

Clase: _____ Nombre: _____

INTRODUCCIÓN

Vamos a comenzar por analizar el video “Relaciones de nutrición en los ecosistemas”. Luego sustentamos los dos ejemplos de cadenas alimenticias que trajimos a la clase, analizando la función de los productores, consumidores y descomponedores, entendiendo que estas relaciones se dan, porque todos los seres vivos somos sistemas abiertos que requerimos intercambiar materia y energía con el medio ambiente a través del proceso de nutrición, el cual está íntimamente ligado al flujo de materia y energía en los ecosistemas de la Biosfera o zona de la Tierra donde se desarrolla la vida. Ahora vamos a centrar nuestra atención sobre las estrategias que utilizan los seres vivos para conseguir su alimento.



Actividad 1: ¿qué estrategias utilizan los seres vivos para conseguir el alimento?

Dentro de los ecosistemas habitan diversos tipos de seres vivos que se relacionan entre sí de diferentes formas, pueden ser beneficiosas, si mejoran la supervivencia de cada especie o perjudiciales si aumenta su mortalidad. Se pueden dar a nivel intra o inter específicas. Intraespecífica son las relaciones que se establecen entre los individuos de una misma especie en un ecosistema.

Interespecífica son las relaciones que se establecen entre las diferentes especies de un ecosistema.

Dentro de las interespecíficas vamos a destacar las relaciones de alimentación en un ecosistema llamadas REDES ALIMENTARIAS, estas son la combinación de varias cadenas alimentarias. La red trófica se estructura en su base con los autótrofos (productores) son los que elaboran sus propios alimentos (plantas y algas) y se despliega con los consumidores primarios (herbívoros), secundarios (carnívoros u omnívoros), terciarios (carroñeros) y los descomponedores.

Otra tipo de relación interespecífica es el mutualismo es la interacción entre individuos de diferentes especies en donde ambos se benefician. El ejemplo más conocido de este tipo de relación es la abeja que se alimenta del néctar de las flores a la vez que lleva su polen a otras, facilitando la polinización. Figura 1

Otra tipo de relación interespecífica es el comensalismo que se produce cuando un organismo se beneficia y el otro no se beneficia ni se perjudica con la relación. Un ejemplo es el pez payaso y la anemona de mar, donde el único que se beneficia es el pez payaso debido a que la anemona le sirve de casa y refugio, mientras la anemona ni se perjudica ni se beneficia. Figura 1

Otra tipo de relación interespecífica es el parasitismo es aquella relación en donde una especie llamada parásito, se beneficia y la otra -el huésped- se perjudica. Los parásitos pueden ser bacterias, hongos, animales o vegetales, que se alimentan de sustancias producidas por el huésped. El parásito vive a expensas del huésped robándole los nutrientes, en este proceso puede causarle enfermedades y hasta la muerte. Hay dos tipos de parásitos: los externos como pulgas y piojos y los internos como los que podemos ver en estas imágenes y que corresponden a algunos tipos de parásitos microscópicos que se hospedan en nosotros los humanos. Figura 1

Otra relación interespecífica es la depredación una de las especies (depredador) captura y mata a la otra (la presa) con el fin de alimentarse, generando una relación depredador y presa. En este caso la araña atrapa al insecto en su red y luego lo inmoviliza para poderlo trasladar y posteriormente alimentarse de él. Figura 1

Por último otra relación interespecífica es la simbiosis, una relación de mutuo beneficio, en el que hay además una dependencia, es decir, los individuos crean una interdependencia a tal punto que uno no podría sobrevivir sin el otro y viceversa. El ejemplo máximo de esta relación la constituyen los líquenes. Un líquen es una asociación entre un hongo y un alga: el hongo le proporciona humedad y nutrientes al alga, y ésta en la fotosíntesis le proporciona sustancias orgánicas al hongo. Figura 1

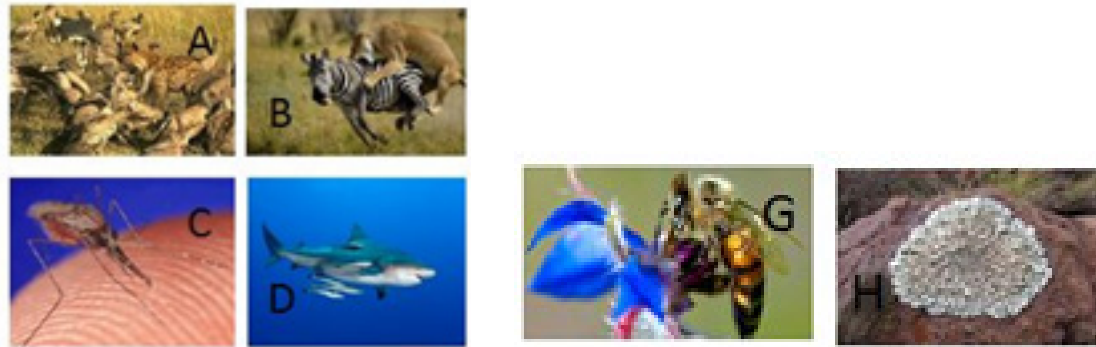


Figura 1. Relaciones interespecíficas relacionadas con la nutrición. A. Competencia. B. Depredación. C. Parasitismo. D. Comensalismo. G. Mutualismo. H. Simbiosis.


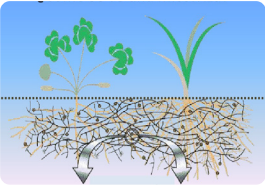
Dentro de las intraespecíficas vamos a destacar la competencia es una relación continua y necesaria entre animales cuando los recursos escasean o son limitados, por el territorio o la reproducción, provocan que los individuos de la misma especie compitan, resultando uno o ambos perjudicados en ella. Una fuerte competencia puede llevar a la eliminación total o parcial de uno de ellos, en un proceso llamado exclusión competitiva. El otro tipo de relación intraespecífica es la cooperación y se manifiesta de múltiples formas algunas de ellas:



1. Sexuales (Chimpancés): Los juegos tienen un papel muy importante porque sirven para establecer vínculos afectivos.
2. Familiares (hordas de leones): Las leonas jóvenes se asocian en grupos de seis a diez, llamados hordas, la vida en grupo las hace mejores madres porque comparten las responsabilidades de criar y proteger a la prole, gracias a ello sobreviven más cachorros hasta la vida adulta.
3. Reconciliación (primates): Las agresiones tienen consecuencias dispersivas y para los primates que viven en grupos muy cohesivos como los chimpancés y los macacos, tienen que existir mecanismos muy elaborados para la resolución de conflictos que reestablezcan esa cohesión.

Los seres vivos somos sistemas abiertos, es decir, requerimos intercambiar materia y energía con el ambiente en el que nos desarrollamos, somos parte activa del ecosistema al que pertenecemos, los diferentes factores del ecosistema inciden sobre nosotros y nuestras acciones inciden sobre el ecosistema, en una estrecha relación de interdependencia.

Vamos a analizar cada relación interespecífica que aparece en la tabla 1, para luego clasificarla argumentando las razones de la clasificación.

Tabla 1. Análisis de ejemplos de relaciones interespecíficas.

Descripción de la Relación Interespecífica	Imagen	Tipo de relación interespecífica		Argumentación
<p>La Euplectella es una esponja de mar que vive a grandes profundidades, alberga camarones que entran a ella en su fase larvaria, se nutren, desarrollan y protegen de los predadores.</p>		Competencia		
		Depredación		
		Parasitismo		
		Comensalismo	X	
		Mutualismo		
		Simbiosis		
<p>Las micorrizas se forman por la asociación de hongos con las raíces de las plantas, los hongos aumentan la superficie de absorción de agua y minerales y obtiene de la planta las sustancias orgánicas- La planta depende del hongo y el hongo de la planta.</p>		Competencia		
		Depredación		
		Parasitismo		
		Comensalismo		
		Mutualismo	X	
		Simbiosis		

Descripción de la Relación Interspecífica	Imagen	Tipo de relación interspecífica		Argumentación
<p>Ascarislumbricoide vive en el intestino del ser humano, ocasionando obstrucción intestinal y migración de los s nemátodos al conducto biliar y pancreático.</p>		Competencia		
		Depredación		
		Parasitismo	X	
		Comensalismo		
		Mutualismo		
		Simbiosis		
<p>El lobo se alimenta del alce, el bisonte, el reno, el ciervo, el zorro, el perro, el conejo y la liebre.</p>		Competencia		
		Depredación	X	
		Parasitismo		
		Comensalismo		
		Mutualismo		
		Simbiosis		

En el ecosistema se forman diferentes relaciones de nutrición que constituyen cadenas alimenticias y redes tróficas.

Analicemos la red trófica de la figura 6.

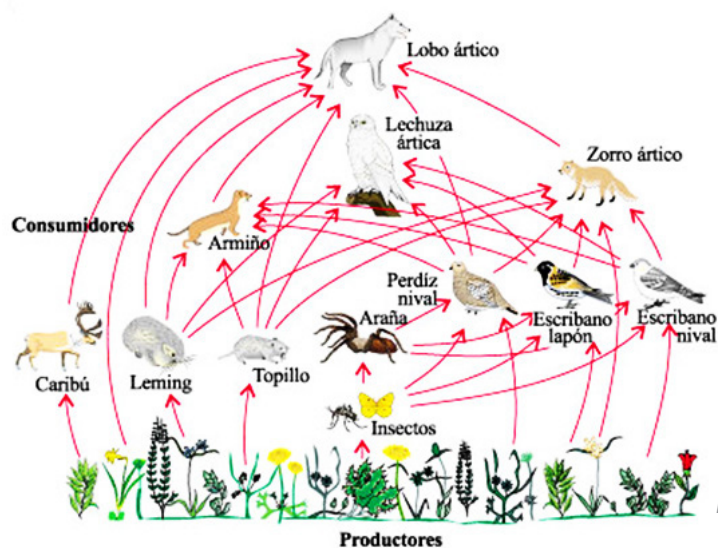


Figura 6. Red trófica.

Vamos a clasificar a los organismos que conforman la red trófica de la figura, según la posición y función que ocupan dentro de la red, en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los seres vivos de la red trófica ejemplo.

Nivel trófico	Nombres de los organismos en cada nivel trófico	Función en la red
Productores		
Consumidores primarios		
Consumidores secundarios		
Consumidores terciarios		
Consumidores cuaternarios		
Descomponedores		

Los organismos autótrofos son los productores de los ecosistemas. Los organismos herbívoros se alimentan de plantas, son consumidores primarios. Los carnívoros se alimentan de herbívoros continuando la cadena trófica, en diferentes eslabones, consumidores primarios, secundarios, terciarios, etc., según la posición que ocupen dentro de la red trófica; el ser humano puede ser el eslabón final de una cadena alimenticia. Los reductores o descomponedores, transforman la materia orgánica en materia inorgánica garantizando la continuidad del flujo de materia y energía, permitiendo que la materia vuelva a ser utilizada por los productores en un nuevo ciclo. El nivel trófico de un organismo hace referencia al número de etapas que separan a dicho organismo de los productores. La cantidad total de energía en un nivel trófico es considerablemente menor que en el que lo precede, porque cada organismo gasta energía para realizar sus funciones vitales y además libera energía al medio en forma de calor, la energía total del ecosistema no se pierde, simplemente se transforma.

Ahora analicemos la red trófica ejemplo para seleccionar tres ejemplos de seres vivos que compiten por el alimento, completando la tabla 3.

Tabla 3. Ejemplo de organismos que compiten por el alimento.

Ejemplos	Organismos que compiten por el alimento	Animales que les sirven de alimento (presas)
Ejemplo 1		
Ejemplo 2		
Ejemplo 3		

En las redes tróficas las especies más conectadas son especies clave y su eliminación ocasiona grandes efectos sobre la estabilidad y persistencia de la red, por consiguiente las especies claves actúan como reguladores de las relaciones alimenticias e inciden en el equilibrio del ecosistema.

Ahora analicemos nuevamente la red trófica y seleccionemos cinco especies que son claves, completando la tabla 4:

Tabla 4. Especies claves en la red trófica ejemplo.

Especies claves en la red trófica		
Especie 1	Especie 1	Especie 1



Actividad 1: los seres vivos utilizan fuentes de energía sorprendentes



Figura 7. Bacterias heterótrofas.

Muchos científicos creen que las primeras células vivas fueron heterótrofas, figura 7, pero que a medida que aumentaron en número comenzó a escasear el alimento, ante lo cual algunas células aprendieron a utilizar eficientemente los pocos recursos disponibles, adquiriendo mayor posibilidad de vivir y de reproducirse dejando descendencia; así aparecieron los organismos autótrofos que desarrollaron la capacidad de fabricar moléculas orgánicas a partir de moléculas inorgánicas simples, adquiriendo una gran ventaja adaptativa.

Sabemos que en la tierra primitiva no existía oxígeno libre en la atmósfera, por lo cual los seres vivos en aquella época aprendieron a desarrollarse en un ambiente anaerobio (carente de oxígeno), no podían sintetizar su alimento, lo tomaban del medio, eran heterótrofos; pero el medio iba cambiando y el alimento escaseaba, algunos organismos aprendieron a producir su propio alimento, lo que los convirtió en autótrofos.

La vida no es posible sin energía, los seres vivos utilizan diferentes fuentes de energía y según la que utilicen se clasifican en:

Fotótrofos

Si obtienen energía de la luz solar, como cianobacterias, algas y plantas, figura 8.



Figura 8. Organismos fotótrofos. A. Cianobacterias. B. Algas marinas. C. Plantas

Quimiótrofos

Si su fuente de energía son sustancias químicas, se subdividen en quimiolitótrofos, figura 9 y quimiorganótrofos, figura 10.

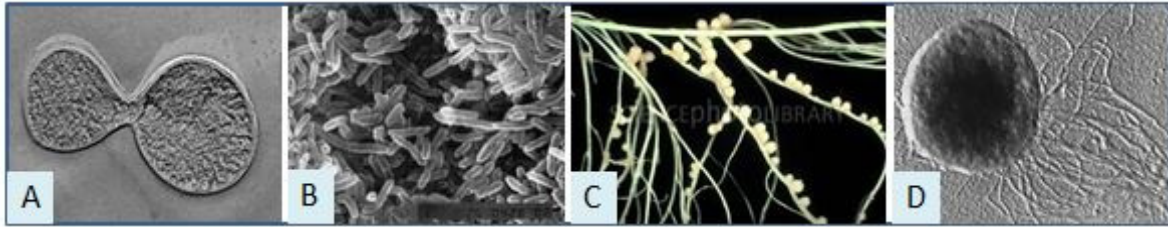


Figura 9. Organismos quimiolitótrofos. A. *Sulfolobus acidocaldarius*, B. *Thiobacillus ferrooxidans*, C. *Rhizobium* sp., D. *Methanocaldococcus jannischii*.

Los organismos quimiolitótrofos, obtienen energía a partir de moléculas inorgánicas, como ciertos organismos de los dominios Bacteria y Archaea, los cuales logran sobrevivir en condiciones extremas, en algunos ambientes con carencia total de sustancias orgánicas, en medios muy ácidos y en temperaturas cercanas a los 100°C, por ejemplo, en la figura 13 podemos apreciar: A. La Archaea *Sulfolobus acidocaldarius*, se encuentra en hábitats volcánicos, en fuentes hidrotermales ácidas y calientes o en fuentes termales de azufre; esta archaea extrae toda la energía que requiere para su metabolismo de la oxidación del sulfuro de hidrógeno (H_2S) y del azufre elemental (SO); B. la bacteria *Thiobacillus ferrooxidans* extrae energía a partir de los iones ferrosos y de la pirita; se desarrolla en las minas de carbón que están en explotación y en las aguas ácidas resultantes; C. Las bacterias nitrificantes, *Rhizobium* sp., obtienen energía de la oxidación del amoníaco (NH_3) y de los nitritos (NO_2^-) resultantes de la descomposición de la materia orgánica proveniente de residuos de plantas y animales principalmente; D. Las Archaea metanogénicas, como *Methanocaldococcus jannischii*, habitan en los pantanos y pueden obtener energía a partir de la oxidación del hidrógeno molecular (H_2).

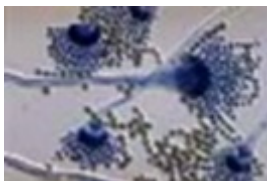
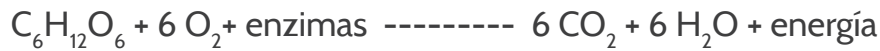


Figura 10. Quimiorganótrofos, hongos microscópicos.

Los organismos quimiorganótrofos, figura 14, obtienen energía a partir de moléculas orgánicas, como bacterias, hongos, levaduras, protozoos y todos los animales. Utilizan como fuente de energía sustancias orgánicas como carbohidratos, lípidos o proteínas.

Realizan el proceso de respiración celular aerobia para obtener energía, siendo el oxígeno el aceptor final de los electrones, este proceso se representa mediante la siguiente ecuación:



Glucosa + Oxígeno + Enzimas ----- Bióxido de carbono + Agua + Energía (ATP)

Existen otros organismos que realizan respiración anaerobia, es decir no utilizan oxígeno como aceptor de electrones, sino que utilizan como aceptores de electrones iones nitrato (NO₃⁻), sulfato (SO₄²⁻), hierro férrico (Fe³⁺), azufre elemental (S⁰) y dióxido de carbono (CO₂), respirando estos iones en vez del oxígeno.



Figura 11. *Pseudomonas sp.*

Existen también, organismos quimiorganótrofos biorremediadores, como levaduras, algunos géneros de bacterias como *Nocardia*, *Pseudomonas*, figura 11 y *Mycobacterium*, que liberan ambientes contaminados con petróleo, insecticidas y herbicidas, utilizando como fuente de energía hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, sustancias que son tóxicas para la mayoría de especies de seres vivos.

Algunos descubrimientos recientes sugieren que las primeras células pudieron ser autotróficas, quimio sintéticas o fotosintéticas antes que heterótrofas, lo significativo es que la aparición de la fotosíntesis fue trascendental para garantizar la continuidad de la vida en la tierra.

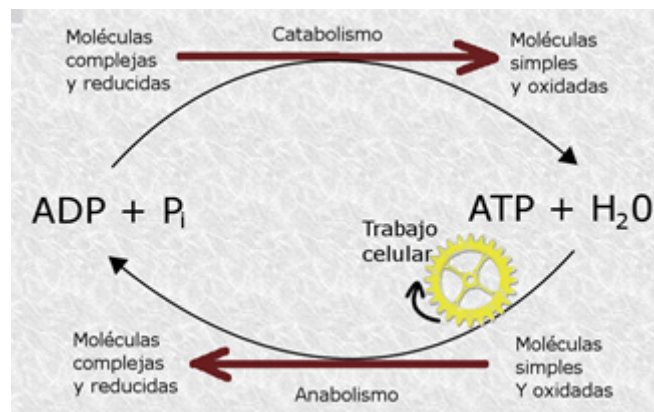


Figura 12. Adenosín trifosfato, ATP, moneda energética celular.

Nos causa asombroso comprender que aunque la fuente energética varíe y sean tan diversos en su genética, en su metabolismo y en su hábitat, todos los seres vivos utilizan el mismo principio físico para obtener energía, la transferencia de electrones desde un donador que tienen un alto potencial de óxido reducción negativo, con baja afinidad por los electrones, hacia un aceptor de electrones con un potencial de óxido reducción muy positivo, con alta afinidad por los electrones. El proceso total libera energía que se utiliza

para realizar trabajo y sintetizar moléculas altamente energéticas como el Adenosín trifosfato ATP, figura 12, el cual es la moneda energética de las células, una vez formado se utiliza para realizar los diferentes procesos metabólicos celulares.



Figura 13. GéiserDesierto Black Rock, Nevada (EE.UU).

Se han encontrado organismos marinos que viven a 500 metros de profundidad, en fuentes termales, figura 13, a muy altas temperaturas, también en ambientes bajo cero, en ausencia de oxígeno y utilizando como aceptor de electrones el manganeso, esto ha cambiado el concepto de los científicos en relación con las condiciones donde la vida es posible.

Entonces podemos concluir, que todos los seres vivos utilizan reacciones de oxidación reducción, que involucran un donador y un aceptor de electrones, generando la energía necesaria para mantener sus funciones inherentes a la vida.

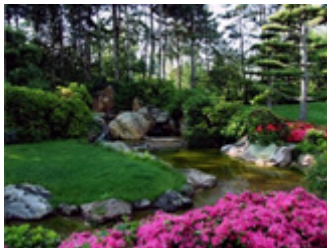


Figura 14. Las plantas son seres autótrofos.

La fuente principal de energía que impulsa la vida en la Tierra es el sol. El proceso de fotosíntesis alimenta a casi la totalidad de los seres vivos, directa o indirectamente. Los organismos autótrofos (auto significa sí mismo y trofos significa alimentar), figura 14, producen su propio alimento. Los autótrofos son la fuente principal de compuestos orgánicos para los seres vivos del ecosistema, inician las cadenas tróficas o alimenticias y reciben el nombre de productores de la biosfera.

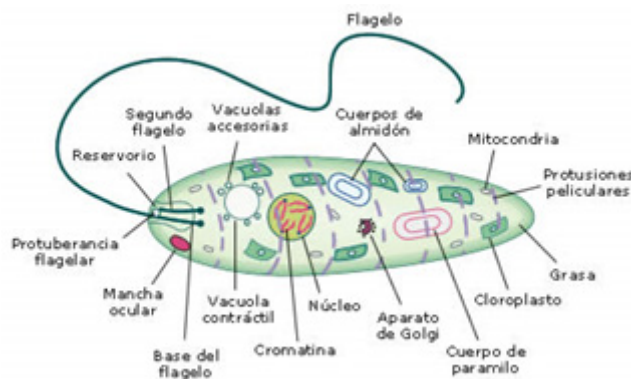


Figura 15. Euglena.

Las plantas en su mayoría son foto autótrofas, porque captan la luz solar para sintetizar sustancias orgánicas a partir de gas carbónico, minerales y agua, liberando oxígeno y produciendo alimento. En los ecosistemas acuáticos, se encuentran también foto autótrofos como las algas (verdes, pardas, rojas), protistas unicelulares como la euglena, figura 15, y procariontas como las cianobacterias.



Figura 16.
Heterótrofos

Los organismos heterótrofos (hetero significa otros), figura 16, no tienen la capacidad de elaborar su propio alimento, por lo cual consumen alimento elaborado por otros seres vivos, reciben el nombre de consumidores de la biosfera, por ejemplo, los animales y los seres humanos. La vida de los organismos heterótrofos depende de los autótrofos. la euglena, figura 15, y procariontas como las cianobacterias.

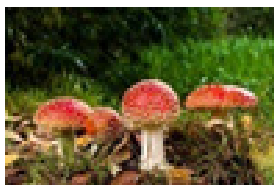


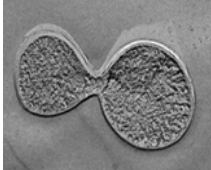


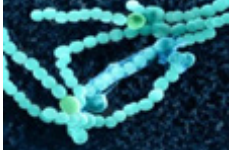
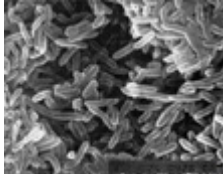

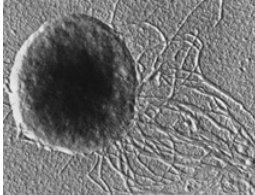
Figura 17.
Descomponedores.

Algunos heterótrofos son saprófitos o descomponedores, figura 17, se alimentan de materia orgánica transformándola en materia inorgánica, garantizando la continuidad del flujo de materia y energía en los ecosistemas.

Ahora resolvemos el ejercicio “Autótrofos y heterótrofos” para verificar la comprensión de las estrategias que utilizan los seres vivos para obtener energía, relacionando cada tipo de organismos con la forma como obtienen energía para desarrollar su metabolismo.

Tabla 5. Autótrofos y heterótrofos

Tipo de organismos	Estrategia de obtención de energía
 <p data-bbox="272 1339 509 1367">Figura 18. <i>Pseudomonas</i></p>	Organismos quimiolitótrofos, obtienen energía a partir de la oxidación del hidrógeno molecular (H ₂).
 <p data-bbox="277 1598 505 1625">Figura 19. <i>Rhizobium</i> sp</p>	Organismos saprófitos que se alimentan de materia orgánica transformándola en materia inorgánica, garantizando la continuidad del flujo de materia y energía en los ecosistemas.
 <p data-bbox="245 1850 537 1898">Figura 20. <i>Archaea Sulfolobus acidocaldarius</i></p>	Organismos quimiolitótrofos que extraen energía a partir de los iones ferrosos y de la pirita.

Tipo de organismos	Estrategia de obtención de energía
 <p data-bbox="272 390 516 420">Figura 21. Cianobacterias</p>	<p data-bbox="604 247 1328 357">Organismos quimiótrofos que obtienen energía de la oxidación del amoníaco (NH_3) y de los nitritos (NO_2^-), realizan nitrificación.</p>
 <p data-bbox="220 646 565 676">Figura 22. <i>Thiobacillus ferrooxidans</i></p>	<p data-bbox="604 514 1341 623">Organismos quimiolitótrofos que extraen la energía de la oxidación del sulfuro de hidrógeno (H_2S) y del azufre elemental (S).</p>
 <p data-bbox="305 915 483 945">Figura 23. Hongos</p>	<p data-bbox="604 760 1386 911">Organismos quimiorganótrofos que utilizan como fuente de energía hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, sustancias que son tóxicas para la mayoría de especies de seres vivos, son biorremediadoras.</p>
 <p data-bbox="227 1184 558 1213">Figura 24. Archaea metanogénicas</p>	<p data-bbox="604 1060 1367 1131">Organismos fotótrofos que contienen clorofila, pigmento que les permite obtener la energía de la luz solar.</p>

Nos disponemos ahora a profundizar en nuestra comprensión sobre el proceso de fotosíntesis y su importancia en la sustentabilidad y equilibrio de la biosfera.

Para abordar el estudio de la fotosíntesis y de la nutrición de los hongos, vamos a traer a la clase, un pliego de cartulina, colores, marcadores y cinta pegante, para desarrollar el trabajo grupal.

2.1. LA FOTOSÍNTESIS EL PROCESO QUE SUSTENTA LA VIDA EN LA BIOSFERA

Hemos estudiado que los seres vivos se agrupan en tres dominios: Archaea, Bacteria y Eucarya, procediendo todos de un antecesor común. La aparición y el desarrollo de la fotosíntesis está íntimamente ligado al desarrollo de la vida sobre la tierra, las bacterias fotosintéticas pertenecen al dominio Bacteria y las algas, plantas y algunos protistas, al dominio Eucarya. El análisis de la figura 29 nos permite comprender la relación entre la evolución de la fotosíntesis y la evolución de la vida.

Se han hallado microfósiles de cianobacterias en rocas australianas con una antigüedad de 3500 millones de años, esto indica que desde esta época las cianobacterias liberaban oxígeno a la atmósfera por el proceso de fotosíntesis, pero un aumento considerable de oxígeno se empezó a producir hace unos 2500 millones de años.

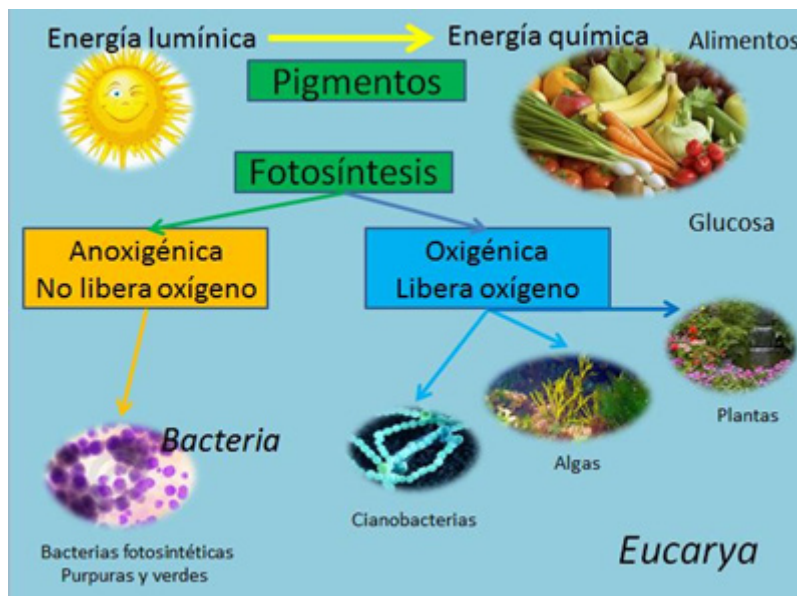


Figura 25. Evolución de la fotosíntesis.

El proceso fotosintético puede ser anoxigénico, cuando no produce oxígeno libre, en bacterias y oxigénico, cuando produce oxígeno libre, en cianobacterias, algas y plantas, como se evidencia en la figura 25.

La figura 26, nos permite apreciar la relación entre la nutrición autótrofa y heterótrofa. Todos los seres vivos necesitamos una fuente de energía para el mantenimiento de las funciones vitales, en el caso de los organismos con nutrición autótrofa, puede ser sustancias químicas para los quimio autótrofos y luz solar para los foto autótrofos, a partir de estas fuentes energéticas, producen alimento para ellos y para los demás seres vivos del ecosistema; los heterótrofos utilizan como fuente de energía la materia orgánica producida por los autótrofos y los quimiorganótrofos tienen la importante función de transformar la materia orgánica en materia inorgánica,

generando nuevos ciclos, de esta forma va fluyendo la materia y la energía en los ecosistemas, manteniéndose en forma natural el equilibrio.

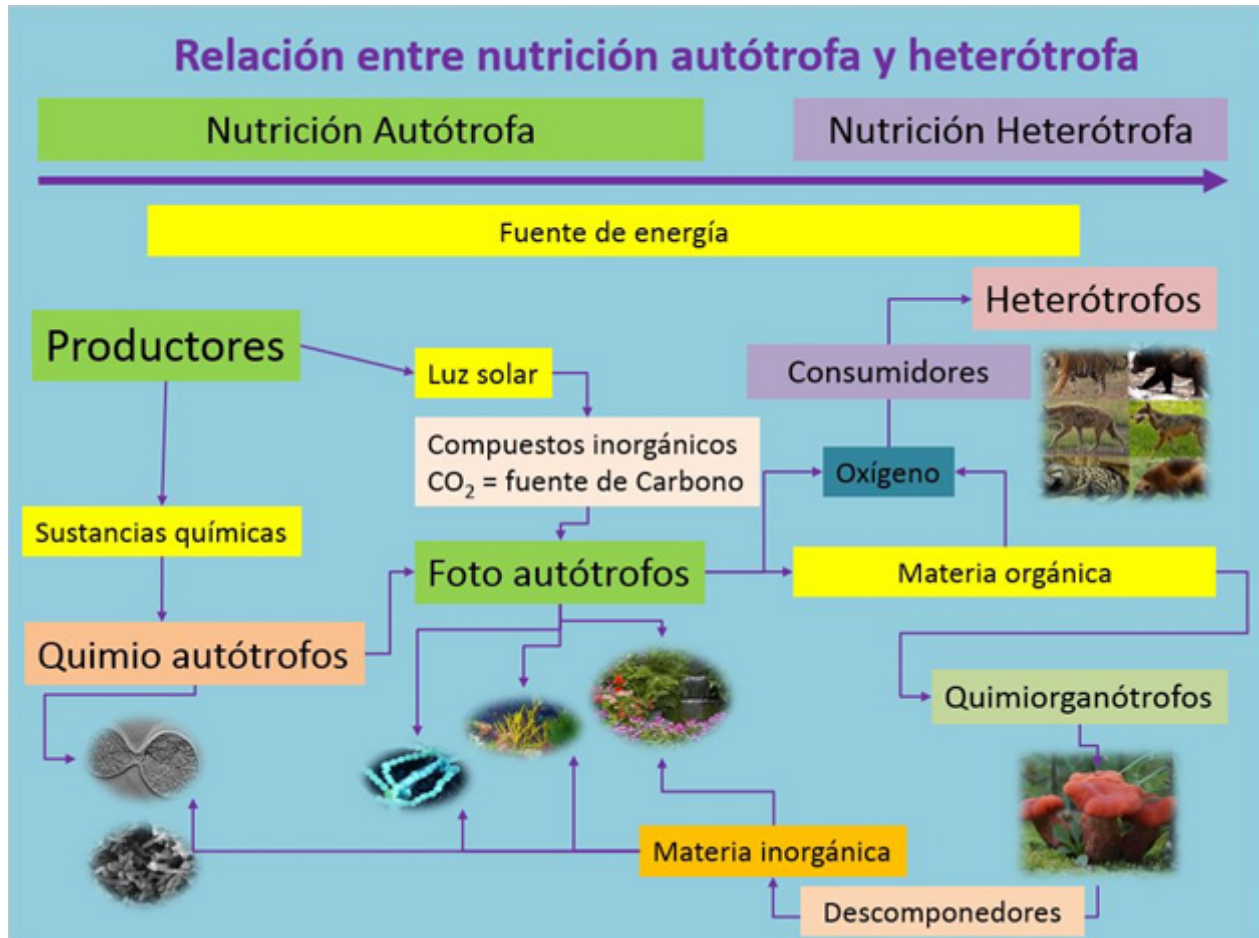


Figura 26. Relación entre nutrición autótrofa y heterótrofa.

Notamos que el oxígeno es el resultado de la fotosíntesis oxigénica y está ligado con el proceso de respiración u obtención de energía de los seres vivos, pues como ya sabemos, los primeros organismos vivían en anaerobiosis y el oxígeno era letal para ellos, igual ocurre con los organismos actuales que son anaerobios estrictos. Pero los organismos se adaptaron al ambiente con oxígeno, aprendiendo a utilizarlo para oxidar los nutrientes y obtener energía para desarrollar sus funciones vitales, mediante el proceso de respiración aerobia (con oxígeno), proceso en el que el oxígeno se utiliza para oxidar la glucosa y obtener energía en forma de ATP, en el interior de las células.

Los restos fósiles evidencian que las plantas comenzaron a poblar la tierra hace unos 500 millones de años, facilitando el desarrollo de la vida heterotrófica, pues las plantas comenzaron a proveer alimento, alojamiento, cobertura, soporte y hábitats para reproducirse; las plantas determinan en los ecosistemas el carácter de los animales y demás formas de vida que los constituyen. Todo el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas depende de los procesos fotosintéticos de las plantas. Comprender la importancia de las plantas en los ecosistemas, nos debe permitir mejorar nuestra actitud hacia ellas, pues sin su presencia no se mantendría la vida como la conocemos.



Figura 27. Bosque.

La fotosíntesis convierte la energía lumínica proveniente del sol en energía química almacenada en los alimentos, gracias a la presencia de cloroplastos en las células de las plantas. Los tallos verdes, los frutos inmaduros y principalmente las hojas de las plantas contienen cloroplastos. Se calcula medio millón de cloroplastos por milímetro cuadrado de superficie de una hoja. Los bosques, figura 27, son reservorios de energía, alimento, agua y oxígeno.



Figura 28. Hojas.

Las hojas, figura 28, tienen en su epidermis estomas (significa boca), a través de ellos entra el bióxido de carbono CO_2 como materia prima para producir alimento y sale el oxígeno como producto de la fotosíntesis; las sustancias elaboradas en la fotosíntesis son transportadas por los tubos del floema hasta las demás partes de la planta.

Las plantas tienen requerimientos simples: luz, agua, oxígeno, dióxido de carbono y algunas sales minerales. Lo admirable es que a partir de estos sencillos materiales, mediante el proceso de fotosíntesis, elaboran sustancias orgánicas como azúcares, aminoácidos, nucleótidos y otras sustancias orgánicas, de las cuales depende toda la vida vegetal y animal.

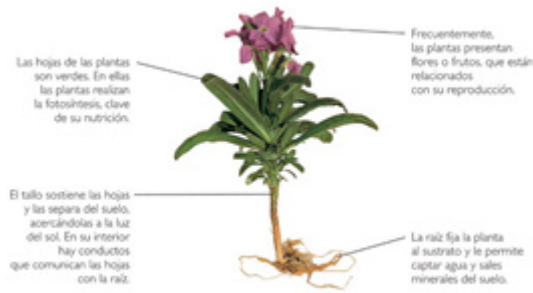


Figura 29. Partes de una planta. NO SE ENCUENTRA INMERSA EN EL TEXTO ESTA IMAGEN

El agua y las sales minerales se absorben del suelo por las raíces. El tallo eleva a las hojas que son las superficies sintetizadoras hacia la luz solar, posee tejidos vasculares especializados, el xilema transporta agua y sales minerales desde las raíces hasta las hojas, el floema, transporta los productos de la fotosíntesis desde las hojas a las demás partes de la planta.

Las hojas responden a dos situaciones, alcanzar la máxima superficie expuesta a la luz solar y conservar el agua proporcionando un medio adecuado para intercambiar el gas carbónico y el oxígeno.

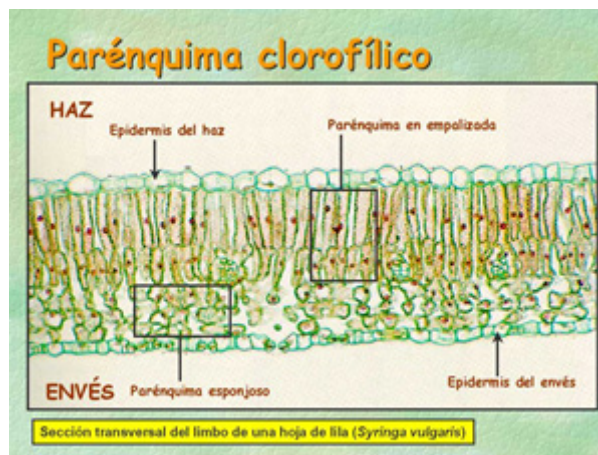


Figura 30. Parénquima clorofílico

Las células foto sintetizadoras de las hojas pertenecen al tejido parénquima, figura 30, del cual existen dos tipos:

- Parénquima en empalizada: posee células columnares largas en las que ocurre la mayor parte de la fotosíntesis.
- Parénquima esponjoso: formado por células de forma irregular que están rodeadas por grandes espacios de aire, los cuales se llenan con gases, gas carbónico, oxígeno y vapor de agua.

El parénquima en empalizada y el esponjoso conforman el mesófilo o parte media de la hoja, completamente encerrado por las células del tejido epidérmico, las cuales secretan cutina, sustancia que forma una cobertura externa en la hoja; tanto las células epidérmicas como la cutina son transparentes, con el fin de permitir que la luz llegue al mesófilo donde están las células fotosintetizadoras.

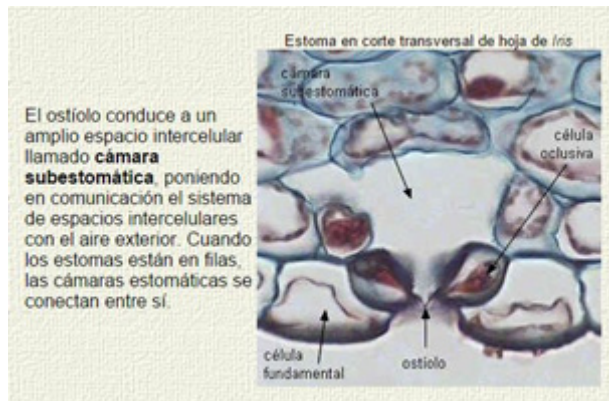


Figura 31. Estomas.

Los gases, oxígeno y dióxido de carbono, se mueven hacia el interior y exterior de la hoja a través de estomas, figura 31. Un estoma está formado por dos células oclusivas, con una pequeña abertura llamada ostiolo, a través del cual se intercambian gases y ocurre la transpiración de la planta, el 90% del agua que sale de la planta lo hace a través de los estomas por el proceso de transpiración. Generalmente los estomas son más numerosos en la cara inferior de las hojas o envés que en la cara superior de la hoja o haz.

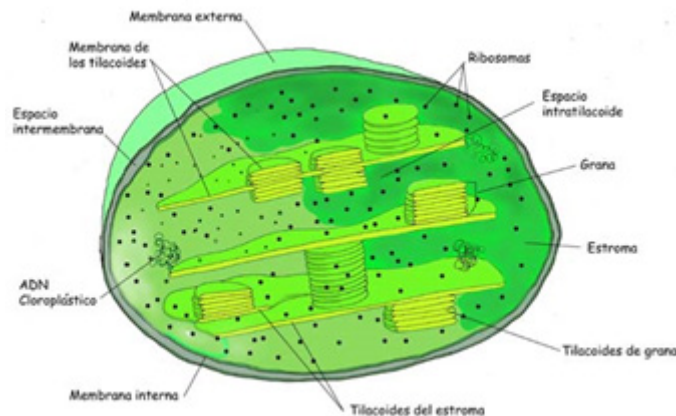


Figura 32. Cloroplasto.

El color verde de las hojas se debe al pigmento clorofila, localizado dentro de los cloroplastos, figura 32, son organelos celulares especializados en los cuales se efectúa la fotosíntesis; se encuentran en la parte media o mesófilo de la hoja, una célula del mesófilo tiene entre 30 a 40 cloroplastos. Un cloroplasto mide 2,4 x 4,5 micrómetros, y posee dos membranas que encierran el estroma o matriz densa del interior del cloroplasto.

El sistema de sacos membranosos interconectados llamados tilacoides, separa el estroma del espacio tilacoidal. Algunas veces, los tilacoides se agrupan formando estructuras llamadas grana, la clorofila se encuentra en las membranas tilacoides. Los procariontes fotosintéticos no poseen cloroplastos, pero tienen membranas fotosintéticas que provienen de extensiones de la membrana plasmática, que cumplen la misma función.

Las membranas de los tilacoides contienen el pigmento clorofila, así como otros pigmentos. Un pigmento es una sustancia que absorbe luz. La clorofila absorbe las longitudes de onda violeta, azul y roja y refleja la verde, interviene directamente en la transformación de energía luminosa en energía química. Los demás pigmentos como clorofila b y los carotenoides, absorben longitudes de onda distintas, pueden pasarlas a la clorofila a, ampliando el espectro de luz disponible para la fotosíntesis.

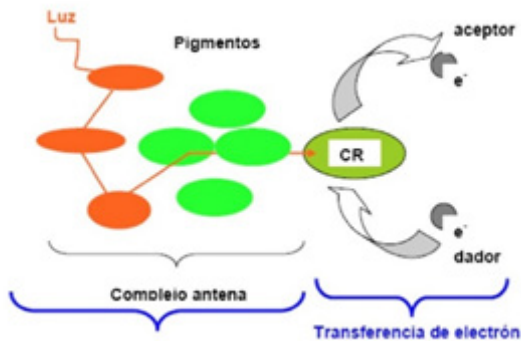


Figura 33. Estructura y funcionamiento de los pigmentos antena.

Los pigmentos actúan a manera de una antena, figura 33, captan la luz y transfieren la energía al centro de reacción al que están asociados, los electrones pasan de la clorofila a una molécula aceptora de electrones. Cuando un pigmento absorbe un fotón o cuanto de luz, ocasiona que un electrón de la molécula de pigmento al absorber energía pase a un nivel energético más alto, alcanzando un estado excitado, el cual se mantiene por millonésimas de segundo, la energía de la excitación en la fotosíntesis desencadena reacciones químicas.

El proceso de fotosíntesis agrupa dos tipos de reacciones: reacciones dependientes de la luz y reacciones que fijan carbono.

Las reacciones dependientes de la luz, ocurren solo en presencia de luz, la luz es absorbida por las moléculas de clorofila a, esta energía es usada para producir Adenosíntrifosfato, ATP; en el interior del tilacoide el agua se rompe liberando oxígeno gaseoso e hidrógeno (electrones y protones). Los electrones son absorbidos por el NADP⁺ formando NADPH. La fase de reacciones que fijan carbono, ocurre en el estroma del cloroplasto, comprende la producción de glúcidos, a partir del gas carbónico y el hidrógeno que transporta el NADPH, utilizando la energía del ATP y del NADPH, producidos en la etapa dependiente de la luz.

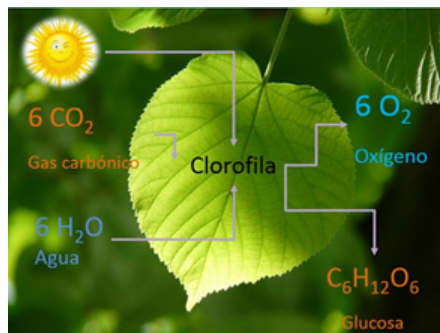
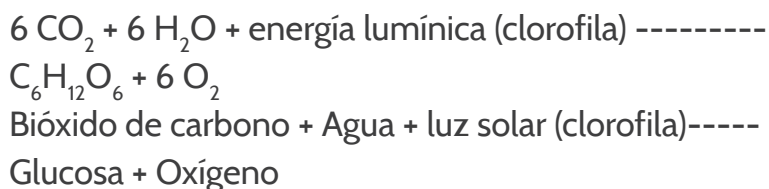


Figura 34. Representación abreviada del proceso de fotosíntesis.

Una vez se ha fijado el dióxido de carbono, se produce la etapa de reducción a gliceraldehido-3- fosfato, la producción de glucosa y demás moléculas orgánicas, las cuales constituyen la fuente energética para todos los seres vivos de la biosfera. En forma abreviada, se representa el proceso de fotosíntesis, figura 34, mediante la ecuación:



El proceso de fotosíntesis está interconectado con el de respiración, la fotosíntesis captura la energía del sol, la convierte en energía química y sustenta a los seres vivos; la respiración permite a los seres vivos heterótrofos consumir y utilizar la energía almacenada en los enlaces químicos de los alimentos que incorporan del medio ambiente, para obtener la energía que requieren en el funcionamiento y el equilibrio de la vida, son procesos que se complementan.

La nutrición heterótrofa implica incorporar al organismo sustancias ya elaboradas, con el fin de degradarlas a sustancias más simples, utilizando estas sustancias resultantes en la síntesis de moléculas necesarias para el metabolismo y la homeóstasis.

En la nutrición heterótrofa absorptiva o saprótrofa, se incorporan sustancias que proceden de organismos en descomposición, este tipo de nutrición es propio de hongos y algunas bacterias. En la nutrición heterótrofa ingestiva u holótrofa, se ingieren sustancias en forma de alimentos que luego son digeridos, absorbidos y distribuidos a todo el organismo, este tipo de nutrición es propio de animales, se exceptúan las esponjas que tienen nutrición heterótrofa absorptiva.

Los organismos descomponedores garantizan el reciclaje de los nutrientes en los ecosistemas, estableciendo el enlace entre los consumidores y los productores, tomando la materia orgánica y transformándola en materia inorgánica que vuelve a ser utilizada por los productores para producir alimento y oxígeno.

Los hongos son ejemplo de organismos descomponedores, nos interesamos por conocer un poco acerca del mecanismo de nutrición de los hongos.

2.2 ¿CÓMO SE NUTREN LOS HONGOS?

La micología es la ciencia que estudia los hongos, figura 35. Los hongos se consideraron durante mucho tiempo formando parte de las plantas, en el año 1969 Whittaker propuso la clasificación de los organismos en cinco reinos, actualmente se clasifican a los seres vivos en tres dominios, dos con organización procariota, el dominio Archaea y el dominio Bacteria, el dominio Eukarya agrupa a los organismos eucariotas (protistas, hongos, plantas y animales).



Figura 35. Hongo Basidiomicete.

Los hongos se desarrollan en ambientes naturales, junto con las levaduras, asociándose estrechamente con las bacterias y compitiendo con ellas por los nutrientes.

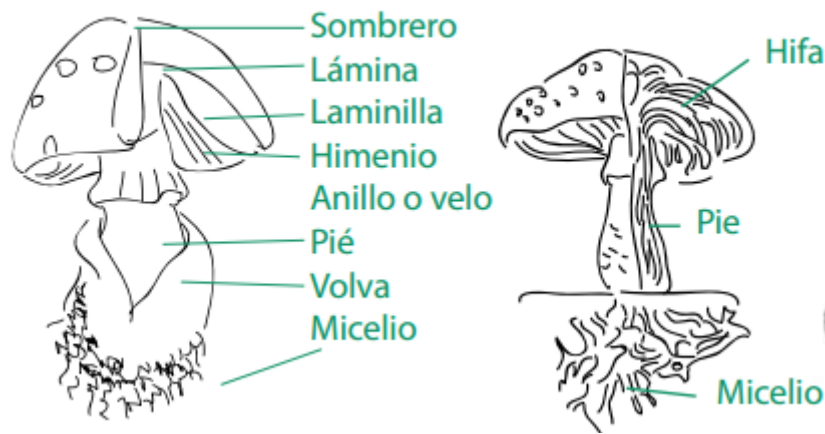


Figura 36. Estructura de los hongos.

Son eucariotas, poseen pared celular formada por polisacáridos complejos como la quitina, proteínas y glucoproteínas. Muchos hongos poseen en la pared pigmentos oscuros llamados melaninas, que cumplen funciones de foto protección, resistencia al rompimiento o lisis enzimática y funciones estructurales; la membrana citoplasmática contiene ergosterol.

Su constitución, figura 36, comprende unas estructuras tubulares o hifas que cumplen la función de absorber nutrientes, las células que forman las hifas están separadas por tabiques o septos perforados que establecen continuidad entre los compartimientos de las hifas, el conjunto de hifas conforma el micelio, el cual puede ser: aéreo si se extiende por encima del sustrato y soporta las estructuras reproductoras o vegetativo: formado por una masa que penetra los sustratos y cuya función es obtener nutrientes.



Figura 36. Estructura de los hongos.

Los hongos saprófitos, figura 37, desempeñan un papel fundamental en la naturaleza debido a que se nutren de la materia orgánica, descomponiéndola por medio de enzimas y favoreciendo la continuidad de la vida sobre la tierra, al restituir la materia inorgánica para que retorne a los productores.



Figura 38. Roya del café.

Algunos hongos son parásitos, patógenos de animales o de plantas, como la roya del cafeto, figura 38 y del ser humano, ocasionan alergias, intoxicaciones y micosis.

Los hongos saprobios y parásitos, obtienen su alimento a través de digestión externa lisotrófica, lo cual significa que el hongo produce exoenzimas que actúan sobre las sustancias nutritivas del medio externo descomponiéndolas, los nutrientes obtenidos son absorbidos por las delgadas paredes de las hifas nutriendo al micelio.



Figura 39. Líquenes.

Otros hongos son simbioses, extraen los nutrientes de un hospedador, al que a su vez benefician. Por ejemplo, en la formación de líquenes, figura 39, se asocia un alga con un hongo, el alga realiza la fotosíntesis, proporcionándole alimento al hongo y el hongo le aporta sales minerales a la planta.

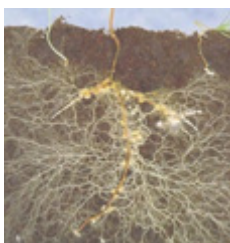


Figura 40. Raíz micorrizada.

Algunos hongos son simbioses de vegetales formando micorrizas, figura 40, en esta asociación las dos especies se benefician mutuamente intercambiando componentes metabólicos que benefician el crecimiento de ambas.

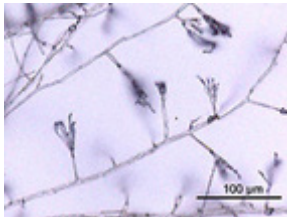


Figura 41. *Penicillium*.

Los hongos son útiles también en la industria alimentaria, en la producción de quesos y bebidas fermentadas; en la industria farmacéutica se utilizan para la producción de enzimas y de antibióticos como la penicilina, figura 41; a partir de algunos de ellos se extraen proteínas para el consumo humano.

Vamos ahora a ilustrar en la cartulina que hemos traído, mediante dibujos y explicaciones, nuestra comprensión sobre el proceso de fotosíntesis, la nutrición en animales y la nutrición de los hongos saprófitos, con base en las siguientes orientaciones:

- Realizamos el dibujo de una hoja de una planta, representamos mediante flechas la relación entre los procesos de fotosíntesis y respiración en las plantas.
- Realizamos el dibujo de dos animales consumidores uno primario y otro secundario, representando su forma de nutrirse.
- Realizamos el dibujo de la estructura de un hongo saprófito y representamos su forma de nutrirse.
- Relacionamos a través de un dibujo, el flujo de materia y energía entre la planta, los consumidores y los hongos saprófitos.
- Mencionamos 5 razones que demuestren la importancia de la nutrición en los seres vivos.

Al terminar sustentamos el trabajo realizado y recibimos la retroalimentación de parte de nuestro docente y compañeros, participando en la elaboración de conclusiones sobre el tema.

Ahora nos interesamos por estudiar las moléculas inherentes a la vida, biomoléculas que son comunes a los diferentes seres vivos, independientemente de su grado de desarrollo evolutivo o complejidad, analizando la función que cumplen en la nutrición.

2.3 BIOMOLÉCULAS

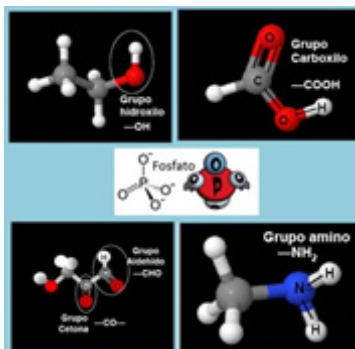


Figura 42. Grupos funcionales comunes.

Las biomoléculas son moléculas orgánicas asociadas con los seres vivos y tienen tres elementos comunes, carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen algunas de ellas fósforo y nitrógeno. Se consideran cuatro grupos principales de biomoléculas: hidratos de carbono, lípidos, proteínas y nucleótidos.

Los hidratos de carbono, lípidos y proteínas son utilizados como fuente de energía y como base de los componentes celulares. Los nucleótidos incluyen ácidos nucleicos, ácido desoxirribonucleico, DNA y ácido ribonucleico RNA, como componentes estructurales del material genético, compuestos que llevan energía como el Adenosín trifosfato ATP y compuestos que regulan el metabolismo como el Adenosín monofosfato cíclico cAMP.

2.3.1 HIDRATOS DE CARBONO

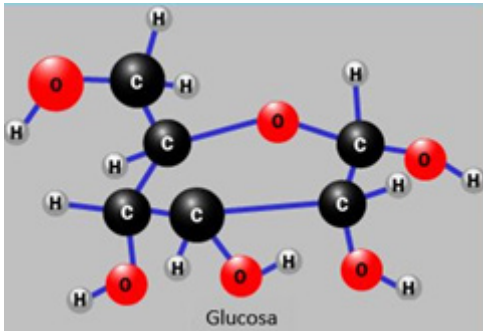


Figura 43. Molécula de Glucosa.

Están formados por Carbono e Hidrógeno, su fórmula general es $(CH_2O)_n$, por cada carbono hay dos hidrógenos y un oxígeno, la misma relación que se encuentra en el agua, la letra n indica el número de veces que se repite la estructura para formar una macromolécula o polisacárido, para escribir la fórmula molecular de un carbohidrato se multiplican los subíndices dentro del paréntesis por n, siendo n el número de carbonos que tiene el compuesto. Por ejemplo, la glucosa, figura 43, tiene 6 carbonos, su fórmula molecular es $C_6H_{12}O_6$.

Los carbohidratos se encuentran como azúcares simples, monosacáridos como la glucosa, los monosacáridos ribosa y desoxirribosa tienen cinco carbonos, son pentosas y forman parte de la estructura de los nucleótidos, los disacáridos como la maltosa formada por dos unidades de glucosa o la sacarosa o azúcar de caña formada por una molécula de glucosa y una de fructosa y los polisacáridos como el almidón, el glucógeno y la celulosa, están formados por varias moléculas de glucosa.



Figura 44. Polisacáridos.

Todas las células vivas almacenan glucosa formando polisacáridos, figura 44, glucógeno en las células animales, almidón en las células vegetales y dextrans en las levaduras y bacterias. Algunas células también producen polisacáridos estructurales como la celulosa en las plantas y la quitina en los invertebrados.

Aunque la celulosa es la molécula orgánica más abundante en el planeta, los seres humanos no tienen la capacidad de digerirla.



Figura 45. Alimentos ricos en carbohidratos.

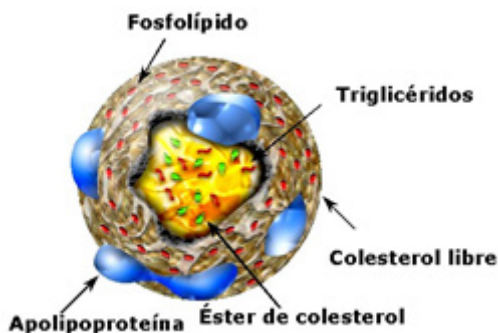
Los carbohidratos de origen exógeno provienen de los alimentos que ingerimos en la dieta, apreciamos algunos de ellos en la figura 45, son fuente de carbohidratos los cereales (arroz, maíz, trigo), las hortalizas (bulbos, raíces, verduras), las legumbres (alubias, garbanzos, guisantes, frijoles, habas, lentejas), los tubérculos (patatas), las frutas, los dulces, confites, jaleas, mermeladas, la leche y los productos lácteos.

A nivel endógeno, el hígado y la corteza suprarrenal pueden formar glucosa a partir de las reservas de glucógeno, del ácido láctico y del glicerol de las grasas.

Los carbohidratos cumplen funciones como las siguientes:

- Fuente energética, cada gramo de carbohidrato oxidado aporta 4 Kilocalorías.
- Biosíntesis de ácidos grasos y de algunos aminoácidos.
- Constitución de moléculas complejas importantes, glicolípidos, glicoproteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos azucarados y glicoesfingolípidos.
- Aporte de fibra en la dieta, los carbohidratos que son indigeribles como la celulosa, la lignina, el agar, la goma, constituyen una valiosa ayuda para facilitar el tránsito intestinal y el volumen de las heces.
- Constitución de peptidoglicanos, formando parte de las paredes bacterianas

2.3.2 LÍPIDOS



Los lípidos son biomoléculas formadas por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, pero contienen menor proporción de oxígeno que los carbohidratos, sus moléculas no son polares y por lo tanto son muy poco solubles en agua, reciben el nombre de grasas si son sólidos a temperatura ambiente y de aceites si son líquidos a temperatura ambiente. Existen moléculas relacionadas con los lípidos verdaderos como fosfolípidos, esteroides y eicosanoides.

Figura 46. Lípidos en la célula. No está inmersa en el texto



Figura 47. Glicéridos.

Los lípidos tienen una molécula de tres carbonos, el glicerol y moléculas largas llamadas ácidos grasos, figura 47. Los fosfolípidos además contienen un grupo fosfato ($-H_2PO_4$).



Figura 48. Alimentos ricos en lípidos.

Los ácidos grasos están formados por cadenas largas de átomos de carbono e hidrógeno, con la presencia del grupo funcional carboxilo en un extremo de la cadena, lo que los caracteriza como ácidos orgánicos, pueden ser saturados (ácido palmítico) si no poseen dobles enlaces entre dos carbonos, mono insaturados (ácido oleico) si poseen un enlace entre dos carbonos y poliinsaturados (ácido linoleico) si tienen dos o más dobles enlaces entre sus carbonos.

En la figura 48, apreciamos algunos alimentos que son fuente de lípidos. Los lípidos cumplen funciones como las siguientes:

- Son fuente de energía, proporcionan 9 Kilocalorías por gramo.
- Son una reserva potencial de energía.
- Participan en diversas actividades metabólicas.
- Son constituyentes de las membranas celulares.
- Actúan como aislantes mecánicos y térmicos.
- Protectores y acomodadores de órganos.
- Vehículo de las vitaminas liposolubles.
- Almacén de agua metabólica.

2.3.3 PROTEÍNAS

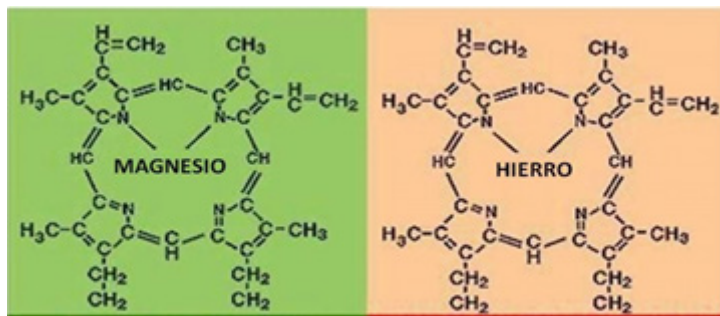


Figura 49. Clorofila y hemoglobina.

Las proteínas son polímeros de aminoácidos, en la figura 49, se aprecia la fórmula de la clorofila, presente en las partes verdes de los vegetales, fundamental para la fotosíntesis y de la hemoglobina presente en la sangre, proteína transportadora de los gases oxígeno y gas carbónico en los animales.

Como podemos analizar son muy parecidas en su estructura molecular. En las proteínas naturales generalmente aparecen 20 aminoácidos, nueve de ellos se consideran esenciales porque el cuerpo humano no los puede sintetizar, por lo cual, debe ingerirlos en la dieta.

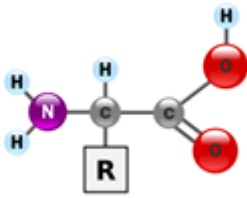


Figura 50. Aminoácido..

Los aminoácidos contienen una cadena carbonada o radical de carbonos que difiere para cada aminoácido, un grupo carboxilo y un grupo amino, figura 50. El grupo amino es la fuente principal de nitrógeno en nuestra dieta. Los 20 aminoácidos se unen de formas distintas para formar diversas moléculas de proteínas, el grupo amino de un aminoácido se une con el grupo carboxilo del siguiente aminoácido mediante un enlace peptídico.

Un oligopéptido es un péptido formado por 2 a 9 aminoácidos, un polipéptido está formado por 10 a 100 aminoácidos, una proteína tiene más de 100 aminoácidos.

Cada proteína tiene una secuencia de aminoácidos determinada genéticamente que se llama estructura primaria y cumple una función específica en el organismo, cuando se altera la secuencia ocurren graves alteraciones del metabolismo. Cada proteína adopta una distribución espacial característica que se denomina estructura secundaria, estabilizada por puentes de hidrógeno entre sus moléculas; la forma tridimensional de una proteína constituye su estructura terciaria. Las proteínas se clasifican en fibrosas y globulares, las proteínas fibrosas no son solubles en agua y constituyen la estructura de células y tejidos, por ejemplo el colágeno que forma el tejido conectivo y la queratina que forma el pelo y las uñas. Las proteínas globulares son solubles en agua, actúan como transportadoras de los lípidos insolubles en la sangre, uniéndose con ellos y volviéndolos solubles, también funcionan como enzimas que modifican la velocidad de las reacciones químicas; actúan también como mensajeras de célula a célula, en forma de hormonas y neurotransmisores y como moléculas de defensa o anticuerpos para combatir a invasores externos. Cuando se asocian varias proteínas para formar una proteína funcional, se dice que tiene una estructura cuaternaria, por ejemplo la hemoglobina tiene cuatro unidades, es un tetrámero.

Las proteínas conjugadas son moléculas proteicas combinadas con otros tipos de biomoléculas, por ejemplo, lipoproteínas, glucoproteínas que con los glucolípidos son importantes fundamentales de las membranas celulares. Las proteínas son componentes fundamentales de la dieta por su valor nutricional y propiedades funcionales, la mayor o menor presencia de aminoácidos esenciales en una proteína determina su valor nutritivo, la nutrición óptima exige una mezcla equilibrada de aminoácidos.

Las proteínas cumplen funciones importantes en las células como las siguientes:

- Son reguladoras de los procesos metabólicos, hormonas.
- Son muy importantes en los mecanismos de transmisión de la información genética, nucleoproteínas.
- Cumplen funciones estructurales, colágeno.
- Actúan como enzimas modificando la velocidad de las reacciones, enzimas.
- Transportan sustancias, hemoglobina.
- Colaboran en la regulación del equilibrio hidroelectrolítico del organismo, albúmina.

2.3.4 ÁCIDOS NUCLEÍCOS

Los nucleótidos cumplen funciones de almacenamiento y transmisión de información genética y energía. Un nucleótido es una molécula compuesta por uno o más grupos fosfatos, un azúcar de cinco carbonos (ribosa o desoxirribosa) y una base nitrogenada (purina o pirimidina).

Las bases nitrogenadas purinas tienen dos anillos, son la adenina y la guanina, las bases nitrogenadas pirimidinas tienen un anillo, son uracilo, timina y citosina.

Los nucleótidos más pequeños son las moléculas transmisoras de energía, ATP, Adenosíntrifosfato y ADP, Adenosindifosfato, el Adenosinmonofosfato cíclico cAMP, es una molécula importante para transmitir señales entre el líquido extracelular y la célula. También participan en la transferencia de energía el NAD, nicotina adenina dinucleótido y el FAD, flavina adenina dinucleótido.



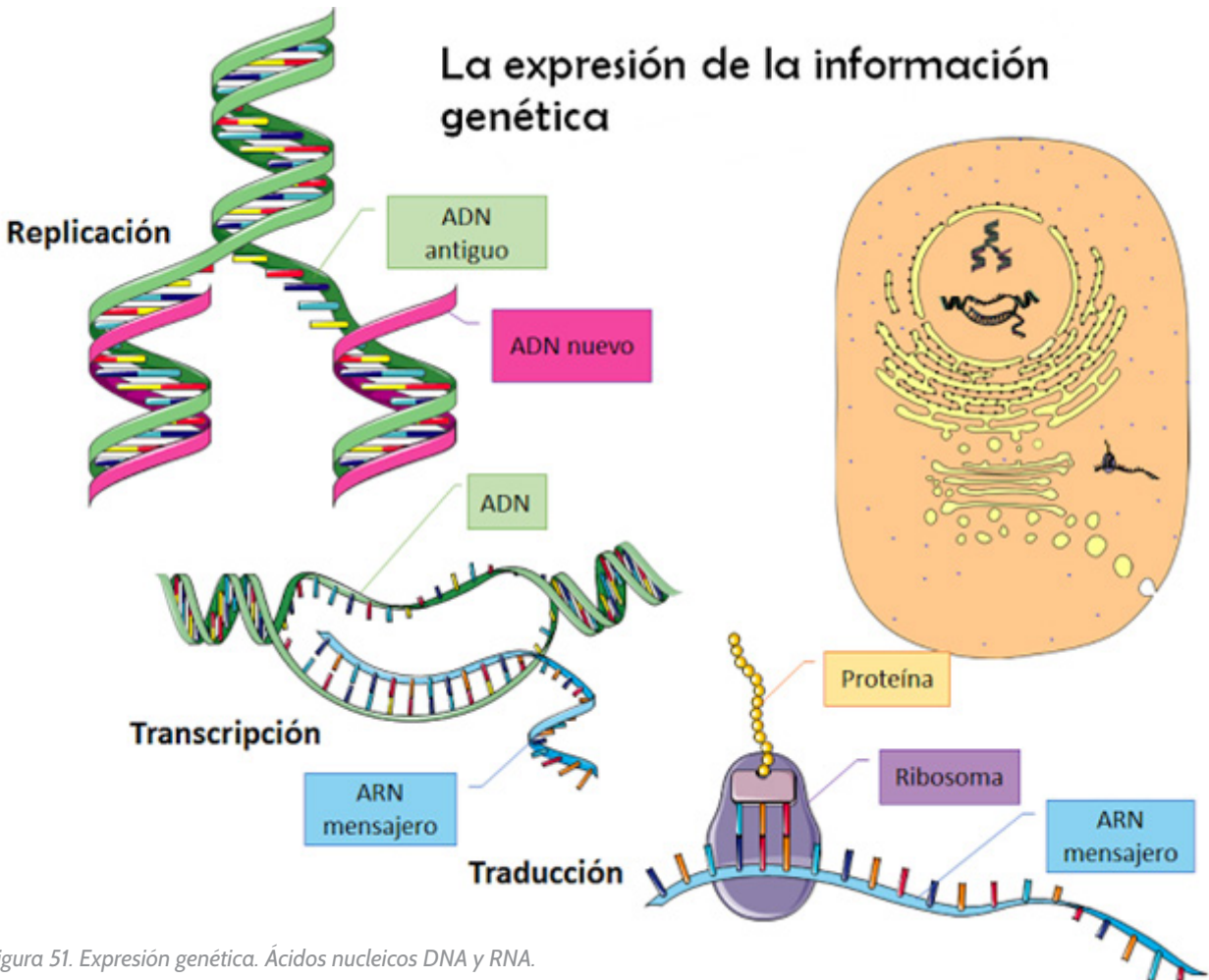


Figura 51. Expresión genética. Ácidos nucleicos DNA y RNA.

Los ácidos nucleicos DNA y RNA son polímeros de nucleótidos, almacenan información genética dentro de la célula y la transmiten a futuras generaciones de células. El azúcar de un nucleótido se liga al grupo fosfato del siguiente, creando una cadena o esqueleto, alternando azúcar, fosfato, azúcar, fosfato. El DNA posee adenina, guanina, citosina y timina. Como se observa en la figura 51, se establecen puentes de hidrógeno que unen las bases mediante un código genético, la guanina se une con la citosina mediante tres enlaces de hidrógeno y la adenina se une con la timina mediante dos enlaces de hidrógeno, formando en el DNA una estructura de doble hélice en caracol; el RNA forma una sola cadena, contiene uracilo en vez de timina. El ADN regula la transmisión de los caracteres hereditarios y dirige los procesos celulares.

2.3.5 VITAMINAS

Las vitaminas son moléculas orgánicas presentes en los alimentos naturales que no pueden ser sintetizadas por el organismo en toda o en la cantidad requerida y que se requieren para el mantenimiento de las funciones metabólicas de las células. Las vitaminas son sintetizadas por las plantas y por microorganismos.

Según su solubilidad se clasifican en:

Hydrosolubles: solubles en agua, figura 52, se excretan en la orina, realizan una acción coenzimática, se clasifican en coenzimas de transporte electrónico o de óxido reducción y coenzimas de transferencia de grupos.

Vitamina B1	Participa en el funcionamiento del sistema nervioso. Interviene en el metabolismo de glúcidos y el crecimiento y mantenimiento de la piel.	Carnes, yema de huevo, levaduras, legumbres secas, cereales integrales, frutas secas.	
Vitamina B2	Metabolismo de prótidos y glúcidos. Efectúa una actividad oxigenadora y por ello interviene en la respiración celular, la integridad de la piel, mucosas y el sistema ocular por tanto la vista.	Carnes y lácteos, cereales, levaduras y vegetales verdes.	
Vitamina B3	Metabolismo de prótidos, glúcidos y lípidos. Interviene en la circulación sanguínea, el crecimiento, la cadena respiratoria y el sistema nervioso.	Carnes, hígado y riñón, lácteos, huevos, en cereales integrales, levadura y legumbres.	
ácido pantoténico	Interviene en la asimilación de carbohidratos, proteínas y lípidos. La síntesis del hierro, formación de la insulina y reducir los niveles de colesterol en sangre.	Cereales integrales, hígado, hongos, pollo, broccoli.	
Vitamina B6	Metabolismo de proteínas y aminoácidos. Formación de glóbulos rojos, células y hormonas. Ayuda al equilibrio del sodio y del potasio.	Yema de huevos, las carnes, el hígado, el riñón, los pescados, los lácteos, granos integrales, levaduras y frutas secas.	
biotina	Cataliza la fijación de dióxido de carbono en la síntesis de los ácidos grasos . Interviene en la formación de la hemoglobina, y en la obtención de energía a partir de la glucosa .	Hígado vacuno, maníes, cajú chocolate y huevos.	
ácido fólico	Crecimiento y división celular. Formación de glóbulos rojos.	Carnes, hígado, verduras verdes oscuras y cereales integrales.	
carnitina	Interviene en el transporte de ácidos grasos hacia el interior de las células. Reduce los niveles de triglicéridos y colesterol en sangre. Reduce el riesgo de depósitos grasos en el hígado.	Principalmente en carnes y lácteos.	

Figura52. Vitaminas hidrosolubles.

Vitamina	Función (interviene en)	Fuente
A	Intervienen en el crecimiento, Hidratación de piel, mucosas pelo, uñas, dientes y huesos. Ayuda a la buena visión. Es un antioxidante natural.	Hígado, Yema de huevo, Lácteos, Zanahorias, Espinacas, Broccoli, Lechuga, Radicchio, Albaricoques, Damasco, Durazno, Melones, Mamón
D	Regula el metabolismo del calcio y también en el metabolismo del fósforo.	Hígado, Yema de huevo, Lácteos, Germen de trigo, Luz solar
E	Antioxidante natural. Estabilización de las membranas celulares. Protege los ácidos grasos.	Aceites vegetales, Yema de huevo, Hígado, Panes integrales, Legumbres verdes, Cacahuates, Coco, Vegetales de hojas verdes
K	Coagulación sanguínea.	Harinas de pescado, Hígado de cerdo, Coles, Espinacas

Figura 53. Vitaminas liposolubles.

2.3.6 BIOELEMENTOS

Son los elementos químicos que constituyen los seres vivos. Unos 70 elementos se encuentran en los seres vivos y se clasifican en:

- Bioelementos primarios, que representan el 96,2 % del total, Oxígeno, Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Sin ser los más abundantes en la corteza terrestre, se encuentran con facilidad en las capas externas de la tierra, corteza, atmósfera e hidrosfera. Los compuestos que forman son polares y por consiguiente se disuelven en agua, lo cual facilita que sean incorporados y eliminados del organismo. El Carbono y el Nitrógeno tienen la misma afinidad por el Oxígeno, esto facilita los procesos de óxido-reducción, básicos en los procesos de obtención de energía como fotosíntesis y respiración. El C, H, O y N, tienen poca masa atómica y se enlazan con otros átomos usando diferentes valencias, formando enlaces covalentes fuertes y estables, originando las biomoléculas. El Carbono es la base de la química orgánica y de la bioquímica de los seres vivos.
- Bioelementos secundarios, se encuentran en menor proporción que los primarios, pero son imprescindibles para las funciones vitales, en medio acuoso se encuentran siempre ionizados, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- .
- Oligoelementos o elementos vestigiales, se encuentran en los seres vivos en proporción menor al 0,1 %, los indispensables se encuentran en todos los seres vivos y otros se encuentran en forma variable en los distintos organismos.

Bioelementos		Oligoelementos	
Primarios	Secundarios	Indispensables	Variables
O	Na ⁺	Mn	B
C	K ⁺	Fe	Al
H	Mg ²⁺	Co	V
N	Ca ²⁺	Cu	Mo
P	Cl ⁻	Zn	I
S			Si

Tabla 6. Clasificación de los bioelementos

Los bioelementos cumplen funciones importantes como las siguientes:

- Formar parte de compuestos orgánicos como fosfoproteínas, fosfolípidos, hemoglobina, tiroxina, hormonas y vitaminas.
- Formar parte de estructuras duras y suaves.
- Regular la permeabilidad de la membrana celular, la presión osmótica y el equilibrio hídrico, entre los compartimientos intra y extracelulares.
- Regular la contracción muscular y el equilibrio ácido base.

Vamos ahora a verificar nuestro aprendizaje, desarrollando el recurso drag and drop “¿Qué aprendimos sobre las Biomoléculas”, completando los enunciados que aparecen.

 <p>Figura 54. Alimentos ricos en grasas.</p>	<p>Los ácidos grasos forman parte de los lípidos, poseen el grupo funcional carboxilo porque son ácidos orgánicos, son mono insaturados si poseen un enlace entre dos carbonos, son poliinsaturados si tienen dos o más dobles enlaces entre sus carbonos y son saturados si no poseen dobles enlaces entre dos carbonos</p>
 <p>Figura 55. Alimentos ricos en minerales.</p>	<p>Los minerales contribuyen en el metabolismo y la homeóstasis, forman parte de las biomoléculas y regulan el equilibrio hidroelectrolítico en el organismo.</p>
 <p>Figura 56. Alimentos ricos en vitaminas.</p>	<p>Las vitaminas se requieren para el mantenimiento de las funciones metabólicas de las células, son sintetizadas por las plantas y por microorganismos, si se disuelven en agua son hidrosolubles, si se disuelven en lípidos son liposolubles.</p>
 <p>Figura 57. Expresión genética.</p>	<p>Los ácidos nucleicos, DNA y RNA, están formados por nucleótidos, su función es transmitir la información genética de cada a especie a las células hijas.</p>
 <p>Figura 58. Alimentos ricos en proteínas.</p>	<p>Las proteínas se forman por la unión de varios aminoácidos, las hormonas regulan el metabolismo, las enzimas modifican la velocidad de las reacciones en los seres vivos, la albúmina participa en la regulación del equilibrio hidroelectrolítico del organismo.</p>
 <p>Figura 59. Alimentos ricos en carbohidratos.</p>	<p>Los carbohidratos están formados por los elementos, carbono, hidrógeno y oxígeno y constituyen la principal fuente de energía para los procesos metabólicos de los seres vivos.</p>

2.4 COMPROBEMOS QUE LAS PLANTAS PRODUCEN OXÍGENO DURANTE LA FOTOSÍNTESIS

Vamos a realizar dos sencillas experiencias, la primera para observar los estomas presentes en las hojas de las plantas y la segunda para comprobar que el oxígeno es un producto de la fotosíntesis.

Es necesario que por grupo de estudiantes traigamos a la práctica los materiales que el docente nos solicita con anticipación.

2.4.1 OBSERVEMOS LOS ESTOMAS

Materiales:

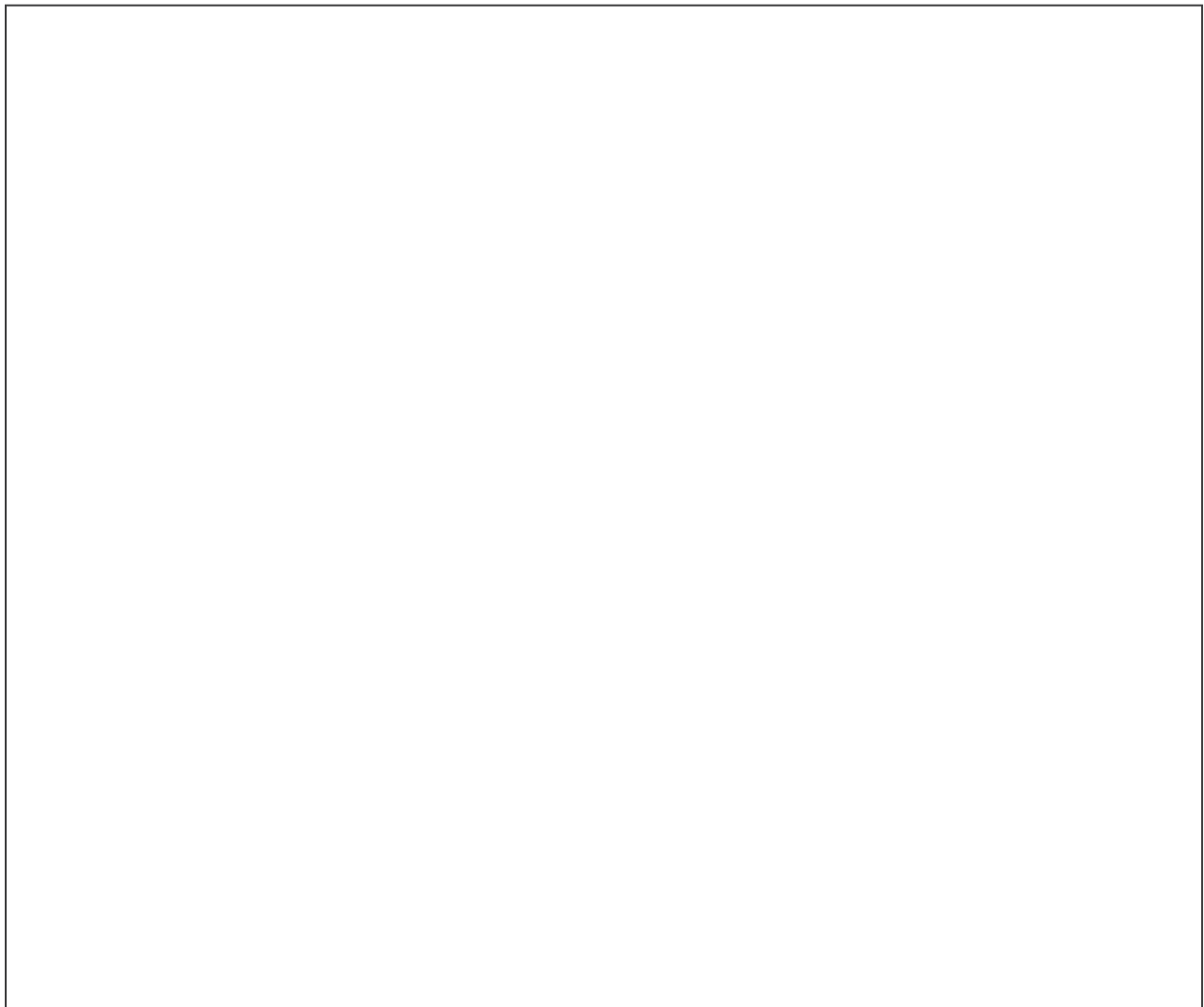
- 2 Hojas medianas que tengan buena superficie y consistencia, de una planta como mango, caucho, almendro, naranjo, etc., o de cualquier otra planta que se encuentre en nuestra Institución Educativa y cumpla con las características especificadas.
- Servilletas de cocina absorbentes.
- Un frasco de esmalte transparente.
- Cinta adhesiva transparente ancha.
- Estereoscopio o microscopio.
- Portaobjetos.

Procedimiento:

- Separamos las hojas de las plantas unos segundos antes de hacer la experiencia, con el fin de evitar que se modifique la abertura estomática por la pérdida de agua.
- Limpiamos la superficie del haz y del envés de cada hoja sin humedecer con una servilleta de cocina.
- Aplicamos una capa de esmalte transparente utilizando para cada especie de planta, una hoja por el haz y la otra por el envés.
- Esperamos a que la película de esmalte seque completamente.
- Cortamos un trozo de cinta adhesiva del largo de cada hoja y la adherimos a lo largo, de manera que la capa de esmalte seca del haz quede adherida a la cinta. Rotulamos con un trozo de papel y cinta, especificando la planta y que la muestra se obtuvo del haz de la hoja.
- Repetimos este procedimiento para obtener la muestra del envés de cada hoja. Rotulamos con un trozo de papel y cinta, especificando la planta y que la muestra se obtuvo del envés de la hoja.
- Colocamos un trozo de cada muestra, sobre el portaobjetos.
- Colocamos cada muestra sobre la platina del estereoscopio o del microscopio.
- Observamos cada muestra con ayuda del estereoscopio o con el lente del microscopio.
- Observamos el campo en el microscopio, realizamos el dibujo de los estomas

Dibujo de los estomas	Número de estomas por el haz	Número de estomas por el envés

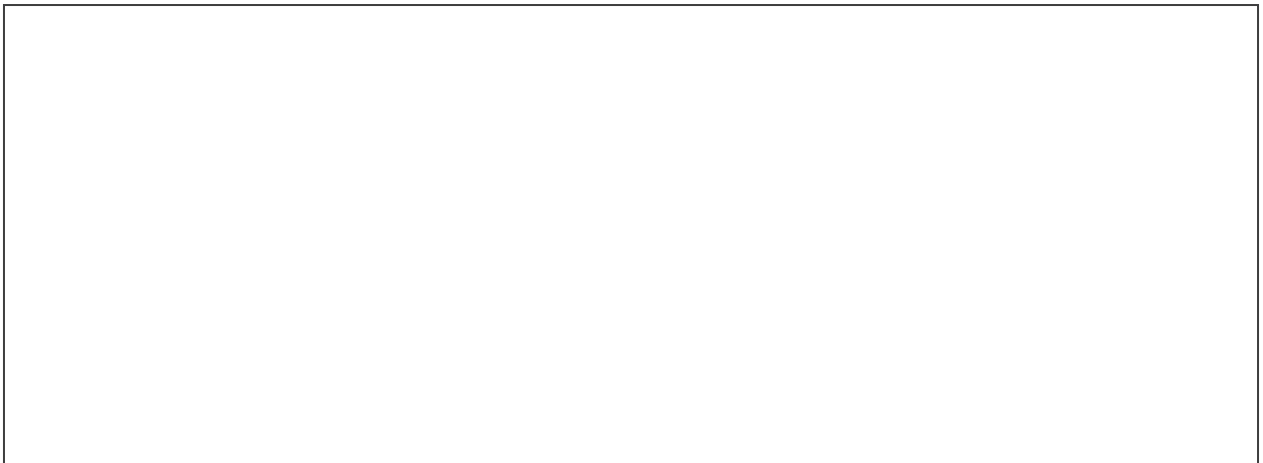
- Realizamos el dibujo de un solo estoma señalando sus partes.



- Dónde hay más estomas, ¿por el haz o por el envés? Por qué?



- Explicamos la función que cumplen los estomas en las plantas:



2.42 COMPROBAMOS QUE LAS PLANTAS PRODUCEN OXÍGENO DURANTE LA FOTOSÍNTESIS

Materiales:

- Hojas de Elodea, planta de acuario cualquier otra planta acuática.
- 2 Vasos de precipitado.
- Dos embudos de vidrio o de otro material transparente que se puedan colocar invertidos dentro del vaso de precipitado.
- Dos botellas de agua en envase transparente.
- Dos bolsitas de bicarbonato de sodio o de potasio comercial.
- Una lámpara pequeña de mesa o linterna.
- Cinta adhesiva.
- 1 Bolsa negra de basura.
- 1 Varilla de vidrio o pitillo para agitar.



Procedimiento:

Realizamos dos montajes iguales aplicando el procedimiento.

- Colocamos la planta de elodea en el embudo.
- Agregamos agua al vaso de precipitado más o menos hasta la mitad de su capacidad.
- Disolvemos un poquito de bicarbonato en el agua del vaso y agitamos para disolver.
- ¿Con qué fin añadimos bicarbonato?



• Introducimos el embudo con la planta de elodea, en el vaso con agua, de manera que quede invertido y acomode en el fondo del vaso.

• Marcamos el nivel de la solución de bicarbonato en el vaso de precipitado después de introducir el embudo con la planta de elodea. Volumen 1:

_____.

• Tapamos con el pulgar la botella llena de agua y la acomodamos invertida de manera que el extremo delgado del embudo quede dentro de la botella sin que se salga el agua de la botella.

• Marcamos el volumen inicial del agua en la botella invertida, Volumen 2:

_____.

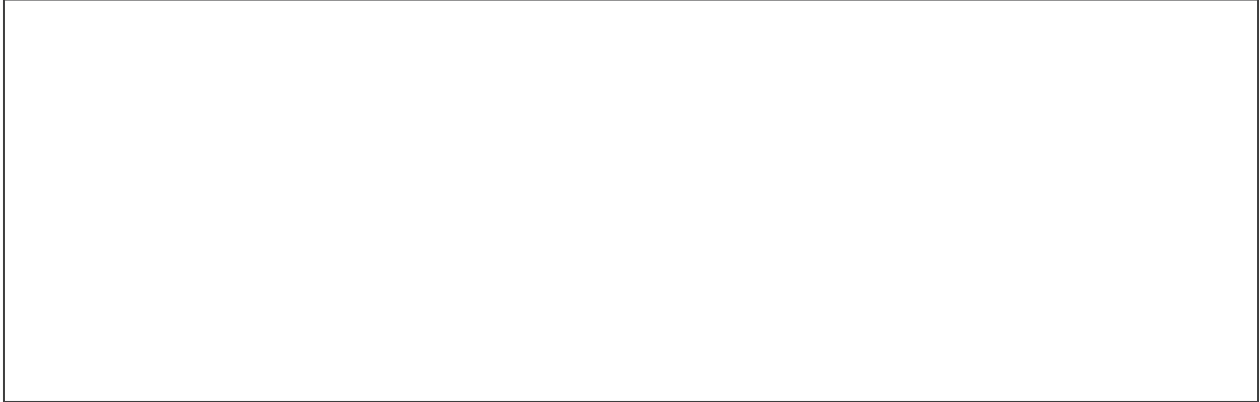
• Para el montaje 1, encendemos la fuente de luz artificial, bombilla, lámpara, linterna y la dirigimos hacia la planta de elodea.

• Dejamos este montaje de un día para otro expuesto a la luz.

• ¿Con qué fin dejamos expuesto el montaje 1 a la luz?



- Para el montaje 2, utilizamos la bolsa negra y lo cubrimos totalmente para que no le llegue luz, lo dejamos el mismo tiempo que el primero, en este caso en condiciones de oscuridad.
- ¿Con qué fin dejamos cubierto totalmente el montaje 2?



- Al día siguiente observamos qué pasó en el montaje 1 expuesto a la luz, describimos y explicamos los resultados obtenidos:



- Destapamos el montaje 2 que dejamos en oscuridad, describimos y explicamos los resultados obtenidos:



- Comparamos los resultados obtenidos en los dos montajes, luz y oscuridad y elaboramos conclusiones:

- ¿Qué sucedió con el nivel del volumen de agua en la botella del montaje 1? Por qué?

- ¿Qué sucedió con el nivel del volumen de agua en la botella del montaje 2? Por qué?



- ¿Cómo comprobamos que se produjo oxígeno mediante el experimento realizado?

- ¿Qué importancia tiene para los seres vivos la producción de oxígeno durante la fotosíntesis?

- Sustentamos nuestras respuestas en sesión plenaria en la siguiente clase.
Preparamos la sustentación de los resultados del laboratorio para socializar en la siguiente clase.



Actividad 3: ¿cómo se nutren los animales?

Sabemos que en la tierra primitiva no existía oxígeno libre en la atmósfera, por lo cual los seres vivos en aquella época aprendieron a desarrollarse en un ambiente anaerobio (carente de oxígeno), no podían sintetizar su alimento, lo tomaban del medio, eran heterótrofos; pero el medio iba cambiando y el alimento escaseaba, algunos organismos aprendieron a producir su propio alimento, lo que los convirtió en autótrofos.

La vida no es posible sin energía, los seres vivos utilizan diferentes fuentes de energía y según la que utilicen se clasifican en:

Fotótrofos

Si obtienen energía de la luz solar, como cianobacterias, algas y plantas, figura 8.

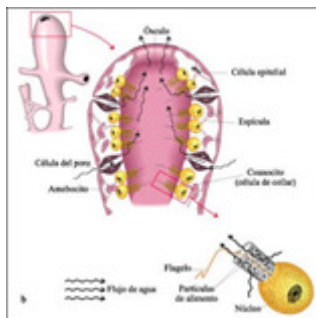


Figura 60. Estructura de la esponja.

El Reino Animal comprende los subreinos Parazoa y Eumetazoa, el subreino Parazoa comprende a los placozoos y las esponjas, figura 60, el subreino Eumetazoa comprende al resto de animales vivos y se subdivide en un primer grupo que comprende a los animales que presentan simetría radial como Cnidarios y Ctenóforos y un segundo grupo que posee simetría bilateral, el cual incluye al resto de animales. Teniendo en cuenta la forma y disposición del aparato digestivo en la organogénesis, se pueden considerar tres tipos de aparatos digestivos:

1. El que presentan las esponjas, el cual consiste en una red de canales que parten de una cavidad central extendiéndose por la masa corporal hasta la capa tegumentaria.
2. El que presentan los animales con simetría radial y algunos platelmintos de simetría bilateral, el cual consiste de un saco, abierto en un punto que funciona como boca-año.
3. El que presentan los demás animales, el cual consiste en un tubo que presenta dos aberturas, una en cada extremo, una funciona como boca y la otra como año. En los Protostomados (Nemátodos, Anélidos, moluscos y Artrópodos), la primera abertura que aparece se convierte en boca; en los Deuterostomados (Filo Cordados), la primera abertura que aparece se convierte en año.

Las estructuras de los animales se desarrollan de las capas embrionarias ectodermo, mesodermo y endodermo. El ectodermo origina las cubiertas del cuerpo y el tejido nervioso; del endodermo se origina el aparato digestivo y el mesodermo origina el resto de estructuras corporales como músculos y huesos. En algunos animales de simetría bilateral, durante el desarrollo embrionario se forma una cavidad entre el ectodermo y el endodermo, denominada celoma, a través de la cual se transportan nutrientes y sustancias de desecho, funciona a manera de un esqueleto hidráulico, separando el tegumento del tubo digestivo, estos animales se denominan celomados.

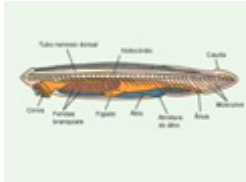


Figura 61. Anfioxo.

La aparición del celoma implica ventajas evolutivas, aumenta el mesodermo, permite el mayor desarrollo y movimiento de los órganos, al llenarse de líquido funciona como esqueleto hidráulico y facilita el transporte e intercambio de nutrientes. El filo Cordados (cordón nervioso), comprende los vertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos.

Los cordados más primitivos como el anfioxo, figura 61, son acuáticos, poseen un aparato de alimentación filtrador, formado por hendiduras branquiales y cilios, ingieren oralmente agua y mediante un mucus fijan las partículas alimenticias suspendidas en el agua, expulsando el agua a través de las hendiduras branquiales que se encuentran en las paredes de la faringe.



Figura 62. Mandíbulas del tiburón.

En la evolución del grupo se pasa de la filtración a la depredación, aparecieron las mandíbulas, figura 62, posiblemente como modificación de los huesos y músculos de las branquias, el volumen del alimento ingerido aumentó siendo necesario contar con una cavidad para almacenarlo y digerirlo, el estómago.



Figura 63. Depredación.

La depredación, figura 63, implica la búsqueda de presas y la huida del ataque de depredadores, lo cual permitió la evolución de los órganos receptores como sistemas de detección, orientación, flotación, desarrollo de la vejiga natatoria a partir del intestino anterior y desplazamiento con las aletas en pares adecuadas a la forma corporal.



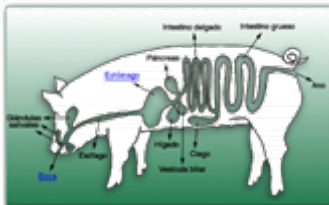
Todo esto conllevó al perfeccionamiento del sistema nervioso integrador de la información y la coordinación; los receptores se ubican en la parte anterior del animal, porque es la parte exploradora y esto conduce a la cefalización, figura 64.

Figura 64. Cefalización.



Los mamíferos resolvieron el problema de la alimentación de los recién nacidos con las glándulas mamarias, figura 65, facilitando a sus crías un aporte constante e inmediato de alimento.

Figura 65. Lactancia en mamíferos.



Los vertebrados presentan un tubo digestivo con órganos anexos, encargado de realizar las funciones de ingestión, digestión y absorción, figura 66.

La nutrición animal se lleva a cabo en varias etapas: Ingestión, digestión, absorción, metabolismo y excreción.

Figura 66. Aparato Digestivo en vertebrados.

Analicemos las etapas del proceso de nutrición en animales.

Ingestión



Figura 67. Aparato bucal de los insectos.

Incorporación del alimento mediante los órganos ubicados en la boca o en sus proximidades: Los alimentos ingeridos pueden ser: sangre, jugo de plantas, materiales disueltos, incorporados por estructuras chupadoras; partículas sólidas microscópicas, por medio de filtros ubicados en la boca, los cuáles retienen las partículas, figura 67.

Sólidos en fragmentos grandes, la ingestión se realiza cortando y masticando, utilizando mandíbulas y dientes.

Digestión

Degradación de las macromoléculas ingeridas a moléculas sencillas que se puedan utilizar por las células del organismo para sintetizar las biomoléculas requeridas. La digestión puede ser:

- Intracelular: En organismos unicelulares como la amoeba, figura 68 y en organismos pluricelulares sencillos como las esponjas.

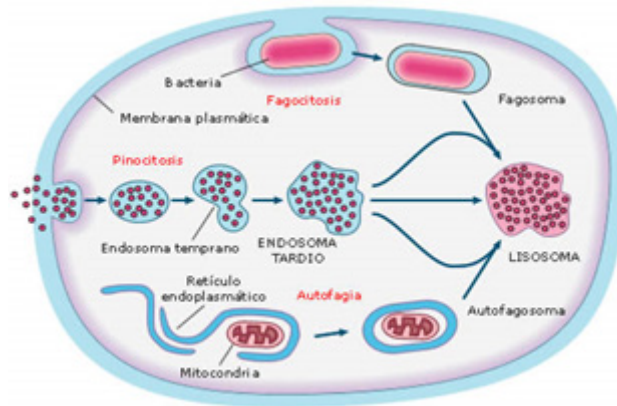


Figura 68. Digestión intracelular.

La digestión intracelular se efectúa dentro de las células, por medio de los lisosomas que vierten sus enzimas digestivas a las vacuolas digestivas; al terminar la digestión los productos de desecho se quedan en la vacuola, la cual se convierte en vacuola excretora expulsando los desechos al exterior a través de un poro de la membrana celular.

- Mixta: Los celentéreos tienen digestión intracelular y extracelular.

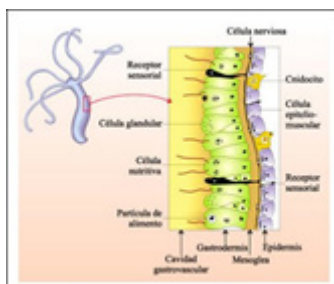
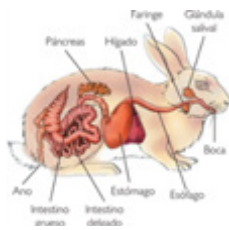


Figura 69. Digestión mixta.

Los alimentos llegan a la cavidad gástrica, tapizando la cavidad gástrica poseen unas células secretoras de enzimas que empiezan a degradar los alimentos mediante digestión extracelular, las partículas parcialmente digeridas, son fagocitadas por otras células de la pared de la cavidad gástrica, dentro de las cuáles ocurre la digestión intracelular. Los desechos se expulsan a la cavidad gástrica y luego al exterior, figura 69.

• Extracelular



Es característica de vertebrados que poseen aparato digestivo. El bolo alimenticio va recorriendo el tubo digestivo, cada órgano segrega enzimas digestivas específicas que van contribuyendo en el proceso de digestión en las cavidades de los mismos, figura 70.

Figura 70. Digestión extracelular.

Absorción

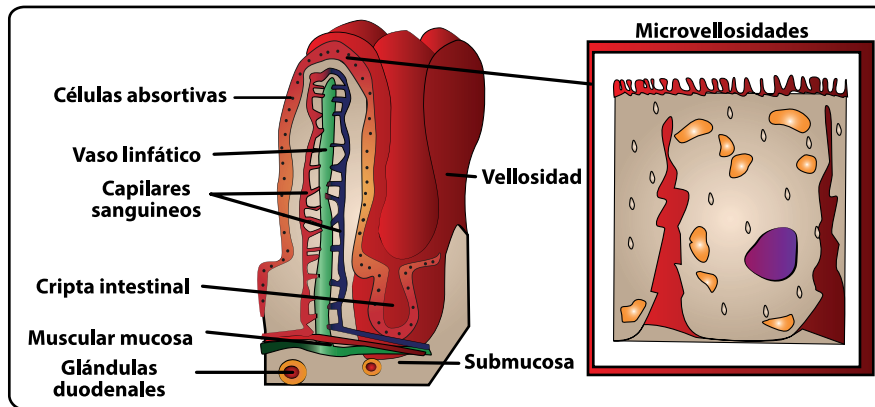


Figura 71. Estructura de la vellosidad intestinal.

Paso de las sustancias simples obtenidas en la digestión a las células del intestino delgado para ser transportadas a las demás células a través del aparato circulatorio, figura 71.

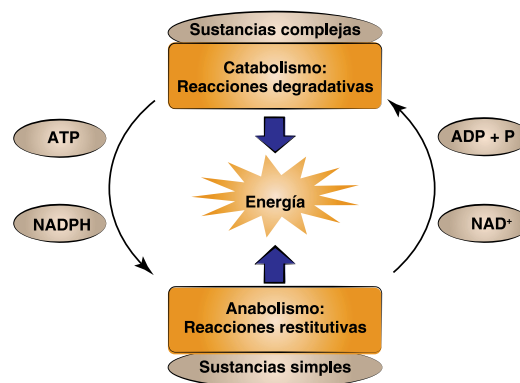


Figura 72. Metabolismo celular.

Las moléculas asimiladas por las células se utilizan para descomponerlas produciendo energía, mediante catabolismo, o para sintetizar macromoléculas utilizando energía, mediante anabolismo, figura 72.

Excreción

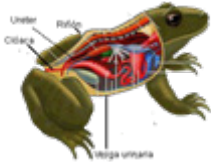


Figura 73. Aparato excretor del sapo.

Los productos de desecho se expulsan al exterior por medio del aparato excretor, Vamos a completar la tabla ¿Cómo se nutren los animales? con el fin de establecer las características de la nutrición en cada grupo de animales, marcando X en las características que posee y dejando en blanco las casillas cuya característica no está presente.

Aspecto	Porífero	Celentéreo	Anélido	Artrópodo	Anfibio	Ave	Mamífero
D. intracelular							
D. mixta							
D. extracelular							
Pico							
Boca							
Cloaca							
Ano							
Celoma							

Aspecto	Porífero	Celentéreo	Anélido	Artrópodo	Anfibio	Ave	Mamífero
Faringe							
Esófago							
Buche							
Molleja							
Estómago							
I. delgado							
I. grueso							
Apto. bucal							

Aspecto	Porífero	Celentéreo	Anélido	Artrópodo	Anfibio	Ave	Mamífero
Glándulas salivales							
Hígado							
Páncreas							

Ahora vamos a estudiar la nutrición en el ser humano como ejemplo de la nutrición en vertebrados.

Actividad 4: la nutrición en el ser humano

El cuerpo humano necesita tomar sustancias como alimentos y oxígeno, del medio ambiente exterior, para sobrevivir, a través del aparato digestivo, una vez ingeridos los transforma en energía que utiliza para realizar sus funciones vitales y producir sustancias que necesita para su metabolismo, los productos útiles se transportan por el sistema circulatorio y respiratorio, como resultado del metabolismo se producen sustancias de desecho que es necesario eliminar por el sistema excretor para mantener el equilibrio u homeóstasis.

Un aparato es un conjunto de órganos que colaboran en un mismo fin. El aparato digestivo humano está formado por el tubo digestivo y los órganos accesorios, dientes, lengua, salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas. El tubo digestivo comprende boca, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, ciego, colon, recto y ano, órganos huecos comunicados por esfínteres; continuamente se relaciona con el medio ambiente, tanto para que ingresen los nutrientes por la boca, como para que se excrete la materia fecal por el ano.

En el aparato digestivo humano se realizan los siguientes procesos:

- **Ingestión:** Es la incorporación de los alimentos sólidos y líquidos por la boca.
- **Secreción:** Comprenden agua, enzimas, ácidos y buffers o soluciones amortiguadoras, son producidas por las glándulas para luego verterlas en las cavidades del aparato digestivo.
- **Mezcla y propulsión:** Los músculos lisos que constituyen los órganos del tracto gastrointestinal, se contraen y relajan, permitiendo que el bolo alimenticio se mezcle con las secreciones presentes en las cavidades de los órganos del tubo digestivo y que los productos resultantes vayan avanzando a través de él.
- **Digestión:** Implica procesos mecánicos como corte, desgarrar y triturado de los dientes y procesos químicos realizados por el contacto entre el bolo alimenticio y las enzimas digestivas para descomponer las macromoléculas de alimento en moléculas sencillas que sean asimilables o absorbibles. El agua se absorbe sin digestión química.
- **Absorción:** Los iones, el agua, y las moléculas simples obtenidas como resultado de la digestión, ingresan a las células epiteliales que recubren internamente el tracto digestivo, pasando a la circulación sanguínea o linfática, para luego ser distribuidas a todas las células del organismo a través del aparato circulatorio.

- Defecación: Todos los materiales que no pudieron ser digeridos ni absorbidos, las células muertas del tracto digestivo, bacterias y microorganismos, forman las heces o materias fecales y son expulsadas del cuerpo a través del ano.

4.1 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL APARATO DIGESTIVO HUMANO

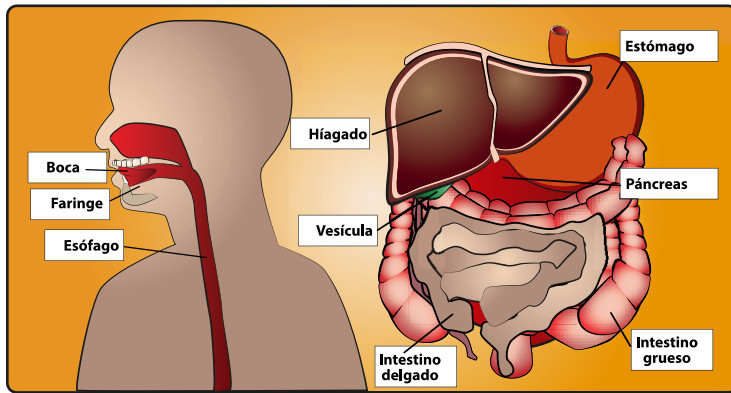


Figura 74. Aparato Digestivo Humano.

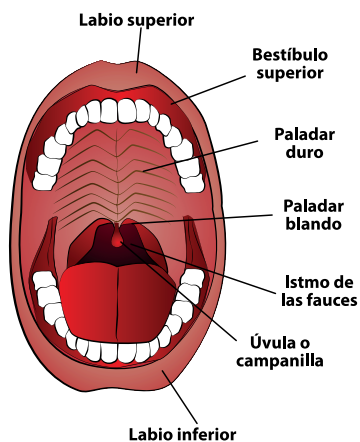


Figura 75. Cavidad bucal

El tubo digestivo, figura 74, inicia en la boca, delimitada por el paladar duro, paladar blando, mejillas y lengua. La cavidad bucal, figura 75, está rodeada por las mejillas recubiertas en el exterior por piel y en el interior de por una mucosa, en medio de las mejillas están los labios, formados por tejido carnoso que rodea la abertura de la boca. Los labios están recubiertos externamente por piel e internamente por mucosa, en la parte media tienen un pliegue denominado frenillo del labio. Su función es ayudar a mantener el alimento entre los dientes superiores e inferiores. Entre los labios y los dientes se encuentra un espacio cuyo nombre es el vestíbulo.

El paladar tiene una parte dura y una blanda, el paladar duro forma el techo de la boca, se forma por los huesos maxilar y palatino, el paladar blando es la continuación del paladar duro, no tiene huesos y forma un arco entre la oro faringe y la nasofaringe, internamente el paladar está recubierto por tejido mucoso.

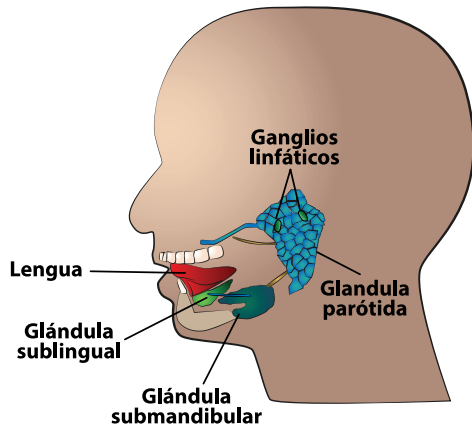


Figura 76. Glándulas salivales, submandibular y sublingual.

En la boca las glándulas labiales, bucales, palatinas y linguales, que producen poca saliva; la mayor parte de la saliva es producida por las glándulas salivales, figura 76, parótidas por debajo de las orejas, submandibulares, ubicadas en el piso de la boca y sublinguales, por debajo de la lengua. La saliva mantiene húmeda la cavidad bucal, humedece el alimento para favorecer la masticación, lubrica el bolo alimenticio por la presencia de mucinas que se mezclan con el alimento e inicia la digestión química en la boca, porque contiene la enzima amilasa salival o ptilina, la cual inicia la digestión de los almidones.

También contiene el anticuerpo inmunoglobulina A y la enzima lisozima, que protegen la cavidad bucal de bacterias. Los tres pares de glándulas salivales vierten en la cavidad bucal de 1000 a 1500 ml de saliva por día. La producción de saliva es controlada casi de manera exclusiva por influencias neurales, en especial del sistema nervioso autónomo parasimpático. La secreción se desencadena por reflejos, estimulados por la masticación, imaginar, ver u oler la comida.

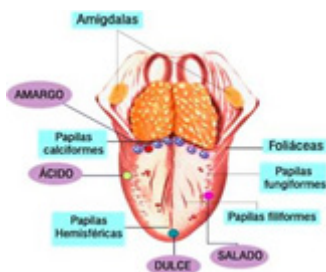


Figura 77. Lengua.

La lengua, figura 77, es un órgano accesorio, está formada por músculo esquelético, recubierta por mucosa, posee un tabique medio en el cual se inserta al hueso hioides y a la mandíbula. El resto del cuerpo de la lengua está compuesto de músculos extrínsecos e intrínsecos. Los músculos extrínsecos permiten que la lengua se mueva de lado a lado y de adentro hacia afuera, permiten mover el alimento hacia los dientes, formar el bolo alimenticio e impulsarlo hacia atrás facilitando la deglución.

Los músculos intrínsecos modifican el tamaño y la forma de la lengua para modular el habla y facilitar la deglución. La parte superior de la lengua está revestida de papilas, formadas por bastones gustativos que permiten percibir los sabores y receptores táctiles. La lengua contiene también glándulas linguales, las cuales producen saliva que contiene lipasas.

Los dientes, figura 78, son órganos accesorios, localizados en la mandíbula y el maxilar, están fijos a las cavidades alveolares las cuales están revestidas por la membrana periodóntica. En un diente se pueden reconocer las regiones corona, cuello y raíz, compuestas por sustancias muy duras como la dentina en su interior y el esmalte en su exterior. En ser humano desarrolla dos denticiones, la primera o de leche y la definitiva o de adulto, cada una de ellas posee su fórmula dentaria.



Figura 78. Dientes permanentes o secundarios.

La fórmula dentaria se da sobre la mitad de la boca, considerando tanto la parte superior como la inferior:

Fórmula dentaria primera dentición:

$(2/2$ incisivos, $1/1$ caninos, $0/0$ premolares, $2/2$ molares) $\times 2 = 20$ dientes.

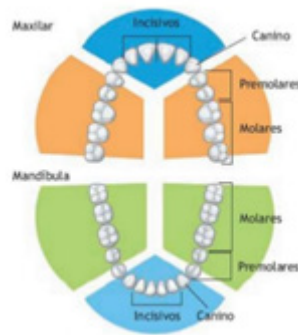


Figura 79. Diagrama dentición permanente.

Fórmula dentaria segunda dentición, figura 79:

$(2/2$ incisivos, $1/1$ caninos, $2/2$ premolares, $3/3$ molares) $\times 2 = 32$ dientes

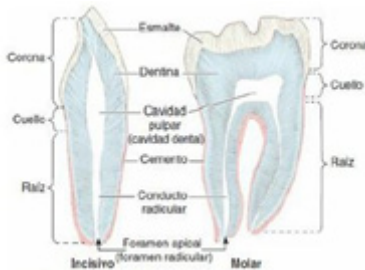


Figura 80. Partes del diente.

Los dientes se componen de corona, cuello y raíz, figura 80. La corona es la parte que sobresale de la encía. El cuello es la parte entre la corona y la raíz. La raíz está unida al alvéolo dentario por el periodonto (tejido conectivo rodeado de raíces); el número de raíces varía según el tipo de diente. La mayor parte del cuerpo del diente está constituida por la dentina, la corona está cubierta por esmalte y la raíz está cubierta por cemento.

La cavidad pulpar contiene tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios, es la parte sensible del diente. El conducto pulpar permite la entrada de nervios y vasos, los cuales salen de la cavidad pulpar por el foramen apical. La función de los dientes es triturar, desgarrar y macerar el alimento, contribuyendo en la formación del bolo alimenticio.

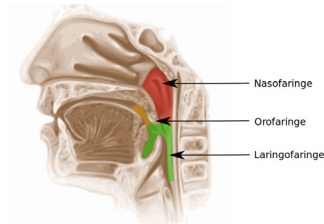


Figura 81. Zonas de la faringe.

La faringe, figura 81, se encuentra a continuación de la boca, tiene forma de embudo, está constituida por músculo esquelético y recubierta internamente por mucosa; comprende tres zonas: la primera se llama nasofaringe y sólo interviene en la respiración, se continúa con la orofaringe y la laringofaringe, las cuales cumplen funciones digestivas, facilitando la deglución del bolo alimenticio hacia el esófago, también tiene funciones respiratorias.

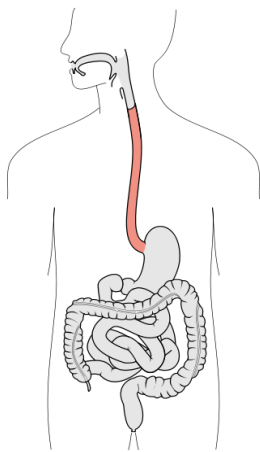


Figura 82. El esófago.

Es un tubo de unos 25 centímetros de longitud, inicia en el borde de la laringofaringe y desemboca en el estómago, atraviesa el mediastino por delante de la columna y el diafragma a través del hiato esofágico, figura 82. El tejido muscular del esófago comienza cerca de la faringe con músculo esquelético y hacia el estómago cambia completamente a músculo liso; en el extremo superior del esófago se encuentra el esfínter esofágico superior y en el lugar en que desemboca en el estómago el esfínter esofágico inferior, cuya función es controlar el flujo de alimento que pasa de la faringe al esófago y del esófago al estómago respectivamente.

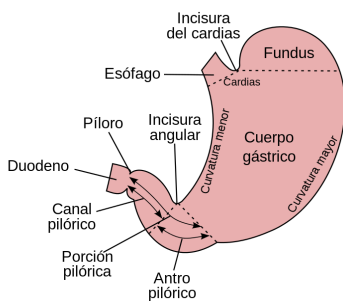


Figura 83. Anatomía del estómago.

El estómago, figura 83, se localiza por debajo del diafragma en el hipocondrio izquierdo, comunica el esófago con el intestino delgado (duodeno), dentro de él se mantienen los alimentos mientras son mezclados con el jugo gástrico, luego pasan al intestino en pequeñas porciones. Posee cuatro regiones: 1) región cardial que comunica con el cardias, 2) región fundica, fundus gástrico o fondo del estómago, 3) cuerpo del estómago y 4) región pilórica que comunica con el esfínter pilórico, a través del cual se comunica el estómago con el duodeno.

Las células de la mucosa gástrica del cardias y de la región pilórica, secretan moco; las glándulas parietales del fondo del estómago, secretan ácido clorhídrico y factor intrínseco; las células principales, zimógenas y pépticas, secretan pepsinógenos y lipasa gástrica, figura 84. Estas secreciones se mezclan con el moco secretado por las células presentes en los cuellos de las glándulas, las cuales secretan moco y HCO_3^- , formando el jugo gástrico. El ácido clorhídrico sirve para esterilizar la comida y para iniciar la hidrólisis de macromoléculas de alimento. El factor intrínseco es importante en la absorción de vitamina B12 o cobalamina. El pepsinógeno es el precursor de la pepsina, enzima encargada de iniciar la digestión de las proteínas. La lipasa gástrica inicia la digestión de los lípidos. Los resultados de la digestión gástrica, forman el quimo, el cual pasa al duodeno a través del píloro.

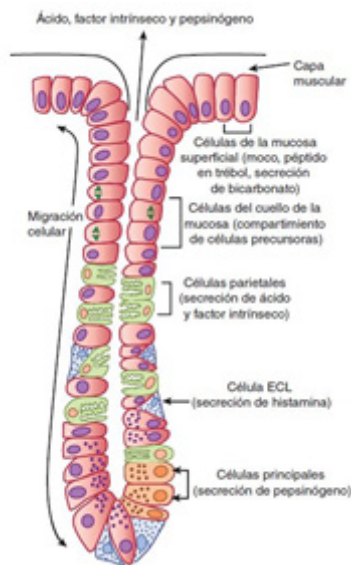


Figura 84. Estructura de la glándula gástrica del fondo y del cuerpo del estómago.

En el duodeno el quimo recibe la acción del jugo pancreático, del jugo intestinal y de la bilis.

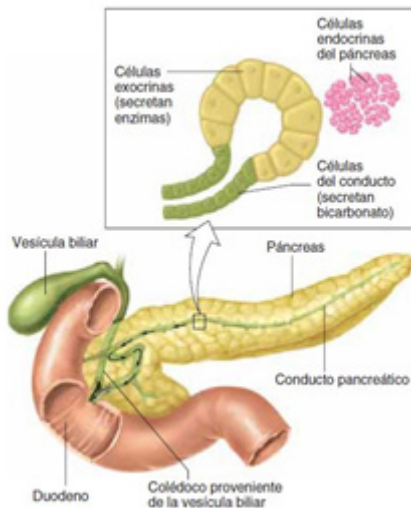


Figura 85. Estructura del páncreas.

El páncreas, figura 85, se ubica por debajo del estómago, se diferencia en cabeza, cuerpo y cola, se une al duodeno por dos conductos: 1) Pancreático o de Wirsung, que se une al conducto colédoco para entrar como un conducto común a la ampolla hepatopancreática o ampolla de Vater, 2) Santorini, se conecta al duodeno 2,5 centímetros antes de la ampolla de Vater. El 99% del páncreas está formado por racimos llamados acinos, en los cuales se producen los líquidos y enzimas digestivos que forman el jugo pancreático; el 1% restante son los Islotes de Langerhans, encargados de producir las hormonas glucagón, insulina, somatostatina y el polipéptido pancreático, que cumplen funciones endocrinas. El jugo pancreático contiene enzimas primordiales en la digestión.

La glándula alveolar o acinar produce jugo pancreático, los gránulos de zimógeno contienen enzimas digestivas, el jugo pancreático se vierte a través del conducto pancreático de Wirsung, el cual se une al colédoco, formando la ampolla de Vater, la ampolla desemboca en la papila duodenal y su orificio presenta el esfínter de Oddi. Algunas personas presentan otro conducto accesorio llamado de Santorini, el cual entra al duodeno un poco más arriba de la ampolla de Vater. El jugo pancreático es alcalino, posee elevada concentración de HCO_3^- , ion bicarbonato, para neutralizar el pH ácido del quimo proveniente del estómago. En un día el páncreas produce unos 1500 ml de jugo pancreático. El jugo pancreático contiene varias enzimas, inactivas, que cuando se liberan en el duodeno se activan.

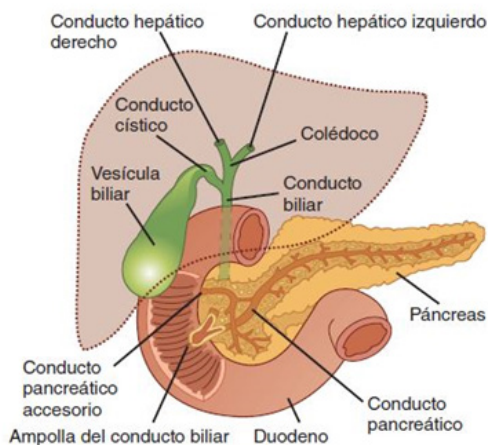


Figura 86. Hígado.

El hígado, figura 86, es la glándula más grande del cuerpo humano, se ubica debajo del diafragma, tiene dos lóbulos, el derecho de mayor tamaño y el izquierdo, cada lóbulo está conformado por muchos lobulillos, formados por hepatocitos, por los lobulillos circula sangre, también contienen células de Kupffer que destruyen bacterias, glóbulos rojos y glóbulos blancos no funcionales.

Los hepatocitos secretan bilis que viaja por los canalículos biliares desembocando en los conductos biliares, los cuales forman los conductos hepáticos derecho e izquierdo, los cuales se unen para formar el conducto hepático común que se une al conducto cístico proveniente de la vesícula biliar para formar el conducto colédoco, el cual, desemboca en la ampolla de Vater.

Los hepatocitos secretan bilis que viaja por los canalículos biliares desembocando en los conductos biliares, los cuales forman los conductos hepáticos derecho e izquierdo, los cuales se unen para formar el conducto hepático común que se une al conducto cístico proveniente de la vesícula biliar para formar el conducto colédoco, el cual, desemboca en la ampolla de Vater.

La bilis es producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar, contiene ácidos biliares que colaboran en la digestión y absorción de los lípidos. Además sirve de líquido excretor para eliminar productos terminales liposolubles del metabolismo, es la única vía para deshacerse del colesterol. La bilis está constituida por ácidos biliares, pigmentos biliares y otras sustancias disueltas en una solución alcalina. Diariamente se producen unos 500 ml de bilis, algunos de sus componentes se reabsorben en el intestino y luego se excretan nuevamente por el hígado. Los pigmentos biliares, bilirrubina y biliverdina, le confieren el color amarillo dorado característico. Las sales biliares realizan funciones importantes: reducen la tensión superficial y junto con los fosfolípidos y monoglicéridos, intervienen en la emulsificación de los lípidos como preparación para su digestión y absorción en el intestino delgado; son anfipáticas, es decir tienen dominios hidrófilos e hidrófobos, por lo cual tienden a formar micelas; al 90 más del 95% de las sales biliares se absorbe en el intestino delgado, el 5 va 10% restante entra en el colon y es convertido en sales de ácido desoxicólico que es absorbido y ácido litocólico que es insoluble y se excreta en las heces. Las sales biliares absorbidas son transportadas nuevamente al hígado y las que se excretan son restituidas por síntesis hepática, este reciclaje ocurre dos veces por comida y entre seis a ocho veces por día.

La vesícula biliar es un saco pequeño localizado en la cara inferior del hígado, su función es almacenar la bilis producida por el hígado, la cual se vierte a través del conducto cístico para luego desembocar en el colédoco y vertirse al duodeno a través de la ampolla de Vater.



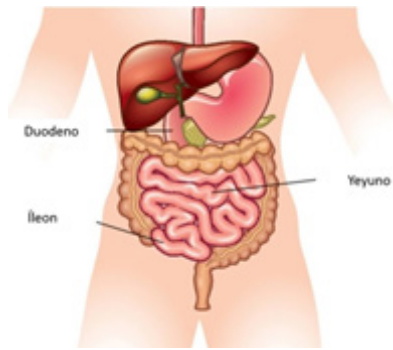


Figura 87. Partes del intestino delgado.

El intestino delgado, figura 87, se inicia en el esfínter pilórico y forma numerosos pliegues en la cavidad abdominal, tiene un diámetro de unos 2,5 centímetros y una longitud de unos 3 metros. El intestino delgado realiza funciones de digestión y de absorción, mediante microvellosidades que están en sus paredes. Comprende 3 regiones: 1) duodeno, comienza en el píloro y mide unos 25 centímetros, 2) yeyuno, mide cerca de 1 metro, 3) íleon, mide unos 2 metros y se comunica con el intestino grueso a través de la válvula ileocecal.

En el intestino delgado ocurre la digestión final y la absorción, en el duodeno se encuentran las secreciones del páncreas, el hígado, el quimo que proviene del estómago y las propias secreciones intestinales.

Las amilasas pancreáticas continúan la digestión del almidón iniciada en la boca; las lipasas hidrolizan las grasas produciendo glicerol y ácidos grasos; la lactasa, la sucrasa y la maltasa terminan de descomponer los disacáridos en monosacáridos; las enzimas proteolíticas digieren las proteínas hasta aminoácidos.

La mayor parte de la absorción de nutrientes ocurre en el intestino delgado. Los monosacáridos pasan por transporte activo y difusión facilitada, desde el intestino hacia el interior de los vasos sanguíneos de las vellosidades intestinales; los aminoácidos y dipéptidos son absorbidos por transporte activo; los ácidos grasos pequeños entran a los vasos sanguíneos del intestino directamente, los de mayor tamaño y el colesterol entran a las células de la mucosa por difusión pasiva en forma de gotitas o quilomicrones que pasan al sistema linfático y a través de este ingresan al sistema circulatorio.

Los ácidos grasos son transportados a las células musculares para obtener energía o hacia las células adiposas para almacenarse, el colesterol es captado por las células del hígado, luego es almacenado, secretado en la bilis o distribuido a otras partes del organismo, se utiliza en la síntesis de la membrana celular y en la producción de hormonas esteroideas.

En la Tabla se muestran las principales enzimas digestivas, especificando su origen, el activador, el sustrato o molécula sobre la que actúan, la función catalítica y los productos de la digestión.

Origen	Enzima	Activador	Sustrato	Función catalítica o productos
Glándulas salivales	Amilasa alfa-salival o ptialina	Cl ⁻	Almidón	Hidroliza los enlaces alfa 1,4. Produce dextrinas, maltotriosa y maltosa.
Estómago	Pepsinas (pepsinógenos)	HCl	Proteínas y polipéptidos	Aminoácidos
Estómago	Lipasa gástrica	HCl	Triglicéridos	Ácidos grasos y glicerol
Páncreas exocrino	Tripsina (tripsinógeno)	Enteropeptidasa	Proteínas y polipéptidos	Aminoácidos
	Lipasa pancreática		Triglicéridos Esteres de colesterol	Monoglicéridos Ácidos grasos Colesterol
	Amilasa pancreática I ⁻	Cl ⁻	Almidón	Hidroliza los enlaces alfa 1,4. Produce dextrinas, maltotriosa y maltosa.
Mucosa intestinal	Enteropeptidasa		Tripsinógeno	Tripsina
	Aminopeptidasas		Polipéptidos	Aminoácidos
	Carboxipeptidasas		Polipéptidos	Aminoácidos
	Maltasa		Maltosa, maltotriosa	Glucosa
	Lactasa		Dextrinas, maltosa, maltotriosa	Galactosa y glucosa
	Sacarasa		Sacarosa; también maltotriosa y maltosa	Fructosa y glucosa
	Isomaltasa		Dextrinas, maltosa, maltotriosa	Glucosa
	Nucleasa		Ácidos nucleicos	Pentosas y bases de purina y pirimidina

Tabla 9. Principales enzimas digestivas

Los procesos de digestión y absorción son regulados por las hormonas gastrointestinales como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 10. Hormonas gastrointestinales

<i>Hormona</i>	<i>Fuente</i>	<i>Principal estímulo para su producción</i>	<i>Acciones principales</i>
Gastrina	Estómago	Alimento con contenido proteico en el estómago, inervación parasimpática del estómago	Estimula la secreción de jugos gástricos
Secretina	Duodeno	HCl en el duodeno	Estimula la secreción de bilis y de líquidos pancreáticos alcalinos
Colecistocinina	Duodeno	Grasas y aminoácidos en el duodeno	Estimula la liberación de enzimas pancreáticas y de bilis de la vesícula biliar

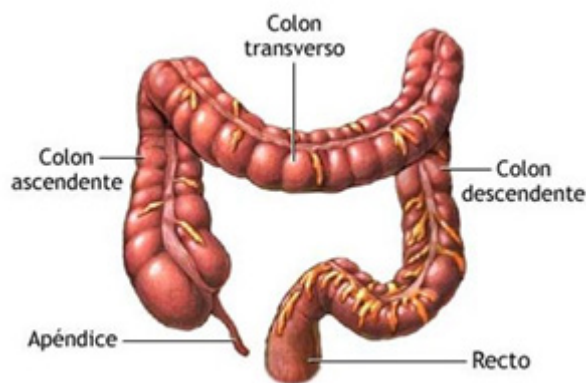


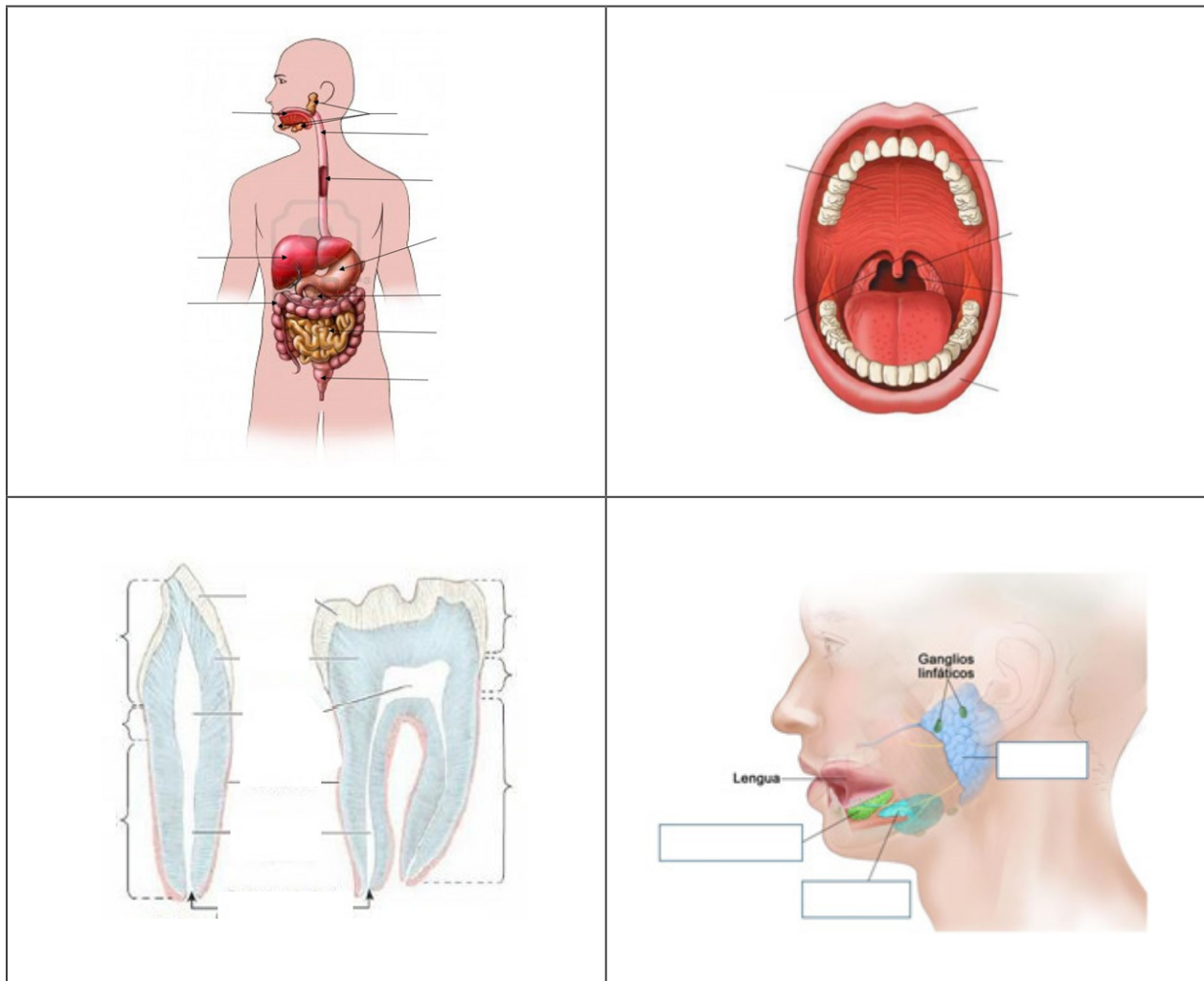
Figura 88. Intestino grueso.

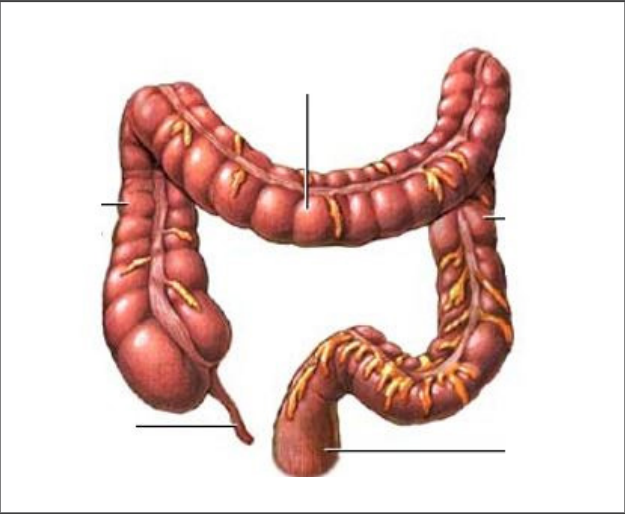
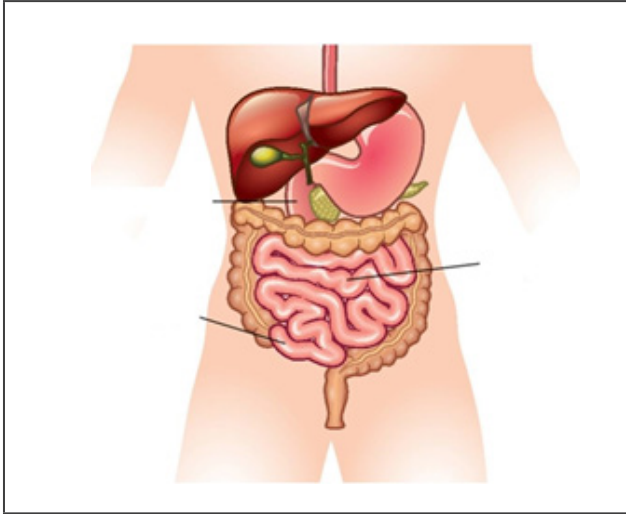
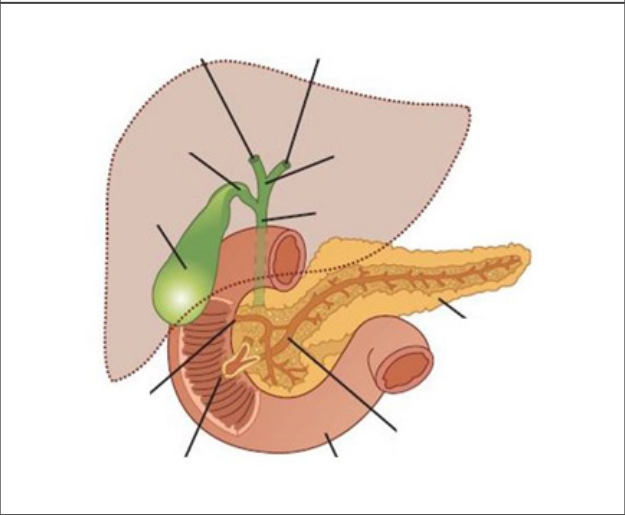
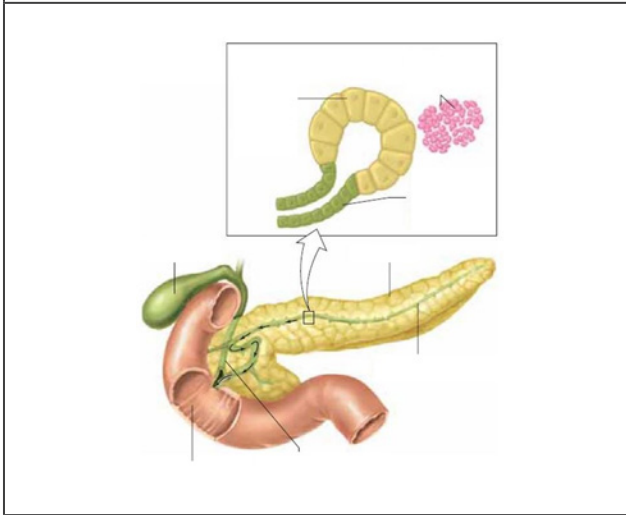
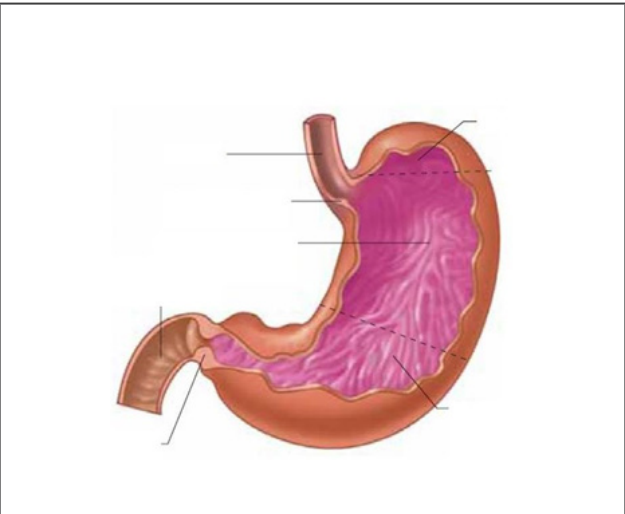
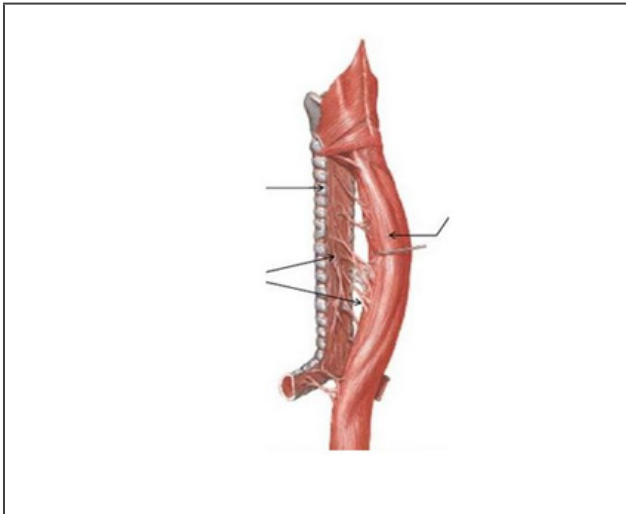
El intestino grueso, figura 88, mide cerca de 1,5 metros y tiene unos 6,5 centímetros de diámetro, comienza en el íleon y termina en el ano, se une a la pared abdominal por el mesocolon (capa de peritoneo). Se diferencian cuatro partes: ciego, colon, recto y canal anal. El intestino grueso inicia con la válvula ileocecal, la cual permite el paso del material desde el íleon, a continuación está el ciego que es una pequeña bolsa, se continúa con el colon, en el cual se diferencian las regiones ascendente, transversa, descendente y sigmoidea.

Los últimos 20 centímetros son el recto y el canal anal; el ano está formado por un esfínter anal interno de músculo liso y un esfínter anal externo de músculo esquelético. La principal función del intestino grueso es la absorción de agua, sodio y minerales, secreta moco que lubrica el residuo alimenticio, alberga gran cantidad de bacterias simbióticas que degradan sustancias alimenticias, sintetizan aminoácidos y producen vitaminas como la K. El apéndice es un saco ciego del intestino grueso, que se puede inflamar e infectarse produciendo apendicitis, si se rompe puede originar peritonitis, es un sitio de interacción de las células involucradas en la producción de anticuerpos. La masa de la materia fecal está constituida por bacterias muertas, fibras de celulosa y sustancias indigeribles; se almacena durante corto tiempo en el recto y se elimina a través del ano.


4.2 ATLAS NUTRICIÓN HUMANA

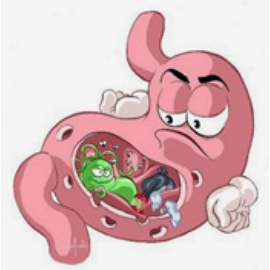
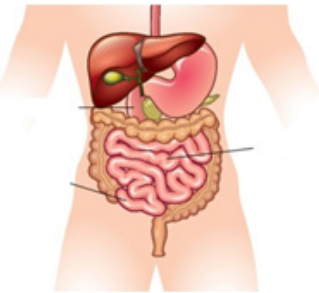
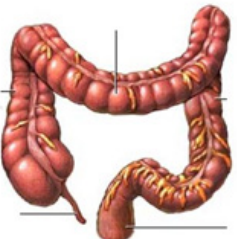
Vamos a identificar nombrando las partes de cada órgano representado en los diagramas mudos:





Relacionemos cada órgano del aparato digestivo con las funciones que cumple, colocando la explicación en las casillas respectivas. (Verdadero, Falso)

Órgano		
		



4.3 ENZIMO CONCÉNTRESE

Vamos ahora a desarrollar un ejercicio para ejercitar nuestra concentración y evidenciar nuestro aprendizaje sobre las principales enzimas digestivas, relacionando dos eventos que pueden ser: enzima-sustrato o enzima-productos.

Tabla 11. Enzimo Concéntrese.

Ptialina	Aminopeptidasa	Glucosa	Fructosa y glucosa
Polipéptidos	Tripsina	Ácidos nucleicos	Triglicéridos
Nucleasa	Maltasa	Dextrinas	Enteropeptidasa
Lipasa gástrica	Sacarasa	Tripsinógeno	Proteínas

4.4 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN

ESTA ACTIVIDAD NO SE RELACIONA EN EL SB NI EN EL MANUSCRITO, INCLUIR.

Los polisacáridos son carbohidratos constituidos por varias unidades de monosacáridos, unidos mediante enlaces glucosídicos. Cuando los polisacáridos se hidrolizan se liberan los monosacáridos, en el aparato digestivo esta hidrólisis se realiza por la acción de enzimas digestivas hidrolíticas que tienen la característica de acelerar el desdoblamiento de polisacáridos como el almidón o el glucógeno, introduciendo una molécula de agua entre las uniones glucosídicas de los monosacáridos.

En la saliva nuestra poseemos una enzima hidrolítica llamada amilasa salival o ptialina, que es muy digestiva y se encuentra también en el jugo pancreático. La ptialina degrada el almidón en secciones lineales, produciendo residuos de maltosa, maltotriosa y alfa dextrina.

En esta práctica de laboratorio, vamos a comprobar la acción de la ptialina, enzima presente en la saliva, sobre el almidón contenido en la solución muestra preparada por el docente. Para comprobar que ha ocurrido la hidrólisis del almidón, por acción de la enzima ptialina, hacemos reaccionar los productos obtenidos con los reactivos Lugol y Benedict, realizando el correspondiente análisis de resultados.

El reactivo Lugol, se debe a Jean Guillaume Auguste Lugol (1786-1851), médico francés, el reactivo Lugol es una disolución de yodo, I₂ con yoduro de potasio, KI, en agua, es muy utilizado en Biología, Química y Medicina.

El reactivo de Lugol se utiliza para reconocer la presencia de almidón, porque el almidón adsorbe el yodo produciendo una coloración azul intensa, debido a que el yodo ocupa los espacios vacíos en las moléculas. Esta unión es reversible, pues por calentamiento desaparece el color, el cual vuelve a aparecer al enfriarse. El lugol da un color rojo caoba con el glucógeno.

El reactivo de Benedict consta de sulfato cúprico, citrato de sodio, carbonato anhidro de sodio y se emplea NaOH para alcalinizar el medio. Esta reacción es específica para azúcares con grupos C=O libres, como todos los monosacáridos y los disacáridos maltosa, celobiosa y lactosa. El carbohidrato tiene la capacidad de reducir el ion Cu^{2+} que tiene color azul en un medio alcalino a Cu^+ , el cual se oxida y se precipita en forma de Cu_2O , óxido cuproso, lo cual le confiere una coloración positiva a la reacción. Los colores obtenidos varían desde verde, amarillo, anaranjado o rojizo, de acuerdo con la concentración del óxido cuproso formado, que a su vez depende de la cantidad de carbohidrato presente en la muestra.

Materiales por grupo de trabajo:

- 2 Vasos de precipitados de 250 ml, rotulados vaso 1 , 2
- 1 vaso de precipitado o Erlenmeyer de 1000 ml, rotulado como 3.
- 1 vaso de precipitado de 500 ml, rotulado como 4.
- 2 tubos de ensayo medianos, rotulados 1, 2.
- Mechero Bunsen o de alcohol.
- 2 Trípodes.
- 2 Mallas de asbesto.
- 1 gradilla para tubos de ensayo.
- 1 termómetro.
- 3 Pipetas graduadas de 1 ml, una para medir la muestra, otra para medir el lugol, otra para medir el reactivo de Benedict.
- 1 Cápsula de porcelana.
- Rótulos.
- Cinta adhesiva.
- Papel aluminio, un cuadrado de 10 x 10 cm.

Reactivos:

- Solución de almidón al 2%.
- Muestra de saliva sin espuma, contiene amilasa salival.
- Lugol.
- Reactivo de Benedict.

La solución de almidón la prepara el docente de la siguiente manera.

- Pesa 20 gramos de almidón, los mezcla con un poquito de agua pura formando una pasta, dentro del vaso de precipitado 3.
- Pone a hervir en el vaso de precipitado 4, 500 ml de agua, cuando el agua esté hirviendo la añade poco a poco al vaso de precipitado 3 donde colocó la pasta de almidón, agita intensamente.
- Deja enfriar un poco y completa el volumen de la solución hasta 1000 ml, agita y distribuye la solución a los grupos, es la solución muestra a analizar.

Procedimiento:

- En el vaso de precipitado 1 colocamos 5 ml de saliva SIN ESPUMA.
- Introducimos 3 ml de la saliva en el tubo de ensayo 1.
- Agregamos al tubo de ensayo 1 con los 3 ml de saliva, 2 ml de la solución de almidón al 2%.
- Preparamos el baño María 1:
 - o Colocamos agua en el vaso de precipitado 2 de manera que ocupe las 2/3 partes de su volumen.
 - o Colocamos el mechero Bunsen o de alcohol.
 - o Encima colocamos el trípode.
 - o Sobre el trípode colocamos la malla de asbesto.
 - o Colocamos el vaso de precipitado 2 con el agua encima de la malla de asbesto.
 - o Encendemos el mechero a fuego medio.
 - o Medimos la temperatura con el termómetro hasta que marque 37°C.
 - o Disminuimos la llama para mantener esta temperatura constante, verificando con el termómetro.
- Colocamos el tubo de ensayo 1 en el baño María 1, manteniendo la temperatura de 37°C, la cual controlamos continuamente con el termómetro, moderamos el fuego del mechero para mantener constante la temperatura.

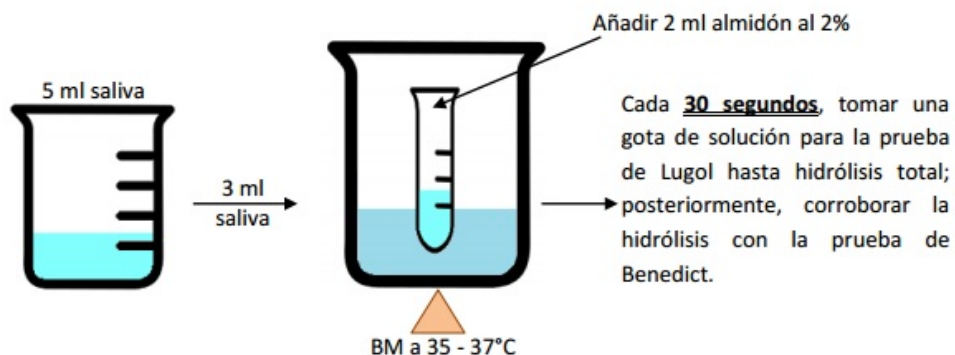


Figura 93. Hidrólisis enzimática del almidón.

- Cada 30 segundos tomamos del tubo 1, una muestra de 0,5 ml y realizamos la prueba de lugol. Para este fin, procedemos de la siguiente manera:

Prueba de Lugol:

- Mezclamos una gota de solución de almidón y una gota de solución de lugol en la cápsula de porcelana, observamos la coloración resultante e interpretamos los resultados según la siguiente mostrada en la Tabla 12:

Tabla 12. Secuencia de referencia Prueba de Lugol.

Color producido en la reacción	Presencia de almidón	Significado de la hidrólisis
Azul	Positiva	No hay hidrólisis
Rojo	Positiva	Hidrólisis parcial
Amarillo	Positiva	Hidrólisis total

- Baño de María 2: Hacemos un montaje igual al baño de María 1.y procedemos a realizar la prueba de Benedict.

Prueba de Benedict:

- Colocamos en el tubo de ensayo 2, los 0,5 ml de solución de almidón proveniente del tubo de ensayo 1 en baño maría y 0,5 ml de Reactivo de Benedict, tapamos el tubo con papel aluminio y lo colocamos en el baño de María 2, cuando el agua esté en ebullición. La aparición de un color rojo evidencia la presencia de azúcares reductores sencillos,

demostrando la hidrólisis total de la muestra. Si a los 15 minutos no ha cambiado el color no hay azúcares reductores en la solución problema.

- Repetimos los dos procedimientos, la prueba de lugol y la prueba de Benedict hasta terminar con la muestra, anotando los resultados en la tabla 13

Tabla 12. Secuencia de referencia Prueba de Lugol.

Tiempo	Color producido		Presencia de almidón		Significado de la hidrólisis	
	Prueba de Lugol	Prueba Benedict	Prueba de Lugol	Prueba Benedict	Prueba de Lugol	Prueba Benedict

Los dos reactivos nos permiten comprobar la hidrólisis de la muestra de almidón por acción de la enzima ptialina presente en la saliva.

Resumen

Los seres vivos somos sistemas abiertos, es decir, requerimos intercambiar materia y energía con el ambiente en el que nos desarrollamos, somos parte activa del ecosistema al que pertenecemos, los diferentes factores del ecosistema inciden sobre nosotros y nuestras acciones inciden sobre el ecosistema, en una estrecha relación de interdependencia.

Los organismos autótrofos son los productores de los ecosistemas, pueden ser, fotótrofos, si obtienen energía de la luz solar, como cianobacterias, algas y plantas; quimiótrofos, si su fuente de energía son sustancias químicas, los cuales se subdividen en quimiolitótrofos, si obtienen energía a partir de moléculas inorgánicas, como ciertos organismos de los dominios Bacteria y Archaea y quimiorganótrofos, si obtienen energía a partir de moléculas orgánicas, como bacterias, hongos, levaduras, protozoos. Existen también, organismos quimiorganótrofos biorremediadores, como levaduras, algunos géneros de bacterias como *Nocardia*, *Pseudomonas*, y *Mycobacterium*, que liberan ambientes contaminados con petróleo, insecticidas y herbicidas, utilizando como fuente de energía hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, sustancias que son tóxicas para la mayoría de especies de seres vivos. Los autótrofos son la fuente principal de compuestos orgánicos para los seres vivos del ecosistema, inician las cadenas tróficas o alimenticias y reciben el nombre de productores de la biosfera.

Los organismos heterótrofos (hetero significa otros), no tienen la capacidad de elaborar su propio alimento, por lo cual consumen alimento elaborado por otros seres vivos, reciben el nombre de consumidores de la biosfera, por ejemplo, los animales y los seres humanos. La vida de los organismos heterótrofos depende de los autótrofos. Los organismos herbívoros se alimentan de plantas, son consumidores primarios. Los carnívoros se alimentan de herbívoros continuando la cadena trófica, en diferentes eslabones, consumidores primarios, secundarios, terciarios, etc., según la posición que ocupen dentro de la red trófica; el ser humano puede ser el eslabón final de una cadena alimenticia.

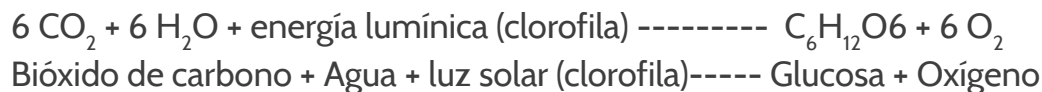
Los saprófitos o descomponedores, se alimentan de materia orgánica transformándola en materia inorgánica que vuelve a ser utilizada por los productores en un nuevo ciclo, garantizando la continuidad del flujo de materia y energía en los ecosistemas.

El nivel trófico de un organismo hace referencia al número de etapas que separan a dicho organismo de los productores. La cantidad total de energía en un nivel trófico es considerablemente menor que en el que lo precede., porque cada organismo gasta energía para realizar sus funciones vitales y además libera energía al medio en forma de calor, la energía total del ecosistema no se pierde, simplemente se transforma

Mediante las relaciones de nutrición se forman redes tróficas o alimenticias, en las cuales las especies más conectadas son especies clave y su eliminación ocasiona grandes efectos sobre la estabilidad y persistencia de la red, por consiguiente las especies claves actúan como reguladores de las relaciones alimenticias e inciden en el equilibrio del ecosistema.

Los organismos fotótrofos realizan fotosíntesis, el proceso fotosintético puede ser anoxigénico, cuando no produce oxígeno libre, en bacterias y oxigénico, cuando produce oxígeno libre, en cianobacterias, algas y plantas. El oxígeno libre es el resultado de la fotosíntesis oxigénica y está ligado con el proceso de respiración u obtención de energía de los seres vivos, los organismos se adaptaron al ambiente con oxígeno, aprendiendo a utilizarlo para oxidar los nutrientes y obtener energía para desarrollar sus funciones vitales, mediante el proceso de respiración aerobia (con oxígeno), proceso en el que el oxígeno se utiliza para oxidar la glucosa y obtener energía en forma de ATP, en el interior de las células. Todo el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas depende de los procesos fotosintéticos de las plantas. Comprender la importancia de las plantas en los ecosistemas, nos debe permitir mejorar nuestra actitud hacia ellas, pues sin su presencia no se mantendría la vida como la conocemos. La fotosíntesis convierte la energía lumínica proveniente del sol en energía química almacenada en los alimentos, gracias a la presencia de cloroplastos en las células de las plantas. Las células fotosintetizadoras de las hojas pertenecen al tejido parénquima, el parénquima empalizada posee células columnares largas en las que ocurre la mayor parte de la fotosíntesis, el parénquima esponjoso está formado por células de forma irregular que están rodeadas por grandes espacios de aire, los cuales se llenan con gases, gas carbónico, oxígeno y vapor de agua, los cuales se intercambian a través de los estomas presentes en la epidermis de las hojas. Los cloroplastos están presentes en el parénquima empalizada, contienen el pigmento clorofila, el cual, con la ayuda de otros pigmentos accesorios, interviene directamente en la transformación de energía lumínica en energía química. El proceso de fotosíntesis agrupa dos tipos de reacciones, dependientes de la luz, la cual es absorbida por las moléculas de clorofila a, esta energía es usada para producir Adenosíntrifosfato, ATP; en el interior del tilacoide el agua se rompe liberando oxígeno gaseoso e hidrógeno (electrones y protones). Los electrones son absorbidos por el NADP⁺ formando NADPH y la fase de reacciones que fijan carbono, la cual ocurre en el estroma del cloroplasto, comprende la producción de glúcidos y demás moléculas orgánicas, a partir del gas carbónico y el hidrógeno producidos en la etapa dependiente de la luz, constituyendo la fuente energética para todos los seres vivos de la biosfera.

El proceso de fotosíntesis se representa mediante la ecuación:



Los hongos poseen hifas que cumplen la función de absorber nutrientes, las células que forman las hifas están separadas por tabiques o septos perforados que establecen continuidad entre los compartimientos de las hifas, el conjunto de hifas conforma el micelio, el cual puede ser: aéreo si se extiende por encima del sustrato y soporta las estructuras reproductoras o vegetativo: formado por una masa que penetra los sustratos y cuya función es obtener nutrientes. Los hongos saprófitos transforman la materia orgánica en inorgánica, algunos hongos son parásitos, patógenos de animales o de plantas y del ser humano, ocasionando alergias, intoxicaciones y micosis. Otros hongos son simbioses, extraen los nutrientes de un hospedador, al que a su vez benefician. Los líquenes, se forman por la asociación de un alga con un hongo, el alga realiza la fotosíntesis, proporcionándole alimento al hongo y el hongo le aporta sales minerales a la planta. Algunos hongos son simbioses de vegetales formando micorrizas, las dos especies se benefician mutuamente intercambiando componentes metabólicos que benefician su crecimiento. Los hongos son útiles también en la industria alimentaria, en la producción de quesos y bebidas fermentadas; en la industria farmacéutica se utilizan para la producción de enzimas y de antibióticos como la penicilina, a partir de algunos de ellos se extraen proteínas para el consumo humano. Los hongos saprobios y parásitos, obtienen su alimento a través de digestión externa lisotrófica, lo cual significa que el hongo produce exoenzimas que actúan sobre las sustancias nutritivas del medio externo descomponiéndolas, los nutrientes obtenidos son absorbidos por las delgadas paredes de las hifas nutriendo al micelio.

Las biomoléculas son moléculas orgánicas asociadas con los seres vivos y tienen tres elementos comunes, carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen algunas de ellas fósforo y nitrógeno. Se consideran cuatro grupos principales de biomoléculas: hidratos de carbono, lípidos, proteínas y nucleótidos.

Los hidratos de carbono están formados por Carbono e Hidrógeno, su fórmula general es $(CH_2O)_n$, por ejemplo, la glucosa, tiene 6 carbonos, su fórmula molecular es $C_6H_{12}O_6$. Los carbohidratos se encuentran como azúcares simples, monosacáridos como glucosa, ribosa y desoxirribosa; disacáridos como la maltosa o la sacarosa y los polisacáridos como el almidón, el glucógeno y la celulosa, formados por varias moléculas de glucosa. Los carbohidratos cumplen funciones como las siguientes: fuente energética; biosíntesis de ácidos grasos y de aminoácidos; constitución de moléculas complejas importantes, glicolípidos, glicoproteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos azucarados y glicoesfingolípidos; aporte de fibra en la dieta y constitución de peptidoglicanos, formando parte de las paredes bacterianas.

Los lípidos son biomoléculas formadas por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, pero contienen menor proporción de oxígeno que los carbohidratos, sus moléculas no son polares y por lo tanto son muy poco solubles en agua, reciben el nombre de grasas si son sólidos a temperatura ambiente y de aceites si son líquidos a temperatura ambiente. Existen moléculas relacionadas con los lípidos verdaderos como fosfolípidos, esteroides y eicosanoides. Los lípidos verdaderos y fosfolípidos tienen una estructura parecida, contienen una molécula de tres carbonos, el glicerol y moléculas largas llamadas ácidos grasos, los fosfolípidos además contienen un grupo fosfato ($-H_2PO_4$). Los lípidos cumplen funciones como las siguientes: son fuente de energía; son una reserva potencial de energía; participan en diversas actividades metabólicas; son constituyentes de las membranas celulares; actúan como aislantes mecánicos y térmicos; protectores y acomodadores de órganos; vehículo de las vitaminas liposolubles y almacén de agua metabólica.

Las proteínas son polímeros de aminoácidos. Los aminoácidos contienen una cadena carbonada o radical de carbonos que difiere para cada aminoácido, un grupo carboxilo y un grupo amino. En las proteínas naturales generalmente aparecen 20 aminoácidos, nueve de ellos se consideran esenciales porque el cuerpo humano no los puede sintetizar, por lo cual, debe ingerirlos en la dieta. Cada proteína tiene una secuencia de aminoácidos determinada genéticamente que se llama estructura primaria y cumple una función específica en el organismo, cuando se altera la secuencia ocurren graves alteraciones del metabolismo. Las proteínas cumplen funciones importantes en las células: son reguladoras de los procesos metabólicos, hormonas; son muy importantes en los mecanismos de transmisión de la información genética, nucleoproteínas; cumplen funciones estructurales, colágeno; actúan como enzimas modificando la velocidad de las reacciones, enzimas; transportan sustancias, hemoglobina; colaboran en la regulación del equilibrio hidroelectrolítico del organismo, albúmina.

Los ácidos nucleicos DNA y RNA son polímeros de nucleótidos, almacenan información genética dentro de la célula y la transmiten a futuras generaciones de células. El azúcar de un nucleótido se liga al grupo fosfato del siguiente, creando una cadena o esqueleto, alternando azúcar, fosfato, azúcar, fosfato. El DNA posee adenina, guanina, citosina y timina, unidas por puentes de hidrógeno mediante un código

genético, la guanina se une con la citosina mediante tres enlaces de hidrógeno y la adenina se une con la timina mediante dos enlaces de hidrógeno, formando en el DNA una estructura de doble hélice en caracol; el RNA forma una sola cadena, contiene uracilo en vez de timina. El ADN regula la transmisión de los caracteres hereditarios y dirige los procesos celulares.

Las vitaminas son moléculas orgánicas presentes en los alimentos naturales que no pueden ser sintetizadas por el organismo en toda o en la cantidad requerida y que se requieren para el mantenimiento de las funciones metabólicas de las células. Las vitaminas son sintetizadas por las plantas y por microorganismos. Según su solubilidad se clasifican en: hidrosolubles, solubles en agua y liposolubles, solubles en lípidos. Actúan en diferentes procesos metabólicos, realizan una acción coenzimática, se clasifican en coenzimas de transporte electrónico o de óxido reducción y coenzimas de transferencia de grupos.

Los bioelementos son los elementos químicos que constituyen los seres vivos. Unos 70 elementos se encuentran en los seres vivos y se clasifican en: primarios, que representan el 96,2 % del total, Oxígeno, Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre; secundarios, se encuentran en menor proporción que los primarios, en medio acuoso se encuentran siempre ionizados, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^{-} ; oligoelementos, se encuentran en los seres vivos en proporción menor al 0,1 %. Los bioelementos cumplen funciones importantes: forman parte de compuestos orgánicos como fosfoproteínas, fosfolípidos, hemoglobina, tiroxina, hormonas y vitaminas; forman parte de estructuras duras y suaves; regulan la permeabilidad de la membrana celular, la presión osmótica y el equilibrio hídrico, entre los compartimientos intra y extracelulares, la contracción muscular y el equilibrio ácido base.

El Reino Animal comprende los subreinos Parazoa y Eumetazoa, el subreino Parazoa comprende a los placozoos y las esponjas, el subreino Eumetazoa comprende al resto de animales vivientes y se subdivide en un primer grupo que comprende a los animales que presentan simetría radial como Cnidarios y Ctenóforos y un segundo grupo que posee simetría bilateral, el cual incluye al resto de animales. Teniendo en cuenta la forma y disposición del aparato digestivo en la organogénesis, se pueden considerar tres tipos de aparatos digestivos:

1. El que presentan las esponjas, el cual consiste en una red de canales que parten de una cavidad central extendiéndose por la masa corporal hasta la capa tegumentaria.
2. El que presentan los animales con simetría radial y algunos platelmintos de simetría bilateral, el cual consiste de un saco, abierto en un punto que funciona como boca-año.
3. El que presentan los demás animales, el cual consiste en un tubo que presenta dos aberturas, una en cada extremo, una funciona como boca y la otra como año. En los Protostomados (Nemátodos, Anélidos, moluscos y Artrópodos), la primera abertura que aparece se convierte en boca; en los Deuterostomados (Filo Cordados), la primera abertura que aparece se convierte en año.

La aparición del celoma implica ventajas evolutivas, aumenta el mesodermo, permite el mayor desarrollo y movimiento de los órganos, al llenarse de líquido funciona como esqueleto hidráulico y facilita el transporte e intercambio de nutrientes.

Los cordados más primitivos como el anfibio, son acuáticos, poseen un aparato de alimentación filtrador, en la evolución de los vertebrados se pasa de la filtración a la depredación, aparecieron las mandíbulas, el volumen del alimento ingerido aumentó siendo necesario contar con una cavidad para almacenarlo y digerirlo, el estómago. La depredación implica la búsqueda de presas y la huida del ataque de depredadores, lo cual permitió la evolución de los órganos receptores como sistemas de detección, orientación, flotación, desarrollo de la vejiga natatoria a partir del intestino anterior y desplazamiento con las aletas en pares adecuadas a la forma corporal. Los mamíferos resolvieron el problema de la alimentación de los recién nacidos con las glándulas mamarias, facilitando a sus crías un aporte constante e inmediato de alimento.

La digestión fue evolucionando de intracelular a extracelular, el tubo digestivo se fue alargando y sus órganos especializando, diferenciándose los procesos de ingestión, digestión y absorción, metabolismo y excreción. La digestión consiste en la degradación de las macromoléculas ingeridas a moléculas sencillas que se puedan utilizar por las células del organismo para sintetizar las biomoléculas requeridas. La digestión puede ser: intracelular, en organismos unicelulares como la ameba y en organismos pluricelulares sencillos como las esponjas; mixta, los celentéreos tienen digestión intracelular y extracelular; extracelular, es característica de vertebrados que poseen aparato digestivo. La absorción es el paso de las sustancias simples obtenidas en la digestión a las células del intestino delgado, a través de las vellosidades intestinales, para ser transportadas a las demás células a través del aparato circulatorio.

En el metabolismo celular, las moléculas asimiladas por las células se utilizan para descomponerlas produciendo energía, mediante catabolismo, o para sintetizar macromoléculas utilizando energía, mediante anabolismo.

Mediante la excreción, los productos de desecho se expulsan al exterior por medio del aparato excretor.

El cuerpo humano necesita tomar sustancias como alimentos y oxígeno, del medio ambiente exterior, para sobrevivir, a través del aparato digestivo, una vez ingeridos los transforma en energía que utiliza para realizar sus funciones vitales y producir sustancias que necesita para su metabolismo, los productos útiles se transportan por el sistema circulatorio y respiratorio, como resultado del metabolismo se producen sustancias de desecho que es necesario eliminar por el sistema excretor para mantener el equilibrio u homeóstasis.



El aparato digestivo humano está formado por el tubo digestivo y los órganos accesorios, dientes, lengua, salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas. El tubo digestivo comprende boca, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, ciego, colon, recto y ano, órganos huecos comunicados por esfínteres; continuamente se relaciona con el medio ambiente, tanto para que ingresen los nutrientes por la boca, como para que se excrete la materia fecal por el ano.

En la boca ocurre la masticación, ensalivación y formación del bolo alimenticio e inicia la digestión de los carbohidratos como el almidón, mediante la enzima amilasa salival o ptialina presente en la saliva, la cual descompone el almidón en dextrinas. La lengua tiene papilas con botones gustativos que perciben los sabores y contribuye en la deglución. El bolo alimenticio formado es deglutido, pasando a través de la faringe y el esófago hasta el estómago.

En el estómago se mezcla el bolo alimenticio con el jugo gástrico, la enzima pepsina actúa sobre las proteínas descomponiéndolas en péptidos y la lipasa gástrica sobre los lípidos, descomponiéndolos en ácidos grasos y glicerol, el ácido clorhídrico propicia el pH favorable para la acción de las enzimas y ejerce una acción bactericida; la mucosa gástrica produce moco que protege las paredes del estómago de la acción del ácido clorhídrico.

El quimo formado en el estómago pasa al duodeno, a la altura de la ampolla de Vater desemboca el jugo pancreático, el jugo intestinal y la bilis. Las enzimas continúan realizando la digestión de los carbohidratos hasta monosacáridos, de los lípidos hasta ácidos grasos y glicerol y de las proteínas hasta aminoácidos. La bilis emulsifica las grasas haciéndolas atacables por las lipasas.

En el duodeno ocurre la mayor parte de la absorción de nutrientes, los monosacáridos pasan por transporte activo y difusión facilitada, desde el intestino hacia el interior de los vasos sanguíneos de las vellosidades intestinales; los aminoácidos y dipéptidos son absorbidos por transporte activo; los ácidos grasos pequeños entran a los vasos sanguíneos del intestino directamente, los de mayor tamaño y el colesterol entran a las células de la mucosa por difusión pasiva en forma de gotitas o quilomicrones que pasan al sistema linfático y a través de este ingresan al sistema circulatorio. Los ácidos grasos son transportados a las células musculares para obtener energía o hacia las células adiposas para almacenarse, el colesterol es captado por las células del hígado, luego es almacenado, secretado en la bilis o distribuido a otras partes del organismo, se utiliza en la síntesis de la membrana celular y en la producción de hormonas esteroideas.



La principal función del intestino grueso es la absorción de agua, sodio y minerales, secreta moco que lubrica el residuo alimenticio, alberga gran cantidad de bacterias simbióticas que degradan sustancias alimenticias, sintetizan aminoácidos y producen vitaminas como la K. El apéndice es un saco ciego del intestino grueso, que se puede inflamar e infectarse produciendo apendicitis, si se rompe puede originar peritonitis, es un sitio de interacción de las células involucradas en la producción de anticuerpos. La masa de la materia fecal está constituida por bacterias muertas, fibras de celulosa y sustancias indigeribles; se almacena durante corto tiempo en el recto y se elimina a través del ano.





Tarea

Por grupos de trabajo vamos a elaborar una presentación para explicar el proceso de nutrición en el caracol de tierra y en la vaca, teniendo en cuenta:

- Órganos que constituyen el aparato digestivo.
- Explicación de los procesos de ingestión, digestión y absorción.

La sustentación de los trabajos la realizaremos en la siguiente clase.



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. La Tierra en el Sistema Solar.

AstroMía. (s.f.). AstroMía. Recuperado el 13 de Mayo de 2015, de AstroMía: <http://www.astromia.com/solar/solaradv.htm>

Figura 2. La Tierra

AstroMía. (13 de Mayo de 2015). AstroMía. Obtenido de AstroMía: <http://www.astromia.com/solar/tierra.htm>

Figura 3. Biodiversidad.

Ecosistemas acuáticos. (9 de Febrero de 2011). Ecosistemas acuáticos. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de Ecosistemas acuáticos: <http://ecosistemas-acuaticos.blogspot.com/2011/02/factores-bioticos-y-abioticos.html>

Figura 4. Relaciones interespecíficas relacionadas con la nutrición.

A. Competencia.

Icarito. (s.f.). Icarito. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Icarito: <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/ciencias-naturales/organismos-ambientes-y-sus-interacciones/2012/07/63-9571-9-septimo-basico-interacciones-interespecificas-o-entre-especies.shtml>

B. Depredación.

Ciencias Divertidas. (s.f.). Ciencias Divertidas. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Ciencias Divertidas: <http://cienciasdivertidas.weebly.com/depredacion.html>

C. Parasitismo.

Sobiología. (s.f.). Sobiología. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Sobiología: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ecologia/relacoesecologicas4.php>

D. Comensalismo.

Exdya. (25 de Febrero de 2014). Exdya. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Exdya: <http://www.exdya.com/tag/comensalismo/>

E. Inquilinismo.

Geoview. (s.f.). Geoview. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Geoview: http://mx.geoview.info/percebe_y_piojos_de_ballena,86481949p

G. Mutualismo.

H. Simbiosis.

Infojardín. (s.f.). Infojardín. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Infojardín: <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=218991>

Figura 5. Euplectella.

Diario de un copépodo. (16 de Enero de 2008). Diario de un copépodo. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de Diario de un copépodo: <http://ecosistemas-acuaticos.blogspot.com/2011/02/factores-bioticos-y-abioticos.html>

Figura 6. Micorriza.

Palma, J. (23 de Mayo de 2012). Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de <http://es.slideshare.net/miguepalma/micorrizas>

Figura 7. Áscaris adultos.

UNAM. (24 de Noviembre de 2014). UNAM. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de UNAM: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/ascariosis.html>

Figura 8. Pez perlero dentro de un holoturoideo.

BBC Mundo. (10 de Enero de 2013). BBC Mundo. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de BBC Mundo: <https://www.youtube.com/watch?v=vqOEssS9r6w&feature=youtu.be>

Figura 9. Lobo.

Pixabay. (25 de Septiembre de 2012). Pixabay. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de Pixabay: <http://pixabay.com/es/lobo-depredador-presa-lucha-ataque-383928/>

Figura 10. Red trófica.

Gobierno de Aragón. (s.f.). E-educativa. Recuperado el 30 de Abril de 2015, de E-educativa: http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/500/570/html/Unidad05/pagina_15.html

Figura 11. Bacterias heterótrofas.

García, J. (25 de Diciembre de 2009). La Guía. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de La Guía: <http://biologia.laguia2000.com/microbiologia/formas-de-nutricin-de-las-bacterias>

Figura 12. Organismos fotótrofos. A. Cianobacterias. B. Algas marinas. C. Plantas.

A. Cianobacterias.

Más que Ciencia. (23 de Noviembre de 2010). Más que Ciencia. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Más que Ciencia: <http://irispress.es/mqciencia/2010/11/23/cianobacterias-y-nitrogeno-la-division-del-trabajo/>

B. Algas marinas.

Dentista en tu ciudad. (6 de Julio de 2012). Dentista en tu ciudad. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Dentista en tu ciudad: <http://dentistaentuciudad.com/blog/las-algas-marinas-ayudaran-a-los-dentistas/>

C. Plantas.

Imágenes Wiki. (s.f.). Imágenes Wiki. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Imágenes Wiki: <http://www.imageneswiki.com/imagenes/bosque-tropical-jpg>

Figura 13. Organismos quimiolitótrofos.

A. *Sulfolobus acidocaldarius* (Federal Ministry of Education and Research, 2013)

Federal Ministry of Education and Research. (2013). Federal Ministry of Education and Research. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Federal Ministry of Education and Research: <http://www.sulfosys.com/modeling.html>

B. *Thiobacillus ferrooxidans*.

Codelco Educa. (2012). Codelco Educa. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Codelco Educa: https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/tecnicos_biolixiacion.asp

C. *Rhizobium* sp

Rhizobium leguminosarum. (1 de Septiembre de 2014). Recuperado el 1 de Junio de 2015, de *Rhizobium leguminosarum*: http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Rhizobium+Leguminosarum&lang=2

D. *Methanocaldococcus jannischii*

Garcia, J. (s.f.). Taxonomie des Procaryotes. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Taxonomie des Procaryotes: http://garciajeanlouis9051.perso.neuf.fr/ca_euryarchaeota_C1_3.html

Figura 14. Quimiorganótrofos, hongos microscópicos.

Boletín UNAM-DGCS-610. (12 de Octubre de 2013). Boletín UNAM-DGCS-610. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Boletín UNAM-DGCS-610: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_610.html

Figura 15. Pseudomonas sp.

Wikipedia. (31 de Mayo de 2008). Wikipedia. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas#/media/File:Pseudomonas.jpg>

Figura 16. Adenosíntrifosfato, ATP, moneda energética celular.

Porto, A. (s.f.). Curso de Biología. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Curso de Biología: <http://www.bionova.org.es/biocast/tema15.htm>

Figura 17. GéiserDesierto Black Rock, Nevada (EE.UU).

Inaglor, B. (s.f.). Amazing Places on Earth. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Amazing Places on Earth: <http://www.amazingplacesonearth.com/grand-prismatic-spring-usa/>

Figura 18. Las plantas son seres autótrofos.

Pixabay. (4 de Noviembre de 2014). Pixabay. Recuperado el 27 de Abril de 2015, de Pixabay: <http://pixabay.com/en/landscape-japanese-garden-322100/>

Figura 19. Euglena.

Evcdb. (22 de Mayo de 2009). Evcdb. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Evcdb: <http://evcdb.blogspot.com/2009/05/organismos-eucarioticos-2.html>

Figura 20. Heterótrofos.

Wikimedia. (18 de Julio de 2009). Wikimedia. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de Wikimedia: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Order_Carnivora.jpg

Figura 21. Descomponedores.

Pixabay. (18 de Octubre de 2014). Pixabay. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Pixabay: <http://pixabay.com/es/matryoshka-seta-roja-ag%C3%A1rico-mosca-516281/>

Figura 22. Pseudomonas.

Wikipedia. (31 de Mayo de 2008). Wikipedia. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas#/media/File:Pseudomonas.jpg>

Figura 23. *Rhizobium* sp.

Rhizobium leguminosarum. (1 de Septiembre de 2014). Recuperado el 1 de Junio de 2015, de *Rhizobium leguminosarum*: http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Rhizobium+Leguminosarum&lang=2

Figura 24. Archaea *Sulfolobus acidocaldarius*.

Federal Ministry of Education and Research. (2013). Federal Ministry of Education and Research. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Federal Ministry of Education and Research: <http://www.sulfosys.com/modeling.html>

Figura 25. Cianobacterias.

Más que Ciencia. (23 de Noviembre de 2010). Más que Ciencia. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Más que Ciencia: <http://irispress.es/mqciencia/2010/11/23/cianobacterias-y-nitrogeno-la-division-del-trabajo/>

Figura 26. *Thiobacillusferrooxidans*.

Codelco Educa. (2012). Codelco Educa. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de Codelco Educa: https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/tecnicos_biolixiacion.asp

Figura 27. Hongos.

Pixabay. (18 de Octubre de 2014). Pixabay. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Pixabay: <http://pixabay.com/es/matryoshka-seta-roja-ag%C3%A1rico-mosca-516281/>

Figura 28. Archaea metanogénicas.

García, J. (s.f.). Taxonomie des Procaryotes. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Taxonomie des Procaryotes: http://garciajeanlouis9051.perso.neuf.fr/ca_euryarchaeota_C1_3.html

Figura 29. Evolución de la fotosíntesis.

Creación propia.

Figura 30. Relación entre nutrición autótrofa y heterótrofa.

Creación propia.

Figura 31. Bosque.

Tourmet. (s.f.). Tourmet. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Tourmet: <http://tourmet.com/observation-post/>

Figura 32. Hojas.

Shutterstock. (s.f.). Shutterstock. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de Shutterstock: <http://www.shutterstock.com/pic.mhtml?language=es&id=102343159>

Figura 33. Partes de una planta.

El país de los niños. (5 de Marzo de 2012). El país de los niños. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de El país de los niños: <http://ceibal.elpais.com.uy/las-plantas-partes-y-funciones/partes-de-la-planta/>

Figura 34. Parénquima clorofílico.

Universidad Politécnica de Valencia. (s.f.). Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de Universidad Politécnica de Valencia: http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/Figuras_tema3/tema3_figura3.jpg

Figura 35. Estomas.

Botánica Edu Ar. (s.f.). Botánica Edu Ar. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Botánica Edu Ar: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema13/13-4estomas.htm>

Figura 36. Cloroplasto.

Conceptos. (s.f.). Conceptos. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Conceptos: <http://k-escarlet.wikispaces.com/Conceptos>

Figura 37. Estructura y funcionamiento de los pigmentos antena.

Vergara, N. (1 de Septiembre de 2010). Slideshare. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Slideshare: <http://www.slideshare.net/Nanomeme/extracin-de-pigmentos-de-espinaca>

Figura 38. Representación abreviada del proceso de fotosíntesis.

Creación propia.

Figura 39. Hongo Basidiomicete.

Tree Fungus. (s.f.). Tree Fungus. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Tree Fungus: <https://www.pinterest.com/debratrent7/tree-fungus/>

Figura 40. Estructura de los hongos.

Ministerio de Educación Nacional. (1 de Agosto de 2013). Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Ministerio de Educación Nacional: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-329722_archivo_pdf_ciencias_secundaria.pdf

Figura41. Hongo Polyporus saprófito.

Educastur. (s.f.). Educastur. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Educastur: http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/unidades/los_serres_vivos/ud4/4_1.html

Figura 42. Roya del café.

Toda Noticia. (s.f.). Toda Noticia. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Toda Noticia: <http://www.todanoticia.com/47439/empieza-combate-contra-roya-cafe/>

Figura 43. Líquenes.

Recursos TIC Educación España. (s.f.). Recursos TIC Educación España. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Recursos TIC Educación España.: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/1ESO/clasica/contenidos17.htm>

Figura 44. Raíz micorrizada.

Palma, J. (23 de Mayo de 2012). Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de <http://es.slideshare.net/miguepalma/micorrizas>

Figura 45. Penicillium.

Wikipedia. (30 de Marzo de 2005). Wikipedia. Recuperado el 30 de Abril de 2015, de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hifa#/media/File:Penicillium.jpg>

Figura 46. Grupos funcionales comunes.

Biología. (s.f.). Biología. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de Biología: http://ocw.innova.uned.es/biologia/contenidos/bio/bio3_01.html

Figura 47. Molécula de Glucosa.

Biogeo_Ov. (s.f.). Biogeo_Ov. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Biogeo_Ov: http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B1_BIOQUIMICA/t10_MODELOS3D/MODELOS3D.htm

Figura 48. Polisacáridos.

Creación propia.

Figura 49. Alimentos ricos en carbohidratos.

iMujer. (s.f.). iMujer. Recuperado el 28 de Mayo de 2015, de iMujer: <http://vivirsalud.imujer.com/2011/07/07/alimentos-ricos-en-glucosa>

Figura 50. Lípidos en la célula.

B-log-ia20. (9 de Noviembre de 2009). B-log-ia20. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de B-log-ia20: <http://b-log-ia20.blogspot.com/2009/11/lipidos-ii.html>

Figura 51. Glicéridos.

Creación propia.

Figura 52. Alimentos ricos en lípidos.

Ejemplos de. (6 de Enero de 2014). Ejemplos de. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de Ejemplos de: <http://ejemplosde.info/ejemplos-de-lipidos/>

Figura 53. Clorofila y hemoglobina.

Un mundo de brotes. (20 de Julio de 2012). Un mundo de brotes. Obtenido de Un mundo de brotes.: <http://www.unmundodebrotes.com/2012/07/clorofila-y-hemoglobina/>

Figura 54. Aminoácido.

Bravo, I. (19 de Septiembre de 2010). Biología de la célula. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Biología de la célula.: <http://idaliabiologia.blogspot.com/2010/09/aminoacidos-y-polipeptidos-estructura-y.html>

Figura 55. Expresión genética. Ácidos nucleicos DNA y RNA.

B.log.ia 2.0. (14 de Noviembre de 2014). B.log.ia 2.0. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de B.log.ia 2.0: <http://b-log-ia20.blogspot.com/2014/11/el-adn-la-molecula-de-la-herencia.html>

Figura56. Vitaminas hidrosolubles.

Zona Diet. (s.f.). Zona Diet. Recuperado el 1 de Mayo de 2015, de Zona Diet: <http://www.zonadiet.com/nutricion/hidrosol.htm>

Figura 57. Vitaminas liposolubles.

Zona Diet. (s.f.). Zona Diet. Recuperado el 1 de Mayo de 2015, de Zona Diet: <http://www.zonadiet.com/nutricion/hidrosol.htm>

Figura 58. Alimentos ricos en grasas.

Alta Estética. (s.f.). Alta Estética. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Alta Estética.: <http://www.altaestetica.com/wp-content/uploads/alimentos-grasos.jpg>

Figura 59. Alimentos ricos en minerales.

Salud cuidada. (18 de Mayo de 2014). Salud cuidada. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Salud cuidada.: <http://saludcuidada.com/alimentacion-y-nutricion/alimentos-ricos-en-minerales/>

Figura 60. Alimentos ricos en vitaminas.

En forma 180. (s.f.). En forma 180. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de En forma 180: <http://enforma.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/conoce-los-alimentos-ricos-en-vitamina-c>

Figura 61. Expresión genética.

B.log.ia 2.0. (14 de Noviembre de 2014). B.log.ia 2.0. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de B.log.ia 2.0: <http://b-log-ia20.blogspot.com/2014/11/el-adn-la-molecula-de-la-herencia.html>

Figura 62. Alimentos ricos en proteínas.

Las proteínas. (s.f.). Las proteínas. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Las proteínas.: <http://proteinas.org.es/alimentos-ricos-proteinas>

Figura 63. Alimentos ricos en carbohidratos.

Eme de mujer. (29 de Agosto de 2014). Eme de mujer. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Eme de mujer: <http://ve.emedemujer.com/bienestar/nutricion-y-fitness/alimentos-para-aumentar-la-masa-muscular/>

Figura 64. Estructura de la esponja.

Esponjas y mas. (s.f.). Esponjas y mas. Recuperado el 1 de Mayo de 2015, de Esponjas y mas: <http://esponjasymas.blogspot.com/p/anatomia.html>

Figura 65. Anfioxo.

Infopédia. (s.f.). Infopédia. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Infopédia: [http://www.infopedia.pt/\\$anfioxo](http://www.infopedia.pt/$anfioxo)

Figura 66. Mandíbulas del tiburón.

Fordivers. (s.f.). Fordivers. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Fordivers: <http://www.fordivers.com/es/fauna/especie/tiburon/>

Figura 67. Depredación.

Pixabay. (25 de Septiembre de 2012). Pixabay. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de Pixabay: <http://pixabay.com/es/lobo-depredador-presa-lucha-ataque-383928/>

Figura 68. Cefalización.

Viajar. (s.f.). Viajar. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Viajar: <http://viajar.especiales.elperiodico.com/50-viajes-extraordinarios/las-selvas-del-tigre-tras-las-huellas-de-shere-kan/>

Figura 69. Lactancia en mamíferos.

Tiempo de éxito. (s.f.). Tiempo de éxito. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Tiempo de éxito.: <http://tiempodeexito.com/biologia2/72.html>

Figura 70. Aparato Digestivo en vertebrados.

Biología en los Vertebrados. (30 de Agosto de 2011). Biología en los Vertebrados. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Biología en los Vertebrados: <http://quimikvertebrados.blogspot.com/2011/08/mamiferos.html>

Figura 71. Aparato bucal de los insectos.

Los insectos. (30 de Mayo de 2013). Los insectos. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Los insectos.: <http://insectosbio.blogspot.com/2013/05/aparato-bucal-de-los-insectos.html>

Figura 72. Digestión intracelular.

Educar Chile.cl. (s.f.). Educar Chile.cl. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Educar Chile.cl: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=95677>

Figura73. Digestión mixta.

Apuntes de Biología. (s.f.). Apuntes de Biología. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Apuntes de Biología: <http://www.vi.cl/foro/topic/1071-apuntes-de-biologia-y-quimica-revisado-y-corregido/page-31>

Figura 74. Digestión extracelular.

CDP. (21 de Febrero de 2009). CDP. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de CDP: <http://cdpenbhumana.blogspot.com/2009/02/diseccion-de-conejo-observacion-de.html>

Figura 75. Estructura de la vellosidad intestinal.

Educación Primaria para Padres. (25 de Septiembre de 2013). Educación Primaria para Padres. Obtenido de Educación Primaria para Padres.: <http://www.educacionprimariaparapadres.com/moodle/mod/page/view.php?id=574>

Figura 76. Metabolismo celular.

NutricionistaOnline. (23 de Junio de 2014). NutricionistaOnline. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Nutricionista Online: <http://blogs.uab.cat/nutricionistaonline/2014/06/23/el-anabolismo-y-catabolismo/>

Figura 77. Aparato excretor del sapo.

La Excreción. Biología Animal. (s.f.). La Excreción. Biología Animal. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de La Excreción. Biología Animal: <https://biologia-animal.wikispaces.com/La+excreci%C3%B3n>.

Figura 78. Aparato Digestivo Humano.

Moore, K. (2013). Anatomía con Orientación Clínica. Barcelona: Lippincott Williams & Wilikins.

Figura 79. Cavidad bucal

Slideshare. (s.f.). Slideshare. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Slideshare: <http://image.slidesharecdn.com/taotema3-131210113309-phpapp02/95/taotema3-10-638.jpg?cb=1386675266>

Figura 80. Glándulas salivales, submandibular y sublingual.

NIH Instituto Nacional del Cáncer. (21 de Octubre de 2014). NIH Instituto Nacional del Cáncer. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de NIH Instituto Nacional del Cáncer: <http://www.cancer.gov/espanol/tipos/cabeza-cuello/paciente/tratamiento-glandulas-salivales-pdq#section/all>

Figura 81. Lengua.

Sánchez, P. (s.f.). Recuperado el 1 de Junio de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos100/estructura-simple-lengua-y-su-funcion/estructura-simple-lengua-y-su-funcion.shtml>

Figura 74. Digestión extracelular.

CDP. (21 de Febrero de 2009). CDP. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de CDP: <http://cdpenbhumana.blogspot.com/2009/02/diseccion-de-conejo-observacion-de.html>

Figura 75. Estructura de la vellosidad intestinal.

Educación Primaria para Padres. (25 de Septiembre de 2013). Educación Primaria para Padres. Obtenido de Educación Primaria para Padres.: <http://www.educacionprimariaparapadres.com/moodle/mod/page/view.php?id=574>

Figura 76. Metabolismo celular.

NutricionistaOnline. (23 de Junio de 2014). NutricionistaOnline. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Nutricionista Online: <http://blogs.uab.cat/nutricionistaonline/2014/06/23/el-anabolismo-y-catabolismo/>

Figura 77. Aparato excretor del sapo.

La Excreción. Biología Animal. (s.f.). La Excreción. Biología Animal. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de La Excreción. Biología Animal: <https://biologia-animal.wikispaces.com/La+excreci%C3%B3n>.

Figura 78. Aparato Digestivo Humano.

Moore, K. (2013). Anatomía con Orientación Clínica. Barcelona: Lippincott Williams & Wilikins.

Figura 79. Cavidad bucal

Slideshare. (s.f.). Slideshare. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Slideshare: <http://image.slidesharecdn.com/taotema3-131210113309-phpapp02/95/taotema3-10-638.jpg?cb=1386675266>

Figura 80. Glándulas salivales, submandibular y sublingual.

NIH Instituto Nacional del Cáncer. (21 de Octubre de 2014). NIH Instituto Nacional del Cáncer. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de NIH Instituto Nacional del Cáncer: <http://www.cancer.gov/espanol/tipos/cabeza-cuello/paciente/tratamiento-glandulas-salivales-pdq#section/all>

Figura 81. Lengua.

Sánchez, P. (s.f.). Recuperado el 1 de Junio de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos100/estructura-simple-lengua-y-su-funcion/estructura-simple-lengua-y-su-funcion.shtml>

Figura 82. Dientes permanentes o secundarios.

Carrión, J. (23 de Junio de 2010). Dientes, encías y mejillas. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Dientes, encías y mejillas.: <http://es.slideshare.net/jecarrion91/dientes-encias-y-mejillas>

Figura 83. Diagrama dentición permanente.

Carrión, J. (23 de Junio de 2010). Dientes, encías y mejillas. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Dientes, encías y mejillas.: <http://es.slideshare.net/jecarrion91/dientes-encias-y-mejillas>

Figura 84. Partes del diente.

Carrión, J. (23 de Junio de 2010). Dientes, encías y mejillas. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Dientes, encías y mejillas.: <http://es.slideshare.net/jecarrion91/dientes-encias-y-mejillas>

Figura 85. Zonas de la faringe.

Oi, Medicina. (26 de Agosto de 2012). Oi, Medicina. Recuperado el 8 de Junio de 2015, de Oi, Medicina: <https://oimedicina.wordpress.com/2012/08/26/anatomia-macroscopica-e-microscopica-do-sistema-respiratorio-faringe-laringe-e-traqueia/>

Figura 86. El esófago.

Armella, M. e. (27 de Junio de 2012). Slideshare. Recuperado el 1 de Junio de 2015, de Slideshare: <http://es.slideshare.net/nell17/anatomia-y-fisiologia-de-traquea-y-arbol-bronquial>

Figura 87. Anatomía del estómago.

Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.

Figura 88. Estructura de la glándula gástrica del fondo y del cuerpo del estómago.

Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.

Figura 89. Estructura del páncreas.

Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.

Figura 90. Hígado.

Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.
citassALUD_10/Bioquimica/22.pdf

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de ejemplos de relaciones interespecíficas.
Creación propia.

Tabla 2. Clasificación de los seres vivos de la red trófica ejemplo.
Creación propia.

Tabla 3. Ejemplo de organismos que compiten por el alimento.
Creación propia.

Tabla 4. Especies claves en la red trófica ejemplo.
Creación propia.

Tabla 5. Autótrofos y heterótrofos
Creación propia.

Tabla 6. Clasificación de los bioelementos
Sánchez, J. (s.f.). Junta de Andalucía. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de Junta de Andalucía: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/materiales_tic/biomoleculas/O1Biomoleculas.pdf

Tabla 7. ¿Qué aprendimos sobre las biomoléculas?
Creación propia.

Tabla 8. ¿Cómo se nutren los animales?
Creación propia.

Tabla 9. Principales enzimas digestivas
Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.

Tabla 10. Hormonas gastrointestinales
Ganong, W. (2013). Fisiología Médica. México: Mc Graw Hill.

Tabla 11. Enzimo Concéntrese.
Creación propia.

Tabla 12. Secuencia de referencia Prueba de Lugol.

Chávez, J., Ríos, P., Mendoza, R., & Camargo, D. (Septiembre de 2013). Universidad Michoacana de San nicolás de Hidalgo. Recuperado el 6 de Mayo de 2015, de Universidad Michoacana de San nicolás de Hidalgo.: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Bioquimica/22.pdf

Tabla 13. Resultados Prueba de Lugol y Prueba de Benedict.

Creación propia.

Tabla 12. Secuencia de referencia Prueba de Lugol.

Chávez, J., Ríos, P., Mendoza, R., & Camargo, D. (Septiembre de 2013). Universidad Michoacana de San nicolás de Hidalgo. Recuperado el 6 de Mayo de 2015, de Universidad Michoacana de San nicolás de Hidalgo.: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Bioquimica/22.pdf

Tabla 13. Resultados Prueba de Lugol y Prueba de Benedict.

Creación propia.



BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, F. P. (2003). *Zoología aplicada*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Araujo, I. A. (2004). Biorremediación de suelos con consorcio bacteriano, compostaje y fertilización. Araujo, I., Angulo, N., Cardenas, C., Méndez, M., Morante, M., & Machado, M. (2004). Biorremediación de sBoletín del Centro de Investigaciones Biológicas, 38(3).
- Audesirk, T. A. (2003). *Biología: La vida en la Tierra*. México: Pearson Educación. Recuperado el 27 de Abril de 2015
- Campbell, N. A. (2007). *Biología*. Madrid: Ed. Médica Panamericana. Recuperado el 26 de Abril de 2015
- Cereijido, M. (1978). *Orden, equilibrio y desequilibrio: una introducción a la biología*. México: Nueva Imagen.
- Curtis, H. &. (2006). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- De Robertis, E. M. (2001). *De Robertis bases da biologia celular e molecular*. Guanabara: De Robertis, E. M., & Hib, J. (2001). *De Robertis bases da biologia celular e molecular*. Guanabara Koogan.
- Del Olme, S. (1999). *La enseñanza en la UNED*. San José: Universidad Estatal a Distancia.
- Froni, L. (1999). *Procesos microbianos*. Río Cuarto: Editorial de la Fundación Universidad Nacional.
- Ganong, W. (2013). *Fisiología Médica*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, M. y. (1999). *Tratado de nutrición*. Ediciones Díaz de Santos.
- Kroenke, D., & Auer, D. (2009). *Database Concepts*. New Jersey: Prentice Hall.
- LA NUTRICIÓN, E. L. I. B. RCAN. (2013). LA NUTRICIÓN, E. L. I. B. RCAN. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 23(2), 323., 322-337.
- Moore, K. (2013). *Anatomía con Orientación Clínica*. Barcelona: Lippincott Williams & Wilikins.
- Melo, V. R. (2007). *Bioquímica de los procesos metabólicos*. México: Reverte.
- Montoya, J. M. (2001). La arquitectura de la naturaleza: complejidad y fragilidad en redes ecológicas. *Revista Ecosistemas*, 10(2), 1-14. Recuperado el 26 de Abril de 2015
- Patiño Álvarez, B. &. (2011). Prácticas de Microbiología. Observación de hongos filamentosos. *REDUCA (Biología)*, 2(4), 1-15.
- Pérez-Urria Carril, E. (2011). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *REDUCA (Biología)*, 2(3), 1-47.
- Pérez-Urria Carril, E. (2011). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *REDUCA (Biología)*, 2(3), 1-47.

Rojas, L. R. (2006). ROrganismos vivos: pilas voltaicas vivientes Una discusión sobre la evolución conceptual de la bioquímica. Nova, 4(6), 1-7.

Silverthorn, D. U. (2008). Fisiología humana/Human Physiology: Un enfoque integrado. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

Sobiología. (s.f.). Sobiología. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Sobiología: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ecologia/relacoesecologicas4.php>

Stair, R., & Reynolds, G. (2001). Principles of Information Systems. Boston: Course Technology.