



4S

Nunca estoy solo, mi microbiota me acompaña

M. C. Miguel Alonso Tzec Simá
Dr. Ignacio Rodrigo Islas Flores
Lic. Damián Alberto Mayo Ruíz

Unidad de Bioquímica
y Biología Molecular de Plantas.

Descripción

Conviviendo en un equilibrio armónico, en nuestro cuerpo habita una gran diversidad de microorganismos.

Una microbiota es el conjunto de microorganismos que residen en nuestro cuerpo (tracto gastrointestinal, genitourinario, respiratorio, cavidad oral, nasofaríngea y la piel). Algunos científicos han realizado estudios, calculando que por cada célula humana hay una bacteria en nuestro cuerpo o, dicho de otro modo, somos mitad humano-mitad bacteria.

Para esta investigación, estudiaremos la importancia que representan estos microorganismos en nuestra salud y de manera

práctica, conoceremos a algunos de estos habitantes del cuerpo humano. Para ello, tomaremos muestras de alguna parte de nuestro cuerpo y les haremos crecer en un medio de cultivo elaborado en casa; posteriormente, con ayuda de un microscopio casero, observaremos los diferentes tipos de microorganismos que logremos aislar.

Objetivo

Que el alumnado aprenda la importancia de la microbiota humana y al mismo tiempo, por medio de un experimento en casa, conozcan parte de su propia microbiota que siempre los acompaña.



Materia afín

- Ciencias y Tecnología/Biología/Diversidad, continuidad y cambio.

*(Currícula en: <https://www.planypogramasdestudio.sep.gob.mx/index-mapa-curricular2019.html>)

¿Qué vas a aprender?

- Método científico.
- Cultivo *in vitro* de microorganismos.
- Observación de microorganismos.
- Importancia de la microbiota humana.

Pregunta inicial



Cuando me siento solo, ¿en realidad lo estoy? Descubre el micro-mundo que siempre te acompaña y su importancia en tu salud.



Panorama general del tema

Seguramente en alguna ocasión has pensado que cada ser humano es una entidad independiente, autorregulada y que los alimentos que consumimos los digerimos sin ayuda de nadie. Sin embargo, déjame decirte que la verdad es que somos una especie mucho más compleja. Se podría decir que somos un superorganismo, o sea, una combinación de varios microorganismos, ya que para realizar muchas de nuestras funciones tenemos la ayuda de millones de ellos, que en conjunto forman a la **microbiota humana**.

Algunos científicos han calculado que somos mitad humano-mitad bacterias. Incluso a través de la evolución, las bacterias se han fusionado a nuestro genoma a tal grado que se calcula que tenemos 300 veces más genes de microbios que de ADN propio.

Las funciones que cumple la microbiota en nuestro cuerpo son esenciales, a tal grado de que no podríamos vivir sin ella; los diversos estudios así lo demuestran. Desde el momento de nacer adquirimos parte de nuestra microbiota, la cual se va desarrollando a lo largo de la vida, dependiendo de ciertos factores a los que nos exponemos.

El conocimiento obtenido hasta el momento ha sido realizado por estudios en laboratorio, aislando y cultivando a estos microorganismos para identificarlos y determinar sus funciones. Sin embargo, aunque a la mayoría de microorganismos que viven en el interior de los humanos no se les ha logrado aislar exitosamente, actualmente se utilizan técnicas muy avanzadas como la secuenciación del ADN de comunidades completas de bacterias (metagenómica), con lo cual se ha identificado a miles de microorganismos sin necesidad de cultivarlos.



En este proyecto aplicaremos métodos caseros que nos permitirán conocer parte de estos microorganismos que siempre acompañan a nuestro cuerpo. Para ello, usando nuestro ingenio y conocimiento,

utilizaremos material, accesorios de cocina y lo que esté a nuestro alcance para simular un laboratorio científico y así cumplir con nuestro objetivo.

¡Manos a la obra!



Presentación

Este proyecto inició en el laboratorio por la inquietud de observar diferentes microorganismos que crecen en los medios de cultivo que utilizamos; estos provenían de nuestro cuerpo como producto de una manipulación inadecuada. Por lo que nos surgió la curiosidad de estudiar qué tantos microorganismos podrían estar en nosotros.

A través de la lectura de diversos artículos científicos disponibles en internet, pudimos reforzar nuestro conocimiento acerca de la importancia de la microbiota humana y, por otro lado, elaborar algunos experimentos en casa para observarlos.

El objetivo de este proyecto es cultivar y observar microorganismos que forman parte de la microbiota humana, a través de experimentos realizados en casa. Asimismo, que los estudiantes aprendan la importancia de la microbiota humana estrechamente unida a cada persona.

Para lograr nuestros objetivos, durante este proyecto prepararemos un medio de cultivo casero, en el cual cultivaremos parte de nuestra microbiota. Posteriormente, analizaremos las colonias de microorganismos que crecerán en el medio, a través de observaciones macro y microscópicas. Las diferentes formas de crecimiento de las colonias y microorganismos nos permitirán corroborar que aislemos diferentes tipos.

Al finalizar, las y los participantes aprenderán la importancia de la microbiota humana como microorganismos que trabajan en conjunto dentro de nuestro cuerpo, así como la manera de cómo podemos observarlos.

Este proyecto fue creado por dos académicos y un estudiante de posgrado, quienes te asesorarán en el proyecto durante 8 sesiones de trabajo.



Desarrollo



Día 1. Microorganismos y microbiota.

Como en todo proceso de investigación, cuando se plantea un proyecto es necesario investigar, recopilar y leer toda la información acerca del tema en estudio, lo que ayudará a tener ideas y actualizar nuestros conocimientos acerca de lo que otros investigadores e investigadoras han realizado. Para ello, nos dimos a la tarea de recopilar información de artículos científicos y reportes de investigación; después de leerlos lo resumimos y elaboramos un pequeño ensayo.

Pregunta de investigación

¿Cuánto sabes sobre los microorganismos?

Actividad

Aprenderemos juntos acerca de los fundamentos del proyecto.



Materiales

- Libreta.
- Lápiz o pluma.
- Leer con atención.



Desarrollo

1. Para tener conocimientos básicos acerca de nuestro tema de investigación, lee con atención la siguiente información sobre los microorganismos

que obtuvimos de trabajos realizados por otros investigadores e investigadoras, y toma nota en tu libreta de lo que consideres más importante.

Los microorganismos, nuestros compañeros invisibles

¿Alguna vez te has preguntado cómo son los microorganismos? ¿Te imaginas tenerlos de compañeros y viviendo dentro de ti? Pues bien, los microorganismos son "bichitos" muy pequeños que no podemos verlos a simple vista. Se encuentran en casi cualquier lugar de la Tierra, algunos pueden ser beneficiosos y otros perjudiciales para los seres humanos, plantas y animales.

Fueron las primeras formas de vida en nuestro planeta desde hace aproximadamente 4000 millones de años. Sin los microorganismos, hoy la vida no sería posible, ya que gracias a estos se generó parte de la atmósfera en la Tierra.

Se les puede llamar de varias maneras: gérmenes, microbios o microorganismos. Necesitan condiciones adecuadas para crecer y dependiendo de donde lo hagan, pueden presentar muchos tamaños y formas. Existen tres grupos principales de microbios:

Virus. Entre los microbios son los que tienen menor tamaño; en general, son nocivos para los seres humanos. No pueden sobrevivir por sí solos y para hacerlo y reproducirse, necesitan una célula "hos-



pedante". Hay virus malignos que cuando están dentro de un huésped compatible (como puede ser un humano), se multiplican rápidamente y destruyen a las células (un ejemplo de virus es el SARS-Cov2, causante del coronavirus que ha ocasionado la pandemia en los humanos).



Figura 1. Representación de un virus, en este caso un coronavirus [Fuente: [Coronavirus PNG \(pngimg.com\)](#)].



Figura 2. Los hongos forman parte de la comunidad de microorganismos. En esta figura se observan hongos macroscópicos [Fuente: [Mushroom PNG image \(pngimg.com\)](#)].

Hongos. Son organismos multicelulares que se alimentan descomponiendo materia orgánica muerta o viviendo como parásitos sobre un hospedante. Existen hongos

macroscópicos, como las setas, y hongos microscópicos, como las levaduras y los mohos. Como todos los microorganismos, hay hongos nocivos que causan infecciones o que resultan tóxicos, y hay otros beneficiosos, como el *Penicillium*, que produce el antibiótico penicilina, o el *Agaricus*, conocido como champiñón, que es comestible. Se propagan por el aire con sus esporas (podría decirse que son un tipo de semillas), y forman estructuras llamadas hifas y micelio (parecidas a telarañas).

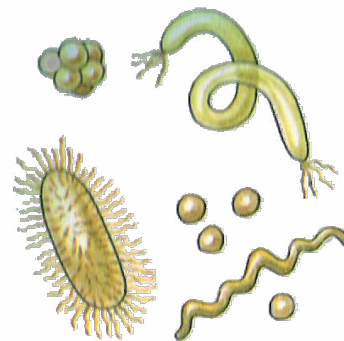


Figura 3. Diferentes formas y tipos de bacterias forman parte de los microorganismos conocidos [Fuente: [Bacteria PNG \(pngimg.com\)](#)].

Bacterias. Son microorganismos unicelulares que se multiplican rápidamente. Algunas especies producen sustancias nocivas para los seres humanos (llamadas toxinas) y pueden causar enfermedades; otras bacterias son inofensivas y pueden resultar muy útiles para nosotros (como el *Lactobacillus* con la cual se produce el yogurt). Se sabe que más de un 70 % son inofensivos y que pueden crecer y adaptarse a condiciones extremas, desde temperaturas altas (como fuentes termales e incluso volcanes) hasta temperaturas bajas (como los glaciares). Debido a su capacidad de adaptación, se pueden hacer resistentes a antibióticos, por lo que es importante concluir con los tratamientos recomendados por los médicos.



En general, a los microorganismos que son dañinos y que causan enfermedades se les llama patógenos. Así, aunque la mayoría son benéficos, algunos causan enfermedades a las plantas y animales.

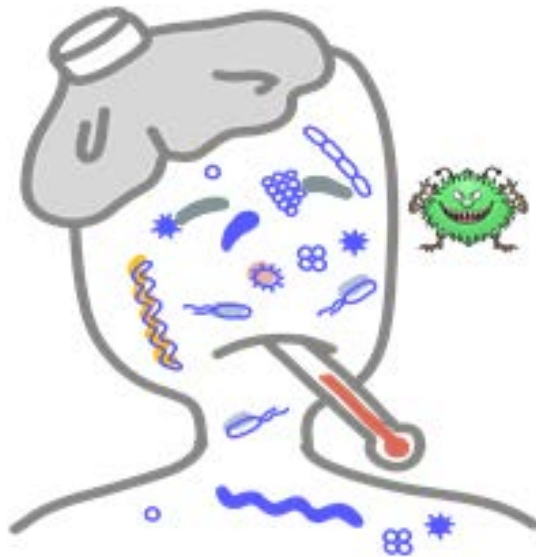


Figura 4. Los microorganismos patógenos son aquellos que provocan enfermedades a los humanos (Fuente: innovativegenomics.org).

¿Qué sabemos acerca de la microbiota humana?

Los microorganismos también habitan en diferentes lugares de nuestro cuerpo. A la población de microorganismos que se encuentran frecuentemente sobre la superficie o dentro de individuos sanos se le conoce como **microbiota**. Las especies y el número de bacterias que integran el microbiota normal varía dependiendo de la región del cuerpo en donde habitan (Contreras, J. et al., 2017). El término microbiota no debemos confundirlo con microbioma, el cual es mucho más amplio y se refiere a todo el hábitat, incluidos los microorganismos, sus genomas (genes) y las condi-

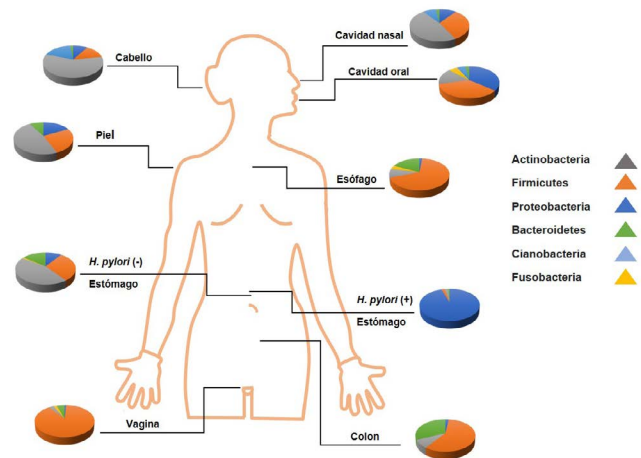


Figura 5. Composición de los grupos (*phylum*) de bacterias del microbiota en diferentes partes del cuerpo humano (Dibujo: Damián Mayo; modificado de Cho y Blaser, 2012).

ciones ambientales del entorno (Marchesi y Ravel, 2015).

Así como en el planeta Tierra existen diferentes grupos de plantas y animales, dentro del mundo microscópico también podemos clasificar a los microorganismos en diferentes grupos. En el cuerpo humano se han identificado varios grupos (llamados *phylum*) de bacterias que conforman la microbiota, y se ha observado que la composición es diferente, dependiendo del lugar del cuerpo donde habitan (Figura 5).

De acuerdo con cálculos basados en sus observaciones, algunos científicos han propuesto que los microbios superan en número a las células del cuerpo humano, en una proporción de diez a uno. Por ejemplo, en el intestino viven alrededor de un billón de microbios que forman un consorcio, interactúan con el organismo humano a través de diferentes mecanismos ayudando en el metabolismo e influyen en el desarrollo, fisiología, inmunidad y nutrición de su huésped. Sin embargo, en los últimos



cálculos mencionan que aproximadamente la mitad de las células de nuestro cuerpo son microbios, o sea, una bacteria por cada célula humana. Dicho de otro modo: ¡somos mitad humanos y mitad bacterias!

Los humanos adquirimos nuestra microbiota desde el momento de nacer, ya sea por vía vaginal o cesárea, lo cual también influye en el tipo de microbiota que se adquiere. Posteriormente, se enriquece en la alimentación y se considera que madura alrededor de los 3 años de edad, cuando ya se estabiliza y solo se modifica dependiendo de otros factores como enfermedades, sexo, tipo de alimentación o actividad física.

Algunas de las funciones más importantes de la microbiota son:

- Estimulan el sistema inmunológico.
- Compiten con las bacterias patógenas por los mismos nichos ecológicos.
- Producen nutrientes para el huésped que colonizan.

El conocimiento sobre los microorganismos se ha desarrollado principalmente por cultivos en laboratorio, que consisten en la combinación específica de nutrientes y condiciones ambientales adecuados para aislar y estudiar la función de estos organismos. Sin embargo, la mayoría de las especies de microbios asociados a los humanos nunca se ha logrado aislar exitosamente, ya que de donde provienen, utilizan nutrientes y condiciones específicas que no se han podido reproducir en el laboratorio.

Actualmente existen técnicas muy avanzadas, como la secuenciación del ADN de muestras bacterianas, llamada metagenómica, la cual ha permitido saber de qué microorganismos se trata sin necesidad de cultivar, y así se han podido detectar miles de especies de estos microorganismos.

Los científicos realizan sus investigaciones a través del método científico, que consiste básicamente en la observación, experimentación y análisis de resultados. Aplicando este método en el estudio de la microbiota humana se han obtenido resultados muy interesantes, por ejemplo, se ha propuesto sobre los beneficios en el trasplante de microbiota fecal como una opción de tratamiento eficaz para enfermedades intestinales, con ello se puede restaurar las composiciones y funciones de la microbiota intestinal de algún paciente enfermo (Goma, E. Z., 2020). En otro estudio realizado en humanos, se encontró que en las heces de pacientes obesos existe una mayor población de un grupo de bacterias llamadas *Firmicutes* y hay menos de otro grupo de bacterias denominadas *Bacteroidetes*; cuando estos individuos se sometieron a dietas se invirtieron esos resultados, es decir, se incrementó la población de *Bacteroidetes* y disminuyó la de *Firmicutes* (Vrieze, A. et al., 2010). Esto podría servir como base para la elaboración de probióticos usando estos grupos de bacterias, lo que ayudaría a combatir la obesidad.

Muy bien, después de haber leído lo anterior reforcemos nuestros conocimientos realizando un pequeño ejercicio.



Ejercicio 1. Con base a lo que leíste y a tus nuevos conocimientos adquiridos, responde lo siguiente:

Pregunta	Opciones	Respuesta
1. Existen microorganismos en todos lados, pero que no podemos ver.	a) Falso a) Verdadero	
2. Los microorganismos son considerados como seres vivos.	a) Falso b) Verdadero	
3. Los microorganismos necesitan condiciones adecuadas para crecer.	a) Falso b) Verdadero	
4. Son los principales grupos de microorganismos	a) Virus y patógenos. a) Bacterias, virus y hongos. a) Plantas, algas y bacterias.	
5. Son algunas funciones de la microbiota en nuestro cuerpo.	a) Ayudan al sistema inmune, protege de otras bacterias y producen nutrientes. b) Nos enferman, producen cosas tóxicas. c) Nos pueden controlar la mente.	
6. ¿Por qué se descompone una fruta?	a) Solo por el paso del tiempo. b) Por la acción de microorganismos, tiempo y temperatura. c) Solo porque no la refrigeré.	



7. ¿Cómo son los microorganismos?	a) Beneficiosos, tóxicos e inofensivos. b) Tóxicos y nocivos a la salud. c) Todos son beneficiosos.	
8. Microbiota significa:	a) Todos los microorganismos junto con sus genes y su entorno. b) Todos los microorganismos que hay en la Tierra. c) Todos los microorganismos que habitan y benefician a nuestro cuerpo.	
9. ¿Qué proporción de microbiota hay en nuestro cuerpo?	a) Una bacteria por cada célula humana. b) Como un millón. c) No tenemos porque nos enfermaría.	
10. ¿Cómo trabajan los científicos?	a) Comprueban lo que pueden y lo que no, solo se lo crean. b) No comprueban nada de lo que piensan. c) Comprueban con experimentos, siguiendo un método.	



Lo que debes saber

Si te gustaría saber un poco más y de manera divertida, te recomiendo la siguiente lectura: *Cuentos de microbios*, de Arthur Kornberg (Premio Nobel de Medicina).

https://elearning3.hezkuntza.net/013156/pluginfile.php/3911/mod_resource/content/3/cuento%20de%20microbios.pdf



Día 2. Medios de cultivo de microorganismos.

Como todo ser vivo, los microorganismos necesitan alimento y un “hogar” donde crecer. ¿Cómo podríamos simular estas condiciones? A eso es lo que llamamos **medio de cultivo**.

Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros compuestos que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos (Flores-Cabrera et al., 2020). Para hacer un medio de cultivo artificial, debemos considerar lo que necesitan todos los organismos para su desarrollo:

- Sustancias esenciales para la fabricación de sus constituyentes celulares (para ello, en nuestro experimento usaremos: caldo de pollo, azúcar y sal).
- Una fuente de energía para que realicen sus funciones vitales (carbono, luz).
- Condiciones ambientales óptimas (pH, luz, oscuridad, temperatura, humedad).

No existe algún medio de cultivo universal, ya que cada especie de microorganismo puede requerir diferentes condiciones para su desarrollo.

Esperamos que la preparación de este medio de cultivo casero permitirá el crecimiento de microorganismos aislados de nuestra microbiota.

Pregunta de investigación

¿Cómo podemos hacer un medio de cultivo para microorganismos en casa?

Actividad

Preparar un medio de cultivo casero para el crecimiento de microorganismos.



Materiales

- 1 vaso de agua (250 ml).
- ¼ cubo de caldo de pollo (Maggi, Knorr).
- 1 cucharada de azúcar.
- ½ cucharada de sal.
- 10 sobres de grenetina sin sabor.
- 5 recipientes pequeños de boca ancha y resistente al calor (sugerencia: frascos Gerber, moldes de gelatina de pared gruesa, Tupper).
- Desinfectante.



Figura 6. Materiales a utilizar para la preparación del medio de cultivo (Fotografía: Miguel Tzec).



Desarrollo

NOTA

Requerimos usar una estufa; por favor, solicita la supervisión de un adulto para evitar accidentes.



1. Esterilización de los recipientes. En una olla de cocina deposita los recipientes abiertos junto con las tapas, llena con agua hasta cubrirlos y hiérvelos por 10 minutos, cubriéndolos con la tapa de la olla. Déjalos enfriar por una hora.
2. Preparación del medio de cultivo. En un cuarto de vaso de agua (50 ml) vierte el contenido de 10 sobres de grenetina sin sabor para hidratarlos y así activar su propiedad gelificante.
3. Por otro lado, en un recipiente de metal agrega $\frac{3}{4}$ de vaso de agua y caliéntalo en la estufa, una vez caliente agrega $\frac{1}{4}$ de cubo de caldo de pollo, una cucharada de azúcar y media cucharada de sal y agita con una cuchara hasta disolver. Déjalo en la estufa a fuego lento por 5 minutos y apaga la flama. Deja reposar por 15 minutos.
4. Mientras tanto, calienta la grenetina que hidrataste (paso 2) en un horno de microondas por 30 segundos o a baño María hasta que la grenetina esté líquida y transparente.
5. Rápidamente, vierte la grenetina al caldo de pollo que dejaste reposando (paso 3) y mezcla suavemente con una cuchara hasta homogeneizar.

6. Por último, nos lavamos las manos con agua y jabón, y limpiamos cuidadosamente un área cerca de la estufa usando algún desinfectante. Sacamos los 5 recipientes estériles de la olla (paso 1) y los depositamos en el área limpia. Con cuidado de no quemarte, vertemos el medio de cultivo distribuyéndolo en partes iguales a los 5 recipientes (aproximadamente 50 ml cada uno) y tapamos cada uno con su respectiva tapa.

NOTA

este paso debes realizarlo rápidamente antes de que el medio se enfríe. Dejar reposar por un mínimo de 3 horas antes de mover (opcionalmente puedes meterlos en un refrigerador para facilitar el proceso de gelificación).



Lo que debes saber

¡Hay que ser muy limpios! Así se evitará que en tus medios de cultivo crezcan otros tipos de microorganismos indeseables que se encuentran en el ambiente (esto lo llamamos contaminación); es importante lavarse las manos y mantener un área de trabajo limpia y estéril. Para ello desinfectamos las superficies con alcohol o cloro al 10 % o algún otro antiséptico (proceso llamado asepsia), durante todo momento, en los cuales el medio de cultivo esté expuesto al aire (en el paso 6).





Día 3. Aislamiento de la microbiota humana.

La microbiota humana está presente en diversas partes de nuestro cuerpo

Pregunta de investigación

¿Cómo puedo conocer mi microbiota?

Actividad

Tomar muestras de la microbiota de nuestro cuerpo para depositarlas en los medios de cultivo.



Materiales

- Hisopos de algodón (cotonetes).
- Medios de cultivo.
- 2 velas.
- Antiséptico (alcohol, agua oxigenada, cloro diluido al 10% o algún desinfectante; puede ser cualquiera de ellos).
- Torunda de algodón.
- Plumón de tinta indeleble.



Desarrollo

1. Asepsia del experimento. Antes de empezar, lávate las manos con agua y jabón. Escoge un área de trabajo y desinféctala cuidadosamente de la siguiente manera: humedece la torunda de algodón con algún antiséptico que hayas seleccionado y frótala en forma de círculos sobre la superficie de tu área de trabajo. Enciende dos velas y en medio de ellas coloca los medios de cultivo que preparaste anteriormente.

2. Etiqueta tus recipientes de cultivo. Con ayuda de un plumón etiqueta tus recipientes de acuerdo a la zona de tu cuerpo de donde obtendrás la muestra (ver paso 3). **Importante:** deja un recipiente libre sin inocular, no lo abras y márcalo con la palabra "control". ¿Para qué crees que nos servirá? También apunta la fecha.
3. Toma de muestra. Con ayuda de un hisopo de algodón frota alguna parte de tu cuerpo (puede ser detrás de la oreja, alguna parte de la piel, la lengua, fosas nasales, o cualquier otra zona que tengas accesible).



Figura 7. Forma de inocular el medio de cultivo frotando la superficie con un hisopo que contiene la muestra de alguna parte del cuerpo (Fotografía Miguel Tzec).



4. Inoculación. Abre cuidadosamente los medios de cultivo sin sacarlos del área de trabajo que desinfectaste y frota suavemente el hisopo con la muestra en la superficie del medio (Figura 7). Cierra el medio nuevamente. Recuerda que los medios de cultivo debes abrirlos en un área limpia y en medio de las velas.
5. Incubación. Los medios inoculados en el paso anterior (paso 4) debes mantenerlos por 3 días en un lugar fijo y libre de polvo, a temperatura ambiente y de preferencia en la oscuridad.

Lo que debes saber



¿Sabías que la técnica del aislamiento de microorganismos en medios de cultivo *in vitro*, es un método ampliamente utilizado en los laboratorios científicos para estudiar a los microorganismos? Esto significa que, a partir de una pequeña muestra en donde se encuentra un microorganismo de interés o un pequeño grupo de ellos, podemos crecerlos en un medio de cultivo adecuado y después separarlos clasificándolos de acuerdo a su forma. El enriquecimiento de ellos en los medios de cultivo, en los cuales se reproducen formando colonias, permite estudiarlos más fácilmente, lo cual sería casi imposible si los estudiamos de manera individual.



Día 4. El microscopio.

Es un instrumento que nos permite ampliar un objeto y con el cual lo podemos observar aquello que no podríamos hacer a simple vista. Para lograr esa ampliación, los microscopios se basan en la combinación de lentes y luz.

Aunque la historia del microscopio inicia desde hace más de 400 años, se reconoce como su inventor a Antonie van Leeuwenhoek, quien en 1674 diseñó unos lentes para hacer su propio microscopio y observó por primera vez unos "pequeños animalculos", como él los llamó, y que ahora se conocen como microorganismos. Junto a la

microscopía, nació también la microbiología, la cual es la ciencia que estudia a los microorganismos.

De la misma manera como los primeros inventores de microscopios, nosotros aprovecharemos los lentes de dispositivos actuales para fabricar nuestro propio microscopio.

Pregunta de investigación

¿Para qué sirve un microscopio?



Actividad

Preparación de un microscopio casero.



Materiales:

- Celular en buen estado con cámara para fotos.
- Celular viejo con cámara de fotos (que ya no sirva y puedas desarmar).
- Un destornillador pequeño.
- Cinta transparente (*Masking tape*).
- Caja de cartón (aproximadamente 10 cm por lado).
- Lámpara.



Desarrollo

1. Desarmemos un celular viejo. Para ello necesitamos uno que ya no sirva. Con ayuda de un destornillador pequeño quitamos la carcasa hasta llegar a donde se encuentra el lente de la cámara. Usa tu destreza y habilidad para extraer el lente, esto es lo único que necesitamos del celular viejo.
2. Acoplemos los lentes de las cámaras de los celulares. Localiza la posición del lente de la cámara de tu celular bueno y con ayuda de una cinta transparente (*Masking tape*), fija el lente que extrajiste del celular viejo en la misma dirección, es decir uno sobre otro. Pruébalo observando cualquier cosa (por ejemplo, los poros de tu piel, una hoja, etcétera); ajústalo alineando los lentes hasta obtener una óptima visualización.
3. Por otro lado, para realizar el cuerpo del microscopio necesitarás una cajita de cartón (de galletas o de algo que encuentres) de aproximadamente 10 cm por cada lado. Por el lado de arriba de la caja realiza una ventanita de 2 x 5 cm, y en las caras laterales haz una ranura por la cual deslizarás un plástico transparente hasta atravesar la caja (esto servirá para depositar la muestra que observarás). Por el lado adyacente de la caja, realiza otra abertura por la cual introducirás la fuente de luz (una lámpara pequeña, luz de otro celular o lo que se te ocurra para iluminar). La Figura 8 te puede guiar para su elaboración.

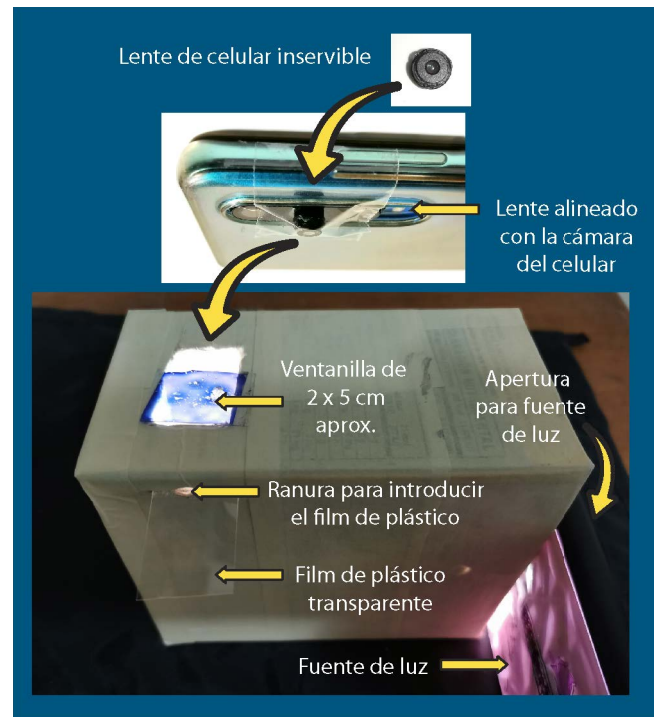


Figura 8. Representación del microscopio casero que utilizaremos (Fotografías: Miguel Tzec).



Lo que debes saber

Ahora bien, **¿conoces un microscopio de laboratorio?**

Un microscopio es un aparato que, por medio de lentes, nos permite amplificar la vista de algún objeto que observemos a través de él. Los hay desde los microscopios simples, como las lupas, hasta los más sofisticados que utilizan

combinaciones de lentes y tipos de luces, como los electrónicos. Sin embargo, los más utilizados y que no pueden faltar en un laboratorio de investigación, son los microscopios ópticos. En la siguiente imagen (Figura 9) te presentamos el microscopio óptico, que también son utilizados en las escuelas. Realiza el ejercicio propuesto para que conozcas las partes que lo componen.



Ejercicio 2: utilizando la siguiente figura de un microscopio óptico, investiga y escribe sus partes correspondientes.

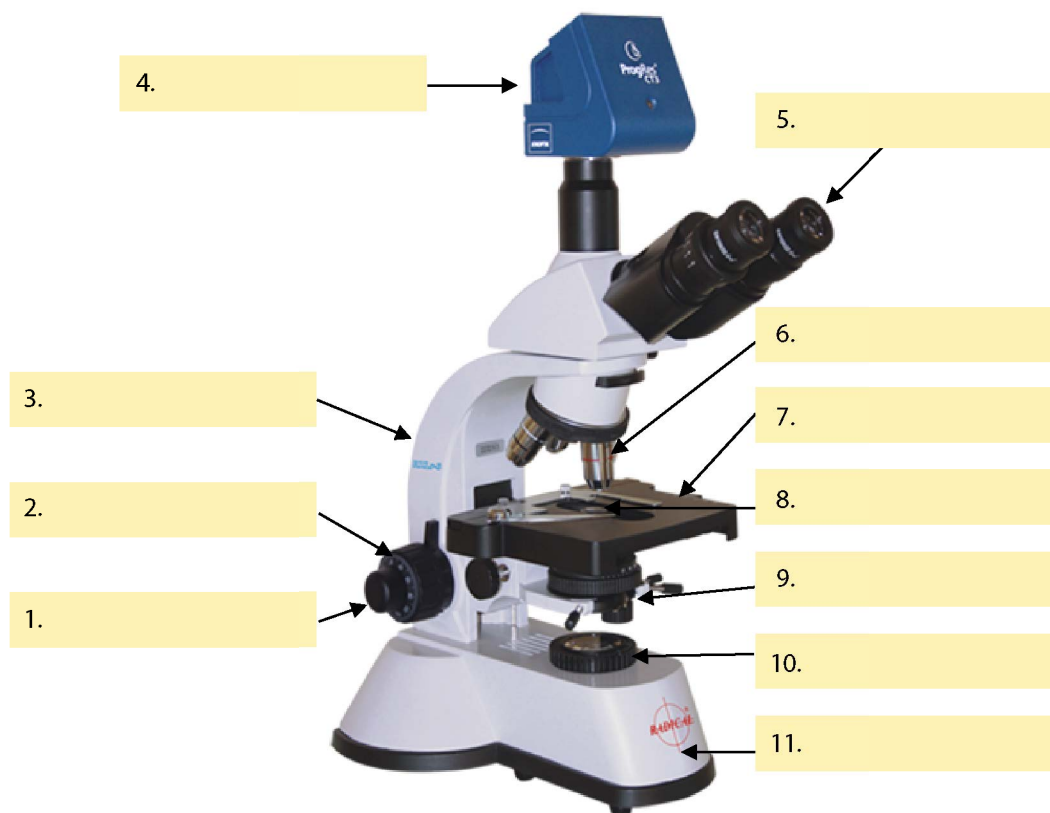


Figura 9. Partes de un microscopio óptico [Fuente: pngimg.com/image/25872 (sin copyright)].



Día 5. Observación morfológica macroscópica de los cultivos.

¿Alguna vez te has preguntado cómo son los microorganismos? ¿Todos son iguales? ¿Cómo podríamos diferenciarlos?

Esas y más preguntas se han planteado los científicos, y por medio de observaciones minuciosas lograron determinar las formas peculiares que adquieren al crecer y desarrollarse en la superficie de los medios de cultivo.

Los microorganismos cuando crecen en forma grupal (llamadas colonias) presentan características propias dependiendo de su especie, como son: color, forma, borde, textura y elevación. Estas formas específicas las podemos observar a simple vista, analizando las colonias completas que crecen en el medio de cultivo, por lo que se denominan características morfológicas macroscópicas. Por lo anterior, en esta actividad describiremos la morfología macroscópica, lo cual nos conduce a los primeros pasos para descubrir de qué especie de microorganismos se tratan.

Pregunta de investigación

¿Cómo son las colonias de microorganismos que crecen en los medios de cultivo?

Actividad

Observar las diferentes formas de las colonias de microorganismos que crecen en nuestro medio de cultivo casero.



Materiales:

- Cultivo de microorganismos (aislados desde el día 3).
- Lápiz.
- Libreta.



Desarrollo

Esta actividad se realiza observando a simple vista.

1. Limpia y desinfecta el área de trabajo de la misma manera como lo realizaste anteriormente (ver día 3, paso 1).
2. Abre cuidadosamente los recipientes con los medios de cultivo que inoculaste y observa a simple vista si existe crecimiento o formación de algo en la superficie del medio. Debes observar crecimiento de colonias de bacterias (parecido a una mucosidad) o tal vez crecimiento de hongos (parecido a telarañas o terciopelo). Cada colonia de microorganismos crece de diferente manera.
3. En tu libreta anota y describe tus observaciones (también puedes dibujarlos). Realiza una tabla donde apuntes: color, forma, textura (seca, pastosa, cremosa, algodonosa), elevación, borde de la colonia (también llamado margen) y/o alguna característica en particular que te llame la atención. La Figura 10 te puede servir como guía.



NOTA



En el control (sin inocular) no debe haber crecimiento de colonias de microorganismos; si ese es el caso, indicaría que tus medios de cultivo podrían estar contaminados con algún otro microorganismo del ambiente.

- Guarda nuevamente los cultivos en el mismo lugar para utilizarlos en la siguiente actividad.

Lo que debes saber



Puedes utilizar la siguiente figura para clasificar las colonias de microorganismos que observes en los medios de cultivo que inoculaste.

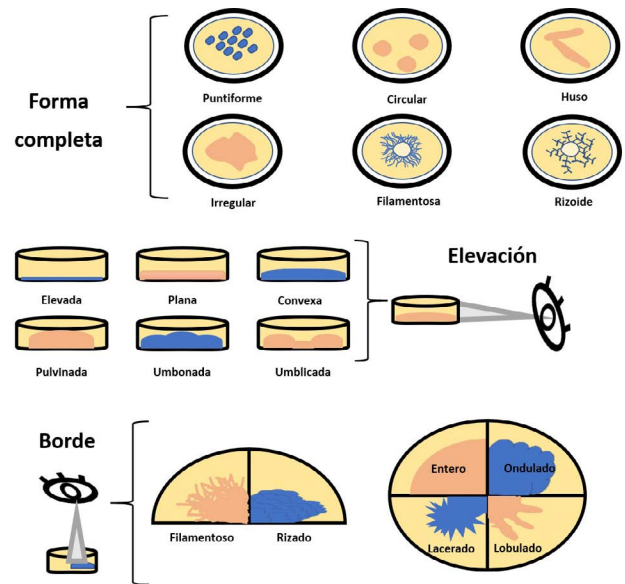


Figura 10. Formas macroscópicas de las colonias de bacterias (Dibujo: Damián Mayo).



Día 6. Preparación de muestras y observación microscópica.

Un examen microscópico es uno de los primeros pasos a realizar para estudiar microorganismos presentes en una muestra biológica, como la microbiota. En los laboratorios se realiza con técnicas especiales de preparación de las muestras a observar, y como herramienta esencial se utiliza el microscopio óptico, aprovechando su poder de amplificación (de 100, 400 o hasta 1000 veces de aumento) y el contraste de luces. También, los investigadores utilizan colorantes específicos para teñir (pintar) y así poder diferenciar los tipos de bacterias.

Para tratar de imitar lo anterior, en esta actividad trataremos de observar los microorganismos microscópicos que crecen en nuestro cultivo de microbiota. Para ello los teñiremos con el colorante para peces (azul de metileno) antes de observarlo con nuestro microscopio.

No te desanimes si no logras observar los microorganismos como esperabas, mucho depende de los lentes de la cámara que utilices y en mucho mayor grado de una dosis de paciencia y experiencia. Sin embargo, seguramente verás cosas muy interesantes



y te puede servir para satisfacer tu curiosidad de observación con muchas otras que son invisibles a la vista.

Pregunta de investigación

¿Cómo son los microorganismos que observo con el microscopio casero?

Actividad

Observar el cultivo de microbiota con ayuda del microscopio casero.



Materiales

- Film de plástico transparente (acetato) o un vidrio delgado
- Tijeras
- Microscopio casero
- Cultivo bacteriano
- Colorante (para peceras o comestible)
- Lápiz
- Libreta



Figura 11. Material que necesitarás para observar microscópicamente tus cultivos de microbiota (Fotografía: Miguel Tzec).



Desarrollo

1. Elaboración de portaobjetos y cubreobjetos. Corta los plásticos en medidas aproximadas de 2 x 3 cm (llamado portaobjetos) y otro de 2 x 2 cm (cubreobjetos). Si tienes vidrios delgados u otro plástico transparente, considera estas mismas medidas. También corta pequeñas tiras de plástico (0.5 x 5 cm aprox.) que te servirán como palitas.
2. Tinción de muestras. Abre un recipiente de los cultivos que dejaste en incubación y con ayuda de una palita de plástico, toma cuidadosamente una pequeña porción de alguna colonia de microorganismos de tu interés y deposítala en el centro del portaobjetos; seguidamente, agrega una gota de colorante y déjala reposar por cerca de 2 minutos (si no consigues colorante, puedes utilizar una gota de agua).
3. Coloca el portaobjetos sobre la muestra que teñiste, de tal manera que quede como un sándwich (portaobjeto-muestra-cubreobjeto), y ya está listo para observar al microscopio.
4. Observación con el microscopio casero. Monta tu microscopio como describimos anteriormente en el día 4 y coloca tu preparación en el lugar correspondiente (en la ventanita sobre el film de plástico transparente, ver Figura 8). Enciende tu celular con cámara y la lámpara debajo de la preparación, y ahora sí, con mucha paciencia enfoca los microorganismos en tu muestra para tomarles foto.
5. Dibuja la forma de los microorganismos que observes y anota a qué muestra corresponde. Para identificarlos, puedes utilizar la siguiente Figura 12 o consultar en el internet.



Lo que debes saber



¿Sabías que actualmente existe una técnica llamada biología molecular, la cual es una herramienta mucho más poderosa y precisa para identificar a las especies de microorganismos que estamos estudiando, utilizando sus secuencias de ADN?

Sin embargo, la identificación de microorganismos por medio de sus características morfológicas se continúa utilizando como complemento para fortalecer la identificación de estas especies de microorganismos.

La siguiente Figura 12 te puede orientar para clasificar microscópicamente los tipos de bacterias que observes en el microscopio.

NOTA



No te desanimes si no lograste observar algo como en la figura, muchas veces requerimos de unos lentes más potentes, además de mucha observación y paciencia.

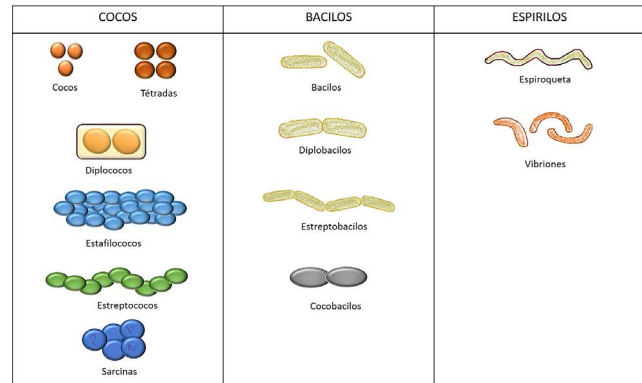


Figura 12. Estas son las principales formas y estructuras microscópicas que adquieren las bacterias al crecer, con base a esto podríamos clasificarlas. (Dibujo: Miguel Tzec).



Figura 13. Hongos creciendo en medio del cultivo casero. A) Vista completa del hongo en el medio, B y C) Vista con nuestro microscopio casero (Fotografía: Miguel Tzec).

Por otro lado, también es posible que observes hongos microscópicos, los cuales adquieren estructuras muy similares a telarañas (llamadas hifas) y esporas (Figura 13).



Día 7. Repasemos.

Pregunta de investigación

¿Qué aprendimos?

Actividad

Análisis de resultados, retroalimentación y conclusiones. Reporte del experimento.



Materiales:

- Libreta de apuntes.
- Lápiz.



Desarrollo

Responde mentalmente o en tu libreta:

1. ¿Qué es y para qué nos sirve nuestra microbiota?
2. ¿Observaste alguna diferencia entre las muestras que analizaste?
3. ¿Puedes identificar o sospechar qué microorganismos crecieron en los medios de cultivo?
4. ¿Qué fue lo que más te gustó y qué no te gustó del experimento?
5. Con base a lo que aprendiste, ¿de qué otra manera podrías realizar el experimento para mejorar tus resultados?
6. ¿Podrías aplicar lo que aprendiste en otros experimentos?
7. ¿Pudiste lograr el objetivo planteado?
8. Finalmente, en tu libreta o en computadora, realiza un breve reporte del experimento (2-5 cuartillas), que contenga los siguientes puntos:
 - Lugar y fecha.
 - Título del experimento.
 - Nombre del investigador o investigadora (tu nombre).
 - Institución de procedencia (CICY y tu escuela).
 - Introducción (aquí puedes poner lo que aprendiste acerca de la microbiota humana).
 - Objetivo de tu proyecto.
 - Materiales y métodos (explica cómo lo hiciste),
 - Resultados (¿qué fue lo que observaste? Puedes poner dibujos).
 - Discusión (¿qué crees que sea lo que viste? O tus vivencias cuando estuviste haciendo el experimento).
 - Conclusiones (en 5-10 líneas describe: ¿cumpliste con tu objetivo?, ¿qué aprendiste?)
 - Bibliografía (si consultaste algún libro o página de internet, apunta la dirección aquí).



Lo que debes saber

Para dar a conocer los resultados de sus trabajos, los investigadores e investigadoras utilizan diversos medios, principalmente la publicación de artículos científicos especializados y otras vías que van desde presentaciones en congresos científicos (en donde intercambian experiencias, ideas o establecen

colaboración), así como conferencias y artículos de difusión. La pandemia por la Covid-19 ha ocasionado un mayor uso de las redes sociales para exponer pláticas, seminarios, cursos y congresos. Actualmente, también hay foros en internet para consultas y apoyo en resolución de problemas en los experimentos.



Día 8. Elaboración y/o revisión de tu presentación del proyecto.

Pregunta de investigación

¿Cómo presentaré mi proyecto?

Actividad

Con base a tu reporte de investigación, elabora un video usando tu propia creatividad.



Materiales

- Ingenio
- Creatividad.
- Cualquier equipo de grabación.



Desarrollo

Utilizando tu creatividad e ingenio, realiza una grabación de un video sobre tus resultados y lo que aprendiste. Previamente, puedes elaborar un guion que te ayude a realizarlo. La duración del video deberá ser de 3 a 5 minutos.



Lo que debes saber

Opcional: Si no dispones de algún equipo para grabar video o si así lo decides, puedes optar por presentar el reporte de investigación presentándolo en forma de póster.



Sobre los autores

El Dr. **Ignacio Islas Flores** es biólogo de formación y doctor en Ciencias en Procesos Vegetales. Actualmente labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) como Investigador Titular, tiene amplia experiencia en Bioquímica, Fisiología y Biología Molecular de Plantas; ha dirigido y colaborado en diversos proyectos de investigación científica, así como asesorado a 19 estudiantes de licenciatura, 12 de maestría y 5 de doctorado. Como producto de su trabajo ha publicado diversos artículos científicos y capítulos de libros. Cuando tenía entre 13 y 14 años, como estudiante de secundaria se despertó su curiosidad por la ciencia mientras leía el libro *Cazadores de microbios* y tomaba las materias de Química, Física y Biología; su imaginación volaba hacia un mundo fantástico e increíble. Las historias de su maestro de Biología y la observación de microorganismos en agua de lluvia almacenada, fueron otros factores que reforzaron su curiosidad por conocer y aprender acerca del mundo microscópico que nos acompaña.

El M. C. **Miguel Alonso Tzec Simá** es Químico Farmacéutico Biólogo con una Maestría en Ciencias en Biotecnología de Plantas. Actualmente, labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) como Técnico Titular colaborando en los proyectos de investigación del Dr. Islas Flores, con experiencia en Cultivo de Tejidos Vegetales, Biología Molecular y Bio-

química. También ha asesorado a varios estudiantes de licenciatura y publicado diversos artículos científicos. "Pienso que mi gusto por la ciencia nació desde niño, ya que, como todos, sentía gran curiosidad por mi entorno: insectos, animales, plantas de formas peculiares y con capacidades para hacer cosas extraordinarias. Tiempo después observé con una lupa y descubrí el gran pequeño micromundo que existe y con el cual convivimos, habiendo buenos y malos microorganismos. Eso me abrió un gran panorama, con lo cual hasta ahora sigo experimentando".

El Lic. **Damián Alberto Mayo Ruíz** es licenciado en Genómica por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Actualmente, es estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas en el CICY. Tiene experiencia en Biología Molecular y cultivo *in vitro* de microorganismos. Su primer acercamiento a la ciencia fue a los 10 años de edad, cuando ingresó por primera vez a un laboratorio de cultivo de tejidos donde comenzó a jugar con pinzas manipulando pequeñas plantas. Desde entonces, se le prendió un gran motor de la curiosidad por las cosas pequeñas que lo motivó hasta antes de entrar a la universidad; la decisión de estudiar Genómica fue influenciada por la atracción al tratar de entender cómo diminutos elementos funcionan y se coordinan para hacer funcionar un sistema mucho mayor.



Glosario

Asepsia. Es el procedimiento que se utiliza para desinfectar superficialmente un área u objetos. Se realiza con el fin de eliminar microorganismos contaminantes.

Célula. Es la unidad básica más pequeña que constituye a los seres vivos, cumplen funciones esenciales y específicas. Son tan pequeñas que no se pueden observar a simple vista.

Colonia de microorganismos. Agregados de microorganismos que crecen grupalmente en la superficie de un medio de cultivo.

Huésped. En Biología, se llama huésped, hospedador u hospedante a aquel organismo que alberga a un microorganismo en su interior o sobre sí.

In vitro. Es un procedimiento que se realiza asépticamente dentro de recipientes de cultivo.

Macroscópico. Significa que podemos observarlo a simple vista.

Medio de cultivo. Es cualquier conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que suministran las condiciones adecuadas para el desarrollo de los microorganismos. No existe un medio universal debido a la gran diversidad de microorganismos que requieren condiciones específicas.

Metagenoma. Es la colección de genes de los miembros de una microbiota. Se obtiene mediante la secuenciación del ADN extraído de una muestra y su adición a una base de datos.

Microbiología. Ciencia que estudia a los microorganismos. Forma parte de la biología.

Microbioma. Este término se refiere a todo el hábitat, incluidos los microorganismos, sus genes y las condiciones ambientales que los rodean.

Microbiota. Es el conjunto de microorganismos presentes en un ambiente definido.

Microscópico. No podemos observarlo a simple vista, para ello es necesario utilizar un microscopio.

Microscopio. Es un instrumento que amplifica la imagen de objetos o microbios que no pueden ser vistos a simple vista. El término "microscopio" se forma de dos palabras: "micro" que significa pequeño y "scopio" que significa observar; en suma, significa observar lo pequeño.

Morfología. Es la forma que adquieren los microorganismos al crecer en los medios de cultivo.



Referencias

Cho, I., y Blaser, M. (2012). The human microbiome: at the interface of health and disease. En *Nat Rev Genet* (**13**), 260–270. Disponible en: doi.org/10.1038/nrg3182.

Contreras, J., Flores, T. G., Talavera, T. D. R. A., Martínez, Z. E., y López, N. A. P. (2017). ¿Qué son los microbios? En *Cuadernos de pedagogía*.

Flores-Cabrera, Y. (2020) *Manual de microbiología general I*. Consultado el 25 de junio de 2021 en: www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/manuales/10_MANUAL_MICROBIOLOGIA_GENERAL_I_2020.pdf.

Gomaa, E. Z. (2020). Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review. En *Antonie van Leeuwen-*

hoek, **113**, 2019–2040. Consultado en: doi.org/10.1007/s10482-020-01474-7.

Marchesi, J. R., y Ravel, J. (2015). *The vocabulary of microbiome research: a proposal*. Consultado en doi.org/10.1186/s40168-015-0094-5.

Ramos, M. D. L. A. A., y Chabela, M. D. L. P. (2004). *Manual de prácticas del laboratorio de Microbiología general*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Vrieze, A., Holleman, F., Zoetendal, E. G., De Vos, W. M., Hoekstra, J. B., y Nieuwdorp, M. (2010). The environment within: how gut microbiota may influence metabolism and body composition. En *Diabetologia*, 53(4), 606–613. Consultado en: doi.org/10.1007/s00125-010-1662-7.



Respuestas a los ejercicios

Ejercicio 1. Preguntas sobre la lectura de *Los microorganismos* (Día 1):

1. b) Verdadero.
2. b) Verdadero.
3. b) Verdadero.
4. b) Bacterias, virus y hongos.
5. a) Ayudan al sistema inmune, protege de otras bacterias y producen nutrientes.
6. b) Por la acción de microorganismos, tiempo y temperatura.
7. a) Beneficiosos, tóxicos e inofensivos.
8. c) Todos los microorganismos que habitan y benefician a nuestro cuerpo.
9. a) Una bacteria por cada célula humana.
10. c) Comprueban con experimentos, siguiendo un método.

Ejercicio 2. Partes del microscopio (Día 4):

1. Micrométrico.
2. Macrométrico.
3. Brazo.
4. Cámara fotográfica.
5. Oculares.
6. Objetivos.
7. Platina.
8. Condensador.
9. Diafragma.
10. Fuente de luz.
11. Base del microscopio.