución del tubo 1 y poner en un tubo (tubo 2) con 4 ml de agua destilada (dilución 1 a 2).
 4. Realizar otras cinco diluciones 1 a 2 (tubos 3-7).
 5. Medir la conductividad con un multímetro. Registrar los datos.
- II. Preparación de soluciones a través de un reactivo líquido concentrado: ácido clorhídrico concentrado o ácido sulfúrico concentrado.
 1. Medir en la campana de extracción 1 ml de ácido (sulfúrico o clorhídrico) y disolver en un vaso de precipitado con 20 ml de agua destilada (medir el agua con la probeta).
 2. Poner 2 ml de esta solución en un tubo de ensayo con 6 ml de agua destilada y agitar (tubo 1).
 3. Tomar 4 ml de la solución del tubo 1 y poner en un tubo (tubo 2) con 4 ml de agua destilada (dilución 1 a 2).
 4. Realizar otras cinco diluciones 1 a 2 (tubos 3-7).
 5. Medir la conductividad con un multímetro. Registrar los datos.
- III. Desarrolla los cálculos y preséntalos en forma ordenada, con las cantidades y los volúmenes necesarios para cada solución.
- IV. Desarrolla los cálculos y elabora una tabla para presentar las concentraciones de las soluciones y sus diluciones.
- V. Con los datos obtenidos de concentración y conductividad, elabora una gráfica donde indiques en las abscisas la concentración y en las ordenadas la conductividad.
- VI. Con los datos obtenidos de concentración y salinidad, elabora una gráfica donde indiques en las abscisas la concentración y en las ordenadas la salinidad.

Cuestionario

1. ¿Qué es una solución y su relación soluto-solvente?
2. ¿Cuándo y por qué se usa la ecuación de dilución?

3. Define qué es ácido débil y ácido fuerte y proporciona cinco ejemplos de cada uno.
4. Define base fuerte y débil y proporciona cinco ejemplos de cada una.
5. ¿Qué es un electrolito?

Bibliografía recomendada

Harper, W. F. y E. M. Lloyd (1996), *Chemical Principles in the Laboratory*, San Francisco-Londres, W. H. Freeman and Company.
Peters, E. (1984), *Chemical Skills*, Nueva York, McGraw-Hill.
Zumdahl, S. (1997), *Zumdahl's Chemistry*, Boston, Houghton-Mifflin.

Práctica 3

Química: Concentraciones y pH

Liza Danielle Kelly-Gutiérrez

Introducción

El pH (potencial de hidrógeno) es una medida de la acidez o la alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La sigla significa “potencial de hidrógeno” (*pondus Hydrogenii* o *potentia Hydrogenii*; del latín *pondus*, n. = peso; *potentia*, f. = potencia; *hydrogenium*, n. = hidrógeno). Este término fue acuñado por el químico danés Sørensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$pH = -\log_{10} [a_{H_3O^+}]$$

Desde entonces, el término pH se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

Por ejemplo, una concentración de $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (0.0000001) es simplemente un pH de 7, ya que: $pH = -\log [10^{-7}] = 7$

La escala de pH va típicamente de 0 a 14 en disolución acuosa; son ácidas las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones en la disolución), y alcalinas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (cuando el disolvente es agua).

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) y sus propiedades ácido-base

El concepto de un ácido o una base se ha establecido a partir de diversos puntos de vista. De la forma más sencilla, se define un ácido como un compuesto capaz de ceder protones (H^+) al agua y a una base como una sustancia que cede iones OH^- al agua. El ácido sulfúrico es capaz de ceder los dos protones que tiene al agua.

El ácido sulfúrico industrial tiene una pureza del 98% y es un líquido transparente muy denso ($d = 1.8 \text{ g/cc}$, casi el doble que el agua) y viscoso, por lo que se conoce como aceite de vitriolo.

Objetivos

1. El alumno aprenderá a preparar soluciones, diluciones, y a calcular sus concentraciones.
2. El alumno medirá el pH de las soluciones preparadas en laboratorio y analizará la relación que hay entre pH y concentración.

Material

Material

- Vaso de precipitado de 50 ml
- Gradilla
- 20 tubos de ensaye
- Vaso de precipitado de 100 ml
- Pipeta graduada de 1 ml
- Pipeteador
- Pipeta graduada de 5 ml
- Pizeta
- Pipeta graduada de 10 ml

Reactivos

- H_2SO_4 concentrado

Equipo

- Potenciómetro (Hanna instruments pH 210-213) calibrado con amortiguadores de referencia 4.01 y 7.01

Desarrollo

1. Prepara 100 ml de una solución madre de ácido sulfúrico con 3 ml de H_2SO_4 y 97 ml de agua.
2. Prepara 10 diluciones de la solución madre como se especifica a continuación:

<i>Equipo</i>	<i>Dilución</i>
Ochoa, Castillo y Valencia	1 a 2
Nicola, Macedo y Corona	1 a 3
Ventura y Michel	1 a 5
Aramburo y Jaime	1 a 6
Suárez y Mercado	1 a 10
Butrón, Arreola y Pérez	1 a 10
Peña, Parra y Medina	1 a 10

3. Mide el pH de cada dilución.
4. Calcula la concentración de la solución madre y de las respectivas diluciones.
5. Ordena y presenta los datos de concentración normal y pH para las diluciones en una tabla.
6. Con los datos de los tres equipos que trabajaron con una dilución 1 a 10, grafica en el eje “x” la concentración normal de las diluciones y en el “y” el valor de pH medido para cada dilución. Marca los puntos (x, y) de cada equipo en diferentes colores para hacer una comparación.
7. Con los datos obtenidos de concentración y pH de las diluciones 1 a 2, 1 a 3, 1 a 5 y 1 a 6, elabora una gráfica donde indiques en las abscisas la concentración y en las ordenadas el pH. Discute en la sección de discusiones tus resultados.

Cuestionario

1. ¿Qué relación hay entre la concentración de un ácido y el pH?
2. ¿Qué es una solución amortiguadora? Proporciona ejemplos.

3. ¿Cómo afecta a los organismos vivos el pH? Documenta tu respuesta con citas bibliográficas.

Bibliografía recomendada

Harper, W. F. y E. M. Lloyd (1996), *Chemical Principles in the Laboratory*, San Francisco-Londres, W. H. Freeman and Company.

Peters, E. (1984), *Chemical Skills*, Nueva York, McGraw-Hill.

Zumdahl, S. (1997), *Zumdahl's Chemistry*, Boston, Houghton-Mifflin.

Informe de práctica de laboratorio de Química

Liza Danielle Kelly-Gutiérrez

Laboratorio

- El alumno deberá traer bata de laboratorio, no se admite la entrada al laboratorio sin bata.
- Se recomienda que el alumno sea puntual a la hora de la práctica, ya que durante un periodo de 15 minutos solo tendrá derecho a retardo y una vez transcurrido este tiempo no tendrá derecho a realizar la práctica.
- El alumno tendrá la obligación de mantener un orden dentro del laboratorio y trabajar con el mayor cuidado posible; de no ser así, puede ser suspendido de la práctica.
- No se permite ingresar bebidas o alimentos al laboratorio.
- No se permite estar entrando y saliendo del laboratorio. La puerta debe permanecer cerrada.

Informe de práctica de laboratorio

Uno de los requerimientos fundamentales en el laboratorio es la realización de los experimentos descritos, así como la entrega de un informe por experimento. El informe deberá entregarse una semana después de haber realizado el experimento, y el formato para la presentación será:

Sobre el contenido del informe

Portada (2 puntos)

- Nombre de la materia
 - Número y título de la práctica
 - Nombre del alumno
 - Fecha
1. *Introducción* (10 puntos): Exponer claramente los aspectos teóricos más importantes que se relacionen con el trabajo realizado en el laboratorio y los resultados obtenidos.
 2. *Objetivo* (3 puntos): Exponer brevemente y de manera concisa la razón por la cual se realizó el experimento.
 3. *Materiales y método* (10 puntos): Desarrollo o procedimiento. Hacer referencia al manual de laboratorio; si se hace alguna modificación del procedimiento original, describir la modificación que se aplicó.
 4. *Resultados* (25 puntos): Presentación de datos, cálculos y resultados. Escribir los datos de una manera clara en un cuadro o figura que incluya absolutamente todo lo obtenido de la práctica. Hacer las operaciones necesarias y el análisis dimensional de los resultados, especificando claramente las unidades.
 5. *Discusión* (25 puntos): Para hacer una buena discusión es necesario consultar publicaciones, libros o manuales ya elaborados para contrastar los resultados publicados con los obtenidos en la práctica.
 6. *Conclusión* (10 puntos): Expresar la conclusión o las conclusiones de manera categórica e irrevocable respecto de los datos y objetivos desarrollados en la sesión.
 7. *Preguntas finales* (10 puntos). Cuestionario.
 8. *Literatura citada* (5 puntos): Las referencias que se utilicen para el desarrollo del informe se deberán presentar en una forma adecuada, en orden alfabético, por autor, año de edición, título del libro, páginas, casa editora y país.

Práctica 4

Invertebrados: Rotíferos

María del Carmen Navarro-Rodríguez

Introducción

Los rotíferos son animales acuáticos microscópicos, bilaterales, no segmentados, generalmente alargados, con tres regiones: anterior, con una corona de cilios; el tronco, y una posterior denominada pie. Aparato digestivo completo con boca y orificio cloacal opuesto, faringe y aparato masticador llamado *mastax*.

Objetivo

Que el alumno adquiera la habilidad para la identificación de las principales estructuras externas e internas de los organismos invertebrados que integran el Phylum Rotifera.

Material

- Caja de Petri
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto
- Pizeta
- Agua corriente
- Pinza de relojero

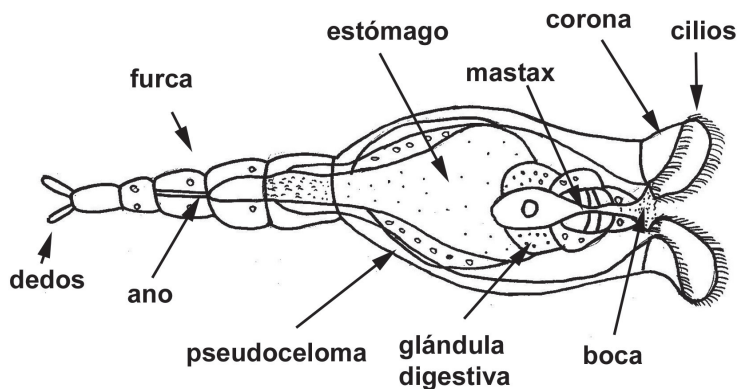
Desarrollo

1. Toma varias muestras de diferentes cuerpos de agua: 1) agua marina de la zona intermareal, 2) agua dulce de cualquier río, y 3) agua de un cuerpo cerrado sin movimiento.
2. Para la primera y la tercera toma deberás recolectar el agua de la orilla de los cuerpos, procurando pasar por la vegetación flotante pegada a la parte terrena.
3. Una vez que has obtenido las muestras de agua, extrae varias gotas de cada una de ellas y revísalas bajo el microscopio compuesto hasta observar rotíferos.
4. Posteriormente, en resultados, procede a describir tanto las estructuras internas como las externas (anexa fotografías o dibujos).

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Fernández-Alamo, M. A. y G. Rivas (ed.) (2007), *Niveles de organización en animales*, México, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Morfología general de un rotífero típico



(Imagen: F. Cupul).

Práctica 5

Invertebrados: Annelida (Oligochaeta)

María del Carmen Navarro-Rodríguez

Introducción

Los anélidos son animales con segmentación homómera y cabeza reducida, metastomio con segmentos que llevan pocas sedas y sin parápodos. Todos son hermafroditas, con sistemas reproductores complejos. El clitelo es la estructura encargada de secretar un capullo donde son depositados sus huevos.

Objetivo

Que el alumno adquiera la habilidad para la identificación de las principales estructuras externas e internas de los organismos invertebrados que integran el Phylum Annelida (Oligochaeta).

Material

- Caja de Petri
- Microscopio estereoscopio
- Estuche de disección
- Pizeta
- Agua corriente
- Charola de disección
- Pinza de relojero

Desarrollo

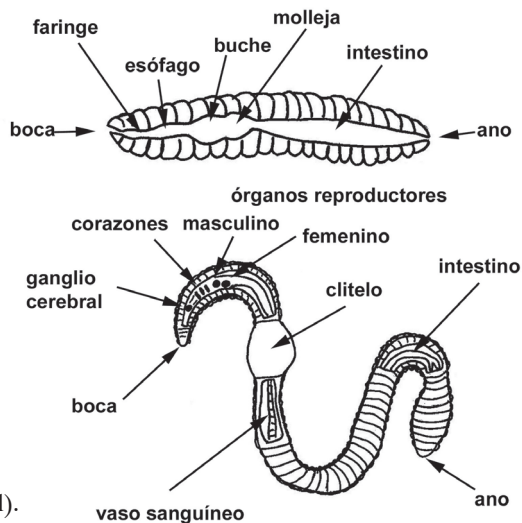
1. Lava la lombriz con agua corriente para eliminar aromas de los conservadores o de materia orgánica.
2. Colócala sobre la charola de disección apoyada en su cara ventral.
3. Inserta dos alfileres para sostener la lombriz en posición anatómica.
4. Con el bisturí, corta con cuidado la lombriz por la parte dorsal, desde el extremo anterior hasta la parte media.
5. Inserta los alfileres necesarios para sostener las paredes integumentarias, para que quede con los órganos al aire libre.
6. Observa detalladamente el interior de la lombriz y anota su anatomía.
7. Como resultado, procede a describir tanto las estructuras internas como las externas (anexa fotografías o dibujos).

Bibliografía recomendada

Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.

Fernández-Alamo, M. A. y G. Rivas (ed.) (2007), *Niveles de organización en animales*, México, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Anatomía general de una lombriz de tierra



(Imagen: F. Cupul).

Práctica 6

Invertebrados: Mollusca

María del Carmen Navarro-Rodríguez

Introducción

Los moluscos son animales acuáticos y terrestres de cuerpo no segmentado, con cabeza, masa visceral y pie. El celoma es reducido, con manto que secreta espículas o conchas calcáreas. Cavidad bucal con rádula. Desarrollo con presencia de larvas trocóforas y velígeras.

Objetivo

Que el alumno adquiera la habilidad y la capacidad para la identificación de las estructuras externas e internas más importantes de los principales grupos de moluscos.

Material

- Caja de Petri
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto y estereoscópico
- Estuche de disección
- Pizeta
- Agua corriente
- Charola de disección
- Pinza de relojero

Desarrollo

1. Toma varias muestras de los diferentes organismos correspondientes a las clases: Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia y Cephalopoda.
2. Una vez obtenidos los organismos, realiza una revisión detenida de las características externas de cada uno de ellos.
3. Posteriormente, procede a retirar el pie de aquellos organismos que te sea posible, con ayuda del estuche de disección.
4. Realiza cortes longitudinales para observar las estructuras internas.
5. Finalmente, en resultados, elabora la descripción de las estructuras internas y externas (anexa fotografías o dibujos).

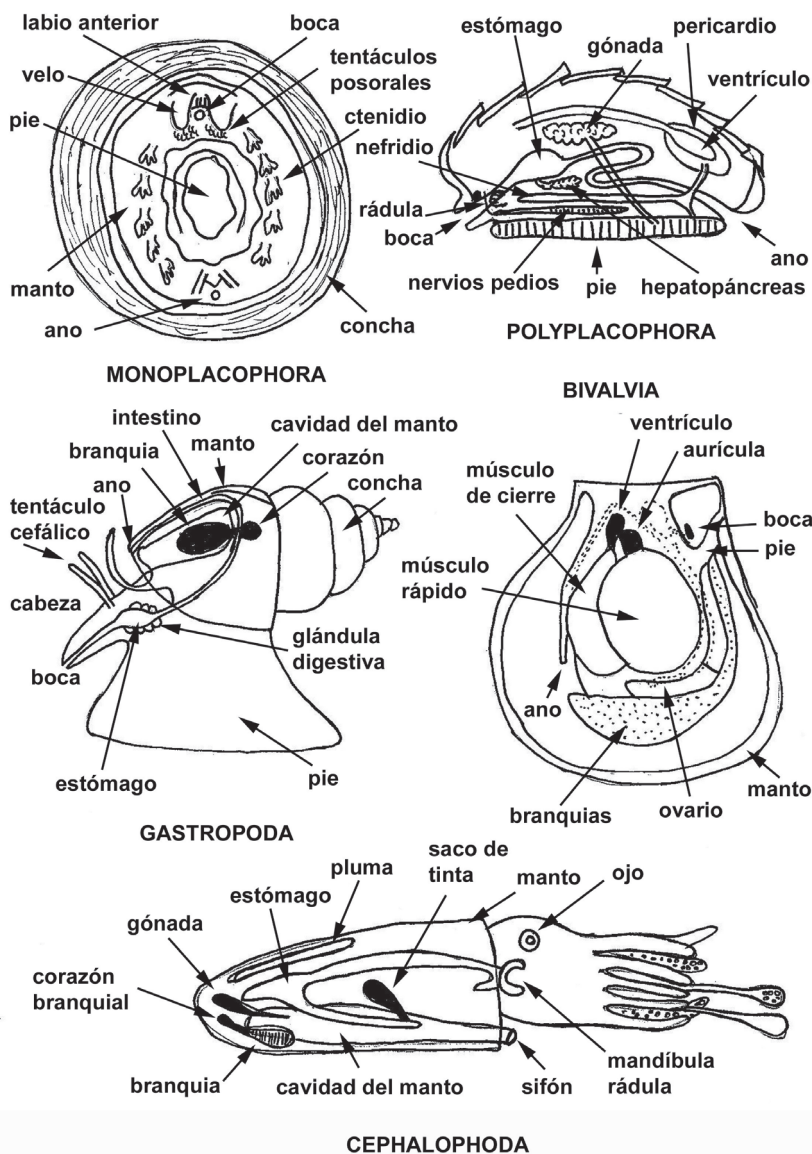
Procedimiento de disección de calamar o pulpo

1. Coloca el calamar extendido sobre la charola. Deberás situarlo con la parte más oscura del manto hacia arriba. Su porción dorsal quedará hacia arriba y la parte ventral fijada en la charola de disección.
2. Con la tijera corta en línea recta y realiza un corte sagital en el manto del calamar, desde la zona de la cabeza hasta la parte de las aletas (de abajo hacia arriba).
3. Observa todos los órganos internos e identifícalos.
4. Identifica si el calamar es macho o hembra.
5. Como parte de tus resultados, describe tanto las estructuras internas como las externas (anexa fotografías o dibujos).

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Fernández-Alamo, M. A. y G. Rivas (ed.) (2007), *Niveles de organización en animales*, México, Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Morfología de moluscos de las clases Monoplacophora, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia y Cephalopoda



(Imagen: F. Cupul).

Práctica 7

Invertebrados: Chaetognatha

María del Carmen Navarro-Rodríguez

Introducción

Los chaetognatos son animales acuáticos de vida libre, la mayoría marinos y pelágicos. De cuerpo vermiforme y aplanado dorsoventralmente, dividido en tres regiones: cabeza, tronco y cola. La cabeza con numerosos ganchos o espinas, el tronco y la cola con uno o dos pares de aletas y una caudal. Son hermafroditas, con fecundación interna y desarrollo directo.

Objetivo

Que el alumno adquiera la habilidad para la identificación de las principales estructuras externas e internas de los organismos invertebrados que integran el Phylum Chaetognatha.

Material

- Muestra madre
- Caja de Petri
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto y estereoscópico
- Pizeta
- Agua corriente

- Pinza de relojero
- Pinza de disección

Desarrollo

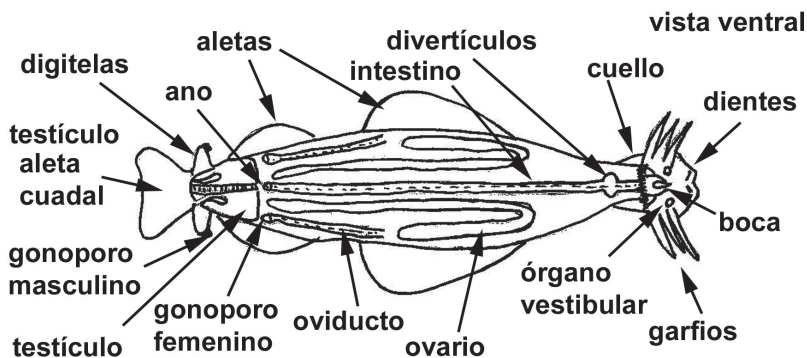
1. Toma de las muestras madres varios ejemplares de quetognatos y transfíelos a la caja de Petri.
2. Lava cuidadosamente con agua corriente para retirar el exceso de formol.
3. Colócalos en un portaobjetos y cúbrelos con un cubreobjetos para identificar bajo el microscopio tanto las estructuras externas como las internas. Selecciona los mejores ejemplares de cada muestra para que logres obtener la imagen perfecta de un quetognato.
4. Como parte de tus resultados, describe tanto las estructuras internas como las externas (anexa fotografías o dibujos).

Bibliografía recomendada

Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.

Fernández-Alamo, M. A. y G. Rivas (ed.) (2007), *Niveles de organización en animales*, México, Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Morfología de un quetognato típico



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 8

Invertebrados: Echinodermata

María del Carmen Navarro-Rodríguez

Introducción

Los equinodermos son animales marinos. Los adultos poseen simetría radial derivada de la simetría bilateral de las larvas. Su diseño corporal está organizado en un eje bucal-aboral, con endoesqueleto derivado del mesodermo, compuesto por oscículos o placas calcáreas que pueden articularse entre sí. El sistema acuífero está compuesto por un conjunto de conductos, reservorios y podios. Son dioicos, con desarrollo directo o indirecto.

Objetivo

Que el alumno adquiera la habilidad para la identificación de las principales estructuras externas e internas de los organismos invertebrados que integran el Phylum Echinodermata.

Material

- Ejemplares previamente recolectados de cada una de las clases de equinodermos
- Caja de Petri
- Microscopio estereoscópico
- Pizeta

- Agua corriente
- Pinza de relojero
- Estuche de disección.
- Charola de disección

Desarrollo

1. Toma varias muestras de los diferentes organismos que representan a las clases: Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (estrellas quebradizas), Echinoidea (erizos y galletas de mar) y Holothuroidea (pepinos de mar). Los Crinoidea (lirios de mar) no entran en la práctica por la dificultad que representa su recolección.
 2. Una vez que has obtenido los organismos, realiza una revisión detenida de las características externas de cada uno de ellos.
 3. Como parte de tus resultados, describe tanto las estructuras internas como las externas (anexa fotografías o dibujos).
- Para hacer las observaciones de la morfología interna en el erizo de mar, quita las púas del endoesqueleto. Ubica la placa madreporica y procede a romperla golpeando cuidadosamente sobre la primera doble fila de placas interambulacrales que se encuentran a la derecha de aquella en que se halla la placa madreporica. Abre cuidadosamente, sin romper nada, y procede a diferenciar las estructuras internas.
 - Para realizar las observaciones en la estrella de mar, por la superficie aboral, corta lateralmente cada uno de los tres brazos opuestos a la placa madreporica, desde su extremo distal hasta el centro del disco, en la zona adyacente a estos brazos. Evita romper la placa madreporica. Levanta las tres partes dorsales de los brazos disecados y desprende cuidadosamente los mesenterios que suspenden los órganos internos.
 - Para el pepino de mar, lo que necesitas es colocar al animal con la parte ventral hacia arriba y la dorsal hacia la charola de disección. Una vez en esta posición, fíjalo a la charola con alfileres o agujas de disección. La disección la debes iniciar con una incisión con el bisturí desde la punta anterior hasta el otro extremo del cuerpo del animal (de forma vertical). Si el bisturí no llegara a cortar el tejido, entonces se recomienda que utilices las tijeras y cortes el plano. Una vez obtenido el corte, deberás estirar el tejido, de forma tal que quede bastante abierto y se logre observar la membrana. Este mismo procedimiento lo reali-

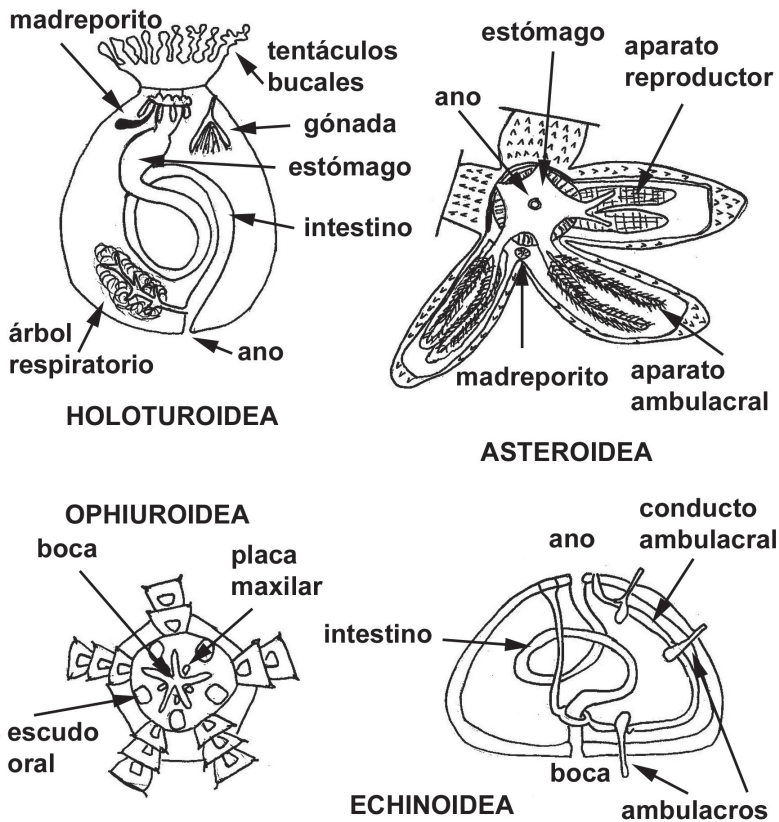
zas con las membranas internas hasta que expongas las vísceras para observar su distribución (anexa dibujo o fotografía de los órganos internos).

Bibliografía recomendada

Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.

Fernández-Alamo, M. A. y G. Rivas (ed.) (2007), *Niveles de organización en animales*, México, Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Morfología general de diversos grupos de equinodermos



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 9

Artrópodos: Diversidad del Phylum Arthropoda

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

El Phylum Arthropoda (1,302,809 especies, de las cuales 45,769 son fósiles) tiene una singular posición en el reino animal, no solo por el gran número de especies hasta hoy conocidas, sino también por la rica variedad de formas, de estructuras y de posibilidades adaptativas. Se señalan 20,906 especies fósiles de trilobites (Subphylum Trilobitomorpha); 115,992 especies (incluidas 2,219 fósiles) de quelicerados (Subphylum Chelicerata); 12,010 especies (incluidas 11 fósiles) de miriápodos (Subphylum Myriapoda); 73,141 especies (incluidas 5,406 fósiles) de crustáceos (Subphylum Crustacea), y 1,080,760 especies (incluidas 17,227 fósiles) de hexápodos o insectos (Subphylum Hexapoda).

Independientemente de su gran diversidad, los artrópodos poseen rasgos fundamentales que permiten diferenciarlos de los demás grupos de seres vivos: presencia de una cutícula quitinosa o mineralizada que cubre el cuerpo (exoesqueleto); cuerpo formado por segmentos, metámeros o tagmas heterónomos unidos entre sí por membranas intersegmentales, y patas articuladas que dan nombre al Phylum. El desarrollo se efectúa por metamorfosis y su crecimiento es discontinuo, manifestado por mudas o ecdisis sucesivas.

Al observar con detenimiento un arácnido o un insecto se advierte que existen diferencias notables en su morfología externa, como en las regiones del cuerpo, en el número de patas, en la ausencia o presencia de alas, antenas, mandíbulas o quelíceros, y en la presencia o ausencia de segmentación del cuerpo. Se encontrará una variedad tanto en lo estructural como en lo funcional, lo que manifiesta la enorme diversidad que existe entre los miembros del grupo.

Objetivos

1. Conocer y ubicar dentro del Phylum a los principales grupos, a partir de sus características distintivas.
2. Reconocer en los diferentes grupos de artrópodos las características que los unifican como Phylum.

Material

- Microscopio estereoscópico y lupa
- Caja de Petri
- Aguja y pinza de disección
- Charola de disección
- Fósiles de trilobites y ejemplares de cacerolita de mar, araña, alacrán, camarón, cangrejo, saltamontes, mariposa, avispa, cucaracha, ciempiés y milpiés

Desarrollo

1. Analiza cuidadosamente bajo el microscopio estereoscópico cada uno de los ejemplares proporcionados y descríbelos con tus palabras. Identifica las regiones corporales de cada uno de ellos.
2. Elige y compara cinco ejemplares que describiste. ¿Qué características poseen en común?, ¿qué características los diferencian? Justifica sobre la base de lo observado.
3. Elabora los dibujos de un insecto, una araña y un trilobite, e indica las semejanzas y diferencias que encuentras a el nivel morfológico.
4. Completa el cuadro comparativo adjunto. Señala las características morfológicas que se te piden (utiliza como guía la columna del chapulín).

Cuadro 1
Tabla comparativa de caracteres morfológicos de ejemplares representantes de diversos grupos de artrópodos

<i>Ejemplar</i>	<i>Partes del cuerpo diferenciadas</i>	<i>Segmentación evidente</i>	<i>Número de patas</i>	<i>Ubicación de las patas</i>	<i>Ojos</i>	<i>Antenas</i>	<i>Alas</i>	<i>Estructuras distintivas</i>
Chapulín	3	Parte posterior	6	Media, por detrás de la cabeza	2	2	4	Patas para saltar
Trilóbite								
Cacerolita de mar								
Araña								
Alacrán								
Camarón								
Cangrejo								
Mariposa								
Avispa								
Ciempiés								
Milpiés								
Cucaracha								

5. Dibuja lo observado en la práctica.

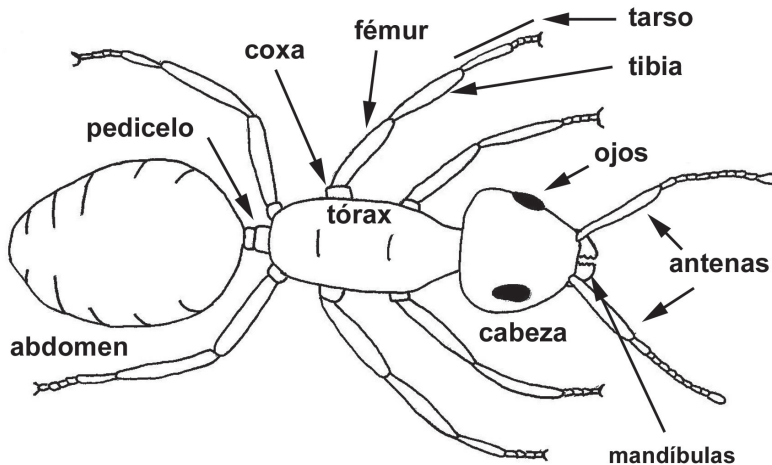
Cuestionario

1. ¿Qué características te permiten unificar las arañas, los insectos y los trilobites como miembros del Phylum Arthropoda?
2. ¿Qué estructuras se presentan con mayor frecuencia? Menciona en cuáles ejemplares.
3. Sobre la base de lo observado, elabora con tus propias palabras una descripción del Phylum Arthropoda.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.
- Zhang, Z.-Q. (2013), "Phylum Arthropoda (addenda 2013)", *Zootaxa*, 3703, pp. 017-026.

Morfología externa de un artrópodo típico



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 10

Artrópodos: Cubierta del cuerpo (cutícula)

**José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia**

Introducción

Una de las características fundamentales de los artrópodos es el tegumento, que es una estructura compleja que consiste en una capa de células vivas y una serie de capas no vivas colectivamente referidas como cutícula. El tejido vivo está compuesto por una monocapa de células epiteliales que descansan sobre una capa delgada de tejido conectivo denominada membrana basal. Muchas de las células epiteliales se especializan como células glandulares que secretan los productos químicos a partir de los cuales se forma la cutícula.

La porción no viva del tegumento se divide en dos capas principales, una que se encuentra en la parte interna y que es relativamente gruesa, llamada procutícula, y la otra que es externa y delgada, conocida como epicutícula.

El tegumento debe ofrecer protección contra la desecación; también tiene que funcionar como exoesqueleto que permita la fijación de los músculos y que ofrezca defensa contra daños físicos, como golpes o caídas, por lo que necesita ser rígida pero, al mismo tiempo, tener cierta flexibilidad. De esta forma, los artrópodos podrán gozar de determinados movimientos. Todo esto se logra básicamente por la presencia en la procutícula de tres sustancias que son la quitina (flexibilidad), la esclerotina (dureza) y la resilina (elasticidad). Su disposición a lo largo del cuerpo no es igual y se presenta dispuesta a manera de placas duras llamadas escleritos, interconectadas por áreas membranosas flexibles. Además, la superficie puede llevar fuertes espinas, sedas sensitivas largas, capas densas de seda o escamas u otras protuberancias especializadas. Varias de estas proyecciones pueden

servir como receptores sensoriales. Además, las alas, que son formaciones cuticulares originadas por la unión del pleurón y el tergum, son en realidad una doble membrana que aprisiona las venas y constituye una especie de almacén. Los tipos de alas son: hemiélitros, élitros, tegminas, balancines, membranosas y escamosas, que se diferencian entre sí por su consistencia, derivados cuticulares, así como por el grado de desarrollo de la venación.

Los artrópodos incrementan su tamaño de una manera lenta; cada estadio de crecimiento empieza con la expansión de una nueva cutícula no curtida y finaliza con la eventual eliminación de la vieja cubierta, en un fenómeno conocido como muda o ecdisis. Durante la muda, estos animales son altamente vulnerables a ataques y susceptibles a daños físicos.

Uno de los aspectos más sobresalientes de los artrópodos son sus colores, con una variación que va desde los opacos hasta los más brillantes (coloración física), por fenómenos como la interferencia y la difracción, entre otros, y de pigmentos distribuidos sobre la cutícula o en las células epidérmicas (coloración química); en pocos casos son debido a la hemolinfa. Relacionado con esto, existen algunos mecanismos de defensa, como la criptosis y el mimetismo. En términos generales, la criptosis es la imitación de ciertas características ambientales que involucran al menos la forma, el color y el patrón de coloración. El mimetismo es la semejanza de un organismo (el imitador), por lo general en color, patrón de coloración, forma y comportamiento de otro organismo (el modelo).

Objetivos

1. Reconocer las estructuras que componen la cubierta del cuerpo por la observación de cortes histológicos.
2. Reconocer y diferenciar algunas formaciones cuticulares presentes en artrópodos.
3. Reconocer los diferentes tipos de coloración e interpretar sus ventajas adaptativas como mecanismos de defensa.

Material

- Preparación de cortes histológicos de la cubierta del cuerpo de artrópodos
- Exuvias de artrópodos
- Lupa, microscopio estereoscópico y compuesto

- Charola de disección y caja de Petri
- Pinza y aguja de disección
- Ejemplares preservados de cacerolita de mar, alacrán, araña, camarón, cucaracha, cangrejo, chapulín, escarabajo, chinche, mariposa, mosca, ciempiés y milpiés

Desarrollo

1. Observa bajo el microscopio compuesto un corte histológico de la pared del cuerpo y distingue sus elementos. Elabora un esquema de lo observado y señala los componentes que reconozcas.
2. Observa las exuvias proporcionadas, reconoce la línea ecdisial y la cubierta de los ojos (córnea).
3. En los ejemplares proporcionados, reconoce algunas formaciones cuticulares, como sedas, cerdas, espinas, escamas, dientes, entre otros.
4. Con la ayuda de la caja de exposición entomológica, reconoce en los artrópodos proporcionados algunos tipos de alas. Dibújalas y señala sus características.
5. De la caja entomológica, describe algún espécimen con coloración defensiva y comenta sus ventajas.

Cuestionario

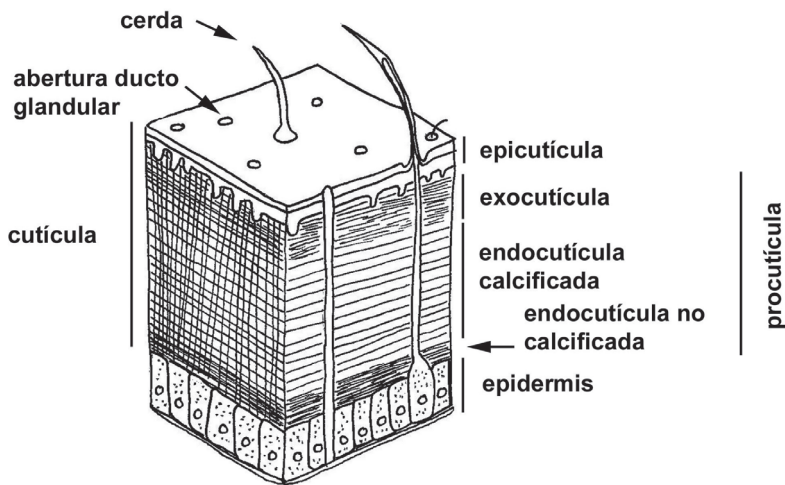
1. Menciona cuál es el origen embrionario y quién forma la cutícula.
2. Explica y esquematiza el proceso de muda de los artrópodos.
3. Explica cómo es que una especie puede llegar a imitar a otra.
4. Señala las consecuencias que tiene en los artrópodos la presencia de exoesqueleto.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Esquema general de un corte transversal del tegumento en un artrópodo



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 11

Artrópodos: Metamerización, apéndices y diferenciación apendicular

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

El cuerpo de los artrópodos está formado por un conjunto de segmentos colocados uno enseguida del otro y llamados metámeros o segmentos. Externamente, cada segmento se encuentra cubierto por escleritos dorsales (terguitos), laterales (pleuritos) y ventrales (esternitos).

La unión de varios segmentos con una función similar constituye los tagmas, los cuales son muy variados en este Phylum. Dicha tagmosis (regionalización corporal) es el resultado de la especialización de los apéndices.

Los apéndices de los artrópodos están organizados por un conjunto de artejos o podómeros colocados uno enseguida del otro, que difieren en forma, tamaño y función. Existen apéndices cefálicos (sensoriales y tróficos), así como torácicos y abdominales (locomoción); en algunos casos, los abdominales tienen funciones de respiración y reproducción.

El apéndice de un artrópodo se compone básicamente de dos regiones distintas: una proximal (coxito, protopodito o simpodito) que lo conecta con el cuerpo, y otra distal (telepodito). Así, de acuerdo con su morfología, es posible agrupar los apéndices en dos tipos. El primero es el monorrámeo, formado por un eje o telepodito que parte de una porción basal o coxito. El segundo es el birrámeo, constituido por dos ramas que parten de una base llamada protopodito; en este diseño, a la rama externa se la llama exopodito y a la interna endopodito.

Objetivos

1. Reconocer la tagmosis de algunos grupos de artrópodos (Merostomata, Crustacea, Arachnida, Hexapoda y Trilobita).
2. Reconocer la composición del tagma de un artrópodo, su función y los apéndices asociados a él.
3. Reconocer e interpretar la estrecha relación entre forma, función y posición de los apéndices.
4. Reconocer los dos tipos básicos de apéndices (monorrámeo y birrámeo).

Material

- Charola de disección y caja de Petri
- Aguja de disección
- Lupa y microscopio estereoscópico
- Moldes y fósiles de trilobites, ejemplares preservados de cacerolita de mar, ácaro, alacrán, araña, camarón, cucaracha, cangrejo, chapulín, escarabajo, chinche, mariposa, mosca, artemia, ciempiés y milpiés

Desarrollo

1. Observa los ejemplares proporcionados y reconoce los tagmas.
2. Completa el siguiente cuadro comparativo, como se señala en el ejemplo con el Anostraca (artemia).

<i>Ejemplar</i>	<i>Tagmosis</i>		
	<i>Primera región</i>	<i>Segunda región</i>	<i>Tercera región</i>
Anostraca	Cabeza	Tórax	Abdomen
Trilobita			
Merostomata			
Scorpiones			
Araneae			
Decapoda			
Insecta o Hexapoda			

3. Observa cada uno de los ejemplares y distingue las estructuras apendiculares que se encuentran en cada tagma. Completa el siguiente cuadro comparativo.

	<i>Apéndices</i>		
<i>Ejemplar</i>	<i>Primera región</i>	<i>Segunda región</i>	<i>Tercera región</i>
Insecta	Antenas Mandíbulas Maxila Labio	Tres pares de patas	Aparato reproductor
Trilobita			
Merostomata			
Scorpiones			
Araneae			
Decapoda			
Anostraca			

4. Busca en tus ejemplares apéndices adaptados para las siguientes funciones: sensorial, reproductor, prensor, brincador, nadador, respiratorio y locomotor. Menciona su posición en cada tagma y anota sus características.
5. Compara un apéndice monorrámeo con uno birrámeo y anota sus diferencias. Menciona en cuáles de los ejemplares observados se presentan los apéndices monorrámeos y birrámeos.
6. Reconoce los artejos del pedipalpo de un escorpión y el quelípedo de un cangrejo. Menciona sus diferencias y semejanzas.

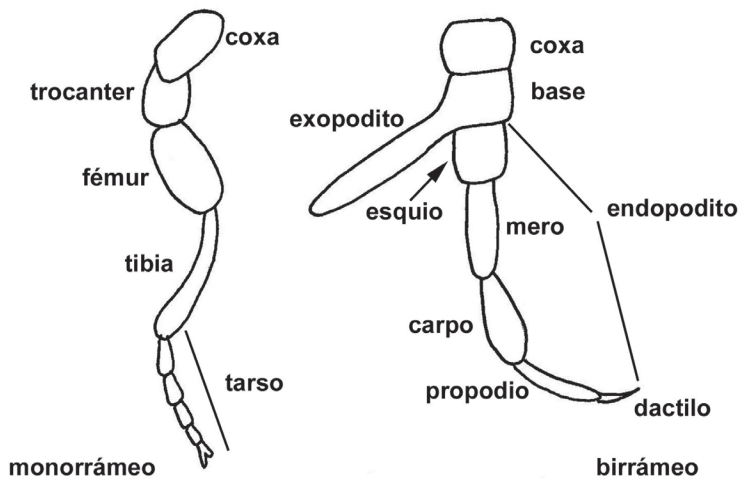
Cuestionario

1. ¿Cómo se forma un tagma?
2. ¿Qué ventajas tiene la tagmosis en los artrópodos?
3. De los ejemplares que observaste, ¿consideras que alguno (o algunos) tiene mayor eficacia en su arreglo morfológico? Explica.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod biology and evolution: molecules, development, morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Esquema general de un apéndice monorrámeo (unirrámico) y birrámeo



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 12

Artrópodos: Aparato bucal de los artrópodos

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

Los artrópodos del subphylum Chelicerata (Cheliceriformes), Crustacea, Myriapoda y Hexapoda, a diferencia de los Trilobitomorpha, poseen apéndices especializados para la alimentación, los cuales presentan diferente forma en dependencia de su hábito alimentario. En términos generales, es menos especializado en quelicerados que en el resto de los grupos (llamados mandibulados), ya que en los quelicerados solo se presenta un par de apéndices (los quelíceros), y en los mandibulados se presentan típicamente tres pares de apéndices tróficos: mandíbulas, maxilas I (maxílulas en los crustáceos) y maxilas II.

Se sabe que en los hexápodos existen diversos tipos de aparato bucal, como masticador, chupador-picador y sifón, entre otros. El tipo masticador es considerado el más primitivo y está constituido por un labro, dos mandíbulas, dos maxilas y un labio; estas partes bucales son características de los órdenes Orthoptera y Coleoptera, entre otros. Se presume que los demás tipos de aparato bucal se derivaron del tipo primitivo masticador, en el cual se modificaron diversas piezas. Por ejemplo, las mandíbulas y maxilas se transformaron en estiletes y los labios superior e inferior se fusionaron para formar un tubo que dio lugar al aparato picador-chupador.

Objetivos

1. Reconocer los apéndices tróficos de un escorpión, una araña, un camarón y un chapulín.

2. Relacionar la forma de dichos apéndices con la función que realizan.
3. Conocer los principales tipos de aparato bucal de los insectos.

Material

- Preparaciones de aparatos bucales de insectos
- Ejemplares preservados de chapulín, mosca, mariposa, mosquito, pulga, escorpión, cucaracha, araña y camarón
- Charola de disección y caja de Petri
- Microscopio estereoscópico y compuesto
- Papel cascarón

Desarrollo

1. Separa los apéndices tróficos de escorpión, araña, camarón y chapulín de su cuerpo. Desprende las piezas, móntalas en un portaobjetos o papel cascarón. Señala las semejanzas y diferencias en sus aparatos bucales y por qué crees que presentan diferentes formas estructurales.
2. Observa bajo el microscopio los aparatos bucales de los organismos proporcionados. Compara tus observaciones con los esquemas anexos.
3. Observa bajo el microscopio las preparaciones de aparatos bucales e identifica con sus nombres las estructuras que los forman. Di a qué organismo pertenecen.
4. Elabora una descripción de cada aparato bucal que observaste según el tipo de alimento que consume cada ejemplar.
5. Dibuja lo observado en esta práctica.

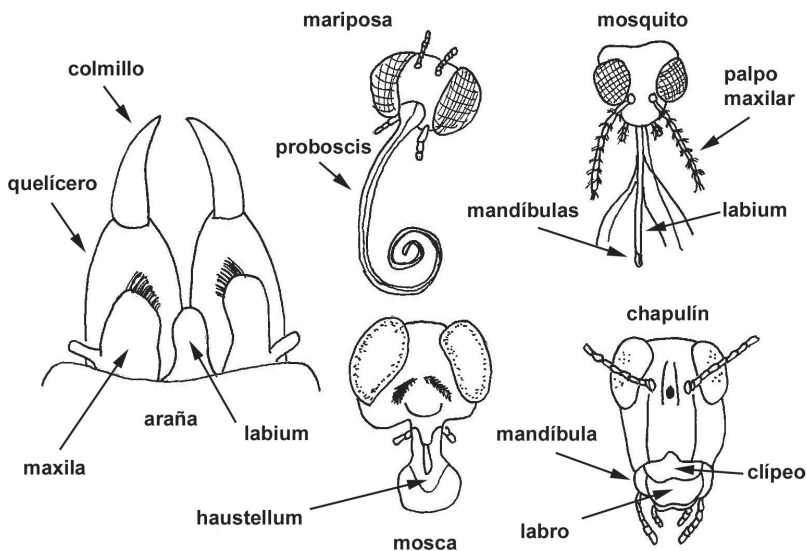
Cuestionario

1. ¿Cuál aparato bucal consideras que es más especializado entre un escorpión y un chapulín? ¿Por qué?
2. ¿Por qué crees que se han generado modificaciones en la estructura y la forma de los aparatos bucales en los diferentes grupos de artrópodos? Explica.

Bibliografía recomendada

- Báez-Szelepka, I.; Fierros-López, H. E. y D. Pérez-Politrón (1994), "Aparato bucal de insectos", *Dugesiana*, 1(1), pp. 19-30.
- Brusca, R.C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Ejemplos de distintos tipos de aparatos bucales de artrópodos



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 13

Artrópodos: Morfología interna

**José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia**

Introducción

Los sistemas y aparatos que conforman la estructura interna de los artrópodos son los siguientes: sistema muscular, sistema digestivo, sistema nervioso, aparato excretor, aparato circulatorio, aparato respiratorio y aparato reproductor.

El sistema muscular está compuesto por músculos segmentarios independientes, los cuales se insertan en los apodemas (proyecciones internas del tegumento que generalmente permiten la inserción muscular) de cada articulación y la contracción determina el movimiento de los segmentos y los apéndices.

El sistema digestivo se extiende por toda la cavidad del cuerpo y está formado por el estomodeo o parte anterior, el mesenteron o media y el proctodeo o posterior.

El sistema nervioso es de tipo ganglionar y se encuentra en la parte ventral del cuerpo. Presenta tres regiones (en algunos grupos el deuterocerebro se encuentra ausente) que se distinguen desde el punto de vista funcional y morfológico: protocerebro (inerva los ojos y los ocelos), el deuterocerebro (presenta los centros olfativos e inerva las antenas o anténulas en los crustáceos) y el tritocerebro (que inerva las antenas en los crustáceos y los quelíceros en los quelicerados).

Para la excreción, los crustáceos presentan glándulas antenales y maxilares. En los merostomados un par de glándulas se encuentra cerca de las coxas del último par de patas y reciben el nombre de coxales. En los arácnidos se localizan en las coxas de diferentes apéndices ambulatorios. Entre los insectos y los miriápodos, así como en otros grupos, los órganos de excreción, llamados túbulos

de Malpighi, están conectados al intestino y flotan en la hemolinfa de la cavidad corporal para extraer los desechos (uratos, ácido úrico y oxalatos de calcio).

El aparato circulatorio es abierto y se encuentra en posición dorsal a lo largo del cuerpo. Está conformado por el corazón, así como por una aorta cefálica y otra abdominal.

En artrópodos acuáticos (merostomados, crustáceos y trilobites), el intercambio gaseoso se realiza por medio de branquias. Los arácnidos emplean los llamados pulmones de libro o filotráqueas, tráqueas o combinación de ambos. En la mayoría de los insectos es a través de tráqueas y, en aquellos que son muy pequeños, el intercambio puede llevarse a cabo a través de la cutícula.

El aparato reproductor está formado, generalmente, por un par de gónadas y, en algunos casos, presentan una sola (resultado de la fusión de las dos gónadas). En los insectos, las hembras presentan divisiones en cada gónada (ovario), que dan lugar a un cierto número de ovariolas. El aparato reproductor de los artrópodos se complementa con vesículas seminales, glándulas accesorias y espermatecas, entre otras estructuras.

Objetivos

1. Reconocer la organización morfológica interna de un insecto.
2. Localizar los diferentes órganos internos de un insecto.

Material

- Microscopio estereoscópico y lupa
- Estuche y charola de disección con cera
- Navaja de rasurar y alfileres entomológicos
- Cámara letal (éter)
- Ejemplar vivo de cucaracha

Desarrollo

1. Coloca la cucaracha en la cámara letal hasta que no se mueva.
2. Observa el ejemplar bajo el microscopio y reconoce su morfología externa, así como su sexo.

3. Con la ayuda de la navaja de rasurar, realiza los diferentes cortes al ejemplar. Separa las patas desde las coxas, así como las alas. Corta a lo largo de la zona de contacto entre los terguitos y esternitos (pleuras), para separar la parte dorsal del cuerpo, de la ventral.
4. Fija con alfileres el ejemplar a la charola de disección y reconoce el aparato digestivo, los túbulos de Malphigi, las tráqueas, el aparato reproductor, el sistema nervioso, el circulatorio y el muscular. Dibuja lo observado.

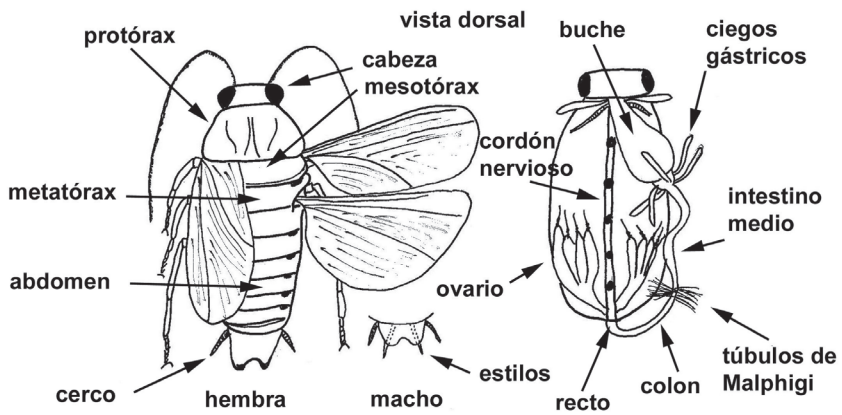
Cuestionario

- I. Menciona las modificaciones que presenta el aparato digestivo en los artrópodos que se alimentan de líquidos y el de los que se alimentan de materia sólida.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Esquemas de la morfología externa e interna de una cucaracha



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 14

Artrópodos: Órganos de los sentidos

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

Debido a que los artrópodos portan un exoesqueleto, los órganos de los sentidos son estructuras especializadas que se encuentran generalmente asociadas a la cutícula. Como muchos otros animales, los artrópodos poseen estructuras mecanorreceptoras, quimiorreceptoras y fotorreceptoras, las cuales presentan típicamente un derivado cuticular, una célula epitelial y una o varias células nerviosas.

Los sentidos de tacto, olfato y gusto se ejercen por pelos y cerdas que se encuentran en la superficie o en el fondo de las criptas tegumentarias. Se localizan en las antenas, los táctiles de las antenas, los palpos y en el extremo de los apéndices. En lo que se refiere a la visión, en general se puede decir que los ojos son de dos tipos: los simples u ocelos y los compuestos. Los ojos simples están constituidos, de manera general, por córneas, células epidérmicas, retina y nervio óptico; mientras que los ojos compuestos están formados por varias unidades denominadas omatidias, en las que se reconocen córnea, células epidérmicas, cristalino, retina, rabdoma, células pigmentarias y nervio óptico.

Objetivos

1. Reconocer diferentes tipos de órganos sensoriales en algunos grupos de artrópodos.
2. Determinar la función que desempeñan los órganos sensoriales y relacionarlos con su hábitat y comportamiento.

Material

- Ejemplares preservados de cacerolita de mar, alacrán, araña, vinagrillo, cangrejo, camarón, ciempiés, mosca, chapulín, abeja, cucaracha, langosta y larva de mariposa
- Preparaciones de ojo compuesto y aparato bucal del chapulín
- Microscopio estereoscópico
- Charola de disección y caja de Petri
- Pinza de disección

Desarrollo

1. Localiza y observa los ojos de los ejemplares proporcionados. Elabora dibujos señalando la ubicación, el tipo de ojos que presentan y el número de ellos.
2. Observa el pedipalpo de un alacrán. Reconoce los tricobotrios que se encuentran en él.
3. Observa detenidamente las antenas del chapulín. Reconoce el escapo, el pedicelo, el flagelo y las sensilas asociadas a ellos.
4. Observa la preparación del aparato bucal del chapulín. Reconoce los palpos labiales y maxilares. Esquematiza las sensilas observadas. ¿Qué función crees que realizan dichas estructuras?
5. En los ejemplares proporcionados que corresponda reconoce los balancines, la membrana timpánica y las patas anteniformes. Señala su ubicación y la función de cada uno de ellos.
6. Dibuja la estructura del ojo compuesto que observaste en la preparación. Menciona los nombres de las estructuras observadas.
7. Dibuja lo observado en esta práctica.

Cuestionario

1. Expresa detalladamente cómo es la visión en un organismo nocturno y en otro diurno.
2. Para cada uno de los ejemplares proporcionados di la función de al menos tres de los órganos de los sentidos.

3. Cita un ejemplo de cómo actúan los órganos de los sentidos en algún aspecto de la vida de un artrópodo (alimentación, localización del alimento, huida, entre otros).
4. ¿Qué función desempeña la membrana timpánica en los organismos que la presentan?

Actividad complementaria

En una caja de cartón (de zapatos), coloca en cada una de sus esquinas un trozo de tortilla, plátano o cebolla y granos de azúcar. Toma una cucaracha viva e introdúcela en el centro de la caja. Observa y describe las reacciones del ejemplar. ¿Hacia dónde se dirigió?, ¿qué órganos de los sentidos utilizó?, ¿qué estructuras intervinieron? Elabora una lista de los órganos de los sentidos de la cucaracha.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Práctica 15

Artrópodos: Reproducción, desarrollo y metamorfosis

**José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia**

Introducción

En la mayoría de los artrópodos los sexos están separados, solo en algunos grupos se presenta el hermafroditismo. Los órganos sexuales varían de posición sobre todo en lo que se refiere a los orificios genitales. Algunos animales presentan apéndices modificados para funciones reproductivas; así, en los machos cumplen funciones de órganos copuladores o para la transferencia de esperma. En el caso de las hembras, estos apéndices pueden estar asociados al proceso de la ovoposición.

Los artrópodos en su mayoría son ovíparos y, excepcionalmente, vivíparos u ovovivíparos. El tipo de huevo es centrolécito y su segmentación es superficial. Su desarrollo puede ser anamórfico, cuando el organismo al salir del huevo tiene un número menor de segmentos al que presentará en su etapa adulta e incrementará a través de sus fases posembrionarias, o epimórfico, que es cuando el organismo eclosiona con un número total de segmentos igual al que presentará en su etapa adulta.

En el transcurso de su vida los artrópodos presentan modificaciones más o menos apreciables en su forma; este fenómeno se denomina metamorfosis, aunque es muy variable en los diferentes grupos de artrópodos. Para los insectos existe una clasificación de acuerdo con los cambios que presenta el espécimen: a) ametábolos, estos no presentan ningún tipo de metamorfosis en el transcurso de su vida; b) paurometábolos, el juvenil (ninfa) es muy parecido al adulto y ambos viven en el mismo ambiente; c) hemimetábolos, el juvenil acuático (náyade) presenta cambios en su estructura y vive en un ambiente distinto al del adulto, y

d) holometábolos, en estos existen varias formas de estados larvarios, por lo que presentan diferencias muy notables de los adultos, además de un estado pupal.

Objetivos

1. Reconocer el dimorfismo sexual en algunos grupos de artrópodos.
2. Reconocer apéndices modificados para la reproducción.
3. Reconocer diferentes estados de desarrollo de algunos órdenes de artrópodos.
4. Interpretar algunos aspectos de la metamorfosis con relación al hábitat y al comportamiento.
5. Analizar las ventajas adaptativas de la metamorfosis.

Material

- Microscopio estereoscópico
- Charola de disección y caja de Petri
- Pinza y aguja de disección
- Ejemplares preservados de cacerolita de mar, araña, alacrán, cangrejo, camarón, milpiés, libélula, grillo, chapulín, langosta, avispa, escarabajo, cucaracha, mariposa, larvas, ninfas, pupas y náyades (nota: en lo posible, cada grupo debe presentar hembras y machos)
- Muestra de plancton
- Cajas didácticas de exhibición de ciclo de vida, metamorfosis y dimorfismo sexual

Desarrollo

1. Observa y reconoce las estructuras que te permiten distinguir un macho de una hembra en cacerolita de mar, araña, cangrejo, camarón, milpiés, grillo, chapulín, langosta, avispa y escarabajo. Compara tus observaciones con los ejemplares de la caja de dimorfismo sexual. Para cada caso menciona cómo reconoces a un macho de una hembra, si son estructuras especializadas lo que permite su reconocimiento. Dibújalas.

- Reconoce las estructuras relacionadas con la reproducción en los ejemplares proporcionados, menciónalas e identifica su posición y la función que desempeñan.
- De los adultos proporcionados, menciona el tagma donde se ubica el orificio genital. Señala si son progoneados u opistogoneados y el tipo de desarrollo que presentan (anamórfico o epimórfico) y escríbelo en el siguiente cuadro.

<i>Nombre común</i>	<i>Tagma</i>	<i>Progoneado / Opistogoneado</i>	<i>Tipo de desarrollo</i>
Cacerolita de mar			
Alacrán			
Araña			
Camarón			
Milpiés			
Chapulín			
Avispa			
Escarabajo			

- Revisa bajo el microscopio estereoscópico la muestra de plancton y reconoce algunas larvas de crustáceos.
- De los ejemplares juveniles proporcionados reconoce si son larvas, pupas, ninfas o náyades.
- Elabora una lista de las características que permiten distinguir una larva de una náyade, ninfa o pupa.

Cuestionario

- Describe con tus palabras cada uno de los tipos de metamorfosis presente en los insectos.
- Explica la importancia de la reproducción y la metamorfosis en el éxito ecológico de los artrópodos. Puedes utilizar como ejemplo el caso de los insectos.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Práctica 16

Artrópodos: Phylum Onychophora y Phylum Tardigrada

**José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia**

Introducción

Los Phyla Onychophora y Tardigrada son grupos cercanos a los artrópodos.

Los Onychophora son animales eruciformes (forma de larva), de cuerpo alargado, subcilíndrico, aplanado dorsoventralmente y algo agudizado en sus extremos. Cuentan con cinco familias, 54 géneros y 187 especies y llegan a medir hasta 15 cm de longitud. Dos familias, Peripatidae y Peripatopsidae, tiene representantes vivos. Las otras tres familias, Succinipatopsidae, Tertiapatidae y Helenodoriidae (con una especie cada una), están extintas.

Los Tardigrada, representados por 444 especies dentro de tres clases, dos órdenes y 12 familias, son animales de pequeño tamaño, menores de 1 mm de longitud, cuerpo no segmentado, sin regiones claramente visibles, excepto la región cefálica, que está separada del resto del cuerpo por una ligera constricción.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa de los onicóforos y los tardígrados.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de estos grupos.
3. Conocer algunos aspectos biológicos que comparten estos grupos con los artrópodos.

Material

- Ejemplares preservados
- Microscopio estereoscópico y lupa
- Muestras de musgo previamente humedecidas (1-2 días)

Desarrollo

1. Observa un onicóforo en posición ventral y dorsal. Distingue: cabeza, antenas, ojos, boca, placas dentales, poro genital, ano y papilas orales. Observa la segmentación del cuerpo en bandas y las papilas de la cutícula.
2. Observa los apéndices y trata de reconocer: uñas y tubérculo u orificio nefrítico.
3. Dibuja lo observado.
4. Observa una muestra de musgo bajo el microscopio y busca cuidadosamente ejemplares de tardígrados.

Cuestionario

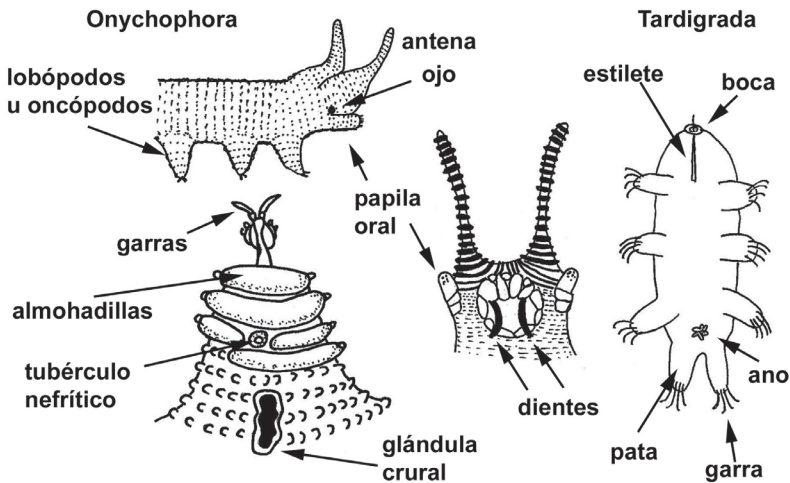
1. Explica cómo se realiza la reproducción en los onicóforos y describe el hábitat que ocupan.
2. Explica en qué consiste el fenómeno de la criptobiosis.
3. Expón la importancia económica y biológica de los onicóforos y los tardígrados.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Guidetti, R. y R. Bertolani (2011), "Phylum Tardigrada Doyère, 1840", *Zootaxa*, 3148, pp. 96-97.

- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Mayer, G. e I. de Sena Oliveira (2013), "Phylum Onychophora Grube, 1853 (addenda 2013)", *Zootaxa*, 3703 pp. 015-016.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Esquema general de un onicóforo y un tardígrado



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 17

Artrópodos: Clase Trilobita

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

Los trilobites son los artrópodos fósiles más antiguos que se conocen, datan de inicios del Paleozoico. En la actualidad se tiene un registro de 19,606 especies fósiles. El nombre de los trilobites proviene de tener el cuerpo dividido en tres lóbulos longitudinales, mediante dos surcos que recorren el cuerpo desde la parte anterior a la posterior (raquis y pleuras). En sentido transversal se aprecian tres regiones: cefalón, tórax (soma) y pigidio. El cefalón y el torác de algunos grupos están protegidos por un caparazón. El tórax presenta una cantidad variable de segmentos, de dos a 29, articulados y móviles, que llevan cada uno un par de apéndices birrámeos; el pigidio es corto y sin apéndices, pero aparenta ser más largo por la adición de segmentos del tórax. El exoesqueleto estaba probablemente constituido por quitina que se impregnaba de carbonato de calcio, principalmente en la región dorsal.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa de la clase Trilobita.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de la clase.

Material

- Moldes y fósiles de trilobites
- Charola de disección
- Microscopio estereoscópico

Desarrollo

1. Observa los moldes de trilobites, colócalos en posición dorsal. Identifica las regiones del cuerpo, indicando el número de segmentos de cada uno de ellos. Elabora dibujos de al menos dos ejemplares.

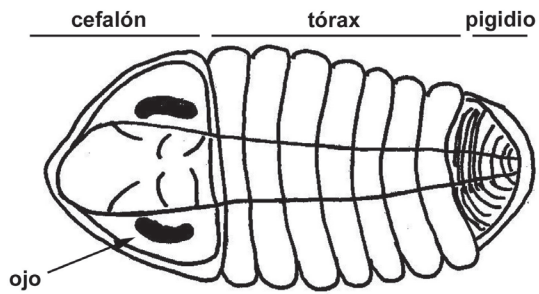
Cuestionario

1. Elabora una descripción de la clase Trilobita.
2. Expresa la importancia biológica de los trilobites.
3. Explica por qué se extinguieron los trilobites, menciona el hábitat y el nicho ecológico que ocupaban.

Bibliografía recomendada

- Adrain, J. M. (2011), "Class Trilobita Walch, 1771", *Zootaxa*, 3148, pp. 104-109.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Minelli, A.; Boxshall, G. y G. Fusco (2013), *Arthropod Biology and Evolution: Molecules, Development, Morphology*, Heidelberg, Springer.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Esquema general de un trilobite



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 18

Artrópodos: Clase Arachnida

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

La clase Arachnida incluye cerca de 112,201 especies vivas y 1,586 extintas, de muy diversos organismos, conocidos como escorpiones, arañas, garrapatas, opiliones, solífugos, ácaros y vinagrillos.

Es una clase muy antigua de quelicerados; los primeros registros fósiles se encuentran en el periodo Silúrico, hace 320 millones de años. Son quelicerados terrestres cuyo tamaño es variable, desde menos de 1 mm hasta 18 cm. En su cuerpo se aprecian los tagmas característicos del Subphylum Chelicerata (Cheliceriformes), que consta de un prosoma que presenta sobre su posición dorsal un escudo quitinoso (caparazón), en tanto que la parte ventral está conformada por los esternitos (esternón), la base de los apéndices, o ambos. En este se encuentran los ojos, dispuestos generalmente en grupos (número y posición variables), los quelíceros, los pedipalpos y cuatro pares de patas. El otro tagma corresponde al opistosoma, que en su origen consta de doce segmentos y puede estar subdividido en mesosoma y metasoma. En el opistosoma se encuentran los orificios genitales. El opistosoma se encuentra segmentado en la mayoría de los arácnidos, excepto en las arañas y algunos ácaros, y carece de apéndices (salvo en los escorpiones que tienen peines y en las arañas con espineretes o hiladeras).

Los órdenes considerados dentro de esta clase son: Opiliones, Scorpiones, Solifugae, Pseudoscorpiones, Palpigradi, Ricinulei, Amblypygi, Schizomida, Acari (Opiliocarida, Holothryrida, Ixodida, Mesostigmata, Trombidiformes, Scarcotiformes), Thelyphonida (Uropygi) y Araneae.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa de algunos órdenes de la clase Arachnida.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de la clase Arachnida.
3. Revisar las características de la clase Pycnogonida.

Material

- Ejemplares preservados
- Microscopio estereoscópico
- Caja de Petri
- Aguja y pinza de disección

Desarrollo

1. Observa bajo el microscopio los diferentes órdenes de arácnidos que se te proporcionan e identifica las estructuras que se localizan en el prosoma y el opistosoma (ilustrarlos).
2. Reconoce y menciona, en cada ejemplar observado, las estructuras que emplean para su alimentación, reproducción y defensa.
3. Completa el siguiente cuadro. Sigue como ejemplo la información para Escorpiones.

ORDEN	PROSOMA		OPISTOSOMA	
	Apéndices	Características	Apéndices	Características
Escorpiones	Queliceros Pedipalpos, Cuatro pares de patas	Fusionado	Peines	Segmentado
Pseudoscorpiones				
Opiliones				
Amblypygi				
Thelyphonida (Uropygi)				
Acari				
Araneae				

4. Observa un ejemplar de picnogónido y dibuja sus características. Menciona las similitudes y disimilitudes que tiene con los arcánidos.

Cuestionario

- I. Menciona y describe la importancia económica, cultural, etológica y biológica de los arácnidos.

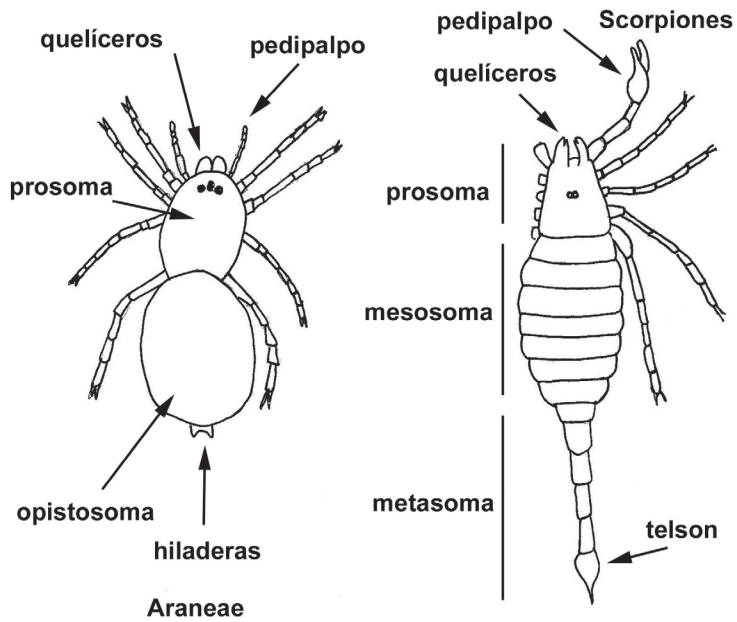
Actividad complementaria

Por equipo, realiza un trabajo de investigación en el cual describas detalladamente la importancia de las especies de la clase Arachnida en México. Incluye nombres de especies, distribución geográfica, frecuencia, mortandad, síntomas y tratamiento.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- Foelix, R. F. (2011), *Biology of spiders*, Oxford, Oxford University Press.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín Blackwell.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.
- Zhang, Z.-Q. (2013), "Phylum Arthropoda (addenda 2013)", *Zootaxa*, 3703, pp. 017-026.

Esquema general de dos representantes de la clase Arachnida



(Imagen: F. Cupul)

Práctica 19

Artrópodos: Subphylum Crustacea

**José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia**

Introducción

Los crustáceos son animales mandibulados que presentan el cuerpo revestido por un exoesqueleto quitinoso como los demás artrópodos, o un caparazón impregnado de sales calcáreas, carácter que da nombre a la clase. En su mayoría son acuáticos. En crustáceos superiores, el cuerpo está dividido en cefalón, pereión y pleón.

La región del cefalón presenta los ojos compuestos, dos pares de apéndices prebucales (el primero las anténulas y el segundo las antenas), las mandíbulas, maxílulas y maxilas. Los apéndices que presentan son de tipo birrámeo, excepto por las anténulas, que son monorrámicas. A los apéndices que se localizan en el pereión se les llama pereiópodos. En la región del pleón se localizan los apéndices llamados pleópodos. Su función puede ser locomotora, respiratoria, natatoria y reproductora, entre otras.

La mayoría son ovíparos, su desarrollo es por medio de metamorfosis, y muy pocos tienen desarrollo directo.

El subphylum Crustacea, representado por 66,914 especies, se subdivide en seis clases: Branchiopoda, Remipedia, Cephalocarida, Maxillopoda, Ostracoda y Malacostraca.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa del subphylum Crustacea.
2. Conocer algunos aspectos biológicos del subphylum Crustacea.

Material

- Ejemplares preservados de camarón, cangrejo, cangrejo ermitaño, artemia, pulga de agua, balano, lepas, camarón mantis, copépodos, cochinillas de la humedad y notostraca
- Charola de disección y caja de Petri
- Microscopio estereoscópico
- Pinza y aguja de disección

Desarrollo

1. Observa bajo el microscopio estereoscópico los ejemplares proporcionados. Reconoce e identifica su morfología externa.
2. Completa el siguiente cuadro y anota el orden al que pertenecen, la tagmosis que presentan, así como las características diagnósticas (CD) que observaste en los ejemplares.

Nombre	Artemia	Notostraco	Copépodo	Lepas	Balano	Camarón mantis	Cochinilla humedad	Camarón	Cangrejo	Cangrejo ermitaño
Orden										
Tagmosis										
CD										

3. De los ejemplares proporcionados, di que tipo de aparato respiratorio presentan y su ubicación.
4. Sobre la base de lo observado, elabora una diagnosis del subphylum Crustacea.

Cuestionario

1. ¿Cómo se diferencian los crustáceos superiores de los crustáceos inferiores?
2. ¿Cuál es la composición del caparazón de los crustáceos y qué función desempeña?
3. Explica brevemente cómo realizan la alimentación, cómo respiran, en qué medio viven y cómo es el desarrollo de los crustáceos terrestres.
4. Expón brevemente la importancia ecológica y biológica de los crustáceos.

Actividad complementaria

Desarrolla por equipo un trabajo de investigación sobre la importancia del subphylum Crustacea en México. Describe detalladamente los aspectos económico, biológico y alimentario. Menciona nombres de especies, distribución geográfica, métodos de manejo, utilización, productos obtenidos y beneficios.

Bibliografía recomendada

- Ahyong, S. T. *et al.* (2011), "Subphylum Crustacea Brünnich, 1772", *Zootaxa*, 3148, pp. 165-191.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.

Práctica 20

Artrópodos: Diplopoda y Chilopoda

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia
Fabio Germán Cupul-Magaña

Introducción

Chilopoda y Diplopoda son dos de las cuatro clases de miriápodos (las otras dos son los Symphyla o “ciempiés de jardín” y los Pauropoda o “paurópodos”), dentro de las que se agrupa a los artrópodos conocidos comúnmente como ciempiés y milpiés, respectivamente. Son animales alargados y segmentados. Tienen la cabeza diferenciada del cuerpo y poseen un par de antenas. En la mayoría de los casos, el cuerpo de los ciempiés es aplanado dorsoventralmente, y el de los milpiés es cilíndrico. Sin embargo, la característica que los distingue es que los primeros tienen un par de patas en cada uno de los segmentos del cuerpo, y los segundos poseen dos pares de patas por segmento.

Ni los quilópodos tienen cien patas ni los diplópodos mil. Los ciempiés tienen entre 30 y 382 patas, o de 15 a 191 pares de patas, mientras que los milpiés presentan entre 24 y 750 patas, o de 12 a 375 pares de patas. Además, pueden medir varios milímetros, hasta 30 cm de largo.

Los ciempiés son animales opistogoneados (tienen los órganos reproductores en la parte posterior del cuerpo) y los milpiés son progoneados (los órganos reproductores o gonópodos se encuentran en la parte anterior del cuerpo; de hecho, en los machos, se encuentran generalmente en el séptimo segmento). Por otro lado, los ciempiés tienen tanto especies epimórficas (el número de patas y segmentos es el mismo desde que nacen hasta que alcanzan la adultez) como anamórficas

(adicionan patas y segmentos durante su desarrollo hasta la adultez), a diferencia de los milpiés, que son casi exclusivamente anamórficos.

El número de especies de ciempiés y milpiés conocidas en el planeta es de aproximadamente 3,110 y 7,753, respectivamente. México aglutina el 5.30% del total de las especies de ciempiés del mundo, y alrededor del 40% de la fauna de milpiés conocida en la región neotropical. En el país se ha documentado la presencia de 180 especies de ciempiés, incluidas en cuatro órdenes y diecisiete familias; así como un poco más de 500 especies de milpiés, repartidas en catorce órdenes y 39 familias.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa de las clases Diplopoda y Chilopoda.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de las clases Diplopoda y Chilopoda.

Material

- Ejemplares preservados de milpiés y ciempiés
- Microscopio estereoscópico
- Caja de Petri
- Aguja y pinza de disección

Desarrollo

1. Observa bajo el microscopio en posición ventral al diplópodo e identifica las regiones del cuerpo. Localiza ojos, antenas, labrum, mandíbulas, gnatoquilarias, collum, apéndices locomotores, gonopodios, orificio genital y anal y los estigmas respiratorios (espiráculos).
2. Observa bajo el microscopio al quilópodo e identifica las regiones del cuerpo, en estas reconoce ojos, antenas, labio, mandíbulas, maxilas, forcípulas y explica cómo están formados y cuál es su función.
3. Describe qué son los apéndices de los últimos segmentos del cuerpo de los quilópodos.
4. Elabora dibujos de cada ejemplar.

Cuestionario

1. Explica las características diagnósticas de los diplópodos y quilópodos.
2. ¿Qué diferencias y semejanzas morfológicas observas en los representantes de estas clases? Elabora un cuadro comparativo.

Bibliografía recomendada

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hopkin, S. P. y H. J. Read (2002), *The Biology of Millipedes*, Oxford, Oxford University Press.
- Minelli, A. (2011), "Class Chilopoda, Class Symphyla and Class Pauropoda", *Zootaxa*, 3148, pp. 157-158.
- (ed.) (2011a), *The Myriapoda: Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology*, vol. 1, Leiden, Brill.
- Shear, W. (2011), "Class Diplopoda de Blainville in Gervais, 1844", *Zootaxa*, 3148, pp. 159-164.

Práctica 21

Artrópodos: Clase Insecta

José Efrén Cerda-González
José Luis Navarrete-Heredia

Introducción

Los insectos son los artrópodos de mayor diversidad; actualmente se conocen alrededor de 1,070,781 especies (incluidas 17,203 especies fósiles), distribuidas prácticamente en todos los hábitats disponibles. Además, son los únicos invertebrados que tienen la capacidad de volar.

El cuerpo está compuesto por un conjunto de segmentos que están fusionados para formar tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza presenta el aspecto de una cápsula fuertemente esclerotizada que está unida al tórax por un cuello membranoso y flexible. El tórax está constituido por tres segmentos: el anterior o protórax, el medio o mesotórax, y el posterior o metatórax, cada uno con un par de apéndices locomotores. Los dos últimos segmentos del tórax por lo general poseen un par de alas. El abdomen es el último tagma y en general se encuentra constituido por diez u once segmentos, en los cuales se pueden reconocer las regiones pregenital y posgenital. Como apéndices del abdomen solo se presentan un par de cercos y los genitales externos. Algunos grupos de insectos primitivos presentan vestigios de apéndices en el abdomen.

Objetivos

1. Reconocer la morfología externa de la clase Insecta.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de esta clase.

Material

- Ejemplares preservados de chapulín, escarabajo, mariposa, abeja, campamocha, libélula, tijerilla, insecto palo, cigarra, chinche, cucaracha, mosca, piojo, pulga, termita, pececillo de plata y periquitos
- Microscopio estereoscópico
- Charola de disección y caja de Petri
- Pinza y aguja de disección
- Caja de exhibición de tipos de alas

Desarrollo

1. Observa los ejemplares proporcionados de los diferentes órdenes de insectos con la ayuda del microscopio estereoscópico y distingue las regiones del cuerpo e identifica las estructuras que se localizan en ellas.
2. Localiza los órganos genitales de los organismos proporcionados.
3. Observa las alas de tus ejemplares y compáralas con las de la caja de exhibición. Dibuja los diferentes tipos de alas que observaste en los ejemplares proporcionados.
4. Completa el cuadro siguiente y anota las estructuras diagnósticas que observaste en cada región del cuerpo, así como el tipo de metamorfosis, de alas y de aparato bucal.

<i>Orden</i>	<i>Estructuras diagnósticas</i>	<i>Tipo de metamorfosis</i>	<i>Tipo de alas</i>	<i>Tipo de aparato bucal</i>
Odonata				
Orthoptera				
Phasmida				
Mantodea				
Blattodea				
Dermaptera				
Phthiraptera				
Thysanoptera				
Hemiptera				
Coleoptera				
Lepidoptera				
Diptera				
Siphonaptera				
Hymenoptera				

5. Sobre la base de lo observado, elabora una diagnosis de la clase Insecta.

Cuestionario

1. ¿A qué crees que se debe el éxito que han tenido los insectos sobre el resto de los artrópodos y qué estructuras morfológicas han influido en ello?
2. Explica qué función desempeñan las antenas de los insectos y qué tipos de aparatos bucales presentan los ejemplares proporcionados.
3. ¿Cuál es la importancia biológica y ecológica de la clase Insecta?

Actividad complementaria

Realiza por equipo un trabajo de investigación que describa detalladamente la importancia económica, médica, alimentaria y cultural de las especies de la clase Insecta que habitan en México. Incluye nombres de especies, distribución geográfica, beneficios, consecuencias, utilización, modo de empleo, productos obtenidos y métodos de control.

Bibliografía recomendada

- Báez-Szelepka, I.; Fierros-López, H. E. y D. Pérez-Politrón (1994), "Aparato bucal de insectos", *Dugesiana*, 1(1), pp. 19-30.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003), *Invertebrates*, Sunderland, Sinauer Associates Inc., Publishers.
- Cerda-González, J. E. (2000), *Manual de prácticas y material didáctico para la materia de artrópodos*, tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- García-Acosta, R. (2001), *Arthropoda: guía de prácticas*, México, AGT Editores.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of the Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston (2000), *The Insects: An Outline of Entomology*, Berlín, Blackwell.
- Vázquez, G. L. (1987), *Zoología del Phylum Arthropoda*, México, Interamericana.
- Zhang, Z.-Q. (2013), "Phylum Arthropoda (addenda 2013)", *Zootaxa*, 3703, pp. 017-026.

Literatura recomendada:

Prácticas de laboratorio de Artrópodos

José Luis Navarrete-Heredia
Fabio Germán Cupul-Magaña

Actualmente, la cantidad de información que existe sobre la biología de los artrópodos es muy vasta. Mucha de ella puede conseguirse en forma gratuita en Internet a través de revistas especializadas (por ejemplo: *Acta Zoológica Mexicana*, *Dugesiana*, *Revista Mexicana de Biodiversidad*), portales específicos (*Biodiversity Heritage*, *Gallica*) o en varios sitios *web* que permiten compartir literatura. Aquí se citan algunas obras que, por su cobertura, son de interés general para el curso.

Morfología externa e interna

- Chapman, R. F. (1992), *The Insects: Structure and Function*, Cambridge, Harvard University Press.
- DuPorte, E. M. (1959), *Manual of Insect Morphology*, Londres, Chapman y Hall.
- Hadley, N. F. (1994), *Water Relations of Terrestrial Arthropods*, San Diego, Academic Press.
- Manton, S. M. (1977), *The Arthropoda: Habits, Functional Morphology and Evolution*, Oxford, Clarendon Press.
- Snodgrass, R. E. (1935), *Principles of Insect Morphology*, Nueva York, McGraw-Hill.

Ecología

- Basset, Y.; Novotny, V.; Miller, S. E. y R. L. Kitching (ed.) (2003), *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Price, P.W. (1997), *Insect Ecology*, Nueva York, Wiley.

Evolución

- Boudreaux, H. B. (1979), *Arthropod Phylogeny with Special Reference to Insects*, Nueva York, Wiley.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel (2005), *Evolution of Insects*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gupta, A. P. (ed.) (1979), *Arthropod Phylogeny*, Nueva York, Van Nostrand Reinhold.
- Willmer, P. (1990), *Invertebrate Relationships: Patterns in Animal Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press.

Métodos de colecta

- Martin, J. E. H. (comp.) (1977), *Collecting, Preparing, and Preserving Insects, Mites, and Spiders. The Insects and Arachnids of Canada, Part 1*. Agriculture Canada, Hull, Québec. Disponible en: www.esc-sec.ca/aafcmonographs/insects_and_arachnids_part_1_eng.pdf.
- Márquez-Luna, J. (2005), "Técnicas de colecta y preservación de insectos", *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (37), pp. 385-408. Disponible en: www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SisBioColeo/Juan_Luna/Teccollectpres05.pdf.

Tardigrada

- Morgan, C. I. y P. E. King (1976), *British Tardigrades: Tardigrada: Keys and Notes for the Identification of the Species*, Londres, The Linnean Society of London y Academic Press.

Phylum Arthropoda

- Dindal, D. L. (ed.) (1990), *Soil Biology Guide*, Nueva York, Wiley.
- Llorente-Bousquets, J. y J. J. Morrone (2002), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Llorente-Bousquets, J.; García-Aldrete, A. N. y E. González-Soriano (1996), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. I, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Llorente-Bousquets, J.; González-Soriano, E. y N. Papavero (ed.), 2000, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Llorente-Bousquets, J. E.; Morrone, J. J.; Yáñez-Ordóñez O. e I. Vargas-Fernández (ed.) (2004), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una*

síntesis de su conocimiento, vol. iv, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Subphylum Chelicerata

Foelix, R. F. (1982), *Biology of Spiders*, Cambridge, Harvard University Press.

King, P. E. (1973), *Pycnogonids*, Londres, Hutchinson.

Savory, T. (1977), *Arachnida*, Londres Academic Press. La primera edición está disponible en: www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/pdfliteratura/Savory/Savory%201964%20The%20Arachnida.pdf.

Tanacredi, J. T.; Botton, M. L. y D. R. Smith (ed.) (2009), *Biology and Conservation of Horseshoe Crabs*, Nueva York, Springer.

Subphylum Crustacea

Alvárez, F. y G. A. Rodríguez-Almaraz (2008), *Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento*, Monterrey, Nuevo León, Universidad Autónoma de Nuevo León, PROMEP.

McLaughlin, P. A. (1980), *Comparative Morphology of Recent Crustacea*, San Francisco, W. H. Freeman.

Subphylum Myriapoda

Adis, J. (ed.) (2002), *Amazonian Arachnida and Myriapoda*, Sofía-Moscú, Pensoft Publishers.

Hopkin, S. P. y H. J. Read (2002), *The Biology of Millipedes*, Oxford, Oxford University Press.

Lewis, J. G. E. (1981), *The Biology of Centipedes*, Cambridge, Cambridge University Press.

Minelli, A. (ed.) (2011), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology: The Myriapoda*, vol. 1, Leiden, Brill.

— (ed.) (2014), *Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology: The Myriapoda*, vol. 2, Leiden, Brill.

Subphylum Hexapoda

Footitt, R. G. y P. H. Adler (ed.) (2009), *Insect Biodiversity: Science and Society*, Southern Gate, Chichester, West Sussex, Wiley-Blackwell.

Samways, M. J. (1994), *Insect Conservation Biology*, Chapman y Hall, Londres.

Práctica 22

Desarrollo vegetal: Tejidos presentes en la hoja

Bartolo Cruz-Romero

Objetivo

Identificar tejidos vegetales relacionando estructura y función.

Material

- Porta y cubreobjetos
- Bisturí
- Pinza o lanceta
- Gotero
- Azul de metileno
- Material de dibujo
- Microscopio compuesto
- Hojas de vegetales

Desarrollo

1. Con ayuda del bisturí, realiza sucesivos cortes transversales hacia la mitad de la longitud de la hoja, con el fin de obtener varias laminillas lo más finas posible.
2. A continuación, vierte en un portaobjetos una gota de agua y de azul de metileno y coloca los cortes de las muestras.

3. Coloca el cubreobjetos encima de la preparación, procurando que no se produzcan burbujas de aire.
4. Sitúa la preparación en la platina del microscopio y obsérvala a 100 aumentos.
5. Elige el corte más fino de todos, así como el que tenga menor número de capas celulares superpuestas, y dibuja lo observado.
6. En el dibujo identifica las siguientes estructuras y tejidos: estomas, epidermis, parénquima en empalizada, parénquima lagunar, floema, xilema, colénquima y esclerénquima. Explica la función de cada una de las estructuras y tejidos identificados.

Bibliografía recomendada

Bidwell, R. G. S. (1979), *Plant Physiology*, Nueva York, MacMillan.
Devlin, R. M. (1975), *Fisiología vegetal*, Barcelona, Omega.
Hall, D. O. y K. K. Rao (1978), *Fotosíntesis*, Barcelona, Omega.

Práctica 23

Desarrollo vegetal: Cultivos hidropónicos

Bartolo Cruz-Romero

Introducción

Los cultivos hidropónicos surgen como una alternativa a la agricultura tradicional; el objetivo consiste en disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociados a las características del suelo, sustituyendo a este por otros soportes de cultivo y aplicando técnicas de fertilización alternativas.

Objetivo

Cultivar plantas en una solución nutritiva.

Material

- Sustrato que puede ser arena, tezontle o grava de río
- Cuatro macetas o canaletas
- Variedad de semillas
- Hipoclorito de sodio al 0.5%
- Solución nutritiva preparada de la siguiente forma:
 - a) Solución de macronutrientes (componentes en gramos/litro de agua):
 - » Nitrato de calcio 0.70
 - » Nitrato de potasio 0.65
 - » Superfosfato triple 0.20

- » Sulfato de magnesio 0.50
- b) Solución de micronutrientes (componentes en gramos/litro de agua):
 - » Sulfato ferroso 0.0027
 - » Sulfato de magnesio 0.0056
 - » Ácido bórico 0.0042
 - » Sulfato de cobre 0.0003

Desarrollo

1. Lava el sustrato con agua limpia varias veces hasta que el agua salga clara.
2. Agrega una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% y deja reposar por dos horas.
3. Lava nuevamente el sustrato hasta que desaparezca el olor a hipoclorito.
4. Llena las macetas o canaletas con el sustrato.
5. Siembra las semillas previamente seleccionadas o trasplanta si hiciste un semillero.
6. Riega con la solución nutritiva y realiza tus observaciones.

Bibliografía recomendada

- Ballesteros Patrón, G. A. *et al.* (2011), *Manual de prácticas de fisiología vegetal*, Ciudad Altamirano, Guerrero, Garabato Editorial.
- Witham, F. H.; Blaydes, B. F. y R. M. Devlin (1971), *Experiments in plant physiology*, Nueva York, Van Nostrand-Reinhold Company.

Práctica 24

Desarrollo vegetal:

Reguladores del crecimiento en las plantas

Bartolo Cruz-Romero

Introducción

Las giberelinas son hormonas vegetales cuya estructura básica es el grupo gibano. Una de las giberelinas más conocidas es el ácido giberélico (GA₃). Dentro de la síntesis de las giberelinas se han generalizado sustancias que pueden bloquear las reacciones que conducen a su producción; este grupo de sustancias se denomina retardadores del crecimiento.

Objetivo

Demostrar la estimulación del crecimiento y su inhibición con ácido giberélico y Cycocel®, respectivamente.

Material

- Seis plántulas de frijol de 15 a 20 días de germinadas
- Ácido giberélico 50 ppm
- Cycocel® 5000 ppm
- Agua destilada
- Tres aspersores

Desarrollo

1. Riega cada tercer día, tres veces, lotes de dos plantas con ácido giberélico, Cycocel® y agua destilada.
2. Después de doce días de aplicar los tratamientos, mide la longitud de los entrenudos y cuenta el número de ellos para cada tratamiento.
3. Al regar procura cubrir con la solución el follaje y que el rocío de un tratamiento no alcance a las plantas de otro.
4. Realiza tus observaciones.

Bibliografía recomendada

- Ballesteros Patrón, G. A. *et al.* (2011), *Manual de prácticas de fisiología vegetal*, Ciudad Altamirano, Guerrero, Garabato Editorial.
- Hill, T. A. (1977), *Hormonas reguladores del crecimiento vegetal*, Barcelona, Omega.
- Primo-Yúfera, E. y P. Cuñat-Broseta (1968), *Herbicidas y fitorreguladores*, Madrid, Aguilar.
- Rojas, G. M. (1976), *Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores*, México, Limusa.
- Weaver, R. J. (1980), *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*, México, Trillas.

Práctica 25

Desarrollo vegetal: Efecto de la extracción de sarcotesta de varios frutos sobre la germinación de semilla

Bartolo Cruz-Romero

Introducción

La sarcotesta es la capa externa del tegumento del óvulo y una de sus funciones es impedir que se degraden algunos inhibidores de la germinación de las semillas. Un ejemplo le corresponde a la sarcotesta de la semilla de la papaya, ya que aparentemente inhibe la germinación de su semilla. Es probable que para otros frutos carnosos, cuyas semillas están “embebidas” en la solución acuosa circundante, esta misma capa sea inhibitoria para la germinación de su propia semilla o de otras.

Objetivo

Analizar el efecto de extractos de sarcotesta de semillas de jitomate, melón y papaya sobre la germinación de semillas de rábano.

Material

- Cuatro cajas de Petri
- Tres vasos de precipitado
- Una probeta de 100 ml

- Algodón y gasa
- Agua destilada
- Papaya, melón y jitomate

Desarrollo

Papaya

1. Elimina la sarcotesta de las semillas frescas en número suficiente para obtener aproximadamente 20 ml de extracto filtrado en doble capa de gasa.
2. Afora el extracto obtenido a 50 ml con agua destilada.

Melón

1. Parte el melón y saca las semillas con su jugo.
2. Colócalas directamente sobre tres capas de gasa y exprime sobre un vaso de precipitado.
3. Toma, al igual que en el caso de la papaya, 20 ml y afora a 50 ml con agua destilada.

Jitomate

1. Sigue el mismo procedimiento que para el melón.

Siembra

1. Separa cuatro lotes de 100 semillas de rábano y distribúyelas sobre una caja de Petri con algodón.
2. Humedece adecuadamente el algodón con el extracto respectivo.
3. Mantén a temperatura ambiente durante un día. El cuarto lote de 100 semillas utilízalo como control.
4. Cuenta el porcentaje de germinación al cabo de 24 y 48 horas.
5. Compara los tratamientos.
6. En caso de que sea necesario humedecer nuevamente alguno de los tratamientos, realízalo con agua destilada.

Bibliografía recomendada

- Arumagan, S. y K. G. Shanmgavelu (1975), "Studies of Sarcotesta on the Seed Germination of Papaya (*Carica papaya*)", *Seed Research*, 3, pp. 7-80.
- Ballesteros Patrón, G.A. *et al.* (2011), *Manual de prácticas de fisiología vegetal*, Ciudad Altamirano, Guerrero, Garabato Editorial.
- Mosqueda, V. R. (1969), "Efecto de diversos tratamientos aplicados a la semilla de papaya sobre su poder germinativo", *Agricultura Técnica*, 2(11), pp. 487-491.

Práctica 26

Plantas criptógamas: Microalgas de agua dulce

Karla Genoveva Ríos-González

Introducción

Tanto las microalgas de agua dulce como las de agua salada, aunque en ambientes diferentes, forman parte de un grupo llamado plancton. Este término fue adoptado por el alemán Víctor Hensen, quien lo definió como aquellas partículas que flotan libremente en el agua. Aunque el plancton no flota del todo libremente, ya que está compuesto por animales en estadios adultos y larvarios, así como por algas flageladas que presentan migraciones diurnas y nocturnas (en el caso de las de aguas saladas). El término plancton puede ser mejor definido como una comunidad de organismos adaptados a la suspensión en aguas, tanto marinas como dulces. En el caso de referirnos exclusivamente a las algas (grupo compuesto por representantes de las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta), la expresión que se utiliza es fitoplancton.

Dependiendo del tamaño o el ambiente en el cual se localiza, el fitoplancton puede ser clasificado de la siguiente manera:

<i>Por ambiente</i>	<i>Por tamaño</i>
Limnoplankton: fitoplancton de lagos	Ultrafitoplancton: organismos menores de 2 μm
Heleoplankton: fitoplancton de charcas	Nanofitoplancton: organismos de 2 de 20 μm
Potamoplankton: fitoplancton de ríos	Microfitoplancton: organismos de 20 a 200 μm
	Macrofitoplancton: organismos mayores de 2,000 μm .

Objetivos

1. Conocer la importancia ecológica del fitoplancton de agua dulce.
2. Determinar ejemplares de agua dulce.

Material

- Pipeta Pasteur
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto
- Muestra de fitoplancton de agua dulce

Desarrollo

1. Toma una pequeña cantidad de la muestra con la pipeta Pasteur, colócala en el portaobjetos y cúbreala.
2. Observa en el microscopio a un aumento de 10x y 40x.
3. Describe las microalgas encontradas considerando forma, color, agrupación, entre otros caracteres.
4. Establece a qué orden pertenecen y, si es posible, determina su género.
5. Dibuja las algas encontradas.
6. Escribe tus conclusiones.

Bibliografía recomendada

- Caluff, M. G. (2012), *La magia de mi jardín*, Santiago de Cuba, Oriente.
- González, J. (1987), “Las algas de México”, *Ciencias*, 10, pp. 16-25.
- López-González, A. R.; Mora-Navarro, M. R. A. y R. M. Hernández-Herrera (2006), *Prácticas de laboratorio y campo de ficología*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Tormo-Molina, R. (s/a), *Lecciones hipertextuales de botánica*, Universidad de Extremadura. Disponible en: www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm. Consultado: 28 de junio de 2014.
- (2014), *Plantas y hongos*. Disponible en: <http://www.plantasyhongos.es>. Consultado: 28 de junio de 2014.

Práctica 27

Plantas criptógamas:

Microalgas de agua salada

Karla Genoveva Ríos-González

Introducción

El fitoplancton, al igual que la mayoría de las plantas, fija carbono por medio del proceso de fotosíntesis a partir de agua, gas carbónico y energía luminosa. La importancia del fitoplancton es evidente, ya que la Tierra está compuesta por tres cuartas partes de agua. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton. Él constituye la base de la pirámide alimentaria de todo el ecosistema marino. El fitoplancton se compone principalmente de algas unicelulares microscópicas.

La diversidad de especies de fitoplancton obedece a cambios en la densidad del agua, a la capacidad de suspensión celular y a la cantidad de nutrientes, así como a la tendencia que puede apreciarse en el plano vertical de la zona fótica de aguas oceánicas abiertas.

Objetivos

1. Conocer la importancia ecológica de las microalgas de agua salada.
2. Determinar especímenes representantes de agua salada.
3. Conocer la composición del fitoplancton de las dos fases del día (diurna y nocturna).

Material

- Pipeta Pasteur
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto
- Muestra de fitoplancton de agua salada (obtenida de arrastres diurnos y nocturnos)

Desarrollo

El procedimiento se repite para las muestras diurna y nocturna:

1. Toma una pequeña cantidad de la muestra con la pipeta Pasteur, colócala en el portaobjetos y cúbreala.
2. Observa en el microscopio a un aumento de 10x y 40x.
3. Describe las microalgas encontradas considerando forma, color, agrupación, entre otros caracteres.
4. Establece a qué orden pertenecen y, si es posible, determina su género.
5. Dibuja las algas encontradas.
6. Escribe tus conclusiones.

Bibliografía recomendada

- Caluff, M. G. (2012), *La magia de mi jardín*, Santiago de Cuba, Oriente.
- González, J. (1987), “Las algas de México”, *Ciencias*, 10, pp. 16-25.
- López-González, A. R.; Mora-Navarro, M. R. A. y R. M. Hernández-Herrera (2006), *Prácticas de laboratorio y campo de ficología*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Tormo-Molina, R. (s/a), *Lecciones hipertextuales de botánica*, Universidad de Extremadura. Disponible en: www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm. Consultado: 28 de junio de 2014.
- (2014), *Plantas y hongos*. Disponible en: <http://www.plantasyhongos.es>. Consultado: 28 de junio de 2014.

Práctica 28

Plantas criptógamas: Macroalgas

Karla Genoveva Ríos-González

Introducción

Las macroalgas son uno de los grupos taxonómicos mayormente utilizados en nuestros días, aunque muy pocos de nosotros somos conscientes de ello. Estos organismos tienen tanto importancia positiva como negativa. Los usos van desde el consumo para la alimentación hasta compuestos industriales. Asimismo, pueden tener repercusiones de manera directa e indirecta sobre nuestra salud. Las algas se encuentran en todas partes del mundo; esto se debe principalmente a su antigüedad geológica.

Las algas son plantas no vasculares, fotosintéticas, que contienen clorofila *a* y tienen estructuras reproductoras simples. La presencia de plastos y clorofila las diferencia de los hongos, aunque existen algunos organismos unicelulares sin plastos pero que son algas.

Las esporas y gametos se forman a partir de una célula madre que transforma todo su contenido en esporas o gametos (en las arquegoniadas una parte solamente del contenido de la célula madre se transforma en espora o gameto, el resto formará una envuelta pluricelular).

Presentan una gran diversidad de formas y tamaños. Existen en casi todos los ambientes. Algunas se parecen a animales en que ingieren partículas de alimento, otras se parecen a plantas superiores pues tienen órganos semejantes (análogos) a tallos, hojas y raíces. Algunos organismos pigmentados (no fotosintéticos, saprófitos o parásitos) deben considerarse algas.

Objetivos

1. Conocer las principales características de las macroalgas (Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta).
2. Determinar, en el nivel género, los ejemplares previamente colectados.

Material

- Pipeta Pasteur
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto y estereoscópico
- Navaja para afeitar
- Charola de disección
- Caja de Petri
- Pinza de relojero
- Aguja de disección
- Muestras de macroalgas

Desarrollo

1. Enjuaga con agua corriente los ejemplares recolectados.
2. Coloca los especímenes en una charola de disección o en cajas de Petri.
3. Determina, con la ayuda de claves, el género de los especímenes recolectados.
4. Describe las características de los ejemplares observados y realiza su dibujo.
5. Escribe tus conclusiones.

Bibliografía recomendada

- Caluff, M. G. (2012), *La magia de mi jardín*, Santiago de Cuba, Oriente.
- González, J. (1987), "Las algas de México", *Ciencias*, 10, pp. 16-25.
- López-González, A. R.; Mora-Navarro, M. R. A. y R. M. Hernández-Herrera (2006), *Prácticas de laboratorio y campo de ficología*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Tormo-Molina, R. (s/a), *Lecciones hipertextuales de botánica*, Universidad de Extremadura. Disponible en: www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm. Consultado: 28 de junio de 2014.
- (2014), *Plantas y hongos*. Disponible en: <http://www.plantasyhongos.es>. Consultado: 28 de junio de 2014.

Práctica 29

Plantas criptógamas: Bryophyta, Anthocherophyta y Hepatophyta

Karla Genoveva Ríos-González

Introducción

Las briofitas son plantas no vasculares con ciclo vital que presenta alternancia de generaciones heterofásica y heteromórfica. El gametofito desarrolla gametangios, anteridios y arquegonios (arquegoniadas). Los arquegonios están rodeados por una envoltura protectora de células estériles. En la fecundación el cigoto desarrolla un embrión pluricelular (embriófitos) que es alimentado por la célula madre.

Los esporangios presentan una envoltura de células estériles. Puede aparecer una cutícula que, como protección de las células de la evaporación, es muy fina, lo que ocasiona que los briófitos se des sequen rápidamente. Asimismo, puede estar presente un sistema conductor muy simplificado. Los cloroplastos poseen clorofila *a* y *b*, además de carotenoides y almidón como material de reserva. Las paredes celulares de celulosa carecen de lignina. Se conocen unas 24,000 especies que incluyen a los antoceros, hepáticas y musgos.

Presentan alternancia de generaciones, donde la fase predominante es el gametofito sobre el esporofito. El gametofito puede ser de morfología talosa y con rizoides en la cara inferior. Además, logra exhibir una diferenciación en tejidos asimiladores y tejidos almacenadores; asimismo, puede mostrar una morfología foliosa con rizoides, filidios y caulidios. Los filidios suelen ser uniestratificados y los rizoides son tubos pluricelulares o unicelulares.

Los musgos, por lo general, son plantas pequeñas y habitan en ambientes muy variados. Requieren un ambiente temporalmente saturado de agua para completar

su ciclo de vida, ya que carecen de tejido vascular o leñoso. Normalmente viven en paredes de roca, cortezas de árboles y suelos húmedos. Son estacionales.

Objetivos

1. Conocer las características principales de las divisiones Bryophyta, Anthoherophyta y Hepatophyta.
2. Conocer la anatomía y la morfología de ejemplares de las tres divisiones.
3. Determinar la división y el orden a que pertenecen los especímenes recolectados.

Material

- Pinza de relojero
- Caja de Petri
- Microscopio estereoscópico
- Si es posible, ejemplares de las tres divisiones recolectados previamente

Desarrollo

1. Toma una sección del ejemplar recolectado y colócalo en una caja de Petri.
2. Observa bajo el microscopio estereoscópico las estructuras de cada grupo, la estructura del gametofito, las estructuras reproductivas, el color y la organización de los filidios, entre otros.
3. Con la ayuda de claves determina el orden a que pertenecen los ejemplares y, si es posible, el género y la especie.
4. Escribe tus observaciones y realiza dibujos o esquemas de los ejemplares.
5. Escribe tus conclusiones.

Bibliografía recomendada

- Macías-Rodríguez, M. A.; García-García, E. y M. R. A. Mora-Navarro (2006), *Manual teórico-práctico de briofitas*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Tormo-Molina, R. (s/a), *Lecciones hipertextuales de botánica*, Universidad de Extremadura. Disponible en: www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm. Consultado: 28 de junio de 2014.
- (2014), *Plantas y hongos*. Disponible en: <http://www.plantasyhongos.es>. Consultado: 28 de junio de 2014.
- Velázquez-Montes, E. y R. M. Fonseca (2012), *Manual de prácticas de laboratorio: briofitas, pteridofitas y gimnospermas*, México, Las Prensas de Ciencias-UNAM.

Práctica 30

Plantas criptógamas: Pteridophyta

Karla Genoveva Ríos-González

Introducción

Los helechos son plantas vasculares arquegoniadas que tienen alternancia de generaciones heteromórfica, donde el esporofito es la fase dominante e independiente. Tienen ramificación dicótoma, o algunas veces monopódica. La vascularización solo se caracteriza por la presencia de traqueidas, escalariformes, rara vez acompañadas de vasos verdaderos; son raras las formaciones vasculares secundarias. Presentan una cutícula impermeable. Los esporangios son epifilos, hipofilos o terminales, rara vez epicaulinares, dispersos o agrupados en soros. Homosporia dominante, con algunas variaciones. Los gametofitos son libres o más o menos incluidos, foliáceos y taloideos, pocas veces caulinareos y vascularizados. La reproducción por gametos masculinos flagelados requiere la presencia de agua. Aparición abundante de apogamia.

Actualmente se considera que existen alrededor de 12,000 especies de helechos y licofitos, que se distribuyen en las selvas de Asia, Centroamérica y los Andes. Los helechos ocupan una gran variedad de ambientes, como los hemiepífitos, palustres, acuáticos y terrestres.

Objetivos

1. Conocer las principales características morfológicas de los helechos.
2. Determinar el grupo a que pertenecen los ejemplares recolectados.

Material

- Pinza de relojero
- Caja de Petri
- Microscopio estereoscópico
- Ejemplares de helechos recolectados previamente

Desarrollo

1. Toma una muestra del material recolectado.
2. Observa las características macroscópicas del ejemplar, como la forma de la ramificación, la estructura de la planta, el color y la forma de la hoja, entre otros.
3. Coloca la muestra en el microscopio estereoscópico y observa estructuras reproductivas, rizomas, tallo, entre otras.
4. Describe las características de cada uno de los ejemplares observados.
5. Determina la división, el género y, de ser posible, la especie, de cada uno de los ejemplares recolectados.
6. Elabora dibujos o esquemas de cada uno de ellos.
7. Escribe tus conclusiones.

Bibliografía recomendada

- Tormo-Molina, R. (s/a), *Lecciones hipertextuales de botánica*, Universidad de Extremadura. Disponible en: www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm. Consultado 28 de junio de 2014.
- (2014), *Plantas y hongos*. Disponible en: <http://www.plantasyhongos.es>. Consultado: 28 de junio de 2014.
- Velázquez-Montes, E. y R. M. Fonseca (2012), *Manual de prácticas de laboratorio: briofitas, pteridofitas y gimnospermas*, México, Las Prensas de Ciencias-UNAM.

Práctica de campo 1

Ecología costera:

Ecosistemas estuarinos, manglares

Pedro Medina-Rosas

Introducción

Los manglares son ecosistemas altamente productivos, poseen una gran diversidad y proporcionan una gran variedad de recursos y servicios ambientales. Los manglares se desarrollan en más de tres cuartas partes de la costa de los trópicos del mundo, y están compuestos por diferentes especies de plantas que representan una zona de transición entre las comunidades marinas y terrestres. En el mundo existen más de 50 especies de mangles, pero en México predominan solo cuatro. Los manglares están influidos diariamente por el agua de mar, debido a las mareas y a los nutrientes que se encuentran en él, así como por el agua dulce que llevan ríos y arroyos, que también tienen nutrientes y sedimentos. Junto a estos factores, los manglares son afectados por lluvia, aridez, salinidad y la calidad del suelo, según su localidad. Sin embargo, actualmente los manglares se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo y están desapareciendo de manera acelerada. Por lo tanto, es muy importante determinar los componentes de la estructura del ecosistema y los factores que influyen de manera local para entender su funcionamiento, así como establecer vías para obtener beneficios para las comunidades humanas cercanas y, al mismo tiempo, incrementar su protección y conservación.

Objetivo general y particulares

1. El objetivo general de la práctica es reconocer las características notables de los manglares y analizar su relevancia ecológica como ecosistema costero, para conocer los beneficios que proporcionan a los humanos.
2. Los objetivos particulares son conocer las características principales de los manglares como ecosistemas costeros, las especies que se distribuyen en el Pacífico mexicano, con sus respectivas características principales. Reconocer su relevancia en cuanto a los servicios ecológicos que proporcionan, tanto para los organismos que se pueden encontrar en ellos como para los humanos, y la importancia de su protección, incluyendo la opción de las áreas protegidas donde se desarrollan manglares.

Material

- Vestimenta de campo (pantalón, camisa manga larga, sombrero o gorra para protegerse del sol, botas o zapatos de campo para caminar en lodo)
- Botella con agua
- Libreta de campo y pluma
- Binoculares
- Cámara fotográfica
- Guía de campo para identificar mangles, aves, reptiles y anfibios (por ejemplo, Agráz-Hernández *et al.*, 2006, y Myska, 2013)

Desarrollo

1. El estero El Salado se encuentra en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco y, por estar rodeado de asentamientos urbanos, se considera como un estero urbano. Tiene más de cien hectáreas de vegetación de manglar y marismas, aunque también cuenta con áreas de selva mediana subcaducifolia, vegetación acuática, bosque espinoso y vegetación secundaria. Posee una conexión permanente con el mar a través de un canal que desemboca en la marina de Puerto Vallarta. Es un hábitat importante para más de cien especies de aves, diez de mamíferos y casi treinta de anfibios y reptiles, entre los que sobresale el cocodrilo de río. Además, incluye tres especies de mangles. Para más in-

formación sobre el estero se puede visitar el sitio <http://www.esterodelsalado.org>.

2. Realizar una visita al estero El Salado, que incluirá una explicación inicial por parte del personal del área protegida; se realizarán preguntas planeadas con anterioridad durante las clases, para reafirmar el conocimiento adquirido y resolver dudas específicas.
3. Llevar a cabo un recorrido en una embarcación por el canal principal, así como una visita a la torre de observación, con el objetivo de percibir la zonación de las diferentes especies de mangles, así como sus características morfológicas. Además, se tomará nota de las especies de flora y fauna observadas, su distribución en las zonas del manglar y su comportamiento.
4. Al final del recorrido se visitará el área que contiene ejemplares de cocodrilo de río para conocer más de la biología de la especie.
5. Durante el recorrido es recomendable realizar un registro fotográfico de las especies de flora y fauna observadas, así como de los aspectos relevantes de la práctica, para que sean considerados en el informe.

Cuestionario

Entregar un informe con una síntesis de la visita y que incluya los siguientes puntos:

1. Estero El Salado. Describir el área protegida, incluir su historia, explicar los programas que manejan y normatividad relevante. Consultar la información en su sitio de Internet y confirmar información durante la visita.
2. Justifica las ventajas y desventajas que ha tenido el estero a partir del decreto del área protegida.
3. ¿Cuáles son las especies de mangles que se encuentran en El Salado? Describe su estructura, su zonación y sus características principales, y detalla las diferencias que permiten identificar las observadas durante el recorrido.
4. ¿Qué especies de animales se observaron durante el recorrido?
5. Enlista y describe las aves observadas y sus características, dependiendo de si son permanentes o migratorias, y su comportamiento observado.
6. Enlista y describe las especies de invertebrados observados, incluyendo información biológica relevante.
7. Enlista la flora y la fauna que no se observó durante la visita pero que sabes que existe en el área.

8. Cocodrilo de río. Describe las características biológicas de la especie. Describe el comportamiento que tuvieron los cocodrilos observados en el estero sobre la base de la hora del día, el nivel de marea y la estación del año, entre otros factores.
9. ¿En qué acciones o programas del área protegida te interesaría participar como estudiante o voluntario?
10. ¿Qué le dirías a alguien que no ha ido a un estero para que fuera a conocerlo? ¿Cómo convencerías a un local de Puerto Vallarta que nunca ha ido para que vaya a conocer El Salado?
11. Análisis de la cobertura de manglares a varias escalas. En primer lugar, hacer un análisis a escala mundial, con las generalidades de la cobertura, el número de especies y el porcentaje de pérdida anual. Posteriormente, compara los continentes, y finalmente analiza el continente americano. ¿Cómo ha variado el porcentaje de cobertura en los últimos años? ¿Qué esfuerzos se hacen para la conservación de los manglares? Consulta FAO (2007) y Giri *et al.* (2011).
12. Análisis de los manglares de México. Sintetiza la información sobre los manglares de México y realiza un análisis de los datos que se presentan por cada estado del país que tiene manglares (¿cuántos estados no tienen?). Incluye además las áreas protegidas, así como la información relevante por estado. Realiza una comparación de los valores del estado de Jalisco con otros dos estados: uno del Pacífico y otro del Atlántico (golfo de México o mar Caribe), que tú elijas. Este análisis comparativo también incluirá comparaciones de los cambios a través del tiempo, las condiciones estatales y las perspectivas. Las publicaciones de CONABIO (2008, 2009, 2013) son especialmente requeridas para este análisis.
13. Análisis específico del porcentaje de pérdida de manglares en México y el mundo. ¿En qué países ha habido más pérdidas? Describe las razones. En México, incluye el análisis de varios estados.
14. ¿Cuál es el valor económico de los manglares? ¿Cómo se mide? ¿Qué valores tienen en México y otros lugares del mundo? Consulta Aburto-Oropeza *et al.* (2008) y Calderón *et al.* (2009).
15. ¿Cuál es la importancia ecológica de los manglares como ecosistemas ante el cambio climático? Implicaciones con el incremento del nivel del mar. ¿Qué regiones del mundo son las más vulnerables? ¿Por qué? Consulta Duke *et al.* (2007) y Alongi (2008).
16. Al final del informe incluye una conclusión del tema de manglares, con una reflexión sobre el tema a escala mundial, nacional, regional, estatal y local.

Incluye también recomendaciones, comentarios y quejas sobre el recorrido en el estero.

17. No olvides incluir fotos relevantes del recorrido.

Bibliografía recomendada

- Aburto-Oropeza, O. *et al.* (2008), "Mangroves in the Gulf of California increase Fishery Yields", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, pp. 10456-10459.
- Agráz-Hernández, C. M. *et al.* (2006), *Guía de campo: identificación de los manglares en México*, Universidad Autónoma de Campeche, México.
- Alongi, D. M. (2002), "Present State and Future of the World's Mangrove Forests", *Environmental Conservation*, 29, pp. 331-349.
- (2008), "Mangrove Forests: Resilience, Protection from Tsunamis, and Responses to Global Climate Change" *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76, pp. 1-13.
- Calderón, C.; Aburto, O. y E. Ezcurra (2009), "El valor de los manglares", *Biodiversitas*, 82, pp. 2-6.
- CONABIO (2008), *Manglares de México*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- (2009), *Manglares de México: extensión y distribución*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- (2013), *Manglares de México: extensión, distribución y monitoreo*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Duke, N. C. *et al.* (2007), "A World without Mangroves?", *Science*, 317, pp. 41-42.
- FAO (2007), *The World's Mangroves 1980-2005*, Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Giri, C. *et al.* (2011), "Status and Distribution of Mangrove Forests of the World using Earth Observation Satellite Data", *Global Ecology and Biogeography*, 20, pp. 154-159.
- Myska, P. (2013), *Guía de campo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos de México occidental*, México, Viva Natura.

*Manual de prácticas biológicas
de laboratorio y campo*
se terminó de imprimir en septiembre de 2014
en los talleres de Ediciones de la Noche
Madero 687, Zona Centro
Guadalajara, Jalisco.
El tiraje fue de 1,000 ejemplares.

Ilustrador: Fabio G. Cupul Magaña

www.edicionesdelanoche.com

El *Manual de prácticas biológicas de laboratorio y campo* es una herramienta académica para apoyar la formación profesional de los estudiantes de los cursos impartidos en la carrera de biología del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (UdeG); sin embargo, lo anterior no limita su uso en otros campus de la red universitaria de la UdeG o instituciones educativas dentro y fuera del estado de Jalisco.

Este primer volumen, en el que participaron ocho autores, incluye 30 prácticas de laboratorio, una práctica de campo de ecología costera, un apartado sobre recomendaciones para la elaboración de un informe de práctica de laboratorio y el listado de literatura para reforzar el conocimiento práctico de la materia de artrópodos.



CUCOSTA
Centro Universitario de la Costa

ISBN: 978-607-742-038-5

