

Universidad Rural de Guatemala
Laboratorios Intensivos



Manual de Laboratorio

CURSO: Laboratorio de Ciencias Naturales
CATEDRÁTICO: Marco Antonio Flores

Guatemala, primer semestre 2019

INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Para la realización adecuada de las prácticas, deberán atenderse las siguientes **indicaciones**:

1. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica). SIN EXCEPCIONES.
2. Se prohíbe terminantemente comer, beber o fumar dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio.
3. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio, visitas durante la realización de la práctica o hablar a través de las ventanas.
4. Para poder realizar la práctica debe contar con los siguientes elementos.
 - Cebolla morada (*Allium cepa*), solo el bulbo
 - Tomate (*Solanum lycopersicum*), solo el fruto, en estado maduro macizo.
 - Hierba de pollo (*Tradescantia zebrina*)
 - Células humanas (mucosa bucal)
 - Helechos (soros)
 - Hierba de agua (*Commelina difusa*)
 - Flores, polen y esporas
 - Insectos, arañas (escarabajos, alacranes, chicharras, artrópodos en general)

Nota: todo el material Biológico será colectado y llevado al laboratorio en grupos de 8 a 10 estudiantes, según la programación para cada sede. En el caso de los insectos y arañas deben estar sumergidos en alcohol.

Equipo y reactivos proporcionados por la Universidad

- ✓ Microscopio
- ✓ Estereoscopio
- ✓ Lente de aumento (lupa)
- ✓ Cajas de Petri
- ✓ Pinzas
- ✓ Goteros
- ✓ Colorantes (azul de metileno)

Equipo y utensilios que deben traer los estudiantes

- ✓ Porta y cubreobjetos
- ✓ Bata blanca con mangas largas
- ✓ Pinzas metálicas

- ✓ Agujas de disección
- ✓ Papel toalla (Papel mayordomo)
- ✓ Jabón en polvo
- ✓ Palillos
- ✓ Extensión eléctrica (min 5 m)

ENTREGA DE EQUIPO

Debe revisar cuidadosamente el equipo que se le asigne, ya que debe entregar su DPI al momento de recibir éste. Al terminar la práctica debe revisar con el instructor que el equipo utilizado se encuentre en las mismas condiciones en las que fue entregado. Se devolverá el DPI cuando el equipo sea entregado al instructor. De lo contrario todo el grupo tendrá SUSPENDIDA la nota final de laboratorio hasta solucionar el problema genera y se enviará el reporte a su respectiva sede.

De no cumplir con estas indicaciones será sancionado con una inasistencia o será retirado del laboratorio.

NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

1. El alumno debe llevar en todo momento: **bata de Laboratorio y manual de laboratorio.**
2. Obedecer las medidas de seguridad indicadas en su manual para cada una de las prácticas.
3. Bajo ninguna circunstancia se puede ingerir alimentos y/o beber dentro del laboratorio.
4. El alumno acude a las prácticas sólo en presencia de su catedrático y debe abandonar el laboratorio al término de las mismas.
5. Asistir en la fecha y hora programada para su grupo llevando a cabo un examen corto al inicio de cada práctica, de no estar presente a la hora de su laboratorio no se harán exámenes fuera de tiempo, sin excepciones.
6. Hacer uso adecuado de las instalaciones, mobiliario, instrumental, material y reactivo.
7. Son responsables del material, aparatos y mobiliario que utilice, en caso de que se dañen como producto de su irresponsabilidad, se levantará un reporte, quedando su documento de identificación (DPI) en depósito hasta la reparación del daño, en caso contrario no acreditará la nota del curso.
8. **Se prohíbe estrictamente jugar** y hacer cualquier actividad ajena a las indicadas por el catedrático.
9. El área del laboratorio es exclusivamente para realizar el trabajo de la práctica; cualquier tipo de acción ajena al trabajo o reuniones sociales deberá evitarse dentro de ésta área.
10. No se permite la presencia de estudiantes o personas ajenas a la práctica.
11. Luego de la Práctica, limpiar el área de trabajo y entregar los materiales utilizados limpios y en buenas condiciones.
12. Antes de salir del laboratorio el alumno revisa llaves de gas, agua y conexiones eléctricas. Cada estudiante es responsable de todos esos detalles, independiente de sí utilizó los aparatos o no.

Nota: Cualquier infracción a alguna de las anteriores reglas, lo hacen acreedor a la expulsión de la práctica del día, perdiendo su asistencia a la misma, aunque se haya hecho acto de presencia.

CÓMO REPORTAR

Las secciones de las cuales consta un reporte, son:

Carátula.....	00 puntos
a. Resumen.....	15 puntos
b. Marco Teórico.....	15 puntos
c. Resultados.....	15 puntos
d. Interpretación de Resultados.....	25 puntos
e. Conclusiones.....	10 puntos
f. Datos calculados.....	15 puntos
g. <u>Bibliografía.....</u>	<u>05 puntos</u>
Total.....	100 puntos

Por cada falta de ortografía o error gramatical, se descontará un punto sobre cien, todas las mayúsculas se deben de tildar. Es importante dirigirse al lector de una manera impersonal, de manera que expresiones tales como “obtuvimos”, “hicimos”, “observé”, serán sancionadas. Debe utilizar expresiones como “se realizó”, “se midió”, “se calentó”, etc.

SI SE ENCUENTRAN DOS REPORTES PARCIAL O TOTALMENTE PARECIDOS SE ANULARÁN AUTOMÁTICAMENTE DICHOS REPORTES.

- RESUMEN:** en esta sección deben responderse las siguientes preguntas: ¿qué se hizo?, ¿cómo se hizo? Y ¿a qué se llegó? El contenido debe ocupar media página como mínimo y una página como máximo.
- MARCO TEÓRICO:** esta sección sirve de base teórica. Sera de un máximo de 3 páginas. *Se usará literatura editada con normas técnicas y se citará en base a Normas APA, ver link en bibliografía.*
- RESULTADOS:** en esta sección deben incluirse todos los datos obtenidos al final de la práctica. *Debe usarse terminología técnica, redacción clara, concreta y si se usan dimensionales, debe ser con normas técnicas.*
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:** esta sección corresponde a una demostración, explicación y análisis de todo lo que ocurrió y resultó de la práctica, explicando de una manera cuantitativa y cualitativa, tanto los resultados como los pasos seguidos para la obtención de los mismos. Pueden incluirse explicaciones a posibles errores del experimento en cuestión. Aun cuando la discusión se apoya en la bibliografía, no debe ser una transcripción de la misma, ya que el estudiante debe explicar con sus propias palabras y criterio lo que sucede en la práctica. Cuando se haga uso de la teoría en alguna parte de la discusión debe indicarse

colocando al final de párrafo (que debe ir entre comillas), la bibliografía de dónde se obtuvo la información. La forma de colocarlo es la siguiente: (Ref. 1 Pág. 5).

En cuanto a los resultados propiamente dichos, deben explicarse el porqué de los mismos. Debe hacerse una comparación entre el resultado experimental y el resultado real (investigado) de cada objeto de estudio.

- a. **CONCLUSIONES:** constituyen la parte más importante del reporte. Las conclusiones son “juicios críticos razonados” a los que ha llegado el autor, después de una cuidadosa consideración de los resultados del estudio o experimento y que se infieren de los hechos. Deberán ser lógicos, claramente apoyados y sencillamente enunciados. Esta sección deberá ser extraída de la interpretación de resultados ya que allí han sido razonados, tomando en cuenta los objetivos de la práctica.
- b. **DATOS CALCULADOS:** constituyen todos los cálculos relacionados en la práctica (formulas y la descripción detallada de cómo se realizaron estos de una forma ordenada).
- c. **BIBLIOGRAFÍA:** esta sección consta de todas aquellas referencias (libros, revistas, documentos) utilizados como base bibliográfica en la elaboración del reporte. Deben citarse, como mínimo 3 referencias bibliográficas, las cuales deben ir numeradas y colocadas en orden alfabético según el apellido del autor, (**EL INSTRUCTIVO NO ES UNA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**). Todas deben estar referidas en alguna parte del reporte.

La forma de presentar las referencias bibliográficas es la siguiente:

GEANKOPLIS, Christie J; *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3ª ed. México: Editorial CECSA, 1998.

DETALLES FÍSICOS DEL REPORTE

- El reporte debe presentarse en hojas de papel bond tamaño carta.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del reporte deben estar escritas a mano CON LETRA CLARA Y LEGIBLE. El catedrático indicará si se pueden presentar a computadora.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada grupo de (dependiendo de la organización que se realizó al inicio del laboratorio así será el número de integrantes) debe de traer el material que se le indica en la tabla No. 1.

Tabla No. 1: Materiales necesarios para las prácticas.

Práctica	Material
1	Microscopio estereoscopio, Microscopio compuesto, Extensión para toma corriente, Cajas de Petri, Pinzas, Goteros, Colorantes (azul de metileno), Portaobjetos, Cubreobjetos, Montajes de célula animal, Montajes de célula animal.
2	Microscopio estereoscopio, Microscopio compuesto, Extensión para toma corriente, Pinzas, Goteros, Colorantes (azul de metileno), Portaobjetos, Cubreobjetos, bulbo de cebolla, hoja de hierba de pollo, cubo de Duroport, hoja de afeitar, portaobjetos, cubreobjetos, flores de diferentes plantas, fruto de tomate, aguja de disección, palillo o espátula, alcohol etílico, lugol, lanceta estéril.
3	Microscopio estereoscopio, Microscopio compuesto, Extensión para toma corriente, Pinzas, Goteros, Colorantes (azul de metileno), Portaobjetos, Cubreobjetos, aguja de disección, palillo o espátula, alcohol etílico, lugol, lanceta estéril.
4	Microscopio estereoscopio, Extensión para toma corriente, Pinzas, navaja muy delgada, hoja de afeitar, aguja de disección, escarabajos, grillos, mariposas, libélulas, arañas, alacranes, uropigios, amblipigios y garrapatas, cochinillas de humedad, Camarones, Cangrejos, Langostas.

PRÁCTICA No. 1: MICROSCOPIA

Objetivos:

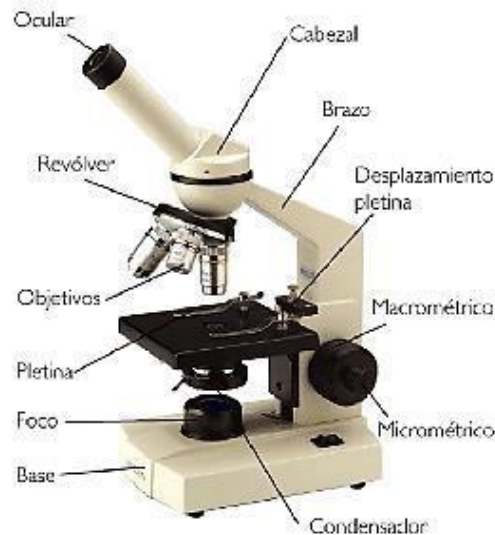
- ✓ Describir las partes de un microscopio simple, compuesto y el estereoscopio compuesto.
- ✓ Utilizar correctamente los instrumentos ópticos de observación.
- ✓ Observar células, microorganismos y tejidos bajo el microscopio.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

Para observar el funcionamiento y facilitar el manejo de los diferentes aparatos de observación se necesita conocer las partes las cuales se describirán a continuación:

a) Microscopio estereoscopio

El estereoscopio es un instrumento que cuenta con uno o dos oculares y dos lentes objetivos o de aumento. Puede utilizarse en la observación tridimensional de objetos y organismos visibles al ojo pero sin apreciación de los detalles al ojo desnudo, también es útil en trabajos de mineralogía y geología. El estereoscopio consta de las siguientes partes.



-Base: que es donde se asienta una porcelana circular llamada platina.

-Platina: disco de porcelana con dos caras, una blanca y otra negra que se usan según conveniencia para observar objetos cristalinos u opacos.

-Brazo: sale de la base y es un tubo que asciende, el cual sirve de soporte al cabezal y a los tornillos macrométricos.

-Tornillo macrométrico: este tornillo consta de un gemelo y se encuentra a cada lado del

Brazo y su función es subir y bajar el cabezal.

-Cabezal: es la parte que sirve de soporte a los lentes, los objetivos y oculares del estereoscopio.

-Oculares: son prominencias que salen del cabezal y que guardan un juego de lentes que permitan junto con los objetivos observar el objeto deseado.

b) Microscopio compuesto

El microscopio compuesto es el aparato más usado para la observación de objetos que no son visibles a simple vista. Está constituido por una serie de lentes, cuyo conjunto permite la observación de imágenes ampliadas.

El microscopio compuesto tiene dos variaciones en cuanto a oculares, los hay monoculares y este se utiliza empleando un solo ojo, mientras que los binoculares constan de dos oculares y hacen que la imagen se unifique cuando se observa con los dos ojos.

Tabla 1. Relación de objetivos y oculares

Objetivos	Oculares	Aumento del microscopio
10x	5x	50x
40x	5x	200x
100x (aceite de inmersión)	5x	500x

PROCEDIMIENTO:

A continuación, se enlistan los 8 pasos necesarios a seguir para la realización de las prácticas en el aula- laboratorio en la asignatura de Ciencias Naturales:

PASO 1. Preparar el espacio físico para el uso del microscopio.

PASO 2. Preparar el material de trabajo para la realización de la práctica.

PASO 3. Revisar que el microscopio esté en condiciones aptas para el trabajo*.

PASO 4. Realizar los cortes, montajes y observaciones para cada ensayo**.

PASO 5. Realizar la práctica indicada.

PASO6. Revisar que el microscopio se deje en condiciones aptas para que pueda ser

utilizado por otros compañeros***.

PASO 7. Limpiar el área donde se realizó la práctica.

PASO 8. Solicitar la revisión de la realización de la práctica.

*Si el microscopio no está en condiciones aptas para su uso (limpieza y funcionalidad) se deberá reportar inmediatamente a los profesores responsables de la práctica en el laboratorio.

**El paso 4 se realizarán el número de veces que sea necesario hasta cumplir los objetivos de la práctica y con la observación del total de ensayos asignadas por laboratorio.

***Si el microscopio no se deja en condiciones aptas para su uso posterior, se deberá reportar inmediatamente a los profesores responsables de la práctica en el laboratorio.

PRÁCTICA No. 2: La Célula Vegetal

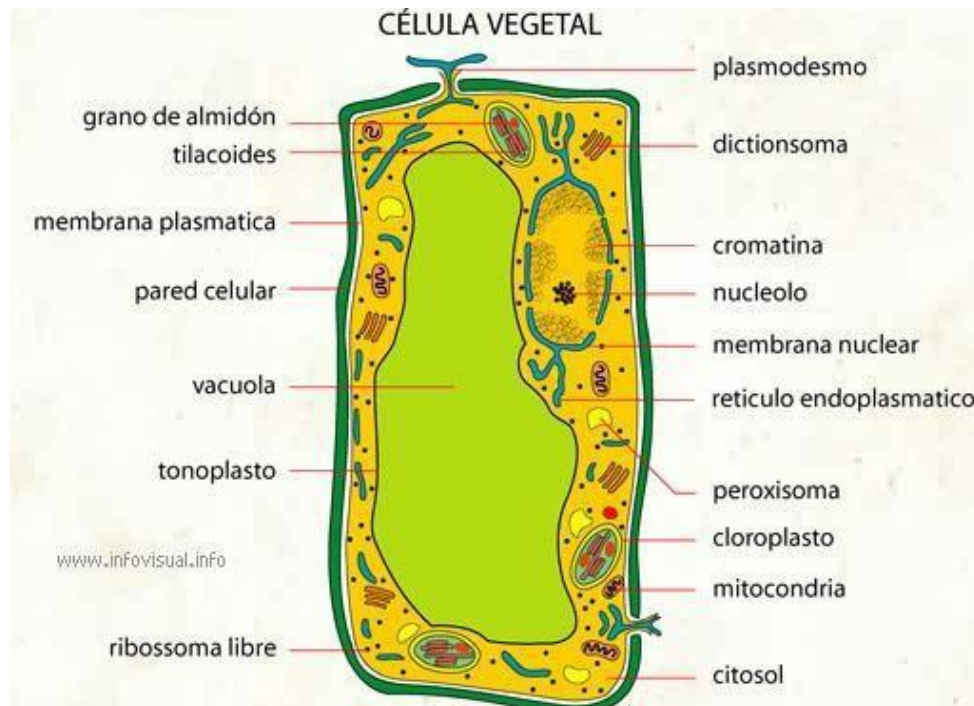
Objetivos:

- ✓ Realizar de manera correcta un montaje de observación.
- ✓ Observar la célula vegetal y algunos de sus organelos.
- ✓ Conocer las funciones de la célula animal.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

La célula es un sistema muy complejo y constituye el centro de intercambios intensos en energía y donde se lleva a cabo el proceso de la mitosis. La célula vegetal es aquella que compone a los miembros del reino Plantae. Es una célula eucariota, con un núcleo diferenciado, membrana y citoplasma al igual que la célula animal. Ambos tipos de células comparten algunas otras características pero difieren en otras. Específicamente, la célula vegetal cuenta con partes exclusivas ya que realiza un proceso único en el Reino Plantae conocido como fotosíntesis.

No obstante sus diferencias con la célula animal, es importante recordar que todas las células contienen el material genético hereditario que pasa a los descendientes. Los genes se encuentran dispuestos en unas estructuras llamadas cromosomas.



PROCEDIMIENTO:**Montaje 1. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS DE CEBOLLA (*Allium cepa*)**

Procedimiento:

- Toma un trozo de un bulbo de cebolla y con una aguja de disección se separa la epidermis.
- Extraer la epidermis de la cebolla con la mano una sección de 1 cm².
- Colocar la epidermis en el portaobjetos.
- Luego proceder a verter una gota de azul de metileno sobre la epidermis de la cebolla.
- Se coloca el cubreobjetos de tal forma que no se formen burbujas en el montaje.
- Llevar la muestra al microscopio, colocar correctamente con uso correcto del microscopio
- Finalmente observar las células vegetales de la epidermis y anotar lo observado.

Montaje 2. OBSERVACIÓN DE HIERBA DE POLLO (*Tradescantia zebrina*)

Procedimiento:

- Se tomar una hoja de hierba de pollo limpia, como sustituto podrá utilizar alguna raíz u otro vegetal suculento.
- Se corta un cubo de Duroport y se le hace un corte por el medio donde se introducirá la Hoja de hierba para sujetarla.
- Con una hoja de afeitar se procurará obtener un corte lo más fino posible
- Al lograr un corte fino se coloca en el portaobjetos y se le aplica una gota de agua
- Luego se coloca el cubreobjetos
- Se procede a la observación y anotación de lo observado.

Montaje 3. OBSERVACIÓN DE FLORES Y SUS ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

Procedimiento:

- Se debe coleccionar flores de diferentes plantas para observar estructuras masculinas y femeninas.
- Para observar polen debe colocar una gota de agua sobre el portaobjetos
- Luego de colocar la gota de agua, sacudir suavemente una flor para que caiga el polen
- Al observar que el polen ha caído, se coloca el cubreobjetos
- Se coloca de forma adecuada en el microscopio
- Se procede a la observación y anotación de lo observado.

Montaje 4. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS DE TOMATE

Procedimiento:

- Tome un trozo de un tomate y con una aguja de disección separe la epidermis
- Extraer la epidermis del tomate con la mano, una sección de 1 cm²
- Coloque la epidermis en el portaobjetos.

- Se coloca el cubre objetos de tal forma que no se formen burbujas en el montaje.
- Lleve la muestra al microscopio y la coloca correctamente aplicando el uso correcto del microscopio
- Finalmente observar las células vegetales de la epidermis y anotar lo observado.

PRÁCTICA No. 3: Célula animal

Objetivos:

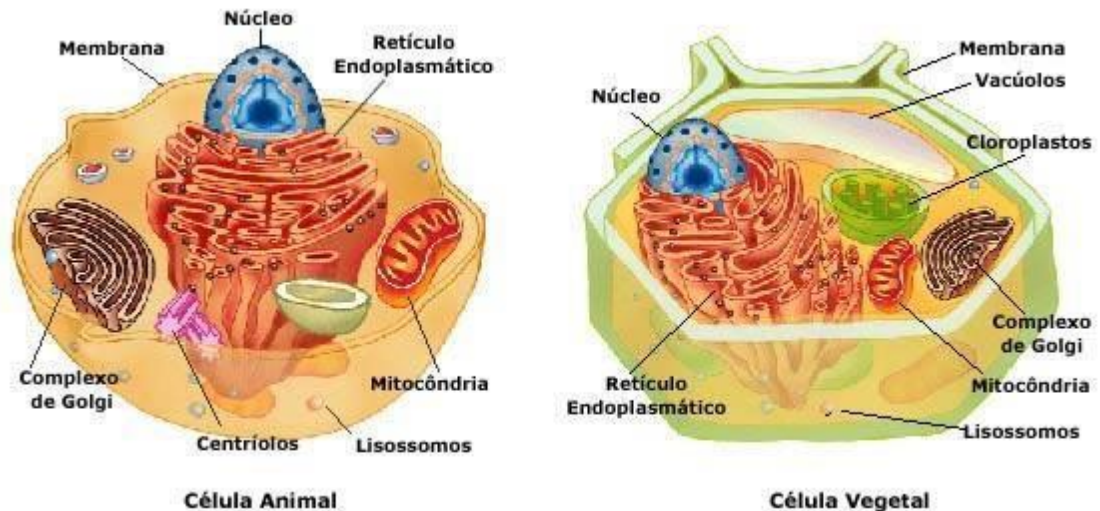
- ✓ Observar la estructura de la célula animal.
- ✓ Observar la estructura de las células sanguíneas.
- ✓ Conocer las funciones de la célula animal.
- ✓ Conocer la forma correcta de preparar una muestra para observación con técnicas de tinción.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

La célula animal es la unidad anatómica y funcional de todo ser vivo. Esta tiene funciones de auto conservación y auto reproducción. Es por esto, por lo que se considera la mínima expresión de vida de todo ser vivo. La clasificación de las células se divide en dos:

Células procariotas: Las células procariotas no poseen un núcleo celular de limitado por una membrana. Los organismos procariontes son las células más simples que se conocen. En este grupo se incluyen las algas azul-verdosas y las bacterias.

Células eucariotas: Las células eucariotas poseen un núcleo celular delimitado por una membrana. Estas células forman parte de los tejidos de organismos multicelulares como nosotros.



PROCEDIMIENTO:

Montaje 1. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS HUMANAS

- Raspe con un palillo o espátula, la cara interna de la mejilla 2 o 3 veces.
- Limpiar con alcohol el porta objetos. Deposite el producto mucoso blanquecino sobre el porta objetos limpio.

- Extienda uniformemente el producto obtenido, haciendo rodar el palillo por el centro del porta objetos
- Luego agregar una gota de lugol.
- Espere dos minutos antes de colocar el cubreobjetos.
- Observe al microscopio, enfocando en primer lugar con el objetivo de menor aumento, hasta que localice una zona donde se encuentren las células.
- Se procede a la observación y anotación de lo observado.

Montaje 2. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS SANGUÍNEAS

- Limpie la yema de un dedo con algodón empapado de alcohol y deje secar.
- Pinchar el dedo con una lanceta estéril y desechable. Apriete ligeramente el dedo y deposite una gota de sangre al centro del porta objetos y extender la gota uniformemente.
- Agitar el portaobjetos a manera de que la muestra quede seca para evitar que los glóbulos rojos se deformen.
- Aplicar unas gotas de alcohol y esperar a que el alcohol se evapore y quede fijado.
- Aplicar una gota de azul de metileno cubriendo la muestra y dejar por dos minutos.
- Lave la preparación con agua hasta eliminar el exceso de colorante.
- Secar el porta objetos con agitación o con la llama leve de un mechero o encendedor.
- Observe al microscopio, enfocando en primer lugar con el objetivo de menor aumento, hasta que localice una zona donde se encuentren las células.
- Se procede a la observación y anotación de lo observado.

Observación 3. Ejemplificación de una célula con un huevo de gallina.

- Dibuje de un huevo y ejemplificación de célula animal.
- Observación de partes del huevo.

PRÁCTICA No. 4: Diversidad Biológica y Evolución

Objetivos:

- Identificar los reinos en los que se clasifican los seres vivos.
- Observar la diversidad biológica de los seres vivos.
- Identificar procesos evolutivos en los seres vivos cotidianos.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

La diversidad biológica es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos al ambiente que encontramos en la biosfera. Se suele llamar también biodiversidad y constituye la gran riqueza de la vida del planeta. Se conocen en este momento alrededor de 1,700,000 especies de todo tipo de organismos. Continuamente están apareciendo especies nuevas y se sospecha con mucho fundamento que hay muchas más.

	Nº especies identificadas	Nº especies estimadas
Plantas no vasculares	150,000	200,000
Plantas vasculares	250,000	280,000
Invertebrados	1,300,000	4,400,000
Peces	21,000	23,000
Anfibios	3,125	3,500
Reptiles	5,115	6,000
Aves	8,715	9,000
Mamíferos	4,170	4,300
TOTAL	1,742,000	4,926,000

La zona del mundo en la que viven la mayor parte de las especies conocidas es la templada pero es porque existen años de investigación en estos lugares. En las zonas tropicales, especialmente en la selva, es donde la biodiversidad es mayor aunque en la actualidad no se conozca más que una parte de las especies que viven ahí. De hecho, los estudios biológicos en zonas tropicales encuentran con mucha facilidad especies nuevas.

La mayor parte de las especies conocidas son animales invertebrados, sobre todo insectos. Dentro de los insectos el grupo de los coleópteros es el más numeroso. Aunque de vez en cuando se siguen descubriendo algunas especies de mamíferos y otros animales o plantas superiores nuevas, en donde hay más especies desconocidas es en los grandes grupos de insectos y entre los hongos y los microorganismos.

PROCEDIMIENTO:**Observación 1. LA CLASE INSECTA Y SUS ADAPTACIONES EVOLUTIVAS**

- ✓ Los estudiantes trabajaran en grupos según la cantidad de estudiantes por estereoscopio.
- ✓ Deberán traer diversos ejemplares (Escarabajos, grillos, mariposas, libélulas, etc) colectados durante las salidas de campo.
- ✓ Cada ejemplar deberá ser examinado tratando de identificar cada una de sus partes.
- ✓ El reporte consistirá en el dibujo, función en el ecosistema y descripción anatómica del artrópodo observado.

Observación 2. LA CLASE ARÁCNIDA Y SUS ADAPTACIONES EVOLUTIVAS

- ✓ Los estudiantes trabajaran en grupos según la cantidad de estudiantes por estereoscopio.
- ✓ Deberán traer diversos ejemplares (arañas, alacranes, uropigios, amblipigios y garrapatas) colectados durante las salidas de campo.
- ✓ Cada ejemplar deberá ser examinado tratando de identificar cada una de sus partes.
- ✓ El reporte consistirá en el dibujo, función en el ecosistema y descripción anatómica del artrópodo observado.

Observación 3. LA CLASE CRUSTACEA Y SUS ADAPTACIONES EVOLUTIVAS

- ✓ Los estudiantes trabajaran en grupos según la cantidad de estudiantes por estereoscopio.
- ✓ Deberán traer diversos ejemplares (cochinillas de humedad, Camarones, Cangrejos, Langostas) colectados durante las salidas de campo.
- ✓ Cada ejemplar deberá ser examinado tratando de identificar cada una de sus partes.
- ✓ El reporte consistirá en el dibujo, función en el ecosistema y descripción anatómica del artrópodo observado.

BIBLIOGRAFÍA

1. AUDESIRK, GERALD; BYERS, BRUCE. Biología: La vida en la tierra. 6ta edición. Editorial Pearson 2003 Educación. 2003. 889 p.
2. AUDESIRK, TERESA; AUDESIRK, GERALD. Biología: La vida en la tierra. Ed. Prentice-Hall (Tr. al 1996 español en Pearson Educación Flores, Augusta) Hispanoamericana, S.A. USA.
3. CARTENER, PHILIP L. Microbiología. (Tr. al español por José Rafael Biengio. 4ta edición México, D.F. 1979. Mex.) Interamericana 518p.
4. CURTIS, HELENA (†); N. SUEBARNES; SCHNEK, ADRIANA; MASSARINI, ALICIA. Invitación a la 2015 Biología. 7ma Edición. Editorial Médica Panamericana. 800 p.
5. GARCÍA, V. RANDALL. Biología de la conservación: Conceptos y prácticas. Editorial INBio. 166p. 2002
6. ROBBINS, W.W., T.E. WEIR & C.R. STOCKING. La planta como mecanismo viviente. Botánica. Ed. 1966 Limusa. Mexico. 608 p.
7. SOLOMON, BERG; MARTIN & VILLEE. Biología de Villee. 4ta Edición. Grupo Editorial 1998 Interamericana. México.
8. UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMÍA. Manual de 2000 Laboratorio de Biología General. 65p.