



1.3.6. Especiación

La especiación es un suceso de formación de linajes que produce dos o más especies diferentes. Imagina que estás mirando la punta del árbol de la vida que forma una especie de mosca de la fruta. Si vas hacia abajo en la filogenia hasta donde la ramita de la mosca de la fruta se conecta con el resto del árbol, ese punto de ramificación, y todos los demás puntos de ramificación del árbol, es un suceso de especiación. En ese punto los cambios genéticos produjeron dos linajes diferentes de moscas de la fruta, donde anteriormente había sólo un linaje. Pero, ¿por qué y cómo sucedió? (UCMP, 2006).

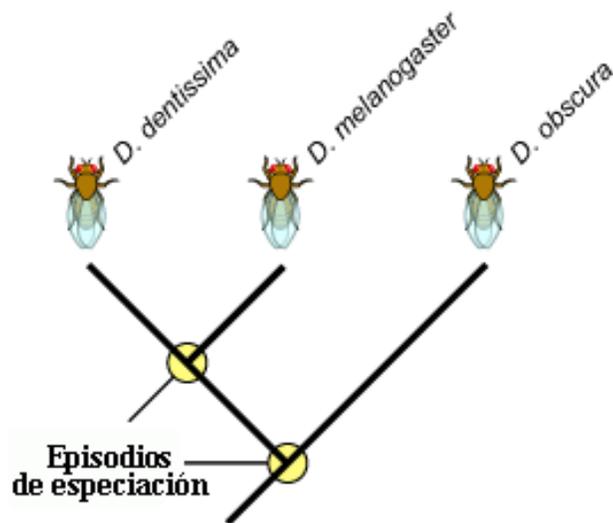


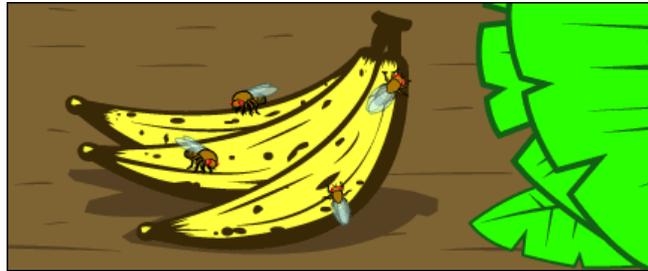
Imagen 1. Ejemplo de especiación de una mosca de fruta (*Drosophila sp.*). Fuente: (UCMP, 2006)

Los puntos de ramificación de esta filogenia parcial de *Drosophila* representan sucesos de especiación que sucedieron hace mucho tiempo. He aquí un supuesto que ejemplifica cómo puede suceder la especiación:





Ejemplo hipotético de especiación

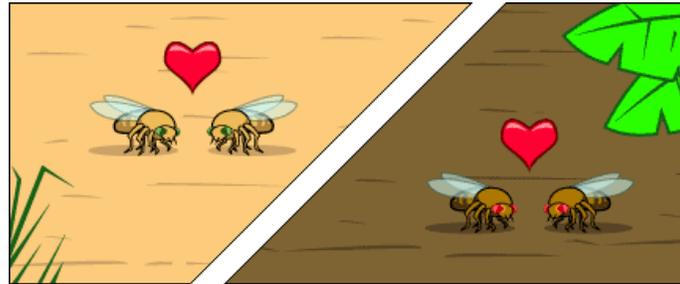


El escenario: una población de moscas de la fruta silvestres está a lo suyo en varios racimos de plátanos en putrefacción, poniendo sus huevos alegremente en la blanda fruta.



Ocurre un desastre: un huracán arrastra hasta el mar los plátanos y las moscas de la fruta inmaduras que contienen. El racimo de plátanos finalmente es arrastrado hasta una isla alejada de la costa del continente. Las moscas de la fruta maduran y emergen de su nido viscoso a la isla solitaria. Las dos partes de la población, la continental y la insular, están demasiado alejadas para que el flujo génico las una. En este punto todavía no se ha producido especiación: cualquier mosca de la fruta que volviera al continente podría aparearse con las moscas del continente y producir descendientes sanos.





Las poblaciones divergen: las condiciones ecológicas son ligeramente diferentes en la isla, por lo que la población isleña evoluciona bajo presiones selectivas diferentes y experimenta sucesos aleatorios distintos que la población continental. La forma, las preferencias de alimentación y las exhibiciones de cortejo cambian durante el transcurso de muchas generaciones de selección natural.



Nos volvemos a encontrar: cuando otra tormenta vuelve a introducir las moscas isleñas en el continente, no se aparearán fácilmente con las moscas del continente, ya que habrán desarrollado comportamientos de apareamiento diferentes. Las pocas que sí que se apareasen con las moscas del continente producirían huevos inviables debido a otras diferencias genéticas entre las dos poblaciones. El linaje se ha separado ahora que los genes ya no pueden fluir entre las poblaciones.

Este es un modelo simplificado de la especiación por aislamiento geográfico, pero da una idea de alguno de los procesos que pueden actuar en la especiación. En la mayoría de los casos reales sólo podemos recrear parte de la historia con los datos disponibles. Sin embargo, las pruebas de que este tipo de procesos sucede en realidad son contundentes.

Fuente: (UCMP, 2006)

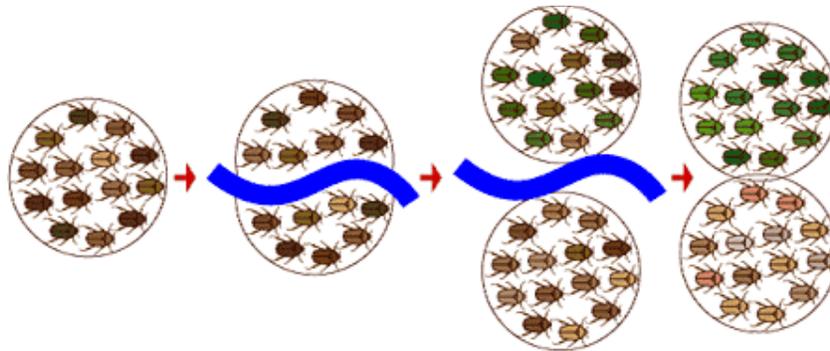




a- Causas de la especiación

a.1 Aislamiento geográfico

En el ejemplo de la mosca de la fruta, algunas de las larvas fueron arrastradas hasta una isla y comenzó la especiación debido a que el aislamiento geográfico impedía que las poblaciones se reprodujeran entre ellas. Los científicos piensan que es frecuente que el proceso de especiación comience con el aislamiento geográfico: los ríos cambian su curso, las montañas se elevan, los continentes derivan, los organismos migran y lo que una vez fue una población continúa se divide en dos o más poblaciones más pequeñas (UCMP, 2006).



No es necesario que haya una barrera física, como un río, para separar dos o más grupos de organismos; puede ser simplemente un hábitat desfavorable entre las dos poblaciones lo que impida el apareamiento entre ellas (UCMP, 2006).

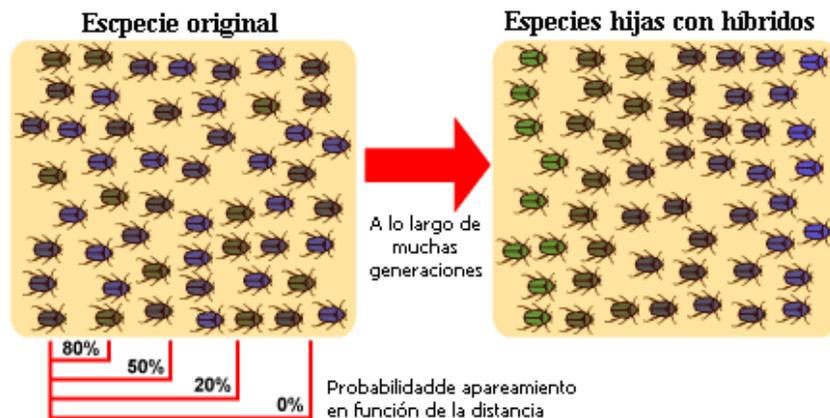
Mayr en Hennig (1968) utiliza el término separación espacial, pues considera que la separación de las poblaciones no se debe estrictamente a una barrera geográfica, ya que lo que importa es que el reservorio genético sea separado y que además, no sea perturbado (= reducido a niveles peligrosamente endogámicos), sino que permita el origen y combinación de nuevos genes.





a.2 Disminución del flujo génico

Sin embargo, en una población también puede producirse la especiación sin que exista ninguna barrera extrínseca concreta para el flujo génico. Imagina una situación en la que una población se extienda por una amplia área geográfica y el apareamiento en la población no sea aleatorio. La probabilidad de que los individuos de la parte del oeste más alejada se apareen con los individuos de la parte más al este del área de distribución es nula. Por lo tanto, tenemos una disminución del flujo génico, pero no un aislamiento completo. Esto puede, o no, ser suficiente para causar la especiación. Es probable que la especiación requiera también presiones selectivas diferentes en los extremos del área de distribución, que alteren tanto las frecuencias génicas de los grupos en los extremos del área de distribución que los individuos no podrían aparearse si se reunieran (UCMP, 2006).



Incluso en ausencia de una barrera geográfica, la disminución del flujo génico a lo largo del área de distribución de una especie, puede promover la especiación.

b- Tipos de especiación





La clave de la especiación es la evolución de diferencias genéticas entre las especies incipientes. Para que un linaje se divida irreversiblemente, las dos especies incipientes deben tener diferencias genéticas que se expresen de alguna forma que haga que no se produzcan apareamientos entre ellas o que, de producirse, sean infructuosos. No hace falta que se trate de enormes diferencias genéticas, un pequeño cambio en el desarrollo cronológico, la localización o los rituales de apareamiento podrían ser suficientes. Pero, eso sí, es necesario que haya alguna diferencia. Este cambio podría producirse por selección natural o por deriva genética (UCMP, 2006).

Es probable que la disminución del flujo génico desempeñe un papel crítico en la especiación. Los tipos de especiación se clasifican normalmente de acuerdo a cuánto contribuye la separación geográfica de las especies incipientes a la disminución del flujo génico. En el siguiente cuadro se comparan algunos de estos tipos de especiación (UCMP, 2006).

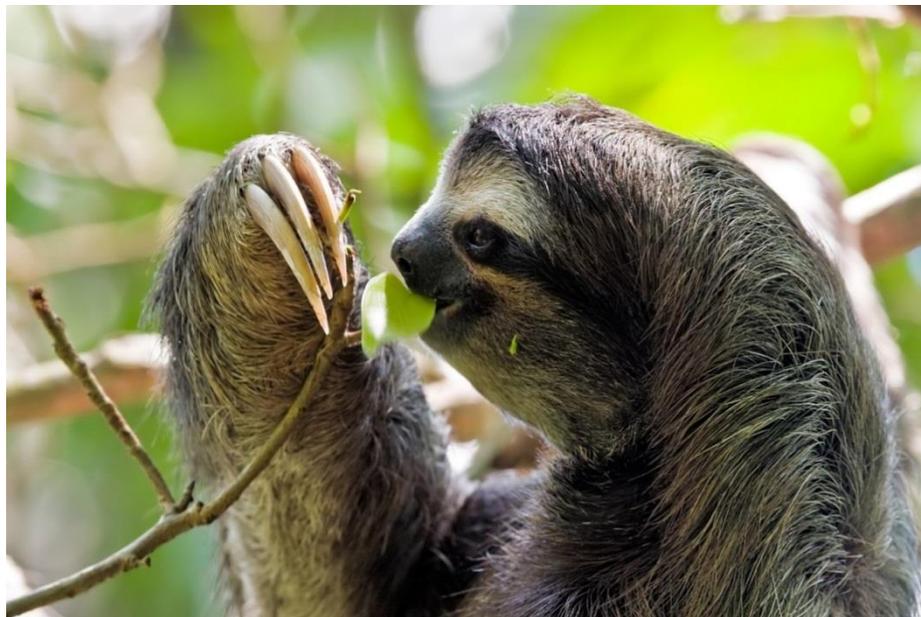


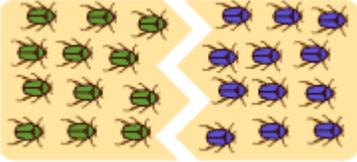
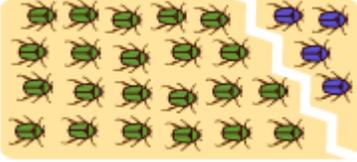
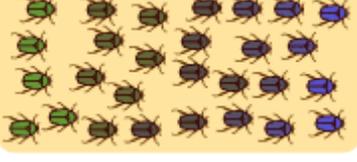
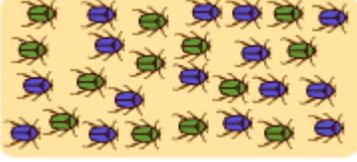
Imagen 2. Perezoso de tres dedos (*Bradypus variegatus*) perteneciente al superorden Xenarthra. Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Xenarthra>

Tabla 3





Conceptualización de los tipos de especiación

Tipos de especiación	Las nuevas especies se forman por:	
Alopátrica (alo = otro, pátrica = patria)	Poblaciones aisladas geográficamente. Factores extrínsecos al organismo impide que dos o más grupos se apareen entre sí con regularidad y, finalmente, lleva a la especiación del linaje. El aislamiento puede producirse debido a una gran distancia o a una barrera física, como un desierto o un río.	
Peripátrica (peri = alrededor de, pátrica = patria)	Una población pequeña es aislada en el extremo de otra población más grande.	
Parapátrica (para = junto a, pátrica = patria)	Una población con una distribución continua	
Simpátrica (sim = unión, pátrica = patria)	Dentro del área de distribución de la población ancestral. Este modelo sugiere que una población se divide de manera natural y migre a nuevos territorios, donde el aislamiento de las poblaciones sea espacial y temporalmente importante para permitir el aislamiento genético. La migración es obligada por factores externos como la escasez de agua y alimentos o internos, como lo sería la búsqueda de nuevos territorios para el establecimiento de grupos familiares que derivan de otros grupos más grandes.	

Fuente: (UCMP, 2006)

b.1 Especiación simpátrica:





A diferencia de los tipos anteriores, la especiación simpátrica no requiere una distancia geográfica a gran escala para reducir el flujo génico entre partes de la población. ¿Cómo podría reducirse el flujo génico y producirse la especiación en una población que se aparea al azar? La simple explotación de un nuevo nicho puede reducir automáticamente el flujo genético con individuos que explotan el otro nicho. Esto puede suceder ocasionalmente cuando, por ejemplo, insectos herbívoros prueban una nueva planta hospedadora (UCMP, 2006).

Por ejemplo, hace 200 años los antepasados de las moscas de las manzanas ponían sus huevos sólo en las majuelas, pero en la actualidad estas moscas ponen sus huevos en las majuelas (que son originarias de los EEUU) y en las manzanas cultivadas (que fueron introducidas en los EEUU por los inmigrantes y cultivadas). Por lo general las hembras eligen para poner sus huevos el tipo de fruta en el que crecieron y los machos tienden a buscar parejas en el tipo de fruta en el que crecieron. Por lo tanto, las moscas de las majuelas

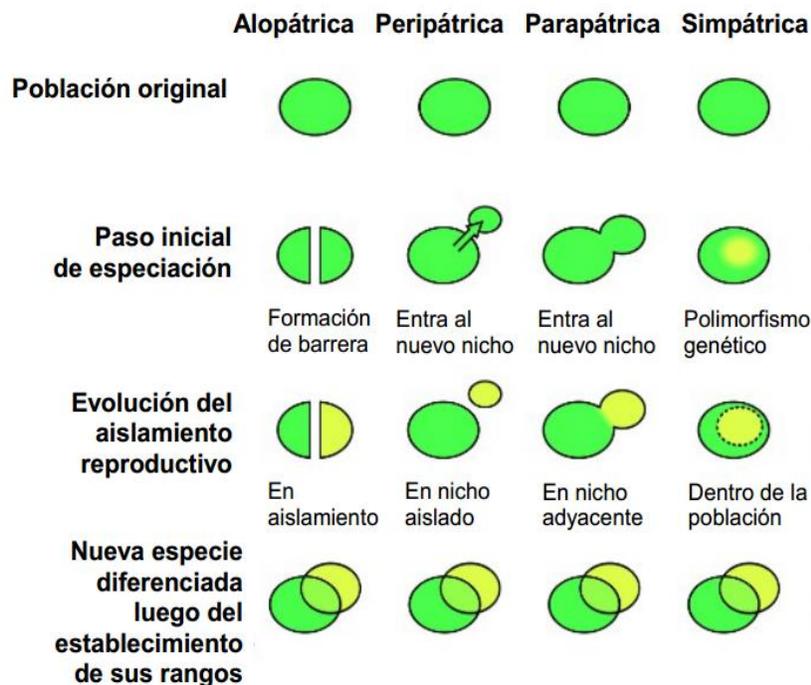


Imagen 3. Ilustración 1. Tipos de especiación gradual. Fuente: <http://www.icb.uncu.edu.ar/upload/clase9especie-especiacion>

generalmente acaban apareándose con otras moscas de las majuelas y las moscas de las





manzanas generalmente acaban apareándose con otras moscas de las manzanas. Esto significa que el flujo génico entre las partes de la población que se aparean en tipos de fruta distintos disminuye. Este cambio de hospedador de las majuelas a las manzanas puede ser el primer paso hacia la especiación simpátrica; en menos de 200 años han evolucionado ciertas diferencias genéticas entre estos dos grupos de moscas (UCMP, 2006).

b.2 Especiación Vicariante

Este tipo de especiación requiere de un mecanismo externo a la población reproductiva o especie biológica para que se produzca el aislamiento espacial y genético. El mecanismo externo sugerido, es algún tipo de proceso tectónico de gran escala como la separación de dos masas continentales o el nacimiento de una cordillera o de un arco de islas. Un ejemplo típico de ello es la fauna mamífera de Australia, conformada básicamente por marsupiales, los cuales conquistaron prácticamente todos los ecosistemas terrestres posibles como: las sabanas, los desiertos y los bosques subtropicales.

Australia perteneció a un supercontinente denominado Gondwana, éste se fragmentó por procesos tectónicos de la corteza terrestre y originó los territorios de África, India, América del Sur, Madagascar, la Antártica y Australia.

Australia quedó aislado tempranamente de otros territorios continentales con su fauna de marsupiales primitiva, no así la Antártica cuya fauna de reptiles y marsupiales por su “nueva ubicación” polar se extinguen; o la fauna de África y la India que quedan unidos a otros continentes y su fauna ancestral fue desplazada por los nuevos conquistadores, mamíferos placentarios mejor adaptados. Lo mismo ocurrió con América del Sur que estuvo aislada geográficamente cerca de 30 Ma, antes de que el puente centroamericano permitiera que la fauna de América del Norte arribara a América del Sur y ocasionara que mucha de su extraordinaria fauna de marsupiales, xenarthras y notoungulados se extinguiera ante los mamíferos placentados, aún quedan algunos marsupiales y xenarthras, no así notoungulados.





Australia en cambio, quedo aislada geográficamente por cerca de 60 Ma (Millones de años) y los mamíferos australianos más exitosos a diferencia de lo que ocurrió en otras zonas del planeta, fueron los marsupiales, que se impusieron y radiaron evolutivamente originando diversos grupos de marsupiales, adaptados a diferentes ecosistemas. Algunos son herbívoros otros se alimentan de pasto y otros fueron carnívoros, como el lobo de tasmania que tenía un rol similar al de un carnívoro placentado como los cánidos.

América del Sur tuvo una fauna marsupial similar, existieron osos marsupiales, tigres dientes de sable marsupiales y en la actualidad quedan nutrias marsupiales y ratones marsupiales. En realidad son marsupiales que cumplen y cumplieron roles similares a los de los actuales oso, ratones y nutrias, todos placentarios.

1.4 La Taxonomía, la ciencia de la clasificación y sistema binomial

La palabra taxón o taxión proviene del griego Ταξιων que significa “portar o cargar” y hace referencia a que todo organismo es portador de caracteres físicos y genéticos que permiten su identificación.

Un ejemplo de un organismo “X” portador de caracteres, sería, poseer mano con dedo pulgar oponible, carencia de cola, ojos de posición frontal, visión estereoscópica y a color, omnívoro, escaso bello corporal, mentón prominente, cresta sagital y arcos supraorbitales reducidos.

Si analizamos detenidamente los caracteres descritos para el organismo “X”, podemos concluir primero que se trata de un Primate Antropoide perteneciente a la especie Homo sapiens en especial por la presencia de un carácter aparentemente tan insignificante como el de poseer un mentón prominente, lo que se considera un carácter único de nuestra especie.





La ciencia de la clasificación de los seres vivos o sea la operación lógica de clasificar (= identificar) seres vivos, se debe al filósofo griego Aristóteles, quien era realista y creía que habían entes supraorganísmicos que se podían ver y reconocer. Fue el primero en usar un sistema dicotómico de clasificación, pero además, supuso que era posible clasificar estas categorías de clase dentro de otras categorías de clase, es decir un sistema jerárquico.

A este sistema jerárquico se le conoce como Scala Naturae y fue adoptado por la Escuela Teológica Natural, que consideraba este sistema jerárquico como una creación de Dios. A esta escuela perteneció Carolus Linneaus o Carlos Lineo, padre de la clasificación binomial y de la sistemática taxonómica o lineana.

1.4.1. La Jerarquía Linneana

La taxonomía de Linneo o taxonomía linneana clasifica a los seres vivos en diferentes niveles jerárquicos, comenzando originalmente por el de Reino. Hoy, se considera el Dominio como una jerarquía suprarreinal, dada la reciente fisidad de incluir también a Bacterias y a Arqueas. Los reinos se dividen en Filos o Phyla (en singular, Phylum) para los animales, y en Divisiones para plantas y otros organismos. Éstos se dividen en Clases, luego en Órdenes, Familias, Géneros y Especies (Cyclopaedia.net, 2013).

Aunque el sistema de Carlos Linneo era firme, la expansión de conocimiento ha dado lugar a una expansión del número de niveles jerárquicos, incrementando los requerimientos administrativos del sistema, aunque permanece, es el único sistema de clasificación básica que actualmente

Panthera onca



Estado de conservación

Extinto (EX) | Amenazado (EW, CR, EN, VU) | Preocupación menor (NT, LC)

Casi amenazado (IUCN)¹

Clasificación científica

Superreino: Eukaryota
Reino: Animalia
Subreino: Eumetazoa
Superfilo: Deuterostomia
Filo: Chordata
Subfilo: Vertebrata
Infrafilo: Gnathostomata
Superclase: Tetrapoda
Clase: Mammalia
Subclase: Theria
Infraclase: Eutheria
Superorden: Laurasiatheria
Orden: Carnivora
Suborden: Feliformia
Familia: Felidae
Subfamilia: Pantherinae
Género: Panthera
Especie: **Panthera onca** (LINNEO, 1758)

Imagen 4. Clasificación Linneana para el jaguar. Fuente:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Jaguar>





cuenta con la aprobación científica universal. Entre las subdivisiones posteriores, han surgido entidades como superclases, súper, sub e infraórdenes, súper y subfamilias, tribus y subtribus.

Muchas de estas jerarquías adicionales suelen surgir en el estudio de disciplinas como la entomología, que requiere clasificar nuevas especies. Cualquier campo biológico que estudie las especies está sujeto a la clasificación taxonómica linneana, y en extensión, a sus rangos jerárquicos, particularmente si se lleva a cabo la integración de organismos vivientes con especies fósiles. Será conveniente entonces aplicar herramientas más novedosas de clasificación, como la cladista. Tras el rango de especie, se pueden dar también subrangos, tales como subespecie y raza en animales, y variedad y forma en botánica, aunque en ésta última disciplina, el término subespecie también es utilizado (Cyclopaedia.net, 2013).

Veamos las categorías taxonómicas actuales (Wikipedia, 2014) :

- **Dominio**, la categoría que separa a los seres vivos por sus **características celulares**. Por esta razón, existen dos sistemas de dominios: el más antiguo (Prokaryota y Eukaryota), y el más reciente (Archaea, Bacteria y Eucarionte).
- Reino: esta categoría divide a los seres vivos por su **naturaleza en común**. Archaea y Bacteria son tanto reinos como dominios, por ser unicelulares, procariontes y diferenciarse en otras características bioquímicas y biofísicas. El dominio de Eukaryota se lo divide a su vez en cuatro reinos: Protista (organismos unicelulares y eucariontes como las células), Fungi ("plantas" heterótrofas), Plantae (organismos autótrofos sin locomoción) y Animalia (organismos heterótrofos y locomotores)





Imagen 5. Floración del árbol corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*). Fotografía: César Chaves.

- **Filo o división** (fuera de la zoología), la categoría que agrupa a los seres vivos por su **mismo sistema de organización**. Ejemplo (para aclarar un poco más): en el Reino Animal, las almejas, los caracoles y los pulpos tienen el mismo tipo de tejidos, reproducción, órganos y sistemas, por lo tanto se agrupan en el Filo Mollusca. **Recordemos que no tienen que encajar todos los seres vivos en las mismas características. Pueden diferenciarse en color, rugosidad, forma o tanto otros detalles, pero lo más importante para agruparlos en filos son sus características fundamentales como las mencionadas en el ejemplo.**

- **Clase.** Los filos (o divisiones) se dividen en clases por las **características más comunes que hay entre ellos**, es decir, por las semejanzas mayores que existan entre los integrantes de un filo. En el Filo Mollusca, por ejemplo, hay miles de moluscos y algunos de ellos, por ausencia de concha, se agrupan en la clase Aplacophora.

- **Orden.** También ésta es una división de la categoría anterior; el orden es una división

de la clase que también se basa en **características comunes de algunos seres vivos dentro de una clase**. Dentro de la Clase Mammalia, por ejemplo, se encuentra el





orden Primates, que contiene a todos los seres vivos con cinco dedos, un patrón dental común y una primitiva adaptación corporal.

- **Familia:** también es una división de la categoría precedente. Una familia es la agrupación de *seres vivos con características comunes dentro de un orden*. Ejemplo: Del Orden Primates proviene la familia Hominidae, que comprende a los primates bípedos.
- **Género:** Es la categoría taxonómica que emparenta a las *especies relacionadas entre sí* por medio de la evolución. De la familia Hominidae, pongamos por ejemplo, surge el género Homo, que comprende al humano y sus antecesores.
- **Especie:** Es la categoría más baja. Es usada para referirse a un *grupo de individuos que cuentan con las mismas características permitiendo la descendencia fértil entre ellos*. Ejemplo: un ser humano (Homo sapiens) se relaciona con otro humano de sexo opuesto y se reproducen, teniendo descendencia entre ellos.

Hay que ser cuidadosos con el significado de estas categorías. Del dominio provienen los reinos, de los reinos proceden los filos, los filos se dividen en clases, las clases se separan en órdenes, estas órdenes son agrupaciones de familias, las familias son géneros unidos, un género es un grupo de especies emparentadas y una especie es un grupo capaz de reproducirse mutuamente.

1.4.2. El sistema Binomial

El taxón de rango especie, corresponde con el nivel basal de la jerarquía lineana y se representa nominalmente con dos nombres identificatorios o binomio, el primero de los nombres, hace referencia al taxón Género que le atribuye un ámbito de existencia y le da la extensión de concepto al segundo nombre que es la especie.





Imagen 2. Danta (*Tapirus bairdi*) en cautiverio en el Parque Zooave. Fotografía: César Chaves

Por ejemplo la especie: *Tapirus bairdi*. **Tapirus** hace referencia al género; pero además nos indica que todos los tapires o dantas del mundo, que posean ciertas características, se pueden incluir dentro de una categoría taxonómica a nivel de género. *Tapirus bairdi*, hace referencia de manera estricta al tapir americano que habita en nuestro territorio.

Otro ejemplo: El género *Equus* incluye no solo el caballo común cuya especie es *Equus caballus* sino que incluye otros caballos como los burros *Equus asinus* o las cebras *Equus quagga*. Ello nos permite no solo identificar la especie de caballo que nos interesa, sino asociarla a otras especies. Este es el momento donde el taxón supraespecífico Género le atribuye un ámbito de existencia y le da la extensión de concepto “Caballo”.





1.4.3. La categoría específica

La categoría específica hace referencia directa a la especie como unidad básica de la clasificación taxonómica. La especie está fundamentada, ya sea en los caracteres que porta el taxón (= individuo), en sus interrelaciones supraorganísmicas (de población y cruce entre individuos), como el hecho de compartir un ancestro común con otros individuos (= relaciones evolutivas y genéticas). Por lo tanto, la especie es la única categoría taxonómica real, porque existe en la naturaleza. La podemos estudiar y observar.

Nota: en la actualidad el concepto subespecie está en desuso, ello obedece a que muchas subespecies no presentan posibilidad real de cruce y se desconoce si como producto de un cruce eventual, se da de origen a una generación que esté en capacidad de producir descendencia fértil.

1.5.4. Las categorías supraespecíficas

Las categorías taxonómicas supraespecíficas, son aquellas categorías que se ubican por sobre la especie y a diferencia de ésta, no tienen existencia real. Son pues construcciones mentales que nos permiten clasificar las diferentes especies a partir de los caracteres fénicos (= externos) y

Equus

Rango temporal: 1,8 Ma-0 Ma

PreE E S D C P T J K Pg N

Pleistoceno - Holoceno



Clasificación científica

Reino: *Animalia*
Filo: *Chordata*
Clase: *Mammalia*
Infraclasse: *Placentalia*
Orden: *Perissodactyla*
Familia: *Equidae*
Género: *Equus*
LINNAEUS, 1758

Especies actuales

- *Equus africanus* - asno salvaje africano
- *Equus africanus asinus* - asno doméstico
- *Equus ferus caballus* - caballo doméstico
- *Equus ferus przewalskii* - caballo de Przewalski
- *Equus grevyi* - cebra de Grevy
- *Equus hemionus* - onagro
- *Equus quagga* - cebra común
- *Equus zebra* - cebra de montaña

Imagen 3. Clasificación de especies del género *Equus*. Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Equus>





genéticos (= internos) que portan.

Por ejemplo, las lapas o guacamayos americanos; este grupo de aves, comparten ciertas características morfológicas que permiten concluir que las especies *Ara macao*, *Ara*

Ara



Guacamayo azul y amarillo (*Ara ararauna*)

Clasificación científica

Dominio:	Eukaryota
Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Subfilo:	Vertebrata
Infracilo:	Gnathostomata
Superclase:	Tetrapoda
Clase:	Aves
Superorden:	Neognathae
Orden:	Psittaciformes
Familia:	Psittacidae
Subfamilia:	Psittacinae
Tribu:	Arini
Género:	Ara
	LACÉPÈDE, 1799

militaris y *Ara ambigua*, entre otras, pertenecen a un mismo género Ara. Además podemos suponer que todas las lapas comparten un ancestro común, la primera especie de Ara que evolucionó. El género Ara no es posible observarlo en la naturaleza y no puede ser representado por un individuo, ni por una población.

De igual forma, podemos concluir que las lapas comparten una serie de caracteres físicos y genéticos con otras especies de loros y pericos, distribuidos por todo el mundo. Podemos clasificar todos los loros, cacatúas, pericos y lapas dentro de una categoría supraespecífica mayor, la Familia Psittacidae. Igualmente no es posible observar la familia Psittacidae como un organismo vivo deambulando y reproduciéndose en la naturaleza, pero como ejercicio mental es posible describir los caracteres que tendrían que compartir todos los géneros y especies a incluir dentro de esta categoría supraespecífica.

Imagen 4. Clasificación jerárquica del género Ara.
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ara_\(animal\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ara_(animal))





Imagen 5. *Ara macao* en cautiverio. Fotografía: César Chaves.

Por último, podemos incluir la familia Psittacidae dentro de otro grupo mayor y asumir que todos los loros del mundo son aves, porque poseen plumas, tienen fúrcula, tibiotarso y carpometacarpo, caracteres propios de la Clase Aves (= Dinosauria).





Tabla 4

Otros ejemplos de clasificación taxonómica

Cachalote i




Estado de conservación

Extinto | Amenazado | Preocupación menor

EX EW CR EN **VU** NT LC

Vulnerable (IUCN)¹

Clasificación científica

Reino: *Animalia*
 Filo: *Chordata*
 Clase: *Mammalia*
 Orden: *Cetacea*
 Suborden: *Odontoceti*
 Familia: *Physeteridae*
 Género: *Physeter*
 Especie: ***P. macrocephalus***
LINNAEUS, 1758

Distribución



Distribución de *Physeter macrocephalus*

Bothriechis schlegelii i



Bocaracá (*Bothriechis schlegelii*), variedad amarilla. Estación biológica La Selva, Costa Rica

Clasificación científica

Reino: *Animalia*
 Filo: *Chordata*
 Subfilo: *Vertebrata*
 Clase: *Reptilia*
 Orden: *Squamata*
 Suborden: *Serpentes*
 Familia: *Viperidae*
 Subfamilia: *Crotalinae*
 Género: *Bothriechis*
 Especie: ***B. schlegelii***
(BERTHOLD, 1846)

Pájaro péndulo i



Estado de conservación

Extinto | Amenazado | Preocupación menor

EX EW CR EN **VU** NT LC

Preocupación menor (IUCN)

Clasificación científica

Reino: *Animalia*
 Filo: *Chordata*
 Clase: *Aves*
 Orden: *Coraciiformes*
 Familia: *Momotidae*
 Género: *Momotus*
 Especie: ***M. momota***
(LINNAEUS, 1758)

Fuente: Wikipedia.org, 2014.





1.4.5. Elementos de Cladismo o Sistemática Filogenética

El sistema filogenético, parte de la definición dada para especie monofilética pero aplicado a grupos supraespecíficos. Por lo tanto, un taxón de rango supraespecífico debe ser monofilético y *“un grupo monofilético es grupo de especies que descienden de una única especie (“original”), y en el cual aparecen a la vez reunidas todas las especies que son descendientes de esta especie original”* (según Hennig, 1968).

Un ejemplo de ello sería la familia Camelidae que incluye a los camellos actuales y extintos, este grupo de mamíferos se considera un grupo o taxón monofilético, que derivó de un ancestro común. No importa su actual y amplia distribución geográfica, sus adaptaciones a los diferentes ambientes o la diferencia en la talla. Tampoco importa saber con exactitud cuál fue el primer camello o camello ancestral, lo importante es que desde el punto de vista evolutivo todos están emparentados y se originaron de una población reproductiva (especie biológica) específica ancestral.

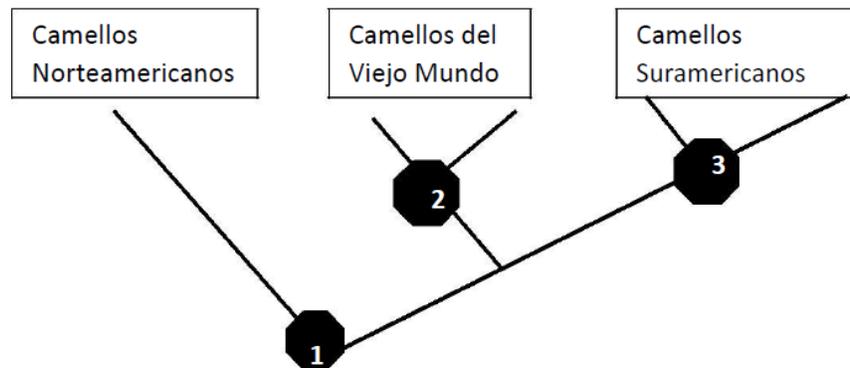


Figura 1: Cladograma en que se esquematiza la monofilia de los Camelidae del Mundo.

En el cladograma anterior, el número 1 representa el camello ancestral que da origen a todos los camélidos; el 2 representa el grupo o especie de camello que migró a Asia y el viejo mundo y el 3 representa la especie de camello ancestral que migró a América del Sur y dio origen a las llamas y guanacos.





La clasificación filogenética, fundamenta la monofilia de un taxón en los caracteres derivados, sean éstos caracteres genéticos o físicos; y supone que dos organismos que comparten un carácter derivado o avanzado están más cercanamente emparentados que aquellos que no lo poseen.

Por ejemplo, la mandíbula en los vertebrados es un carácter avanzado que comparten anfibios, reptiles, aves y mamíferos; pero no todos los peces tienen mandíbula; las lampreas son peces anguiliformes que carecen de este órgano, pero la mayoría de los peces actuales incluso los cartilagosos como tiburones y rayas poseen mandíbula.



Imagen 6. Cráneo de *Papio cynocephalus*. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Papio_cynocephalus

Desde el punto de vista evolutivo la mandíbula aparece tardíamente en la evolución de los peces, por lo que se considera un carácter avanzado o derivado que permite concluir que todos los vertebrados con mandíbula, evolucionaron de un primer vertebrado inferior, un pez que mandibulado. Por lo tanto, un humano, una vaca y una tortuga comparten un ancestro común, un pez ancestral con mandíbula, el primer pez mandibulado. Los cordados son un grupo de animales que se caracteriza por poseer un cordón nervioso, el notocordio o médula espinal. Los cordados más primitivos son invertebrados, en particular se considera la larva de los equinodermos y de las ascideas o tunicados como los invertebrados con notocordio más cercanos a todos los cordados incluyendo los vertebrados (y por supuestos a nosotros los humanos).

Desde el punto de vista monofilético, en un Cladograma que es un esquema evolutivo, los cordados invertebrados representan el grupo hermano de todos los cordados. Los





vertebrados se caracterizan por poseer un cordón nervioso protegido por las vértebras, e incluye a todos los peces y a todos los vertebrados gnatostomados (= con mandíbula). Pero a lo largo de la historia natural de los gnatostomados, la evolución dio origen a una condición derivada importante, que fue la aparición de sacos aéreos que pronto derivaron en órganos respiratorios o pulmones que les permitió a los peces conquistar la superficie terrestre.

Una condición derivada de los pulmonados primitivos es la reducción en el número de miembros, limitándose a solo cuatro, esta condición se denomina tetrapoda. Los tetrápodos son por lo tanto un grupo monofilético que incluye a los anfibios, los reptiles (incluyendo las aves) y a todos los mamíferos.

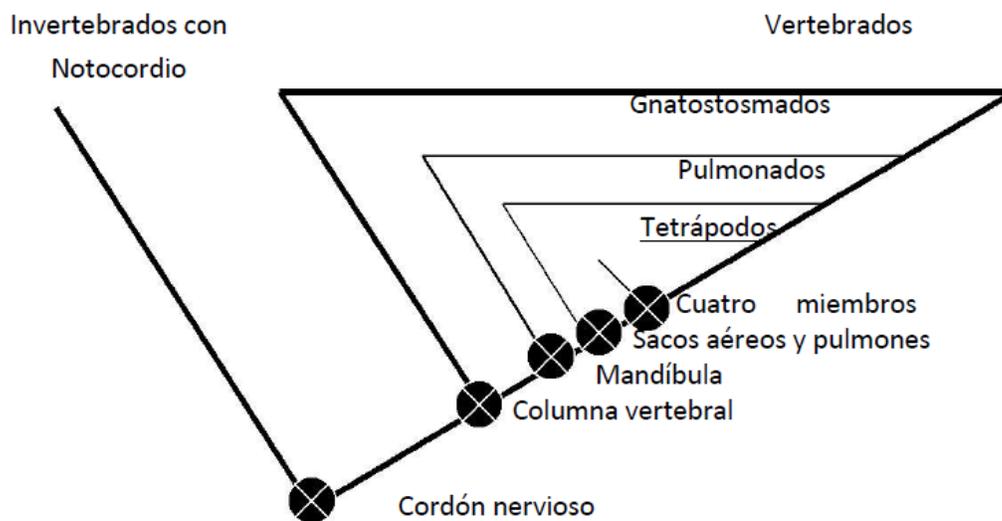


Figura 2: Cladograma donde se muestra el grupo hermano de todos los vertebrados y algunos grupos monofiléticos importantes dentro del clado Vertebrata. Cada carácter avanzado que apareció en la historia evolutiva de un grupo monofilético; se asume apareció en una especie primordial que hereda su condición a todas las especies que derivaron de ella.

Los Tetrápodos por su parte están constituidos por los anfibios más todos los vertebrados superiores. Por su parte los vertebrados superiores comparten ciertos caracteres derivados o avanzados como la Tecodoncia, es decir la presencia de dientes dentro de alvéolos y la





existencia de una membrana extraembrionaria que permitió la independencia de los medios acuáticos a los reptiles y sus grupos descendientes.

Los vertebrados superiores también se pueden clasificar de acuerdo al número de aberturas temporales. Las tortugas no poseen aberturas temporales a esto se le denomina condición anápsida, los restantes reptiles vivos incluyendo las aves poseen dos aberturas temporales o condición diápsida y los mamíferos poseen una abertura temporal o condición sinápsida; estas tres condiciones aparecen casi simultáneamente en la historia evolutiva de los vertebrados superiores, pero se cree que la condición anápsida es la más primitiva.

Los mamíferos se definen por la presencia de glándulas mamarias, que se sabe son glándulas sudoríparas modificadas. Los monotremas como el ornitorrinco y las equidnas son mamíferos primitivos, restringidos en la actualidad a la región Australásica, pero sus fósiles han sido registrados en el Paleoceno de Argentina (40 Ma), estos mamíferos se caracterizan por poner huevos, poseer pelo, carecer de mamas, pero producen leche y además tienen condiciones osteológicas que recuerdan a los reptiles como por ejemplo escápula formada por tres huesos diferentes.



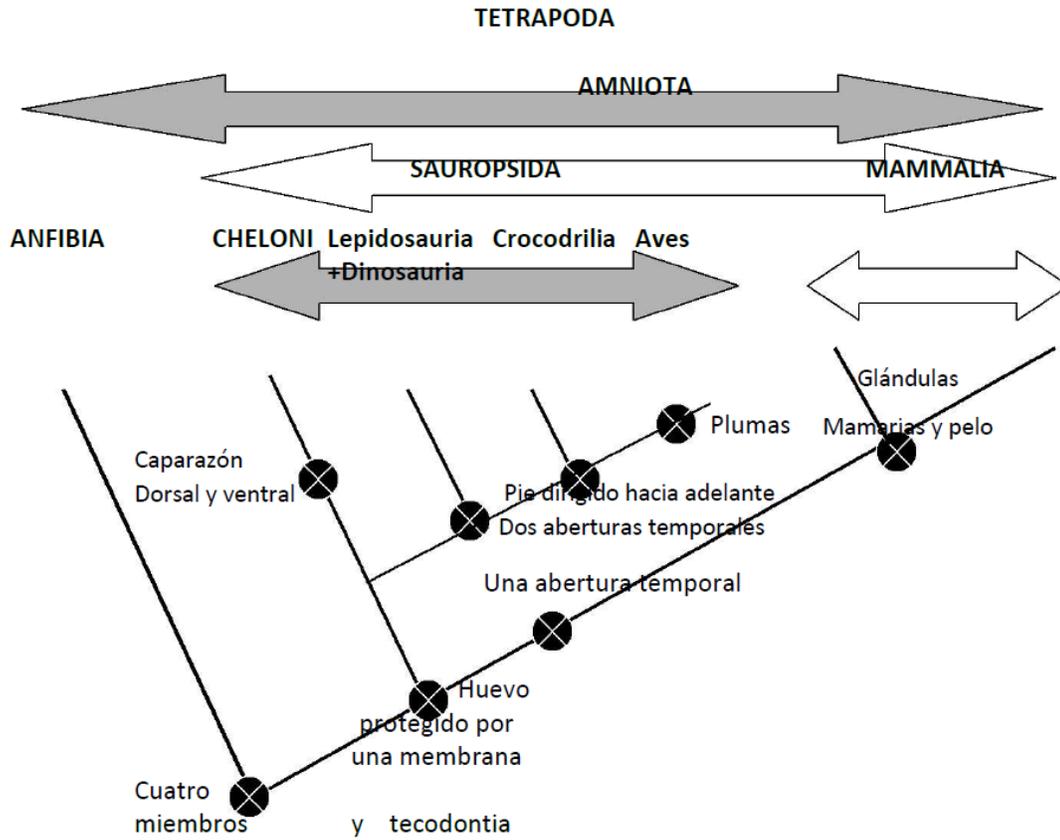


Figura 3: Cladograma de los Tetrápodos, donde se muestra el grupo hermano de los Amniotas y los amniotas mismos y todos sus descendientes a saber, los reptiles, las aves y los mamíferos.





1.4.6 Interacciones simbióticas y antagónicas

Las interacciones interespecíficas o entre especies, son las relaciones que se generan entre dos o más especies distintas que pertenecen a un ecosistema o a menor escala, como lo es en una comunidad. Esta relación es esencial para la sobrevivencia y adaptación al medio ambiente por parte de los seres vivos que habitan en un ecosistema determinado. Las interacciones se pueden basar en el **perjuicio (-)**, **beneficio (+)** o quedar sin efecto en las especies involucradas en la relación (0) (ICARITO, 2012).

1.4.6.1 Tipos de interacciones

- **Depredación:** Interacción entre un individuo (depredador) que se alimenta de otro (presa). El depredador es beneficiado a través de la adquisición de materia y energía por sobre la presa que es desfavorecida (+/-). Dependiendo del comportamiento y el cómo es consumida la presa, el depredador puede realizar (ICARITO, 2012):

- *Consumo total:* Los depredadores matan a su presa y la consumen. *Ejemplos:* El Puma depreda totalmente a vizcachas y guanacos, entre otras presas; Zorros y Aves rapaces que depredan a pequeños roedores; Garzas que depredan diversos invertebrados que habitan rocas.

- *Consumo parcial:* Los depredadores mayoritariamente no matan a su presa y consumen parte de ella. *Ejemplos:* Ramoneadores como los caprinos consumen partes de plantas, hojas, semillas, frutos y plantas juveniles; Orugas que consumen partes de las hojas de una planta (ICARITO, 2012).





Imagen 7. *Morphnarcus princeps* (gavilán príncipe) es un depredador de serpientes, sapos, cangrejos o insectos grandes. Fotografía: César Chaves.

- **Protocooperación:** Interacción entre especies diferentes en que ambas salen beneficiadas (+/+); no es una relación obligada.

Ejemplo: Algunas especies de aves se alimentan de los parásitos de bovinos, con esto ambas especies salen beneficiadas (ICARITO, 2012).

- **Parasitismo:** Interacción entre un organismo (parásito) que vive sobre o dentro de otra especie (huésped) (+/-), se alimenta de él, no matan a sus huéspedes pero los debilitan o los hace vulnerables a enfermedades o depredadores. Los parásitos son específicos para cada especie de huésped.

Ejemplos: Pulgas, piojos y ácaros parasitan externamente a animales como Perros y el Ser





Humano; Cactus con flores blancas son parasitados por un planta llamada Quintral que vive dentro de cactáceas y sólo aparece en su superficie para florecer y dar frutos. El *Ascaris lumbricoides* (lombriz solitaria) es un parásito interno que vive en el interior del intestino delgado humano, imposibilitando la absorción de nutrientes (ICARITO, 2012).

- **Mutualismo:** Interacción que se genera entre dos especies en la que ambas salen beneficiadas y su relación es obligatoria, ya que una especie no puede sobrevivir en ausencia de la otra, crecen, sobreviven y se reproducen mejor juntas que separadas (+/+).

Ejemplos: La bacteria *Rhizobium* (fijadora de nitrógeno) habita en las raíces de legumbres provisionando compuestos nitrogenados a la planta para su nutrición; Animales (Picaflor) que se alimentan de néctar y polen de las flores de ciertas plantas, polen que es llevado a otras flores de la misma especie y con esto ser polinizada (ICARITO, 2012).

- **Comensalismo:** Interacción simbiótica que se genera entre una especie que se beneficia y otra que no se perjudica o no recibe ningún efecto (+/0).

Ejemplos: El pez Rémora tiene una aleta que se adosa al cuerpo del Tiburón, el pez se desplaza con él y se alimenta de los restos de comida que deja caer; el pájaro Carpintero es hospedado en un árbol, dándole refugio y protección al ave (ICARITO, 2012).

- **Amensalismo:** Interacción simbiótica donde una especie es afectada en forma adversa o desfavorecida por otra que no resulta perjudicada ni beneficiada (-/0). Pueden ser de tipo:

- *Alelopática:* Relación entre dos plantas de diferentes especies, donde la presencia de una perjudica el crecimiento de la otra. Ejemplo: Plantas como el Eucaliptus o el Nogal que inhiben el crecimiento de otros vegetales alrededor de ellas.

- *Antibiosis:* Relación entre una especie que inhibe el crecimiento de la otra creando





condiciones intolerables o producción de sustancias tóxicas por parte de microorganismos.

Ejemplo: El Hongo *Penicillium* libera una sustancia que impide la vida en el entorno de otros microorganismos como bacterias (ICARITO, 2012).

- **Competencia:** Interacción que se genera entre un individuo que emplea algo (recurso) que puede ser también usado por otro, como el alimento, agua, espacio para anidar, refugiarse o aparearse, los que generalmente no se encuentran en la naturaleza en forma ilimitada como para satisfacer las necesidades propias de cada especie que compite, por lo tanto, ambas salen desfavorecidas (-/-).

Ejemplos: Dos especies carnívoras como el León y la Chita rondan el mismo espacio y se alimentan de las mismas especies; Hienas y Buitres compiten por la carroña (ICARITO, 2012).

1.4.7 Cadenas Alimentarias

La cadena trófica (del griego *throphe*: alimentación) es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. Cada cadena se inicia con un vegetal, productor u organismo autótrofo (autotropho del griego *autós* =sí mismo y *trophe*=alimentación), o sea un organismo que "fabrica su propio alimento", sintetizando sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas que toma del aire y del suelo, y energía solar (fotosíntesis). Los demás integrantes de la cadena se denominan consumidores. Aquel que se alimenta del productor, será el consumidor primario, el que se alimenta de este último será el consumidor secundario y así sucesivamente. Son consumidores primarios, los herbívoros. Son consumidores secundarios, terciarios, etc. los carnívoros (Spinelli, s.f).

Existe un último nivel en la cadena alimentaria que corresponde a los descomponedores. Estos actúan sobre los organismos muertos, degradan la materia orgánica y la transforman





nuevamente en materia inorgánica devolviéndola al suelo (nitratos, nitritos, agua) y a la atmósfera (dióxido de carbono). Cada nivel de la cadena se denomina eslabón. En una cadena trófica, cada eslabón obtiene la energía necesaria para la vida del nivel inmediato anterior; y el productor la obtiene del sol. De modo que la energía fluye a través de la cadena (Spinelli, s.f).

En este flujo de energía se produce una gran pérdida de la misma en cada traspaso de un eslabón a otro, por lo cual un nivel de consumidor alto (ej: consumidor 3^{ario}) recibirá menos energía que uno bajo (ej: consumidor 1^{ario}).

Dada esta condición de flujo de energía, la longitud de una cadena no va más allá de consumidor terciario o cuaternario.

Una cadena alimentaria en sentido estricto, tiene varias desventajas en caso de desaparecer un eslabón (Spinelli, s.f):

- a) Desaparecerán con él todos los eslabones siguientes pues se quedarán sin alimento.
- b) Se superpoblará el nivel inmediato anterior, pues ya no existe su predador.
- c) Se desequilibrarán los niveles más bajos como consecuencia de lo mencionado en a) y b).
- d) Por tales motivos las redes alimentarias o tramas tróficas son más ventajosas que las cadenas aisladas.





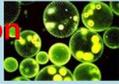
Nivel trófico	BIOMA		
	PRADERA	LAGO	OCÉANO
Productor primario	<p>pasto </p> <p>↓</p>	<p>alga </p> <p>↓</p>	<p>fitoplancton </p> <p>↓</p>
Consumidor primario	<p>grillo </p> <p>↓</p>	<p>Larva mosquito </p> <p>↓</p>	<p>zooplancton </p> <p>↓</p>
Consumidor secundario	<p>ratón </p> <p>↓</p>	<p>Larva libélula </p> <p>↓</p>	<p>pez </p> <p>↓</p>
Consumidor terciario	<p>serpiente </p> <p>↓</p>	<p>pez </p> <p>↓</p>	<p>foca </p> <p>↓</p>
Consumidor cuaternario	<p>águila </p>	<p>mapache </p>	<p>tiburón blanco </p>

Imagen 8. Ejemplos de cadenas tróficas.

Fuente: <http://lamalledesvt.chispasdesal.es/wp-content/uploads/2013/11/cadena-trofica.png>

