

Quincena Nº3

A ECOSFERA. ESTRUCTURA.

- 1. Os factores ecolóxicos**
 - 1.1. Factores limitantes:**
 - 1.1.1. Valencia ecolóxica:**
 - 1.2. Clasificación dos factores ecolóxicos**
 - 1.2.1. Factores climáticos:**
 - 1.2.1.1. Temperatura:**
 - 1.2.1.2. Luz:**
 - 1.2.1.3. Humidade relativa:**
 - 1.2.2. Factores físicos non climáticos:**
 - 1.2.2.1. Factores do medio acuático:**
 - 1.2.2.2. Factores físicos do chan:**
 - 1.2.3. Factores bióticos:**
- 2. Niveis de organización en ecoloxía:**
- 3. Concepto de ecosistema:**
- 4. A competencia das especies no ecosistema:**
 - 4.1. Nicho ecolóxico e hábitat:**
 - 4.2. Diversidade:**
 - 4.3. Clasificación das comunidades:**
 - 4.4. Ecosistema no espazo:**
 - 4.4.1. Heteroxeneidade vertical:**
 - 4.4.2. Heteroxeneidade horizontal:**
 - 4.5. Ecosistema no tempo:**
 - 4.5.1. Tipos de sucesións:**
- 5. Fluxo de enerxía e materia no ecosistema:**
 - 5.1. Fluxo de enerxía:**
 - 5.2. Fluxo de materia:**
 - 5.3. Niveis tróficos:**
 - 5.4. Representación do fluxo de materia e enerxía:**
- 6. Relacións tróficas colaterais:**
 - 6.1. Relacións intraespecíficas:**
 - 6.2. Relacións interespecíficas:**
- 7. Tipos de poboacións:**
 - 7.1. Estratexias de supervivencia. Estratexias da R o da K:**
 - 7.2. Mecanismos de dispersión das poboacións:**

1.- Os factores ecolóxicos

Os organismos vivos atópanse sumidos nun ámbito que, polo xeral, varía nas súas características en maior ou menor grao. Os elementos do medio que actúan directamente sobre os seres vivos denomínanse *factores ecolóxicos*; inflúen en boa medida sobre fenómenos tales como a repartición xeográfica das diferentes especies, a natalidade, a mortalidade, as migracións, a aparición de modificacións adaptativas, etc.

1.1.- Factores limitantes

Todas as especies están capacitadas para soportar variacións nas características do seu medio, pero existe unha *marxe de tolerancia* por enriba ou por debaixo da cal unha especie non pode sobrevivir. Cando un aspecto determinado do medio alcanza valores máis alá dos límites de tolerancia dunha especie, actúa entón como factor limitante para a supervivencia desa especie.

Así, por exemplo, as baixas temperaturas reinantes durante parte do ano nas latitudes altas, serven de impedimento á colonización destas zonas por especies procedentes dos trópicos. Aínda que moitos organismos teñen amplos límites de tolerancia, sempre demostran preferencia por unhas marxes de condicións ambientais máis estreitas, pois é dentro delas onde cada especie acha as condicións óptimas para a realización das súas funcións biolóxicas.

A pesar disto, cando determinadas condicións do medio, principalmente as climáticas, experimentan unha variación lenta, os organismos son capaces de irse adaptando a elas nun proceso coñecido como aclimatación. A aclimatación permitiu a introdución artificial, en diferentes rexións, de plantas e animais orixinarios doutros continentes e zonas climáticas distintas.



1.1.1.- Valencia ecolóxica

Co estudo da reposta das diferentes especies aos cambios do seu ámbito, xurdiu o concepto de valencia ecolóxica, que se define como a capacidade dunha especie para habitar diferentes medios, sometidos a modificacións máis ou menos grandes dos seus factores ecolóxicos. Desta forma, existen especies con valencia ecolóxica alta ou eurioicas, que son aquelas que admiten amplas marxes de variación no seu ambiente, e outras con valencia pequena ou estenoicas, que son as que só soportan cambios pequenos. Obviamente, hai un amplo rango de organismos con características intermedias entre estes dous extremos.

Todas as especies con ampla distribución xeográfica e que, ao mesmo tempo, poden atoparse en medios moi diferentes, a especie humana entre elas, son eurioicas.

1.2.- Clasificación dos factores ecolóxicos

1.2.1.- Factores climáticos

Os compoñentes do tempo atmosférico son os que máis influencia teñen sobre a maioría dos organismos, xa sexa no que se refire ao clima que afecta a grandes rexións (microclima), como no tocante a meso e microclimas, que afectan a localizacións máis concretas dentro destas grandes rexións macroclimáticas. De todos os factores climáticos estudaranse máis detidamente a temperatura, a luz e a humidade.

1.2.1.1.- Temperatura: a temperatura na superficie da Terra sofre variacións tanto de tipo estacional, como de tipo latitudinal e altitudinal. Entre latitude e altitude é xeralmente válida a seguinte relación: ascender 1000 m de altitude equivale a facelo 1000 Km en latitude. Por este motivo, existe un forte paralelismo entre as floras e faunas de rexións polares e as das rexións alpinas de latitudes máis baixas.

Segundo o seu comportamento fronte á temperatura, os organismos clasifícanse en:

Estenotermos: soportan unha marxe de temperatura estreita. En xeral, os organismos de medios moi estables climaticamente como, por exemplo, os piollos.

Euritermos: resisten amplas diferenzas de temperatura. Os organismos que habitan nas rexións mornas, con grandes variacións estacionais de temperatura, son na súa maioría euritermos.

Denomínanse *poiquilotermos* ou de sangue fría os animais que non poden regular a súa temperatura corporal entre límites precisos. O grao de poiquilothermia pode variar, pois algúns organismos teñen certa capacidade de regulación, ao poder producir calor por esforzo muscular.

Os *homeotermos* ou de sangue quente, como as aves e mamíferos, son aqueles que poden regular a súa temperatura corporal entre límites precisos, polo que son, ata certo punto, independentes da temperatura externa. En climas fríos presentan adaptacións para evitar a perda de calor e nos calorosos para acelerala.

1.2.1.2.- Luz:

 inflúe sobre os seres vivos de diversas maneiras:

A achega de enerxía lumínica aos organismos fotosintéticos é fundamental para o mantemento da vida na Terra. A intensidade coa que a luz chega aos distintos medios inflúe no comportamento de moitos organismos. Por exemplo, existen plantas *heliófilas*, que

prefiren lugares soleados para crecer, e outras *esciófilas*, que elixen zonas sombrías. Por outra banda, os *fototropismos* son movementos de plantas e animais guiados polas diferenzas de intensidade lumínica.

A duración diaria da iluminación solar, que está en relación coa latitude, é usada por moitos organismos para sincronizar os seus ritmos biolóxicos



internos. Así, por exemplo, o celo das aves regúlase pola cantidade de horas de luz.

Nos medios acuáticos, a maior ou menor penetración da luz dende a superficie determina a formación de dúas zonas: a zona *fótica* ou iluminada e a zona *afótica* ou escura, cada un das cales conta coas súas características poboacións de organismos.

Nas latitudes medias e alta é a duración do día, xunto coa temperatura, o que indica ás plantas cando debe empezar a floración, ou a caída das follas no caso das árbores caducifolias. Así, por exemplo, o escaravello da pataca só se reproduce cando hai máis de catorce horas de luz.

As variacións da duración do día son máis extremas canto maior é a latitude (o número de horas de sol é un cronómetro estacional para as plantas e animais).

O ángulo de incidencia dos raios solares, que diminúe coa latitude, inflúe tamén no maior ou menor queentamento do chan.

Outras características dos organismos, que, como os diversos patróns de coloración, desempeñan diversas funcións segundo as especies, dependen tamén directamente da presenza de luz no seu medio.

1.2.1.3.- Humidade relativa: é a relación, expresada en porcentaxe, entre a cantidade de vapor de auga presente no aire a unha temperatura dada e a cantidade máxima que podería conter a esa mesma temperatura. Indica, polo tanto, o volume de auga que pode absorber unha masa de aire nun momento dado que, como resulta evidente, inflúe no grao de transpiración dos organismos.

No que respecta á súa adaptación a medios de diferente humidade, os organismos clasifícanse nos seguintes grupos:

Acuáticos: os adaptados a vivir no seo da auga.

Hidrófilos: Os que requiren medios moi húmidos.

Mesófilos: Aqueles adaptados a medios cunha humidade moderada.

Xerófilos: os que viven en medios secos.

Precipitación: A cantidade de chuvia caída anualmente sobre un territorio ten tamén unha clara influencia sobre o tipo de organismos que habitan nel. Haberá, polo tanto, un amplo abano de especies entre zonas moi húmidas (máis de 2000 mm ao ano) e zonas desérticas (menos de 500 mm ao ano).



1.2.2.- Factores físicos non climáticos

1.2.2.1.- Factores do medio acuático: os organismos acuáticos vense influídos, ademais de polos factores climáticos, por unha serie de factores propios deste medio, como son: produtos disoltos, salinidade, concentración de osíxeno e CO₂, presión, turbulencia, etc.

Concentración de osíxeno: a concentración de osíxeno é un importante factor de limitación en moitos medios acuáticos. Como a solubilidade dos gases na auga depende da temperatura, as augas frías tenden a estar mellor oxixenadas que as cálidas.

Por outra banda, os fondos de lagos e mares pechados, nos que adoitan reinar condicións anaerobias, son tipicamente pobres en osíxeno e de difícil colonización por parte de organismos superiores.

A *salinidade* permite delimitar tres tipos de medio acuático: augas doces, salobres e mariñas.

As augas salobres teñen valores intermedios, aínda que tamén reciben esta denominación aquelas que presentan un grao de salinidade maior que a auga de mar. A concentración salina global está entre 60 e 200 mg por litro na maioría das augas doces, e é de 35 gramos por litro nos grandes océanos.

A maior ou menor salinidade do medio fai que os organismos teñan que enfrontarse ao problema do mantemento do equilibrio osmótico. Deste modo, o organismos *poiquilosmóticos*, que non poden regular a súa concentración salina interna, mantéñena por valores similares aos do medio; este é o caso da maioría dos invertebrados mariños. Pola contra, os *homeosmóticos*, con capacidade para regular a concentración salina do seu medio interno, poden vivir en ambientes de salinidades diferentes ás do seu medio interno, como lle sucede á maioría dos peixes.

1.2.2.2.- Factores físicos do chan: O chan sobre o que se asentán as plantas é unha estrutura complexa que ten grande dependencia do clima. Factores como a humidade, textura, estrutura, aireación, salinidade, pH, etc., teñen grande influencia sobre o tipo de comunidade que pode vivir sobre el.

1.2.3.- Factores bióticos

Algúns consideran como elementos ecolóxicos certas interaccións entre organismos vivos, que, como a competencia ou a predación, entre outros, se comportan como factores limitantes para os organismos.

2.- Niveis de organización en ecoloxía

Os niveis de organización refírense á estruturación dun sistema determinado, dende o nivel máis simple ata os niveis máis complexos.

En Ecoloxía, os niveis de organización son os seguintes:

Individuo: Un individuo é calquera ser vivo, de calquera especie. Por exemplo: un gato, un can, un elefante, un freixo, etc.

Especie: É un conxunto de individuos que posúen o mesmo xenoma. Xenoma é o conxunto de xenes que determinan as características fenotípicas dunha especie. Por exemplo: *Felis cati* (gato), *Fraxinus excelsior* (freixo), *Paramecium caudatum* (paramecio), *Homo sapiens* (Humano), etc.

Poboación: defínese como o número total de individuos dunha mesma especie que ocupa unha área determinada durante un período definido de tempo. En todo caso, unha poboación representa unha parte máis ou menos importante do conxunto total de individuos que compoñen unha especie. Cada poboación ten un serie de características propias que a diferencian doutras poboacións da mesma especie e, así mesmo, nelas aparecen propiedades que non se presentan en individuos illados.



Todas estas propiedades ou características particulares dunha poboación poden normalmente expresarse en forma de funcións ou parámetros estatísticos.

Comunidade: É un conxunto de poboacións que interactúan entre si, ocupando o mesmo hábitat. Por exemplo: unha comunidade de semideserto, formada por nopais, xibardas, gramíneas, escorpións, escaravellos, lagartas, etc.

Ecosistema: É a combinación e interacción entre os factores bióticos (vivos) e os factores abióticos (inertes) na natureza. Tamén se di que é unha interacción entre unha comunidade e o ambiente que a rodea. Por exemplo: pozas, lagos, océanos, cultivo, bosque, etc.

Bioma: É un conxunto de comunidades vexetais que ocupan a mesma área xeográfica, cunhas determinadas características climáticas. Por exemplo: tundra, taiga, deserto, bosque morno caducifolio, bosque de coníferas, bosque tropical chuvioso, etc.

Biosfera: Unidade ecolóxica constituída polo conxunto de todos os ecosistemas do planeta Terra. É a parte do noso planeta habitada por todos os seres vivos.

3.- Concepto de ecosistema

Os organismos non se atopan distribuídos ao chou dentro dunha área determinada, senón que, debido ás diferentes interaccións que se producen entre eles e co medio, se agrupan para formar estruturas de orde superior.

A totalidade de organismos ou poboacións de organismos que ocupan unha zona determinada denomínase *comunidade ou biocenose* e o medio físico co que interactúan coñécese co nome de *biótopo*. *Ecosistema* pode, polo tanto, definirse como a suma de biocenose e biótopo, que corresponde a un nivel de organización superior ao das poboacións.

Así, cando se fala, por exemplo, do ecosistema de bosque de montaña, hai que pensar nun sistema formado polas árbores, matogueiras, herbas, os vexetais inferiores e os animais que viven en todos eles, pero tamén no chan sobre o que se asentán os vexetais e noutros factores físicos, como os climáticos, a topografía, etc., que caracterizan o ecosistema.



Aínda que o concepto de ecosistema non fai referencia ao factor tamaño, faise necesario clasificar os ecosistemas terrestres en tres grandes grupos segundo a súa extensión:

Macroecosistemas: son aqueles que posúen un extensión suficiente como para ter un funcionamento independente. Denomínanse tamén grandes biomas terrestres, e ocupan rexións continentais.

Mesoecosistemas: están relacionados no seu funcionamento cos ecosistemas próximos e poden considerarse subsistemas dentro dos grandes biomas. O tamaño pode ir do ámbito rexional ao local. Son, por exemplo, lagos, zonas de bosque, etc.

Microecosistemas: trátase de ecosistemas moi pequenos, incluídos nos anteriores, dos que, á súa vez, dependen. Como exemplo poden sinalarse os organismos que colonizan a superficie dunha rocha, un madeiro, etc.

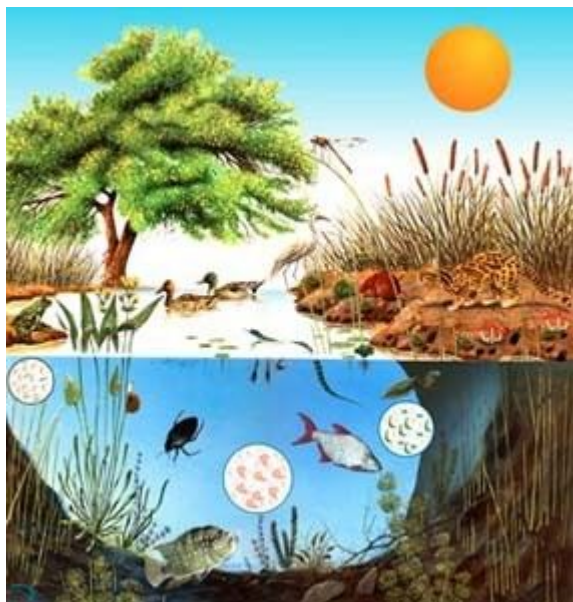
4.- A competencia das especies no ecosistema

Dise que dúas especies compiten cando utilizan un mesmo recurso. A maioría das veces este fenómeno céntrase sobre o alimento, pero é tamén frecuente a competencia pola ocupación do espazo, como, por exemplo, entre as aves que buscan buratos e madeiros ocos onde anixar. Na especies que defenden un territorio, ambos os dous tipos de competencia aparecen asociados.

Calquera vantaxe adicional e persistente conseguida por unha das dúas especies na utilización do recurso, decide, ao cabo do tempo, a eliminación da especie que se atopa en inferioridade. Pero se as solucións do medio son cambiantes, as poboacións de ambas as dúas especies poden flutuar alternativamente, sen que cheguen a eliminarse ningunha das dúas.

Por último, dúas especies que compiten por un recurso poden coexistir xuntas nun ecosistema se o recurso é moi abundante e non é limitante e, ademais, explotan ao mesmo tempo outros recursos máis ou menos diferentes. Trátase, neste caso, dun tipo de competencia imperfecta.

O *territorialismo* é a inclinación que ten cada individuo dunha poboación a ocupar un territorio e defendelo dos demais individuos da súa mesma especie e, en moitos casos, tamén dos doutras especies. No primeiro caso, trátase dun caso de competencia intraespecífica, que é un fenómeno moi estudado en moitos paxaros forestais e en bastantes mamíferos depredadores.



4.1.- Nicho ecolóxico e hábitat

Nicho ecolóxico: é o conxunto de interrelacións que un organismo mantén tanto co seu medio físico como con outros organismos veciños, de onde deriva a posición determinada que ocupa dentro da estrutura do ecosistema. Pode considerarse como o que fai a especie, é dicir, a función que ten no ecosistema, que está determinada polo que come, a forma en que o fai e onde o fai, como nidifica, etc.

É de destacar a relación existente entre a competencia e a amplitude do nicho ecolóxico; así, cando existe unha forte competencia entre varias especies, a amplitude dos seus respectivos nichos ecolóxicos diminúe, mentres que as mesmas especies en condicións de competencia máis relaxadas posuirían nichos ecolóxicos máis amplos,

tratándose, obviamente, de tipos de competencia imperfecta.

Hábitat: é o espazo físico ocupado por un organismo nun ecosistema. Así, o hábitat de moitos liques é a superficie de rochas ou madeiros; o das aves forestais, os bosques dunha ou outra clase; etc.

Tipo biolóxico: pódese definir como a clase de organismo adaptado a ocupar un nicho ecolóxico determinado. Por exemplo: carnívoros arbóreos.

Especies vicarias: son as que ocupan un nicho ecolóxico e un hábitat similar, pero en rexións afastadas xeograficamente. Poden ser tanto especies taxonomicamente próximas, como pertencer a grupos moi diferentes.

4.2.- Diversidade

Cando se constrúe un censo e se toman mostras nos diferentes ecosistemas, medindo parámetros tales como número de especies ou densidade das súas poboacións, faise moi notable o feito de que a cantidade de individuos de cada especie



varía respecto ás demais, ao mesmo tempo que o número de especies presentes nos distintos ecosistemas difire considerablemente.

O número de especies e a súa abundancia relativa denomínase *diversidade*. Dentro do ecosistema, só unhas poucas especies adoitan ser abundantes, mentres que a maioría son raras (representadas por unha reducida cantidade de individuos). As máis abundantes denomínanse *especies dominantes*, pois son as que determinan a estrutura e dinámica do ecosistema.

A diversidade dun ecosistema está relacionada coa súa estabilidade, é dicir, a súa perdurabilidade no tempo; así, os ecosistemas moi estables posúen unha diversidade alta.

Polo xeral, en ecosistemas controlados fundamentalmente por factores ambientais a



diversidade tende a ser pequena, mentres que é alta nos que predominan as relacións entre os compoñentes bióticos. Así por exemplo, os bosques de coníferas, que deben soportar fortes rigores climáticos, están entre os primeiros, e os bosques tropicais entre os segundos.

4.3.- Clasificación das comunidades

Comparando os parámetros de diversidade, composición en especies, diferentes tipos ecolóxicos, etc., entre os distintos ecosistemas, pódese conseguir unha clasificación destes. A Fitosocioloxía, unha especialidade dentro da Ecoloxía, aplica estes principios a comunidades estáticas, como a vexetación terrestre, na que estuda a tendencia dos vexetais a apareceren xuntos, formando asociacións.

Deste modo poden compararse entre si diversas sociedades de plantas e agruparse en unidades sistemáticas de orde crecente (alianzas, ordes, clases) ata conseguir unha clasificación das comunidades vexetais que permita a súa posterior cartografía.

Aínda que este sistema se adapta ben aos tipos de vexetación europeos, non é tan útil no estudo de sistemas de alta diversidade e sen especies dominantes claramente definidas, como acontece nos bosques tropicais.

4.4.- O ecosistema no espazo

4.4.1.- Heteroxeneidade vertical

Se nos fixamos na distribución vertical dos organismos no ecosistema, a heteroxeneidade maniféstase na súa disposición estratificada.

Nos ecosistemas terrestres, a estratificación vén determinada pola vexetación dominante, e é principalmente o resultado da competencia pola luz, aínda que poden predominar outros factores. Dentro dun bosque diferéncianse os seguintes estratos principais:

Estrato subterráneo ou chan: sobre o que se asentan as plantas. Está á súa vez subdividido en estratos chamados horizontes do chan.



Estrato criptogámico: formado por mofos e liques que crecen a rentes do chan.

Estrato herbáceo: formado polas herbas que crecen sobre o chan ata un metro de altura.

Estrato arbustivo: composto polas plantas leñosas que poden alcanzar ata cinco metros de altura.

Estrato arbóreo: formado polas árbores de máis de cinco metros de altura e as plantas epifitas e rubideiras que os usan como soporte. Cada estrato posúe unha determinada fauna asociada, que pode estar limitada a un só estrato ou se mover entre varios deles.

O medio presenta gradientes notables na intensidade dos factores ambientais, en relación cos que se van distribuír os diferentes organismos. Por iso, os ecosistemas non son normalmente homoxéneos e a distribución dos individuos no espazo tampouco.

Nos ecosistemas acuáticos, e especialmente nos lagos e os océanos, establécense unha estratificación dependente de factores físicos, entre os que predominan a penetración da luz, a temperatura e a densidade da auga:

Atópase unha capa superficial, denominada *capa de mestura*, que corresponde á zona de auga onde o vento orixina a formación de remuíños e homoxeneiza a zona; é, á vez, a mellor iluminada (atópase dentro da zona *fótica*) e a que soporta as maiores poboacións de organismos acuáticos.

Máis abaixo atópase outra capa, chamada *termoclina*, na que a temperatura baixa bruscamente, facendo de barreira na distribución vertical de moitos organismos. A súa profundidade nos océanos sitúase entre os 20 e 40 metros.

Por debaixo da termoclina a luz diminúe rapidamente e pásase á zona *afótica*, cuxo límite vén determinado pola claridade da auga. Nos océanos varía entre 100 e 200 metros. Os organismos fotosintéticos desaparecen, predominando unha fauna que se alimenta dos detritos caídos da zona superior, e que, á súa vez, serve de alimento aos predadores. En lagos pouco profundos, nos que a luz chega ao fondo, non existe esta zona.

Por último, os detritos rematan por sedimentarse no fondo, e dan lugar a unha comunidade de organismos que arrastran ou escavan neles, e que poden ser detritívoros ou alimentarse de presas vivas. Esta zona denomínase *bentónica*.

4.4.2.- Heteroxeneidade horizontal

As diversas agrupacións de organismos que se observan na dimensión horizontal adoitan ter a súa orixe na propia distribución dos gradientes de determinados factores físicos, pero poden deberse tamén, no caso de organismos sésiles, a patróns característicos de crecemento. Os organismos móbiles presentan distribucións horizontais que varían rapidamente en curtos períodos de tempo, o que non sucede en organismos sésiles.

Tipos de distribución: normalmente, os individuos dunha poboación poden distribuírse de tres xeitos:

Ao chou: non é un tipo de distribución frecuente na natureza.

Uniformemente: en especies territoriais indica unha forte competencia polo medio, pero pode producirse tamén naquelas que crecen sobre un medio máis ou menos homoxéneo.

Formando agrupamentos: é a distribución máis frecuente. O agrupamento pode significar a presenza abundante dalgún recurso (puntos de augada, zonas apropiadas de nidificación, etc.), ou ser debido a patróns de crecemento determinados (plantas estoloníferas) ou á falta de mecanismos de difusión e propagación (sementes que xermolan preto da planta nai).

Estruturas herdadas: a actividade dos organismos en tempos pasados tamén se reflicte na estrutura presente de moitos ecosistemas. Niños de térmites abandonados, arrecifes de coral e outras estruturas, contribúen á forma actual de moitas comunidades.

Límites: denomínase límite á zona de transición ou contacto entre dous ecosistemas diferentes. Son fronteiras recoñecibles ás veces a simple vista. Segundo a súa estrutura son de dous tipos:

Límite diverxente ou ecoclina: é unha divisoria pouco brusca, a través da cal se pasa imperceptiblemente dun ecosistema a outro.

Límite converxente ou ecotón: consiste nunha separación brusca, de forma lineal. Se se considera o tipo de relación existente entre os ecosistemas separados polo límite, pode facerse outra clasificación:

Límite asimétrico: o fluxo de materiais atravesa o límite nunha dirección predominantemente. É o caso da fronteira entre un bosque e un pradaría, onde os herbívoros comen na pradaría e van refuxiarse ao bosque, no que depositan os seus excrementos. É asimilable ao límite converxente.

Límite simétrico: o intercambio a través da divisoria é en ambos os dous sentidos. Separa ecosistemas de similar complexidade estrutural e funcional. Asímlase ao límite diverxente.

Nos límites adoita producirse un enriquecemento no número de especies presente, coñecido como "efecto bordo", que é debido a que, ademais das propias especies características de zonas de bordo, danse cita nel especies dos ecosistemas aos que serve de fronteira.

4.5.- O ecosistema no tempo

Sucesións:

Son cambios secuenciais, non cíclicos, de duración variable, que poden producir variacións profundas nas características da comunidade inicial. A medida que a sucesión avanza vanse producindo os seguintes fenómenos:

Un aumento da complexidade do ecosistema, así como o crecemento da diversidade e o número de interrelacións entre os organismos.

Un incremento da biomasa contida no ecosistema.

O aproveitamento da enerxía que flúe a través do sistema faise máis eficiente.

A sucesión remata cando se alcanza un estado estable, en equilibrio coas condicións ambientais, denominado clímax.

Os grandes biomas representan ecosistemas climáticos en equilibrio co clima de cada rexión. Os estadios intermedios dunha sucesión denomínanse series.

Ao longo do tempo, un ecosistema pode sufrir unha serie de cambios, tanto na súa estrutura coma na súa diversidade. Algúns deles cíclicos, como, por exemplo, os cambios estacionais ou as flutuacións das poboacións.

4.5.1.- Tipos de sucesións

Poden ser de dous tipos:

Sucesións primarias: iníciase sobre un biótoto que non fose ocupado anteriormente por organismos vivos. Por exemplo, novas illas, formadas pola actividade volcánica, deltas fluviais ou depósitos de aluvión. As especies que primeiramente colonizan estes medios chámanse especies pioneiras, e trátase de organismos que posúen unha boa capacidade de diseminación (sementes voadoras, crías de araña, insectos, etc.).

Sucesións secundarias: o biótoto era ocupado anteriormente por outra comunidade que foi destruída polo lume, cavaduras, tallas ou calquera outro motivo; pero sempre quedan especies, sementes ou formas de resistencia provenientes dela, que condicionan o tipo de sucesión producida, aínda que a nova comunidade climática á que se chegue non ten por que ser diferente á antiga.

O tempo que transcorre dende o establecemento das primeiras especies pioneiras ata chegar ao *clímax* é moi variable. En xeral, canto máis complexo sexa o sistema climático en equilibrio coas condicións do medio, máis tempo requirirá a súa formación. Por exemplo, un bosque boreal de coníferas pode tardar menos de 100 anos en recuperarse dunha talla, mentres que nalgúns bosques tropicais o período de recuperación é moito maior.

Madureza e clímax.

O proceso de sucesión non segue indefinidamente. Conforme a biomasa vai aumentando no ecosistema a respiración vai tamén aumentando e chega un momento no que se igualan a respiración e a



produción. Este é o límite de madureza do ecosistema. A partir de aquí detense o proceso de sucesión ecolóxica.

Chámase *clímax* ao ecosistema que se forma ao final da sucesión. Á comunidade clímax chégase raramente, pois existen moitas causas de retroceso no proceso de sucesión, como incendios, cambios climáticos, inundacións, secas, etc., e, a maior escala, glaciacións, volcáns, deriva das placas, etc.

O clímax é, nalgúns casos, un ecosistema que non ten unha madureza moi grande, ou non ten a máxima madureza (ex.: plancto, ecosistemas de augas correntes ou dunas, etc.). O feito de que a madureza non aumente máis alá de certo límite adóitase deber a que o exceso de produción se exporta (ou explota): ríos, pendentes fortes, sedimentación de parte do plancto, explotación humana, etc.

Hai ecosistemas que nas súas etapas finais se destrúen, practicamente, a si mesmos. Así, por exemplo, o chaparral que parece estar feito para queimarse ou as zonas de turbeiras cuxo pH se fai moi ácido. Tamén nos lagos se vai producindo senescencia e acaban desaparecendo.

5.- Fluxo de enerxía e materia no ecosistema

5.1.- Fluxo de enerxía

O ecosistema mantense en funcionamento grazas ao fluxo de enerxía que vai pasando dun nivel ao seguinte. A enerxía flúe a través da cadea alimentaria só nunha dirección: vai sempre dende o sol, a través dos produtores aos descompoñedores. A enerxía entra no ecosistema en forma de enerxía luminosa e sae en forma de enerxía calorífica que xa non pode reutilizarse para manter outro ecosistema en funcionamento. Por isto, non é posible un ciclo da enerxía similar ao dos elementos químicos.

O funcionamento de todos os ecosistemas é parecido. Todos necesitan unha fonte de enerxía que, fluíndo a través dos distintos compoñentes do ecosistema, mantén a vida e mobiliza a auga, os minerais e outros compoñentes físicos do ecosistema. A fonte primeira e principal de enerxía é o sol.

En todos os ecosistemas existe, ademais, un movemento continuo dos materiais. Os diferentes elementos químicos pasan do chan, a auga ou o aire aos organismos e duns seres vivos a outros, ata que volven, pechándose o ciclo, ao chan ou á auga, ou ao aire.

No ecosistema a materia recíclase, nun ciclo pechado, e a enerxía pasa, flúe, xerando organización no sistema.

A principal achega enerxética que entra na biosfera faino en forma de enerxía lumínica captada polos organismos fotosintéticos. Nalgúns ecosistemas moi localizados, a enerxía obtense tamén de compostos químicos exergónicos por quimiosíntese bacteriana. Deste último tipo son as comunidades de organismos mariños que se atoparon recentemente xunto a afloramentos submarinos de augas termais a grande profundidade nas zonas oceánicas.

No que respecta á enerxía lumínica que alimenta a maioría dos ecosistemas, ten sempre un fluxo unidireccional e sofre as seguintes transformacións:



A enerxía lumínica captada polos complexos antena dos organismos fotosintéticos é transformada en enerxía química grazas á fase luminosa da fotosíntese.

Esta enerxía química úsase no anabolismo (creación de materia) ou en traballo biolóxico.

Pode perderse unha porcentaxe en enerxía calorífica que se desprende ao exterior.

Este fluxo enerxético a través do sistema orixina a súa estratificación trófica, e a enerxía contida na materia orgánica pasa dun estrato ao superior nun só sentido. Cada un destes estratos denomínase, entón, nivel trófico.

A enerxía nos ecosistemas flúe nunha soa dirección, dende o Sol ata os descompoñedores, pasando polos restos dos niveis tróficos. Parte da enerxía solar captada polos fotosintéticos utilízana para a síntese de materia orgánica e, por outra parte, disípana durante a respiración; o mesmo acontece cos herbívoros, que consomen a enerxía química almacenada polos fotosintéticos, pero disipan unha parte nos procesos de respiración.

Ao longo da cadea trófica continúan producíndose perdas de enerxía en cada transferencia enerxética, dende un nivel ao seguinte, polo que ao final da cadea, disipouse case toda a enerxía que inicialmente captaran os fotosintéticos (xeralmente só se almacenan pequenas cantidades). Esta é a causa de que o mantemento dos ecosistemas, e da vida en xeral, requira unha achega continua de enerxía, que flúe unidireccionalmente a través do sistema.

5.2.- Fluxo da materia

Os elementos químicos que forman os seres vivos (osíxeno, carbono, hidróxeno, nitróxeno, xofre e fósforo, etc.) van pasando duns niveis tróficos a outros. As plantas recóllenos do chan ou da atmosfera e convértenos en moléculas orgánicas (glícidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos). Os animais tómanos das plantas ou doutros animais. Despois vanos devolvendo á terra, a atmosfera ou as augas pola respiración, as feces ou a descomposición dos cadáveres cando morren. Desta forma atopamos en todo ecosistema uns ciclos do osíxeno, o carbono, hidróxeno, nitróxeno, etc., cuxo estudo é esencial para coñecer o seu funcionamento.

5.3.- Niveis tróficos

Produtores: son os organismos autótrofos. Os fotosintéticos utilizan enerxía lumínica para sintetizar materia orgánica a partir da inorgánica do medio. Unha parte desta materia orgánica, en forma de follas verdes, follaxe, froitos, etc., é aproveitable por outros organismos, pasando así a enerxía contida nela aos niveis seguintes.

Consumidores primarios: son os animais herbívoros, que se alimentan directamente de partes de vexetais, co conseguinte aproveitamento da enerxía química almacenada neles.

Estes animais posúen adaptacións, tanto de tipo mecánico (dentaduras, tubos dixestivos, etc.), como bioquímico (complexos enzimáticos para dixerir a celulosa ou simbiose con organismos que poden dixerila) que lles permiten sacar o máximo proveito a esta dieta.

Consumidores secundarios: son os animais carnívoros, ou predadores, que se alimentan dos herbívoros; os superpredadores, que poden comer tamén outros carnívoros, e os preeiros, que se nutren de animais mortos.

Descompoñedores e detritívoros: obteñen a



súa enerxía a partir de cadáveres, restos e excrementos, producindo finalmente a reciclaxe ao mundo mineral dos elementos constitutivos da materia orgánica. Nos ecosistemas terrestres trátase principalmente de fungos e bacterias do chan que participan na degradación da celulosa e a lignina procedentes dos vexetais superiores.

Os detritos (restos orgánicos de seres vivos) constitúen en moitas ocasións o inicio de novas cadeas tróficas. Por exemplo, os animais dos fondos abisais nótrense dos detritos que van descendendo da superficie.

5.4.- Representacións do fluxo de materia e enerxía do ecosistema

Cadeas e redes tróficas: As diversas secuencias que poden establecerse nun ecosistema entre organismos que se alimentan uns doutros coñécense co nome de cadeas tróficas; todas elas empezan sempre por un produtor.

En realidade en cada elo da cadea pode producirse unha bifurcación, co que o conxunto das interrelacións toma forma de rede.

As diferentes cadeas alimentarias non están illadas no ecosistema, senón que forman unha armazón entre si e adóitase falar de rede trófica.

Unha representación moi útil para estudar toda esta armazón trófica son as *pirámides de biomasa, enerxía ou número de individuos*. Nelas póñense varios pisos coa súa anchura ou a súa superficie proporcional á magnitude representada. No piso baixo sitúanse os produtores; por enriba os consumidores de primeira orde (herbívoros), despois os de segunda orde (carnívoros) e así sucesivamente.

Algúns animais como, por exemplo, moitos paxaros que se alimentan de insectos, cando estes son abundantes en primavera e verán, e teñen unha dieta a base de sementes e froitos en outono e inverno, compórtanse alternativamente como consumidores primario e secundario. Son os denominados omnívoros, que teñen axudas de custo pouco especializadas. Outro exemplo son os suídos.

Biomasa: é a cantidade de materia orgánica existente no ecosistema. Pode expresarse como un volume ou como peso húmido ou seco, e está directamente relacionada con outros parámetros doadamente cuantificables, como concentración de nitróxeno, carbono e clorofila. Esta última pódese medir con técnicas de telemetría dende avións ou satélites, e é moi usada na análise da vexetación ou do fitoplancto a grande escala.

6.- Relacións tróficas colaterais

Nunha cadea ou rede alimentaria, a relación normal entre unha especie que recibe o alimento doutra é a de predador e presa.

Pero existe tamén a posibilidade de desviacións secundarias, nas que unha especie vive a custa doutra sen matala, e mesmo relacións entre individuos da mesma especie. Este tipo de relacións son as seguintes:

6.1.- Relacións intraespecíficas

Danse entre individuos da mesma especie e algunhas delas son:

Cortexo: atracción por parte de machos e femias con fins reprodutivos. Esta é a única relación que teñen algunhas especies, tras o cortexo e a cópula os integrantes da parella non se volven relacionar.

Maternal: a crianza corre a cargo única e exclusivamente da nai; caso típico de herbívoros mamíferos.

Paternal: a crianza corre a cargo do pai. Por exemplo: cabaliño de mar.

Fraternal: os irmáns conviven para facer fronte aos depredadores e defenderse os uns aos outros. Por exemplo, a maioría dos anfibios.

Competencia: polo alimento ou o territorio. Por exemplo, a xerarquización do lobo.

Mutualismo: avisos, alertas, que emiten os integrantes dunha manda para avisar da presenza dun depredador; trátase, pois, de condutas de axuda entre os integrantes dunha poboación.

Colonia: trátase de individuos da mesma especie, mesmo xeneticamente iguais, que teñen aspecto físico e funcional distinto, xa que cada un se vai especializando nun labor determinado dentro da colonia. É típico de esponxas, celentéreos, etc.

Sociedade: os individuos, aínda que poden ser xeneticamente moi próximos, teñen comportamento, función e estrutura distinta, pero neste caso están sometidos por unha raíña ou rei que, normalmente de forma hormonal, somete a toda a sociedade para o coidado da súa prole. É a relación que teñen abellas, formigas, avespas, etc.

Gregarias: A vida en grupo. O grupo é un conxunto de individuos que desenvolve actividades comúns e ten comportamentos semellantes. As vantaxes da vida en grupo son numerosas: defensa ante o ataque, defensa contra as inclemencias do tempo, maior facilidade para procurar alimento, favorece a reprodución, etc.

6.2.- Relacións interespecíficas

Danse entre individuos de dúas especies distintas, así:

Depredación: unha especie predadora aliméntase doutra (presa) matándoa. Aínda que pareza mentira as dúas poboacións vense favorecidas con esta relación pois o depredador aliméntase e á presa sonlle eliminados os débiles, enfermos, feridas, etc.

Competencia: polo alimento e a auga entre as distintas especies. Por exemplo: voitre e chacal ante restos dunha caza.

Comensalismo: as especies comensais aproveítanse do sobranse da comida do patrón, así como de mudas, escamacións, etc. O patrón, pola súa banda, non sae prexudicado nin beneficiado.

Cooperación: neste tipo de relación prodúcese certo beneficio mutuo para dúas especies asociadas. Un exemplo diso son os peixes limpadores, que consomen restos de comida que quedan na boca do patrón, así como escamas e parasitos externos, contribuindo deste modo ao seu saneamento xeral.

Mutualismo: é o tipo de relación no que dúas especies se benefician entre si ata o extremo de que a súa relación chega a ser necesaria para a supervivencia de ambas as dúas especies. As abellas, por exemplo, dependen das flores para a súa alimentación e as flores das abellas para a súa polinización.

Parasitismo: pódese considerar como unha depredación moi especializada, que depende por completo dun ou varios hospedeiros, aos que causa enfermidade e/ou morte. Ao depender alimentariamente do hospedeiro, o parasito non pode vivir sen el, chegando a ser específicos, nalgúns casos, de especie. Defínese parasito como o organismo que vive, se refuxia ou ambas as dúas cousas dun hospedeiro, causándolle enfermidade e/ou morte.

Poden ser de dous tipos:

Ectoparásitos: viven no exterior do corpo. Por exemplo: piollos, pulgas.

Endoparásitos: viven no interior do hospedeiro. Por exemplo: tenia, lombrigas.

Simbiose: consiste nunha asociación de organismos que chegou a ser tan estreita que estes non poden vivir por separado. É o caso do liques, simbiontes dunha alga unicelular e un fungo, ou das bacterias que dixiren a celulosa no estómago de moitos fitófagos. É frecuente que nos



simbiontes, ao igual que entre o parasito e o seu hospedeiro, se dean fenómenos de evolución.

Tanatocrese: consiste na utilización que fai unha especie de cadáveres, restos mortuorios, etc., doutras especies para fins diferentes aos alimentarios. Con estes restos poden construírse refuxios (cangrexo ermitán) ou empregarse de modos diferentes (utilización de células urticantes dos celentéreos para defenderse).

Foresia: o patrón actúa como axente de transporte ou diseminación da especie. Algunhas sementes teñen adaptacións para fixarse ao pelo e ser transportadas, como por exemplo as sementes da planta do amor do hortelán.

Inquilinismo: cando unha especie vive noutra sen causarlle dano nin beneficio. Por exemplo as plantas epifitas.

En calquera ecosistema atopamos poboacións de todo tipo de especies. A ecoloxía estuda a función que as distintas especies desempeñan no ecosistema e os distintos tipos de relacións que manteñen entre si.

7.- Tipos de poboacións

Especies nativas e inmigrantes.

As especies que naturalmente pertencen ao ecosistema chámaselles nativas ou autóctonas. As especies inmigrantes son as que son introducidas deliberadamente ou accidentalmente nun ecosistema. A actividade humana acelerou a introdución de novas especies nos ecosistemas. Algunhas veces o resultado é beneficioso por exemplo, para loitar contra unha praga, pero outras son moi prexudiciais, porque se convierten en pragas ou eliminan a outras especies nativas. Así sucedeu coa introdución do coello en Australia ou os gatos ou outros mamíferos en moitas illas do Pacífico, que levaron á extinción de varias especies de aves.

Especies xeralistas e especialistas

As especies xeralistas, como o home, a rata, as moscas, etc. poden vivir en moitos lugares diferentes, inxerir grande variedade de alimentos e toleran moi diferentes condicións ambientais.

As especies especialistas só poden vivir baixo condicións alimenticias ou ambientais moi concretas. Así, por exemplo, o oso panda aliméntase de follas de bambú.

7.1.- Estratexias de supervivencia. Estratexias do R e do K.

En moitas ocasións as especies teñen que competir entre elas para ocupar un lugar no ecosistema. As diferentes especies foron adquirindo, ao longo da súa evolución, unha serie de características que lles facilitan a competición. Pero as "habilidades" que lles conveu adquirir son moi distintas segundo sexa o ambiente no que deben vivir. Son moi distintas as características que debe ter un ser vivo para adaptarse a un ambiente cambiante que a outro relativamente estable.



Por iso, distínguense dous grandes tipos de estratexias de supervivencia: a do R e a do K. Estas letras fan referencia á importancia relativa que teñan os parámetros K (densidade de saturación) e R (taxa de incremento) nos seus ciclos de vida.



As especies que seguen estratexia do R adoitan ser microscópicas ou de tamaño pequeno, como bacterias, protozoos, plantas fugaces, animais pequenos, etc. A súa poboación mantén un crecemento exponencial ata desaparecer bruscamente cando as condicións cambian. É o que sucede, por exemplo, cando chove e se forman charcos. Se a temperatura é adecuada a poboación de protozoos do charco crecerá

rapidamente ata que chegue un momento no que o charco se seque ou remate o alimento e, entón, a poboación diminuíra bruscamente.

As especies con estratexia do R son típicas de lugares efémeros: pozas de chuva, montóns de terra xunto a tobos, rochas núas, zonas polares, desertos, terreos arados, etc. Son oportunistas ou pioneiras, ocupan áreas novas con facilidade e esténdense por elas con rapidez. O papel que cumpren nos ecosistemas é colonizalos nas primeiras etapas do seu desenvolvemento e, para iso, adoitan ser organismos que producen moitas unidades de dispersión (ata millóns e miles de millóns de esporas ou ovos). Pero non poden ter éxito, se a competencia é forte, fronte a organismos con estratexia do K.

O home favorece a dispersión das especies oportunistas coas súas viaxes e transportes e, ademais, coa súa actividade degrada os ecosistemas facilitando a súa colonización por especies pioneiras. As plantas que se usan para os cultivos son, normalmente, deste tipo.

As especies con estratexia do K adoitan ser os animais e plantas grandes e lonxevos. A súa poboación mantense con altibaixos, pero cerca da densidade máxima (K) que pode ter, dadas esas condicións. É o que sucede, por exemplo, cos carballos dun bosque, as gaivotas ou os lince.

Os organismos con estratexias do K teñen, polo seu tamaño, grande capacidade de competencia, gran lonxevidade e reducido número de descendentes. Atopáremolos en medios que permanecen estables longo tempo (selva, bosques, rexións esteparias, etc.).

7.2.- Mecanismos de dispersión das poboacións

Que mecanismos de dispersión empregan as especies?

Crecemento da poboación. - Algunhas especies, cando entran nun ecosistema ou nun novo lugar, expanden a súa área de vida máis e máis, ata converterse en ocasións en pragas, cando a poboación crece rapidamente e á présa.

Para cruzar barreiras físicas, como cordilleiras, ríos, océanos, etc., as especies usan diferentes mecanismos de dispersión como a anemocoria, anemohidrocoria, hidrocoria e zoocoria.

Anemocoria: é a dispersión polo aire. Nunha



columna de atmosfera de 4.200 m por 1 Km² hai uns 107 animais. Os organismos menores de 0,1 mm, como esporas de fungos e fentos, algas, sementes pequenas, etc. están presentes en calquera mostra de aire que recollamos. Os organismos de máis de 0,1 mm manteñen unha presenza irregular no aire, utilizando ás, fíos de seda, flotadores, etc.

Anemohidrocoria: é a dispersión sobre a auga, pero impulsados polo vento. É frecuente en plantas como xuncos e gramíneas. Algúns insectos resisten ata cinco días, sen morrer, na auga e chegan a lugares moi afastados por este sistema.

Hidrocoria: chámase así á dispersión polo movemento da auga. É unha forma de transporte habitual no plancto e nas formas larvarias de moitos organismos mariños.

Zoocoria: é a dispersión por animais. En patas, peteiro, plumas, pelo, de aves e insectos ou outros organismos, trasládanse moitas sementes e grans de pole. Así mesmo, os animais que gardan reservas alimenticias, como as formigas ou os esquíos, tamén contribúen eficazmente á dispersión. O home é tamén un importante diseminador de especies nas viaxes e transportes.

