

Práctica N° 1

CONCEPTOS BÁSICOS DE ECOLOGÍA

Introducción

La palabra ecología es utilizada en los últimos años con mucha frecuencia. La etimología de la palabra proviene del griego: oicos significa: casa y logos significa: discurso. La ecología estudia los organismos en su medio ambiente. Pero ¿cómo podemos definir la ecología?

Objetivos

1. Analizar los conceptos básicos de ecosistema, comunidad y población dentro del campo de la ecología.
2. Reconocer la estructura y relaciones básicas dentro de un ecosistema.
3. Identificar en forma general algunos ecosistemas dentro del entorno de nuestro país.

Conceptos fundamentales

El término ecología es relativamente reciente, empezó a utilizarse a mediados del siglo XIX, y es en 1869 que Ernst Haeckel definió el término ecología como todas las relaciones de los seres vivos con su medio ambiente orgánico e inorgánico.

Odum en 1963, define la ecología como el “estudio de la estructura y el funcionamiento de la naturaleza”, dando énfasis a la idea de grupo de organismos que funcionan como unidad biológica definida como ecosistema.

Andrewartha (1961), define ecología como el estudio científico de la distribución y abundancia de los organismos, dejando en segundo plano las relaciones interespecíficas.

Krebs (1985), modifica el concepto anterior definiendo ecología como el estudio científico de las interrelaciones que regulan la distribución y abundancia de los organismos retomando de esta manera la definición de Odum.

Enfoques de la ecología.

La Ecología tiene tres enfoques de estudio: el descriptivo, el funcional y el evolutivo. Es importante conocer estos tres enfoques para entender la importancia de la ecología como ciencia. Estos enfoques se han priorizado a lo largo de la historia de manera diferente.

1. Enfoque funcional:

Estudia las relaciones dentro de los ecosistemas; identifica y analiza los problemas dentro de las poblaciones y las comunidades. Desde este enfoque, el ecosistema es la unidad de funcionamiento en que todos los elementos que la componen interactúan entre sí. El deterioro de un ecosistema repercute por lo tanto, en todos los seres vivos que lo componen y viceversa. Este es el enfoque actual de la ecología.

2. Enfoque Evolutivo:

Estudia las razones por las que la selección natural ha favorecido a lo largo de la historia ciertas adaptaciones específicas que han originado a los organismos actuales. Este enfoque es el enfoque que presenta Charles Darwin en el origen de las especies. Estudia la evolución de las especies, entendiendo la evolución de las especies como un proceso continuo a lo largo del

tiempo que ha permitido la supervivencia y la adaptación de las especies a las condiciones cambiantes.

3. Enfoque descriptivo:

Este es uno de los primeros enfoques de la ecología. Describe los grupos de vegetación y los animales del planeta y sus relaciones entre sí. Parte del ser vivo como unidad de estudio.

Si bien actualmente se prioriza el enfoque funcional, los tres enfoques son válidos y deben tenerse en cuenta ya que abarcan acercamientos diferentes al estudio de la ecología.

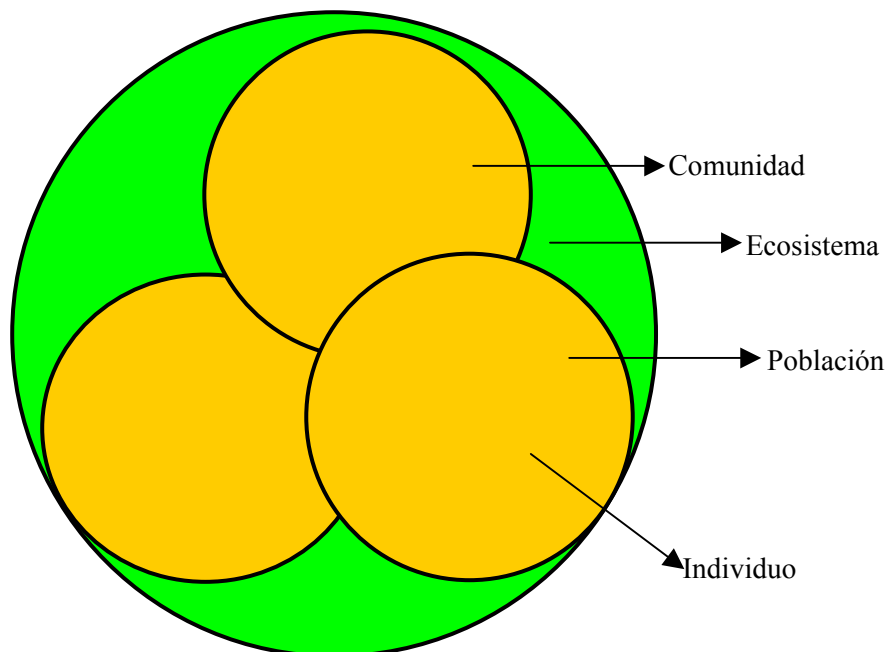
¿Qué estudia la ecología?

La ecología estudia las interrelaciones que regulan la distribución y abundancia de los seres vivos. Pero como es imposible estudiar todas las interrelaciones del planeta, se estudian principalmente tres niveles de integración:



Ecosistema es el concepto más amplio de los tres, abarca comunidades y dentro de ellas poblaciones. Las poblaciones a su vez están conformadas por individuos. Según Lugo (1982), los límites entre un ecosistema y otro son estructurales y no reflejan necesariamente los límites funcionales entre dos ecosistemas.

Figura N°1:



En la figura N° 1 se pueden ver mejor estos conceptos. En el gráfico un ecosistema contiene varias comunidades, y estas a su vez varias poblaciones. Finalmente, las poblaciones están formadas por varios individuos de una sola especie.

ECOSISTEMA

Un ecosistema es un conjunto de diversas especies que interactúan entre sí formando comunidades y con su ambiente abiótico. Incluye todos los elementos físicos, químicos y biológicos para sostener la vida en un espacio dado. Es por lo tanto la mínima unidad de funcionamiento de la vida. Sin embargo los ecosistemas no están aislados, tienen relaciones entre sí e influyen indirectamente unos sobre otros. En la mayoría de ecosistemas es muy difícil establecer la división exacta entre un ecosistema y el ecosistema contiguo. En estos ecosistemas se produce un espacio de interacción denominado ecotono. Un ecotono es importante ya que tiene una elevada biodiversidad conformada por poblaciones de los dos ecosistemas. El ecotono sirve de refugio para las especies en caso de alteración de los ecosistemas.

Krebs (1985), define ecosistema como una comunidad biótica y su ambiente abiótico, señala que puede considerarse a todo el planeta como un solo ecosistema.

Un ecosistema es entonces una unidad estructural formada por diversos componentes que al funcionar en conjunto determinan la unidad. Para estudiar los ecosistemas podemos definir sus componentes y determinar las funciones que se dan dentro de estos.

Composición y funcionamiento de los ecosistemas

Al estar un ecosistema formado por seres vivos tiene una composición y funciones propias. No existen dos ecosistemas iguales, cada ecosistema difiere de los demás. Algunos ejemplos de ecosistemas pueden ser: los desiertos, los bosques tropicales lluviosos, los ecosistemas marinos, los ecosistemas de manglar y los bosques secos, entre otros.

Componentes de un ecosistema

Todos los ecosistemas tienen los siguientes componentes:

1. **Sustancias inorgánicas**; estas conforman principalmente la parte abiótica del ecosistema, en los seres vivos están presentes en pequeñas cantidades. Se encuentran formando el aire, el agua y el suelo. Son sustancias inorgánicas el dióxido de carbono (CO_2), el agua (H_2O), el oxígeno (O_2), el fósforo (P), el nitrógeno (N_2) y algunas sales. Las sustancias inorgánicas tienen una gran influencia en los demás componentes del ecosistema y en la distribución de los seres vivos.

2. **Compuestos orgánicos**; Conforman los componentes vivos del ecosistema. Todos los compuestos orgánicos tienen carbono en su composición. El carbono está en la mayoría de los casos combinado con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y/o el azufre. Son compuestos orgánicos la clorofila, las grasas, las proteínas, los carbohidratos, el detritus, entre otros.

3. **Factores ambientales físicos**; son todos los factores climáticos, como los rayos, los truenos, las lluvias y la calidad de la luz.

4. **Productores**; organismos que llevan a cabo procesos de síntesis. Transforman sustancias inorgánicas en compuestos orgánicos. Son productores las plantas en el caso de ecosistemas terrestres, las macroalgas y el fitoplancton (microalgas) en el caso de ecosistemas acuáticos.

5. **Consumidores**; son organismos que se alimentan de otros organismos o de la materia orgánica. Aprovechan de esta manera la síntesis realizada por otros organismos. Son consumidores los venados, las ardillas, los osos, los peces y el zooplancton. Los consumidores primarios son aquellos que se alimentan de organismos autótrofos, los consumidores secundarios en cambio solo pueden alimentarse de heterótrofos.

6.Descomponedores (detritívoros y degradadores); u organismos que llevan a cabo procesos de descomposición de la materia orgánica muerta. Los **detritívoros** inician el proceso de descomposición disminuyendo el tamaño de la materia muerta. Los **degradadores** transforman las sustancias orgánicas en sustancias inorgánicas. En su mayoría los degradadores son organismos microscópicos, entre estos están los hongos y las bacterias que descomponen la materia orgánica.

Procesos que se llevan a cabo dentro de un ecosistema

Los principales procesos que se llevan a cabo dentro de un ecosistema y que permiten su continuidad son:

1.**Fotosíntesis;** realizada solo por plantas, macroalgas y fitoplancton (microalgas).



2.**Respiración;** realizada por todos los seres vivos plantas, animales, hongos y bacterias.

3.**Ciclaje de nutrientes y ciclos biogeoquímicos** que enlazan los factores bióticos con los factores abióticos y ecosistemas entre sí. Permiten el paso de la materia y energía.

4.**Sucesión y seres;** o etapas de desarrollo de un ecosistema.

5.**Procesos de regulación interna;** son actividades periódicas del ecosistema que permiten su continuidad. Son llevadas a cabo por los individuos de las poblaciones que conforman una comunidad. En la mayoría de los casos son regulados por hormonas vegetales o animales. Son procesos de regulación interna los patrones de crecimiento y desarrollo, los ciclos reproductivos, la dormancia, la hibernación y la pérdida de hojas entre otros.

COMUNIDAD

Conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven en un área o hábitats dado y que interactúan entre sí. El concepto de comunidad es más estrecho que el de ecosistema e implica necesariamente una ubicación geográfica común y funciones compartidas entre sus miembros. Sin embargo, la comunidad no es independiente del ecosistema; con mucha frecuencia la comunidad no tiene límites estrictamente definidos. Los organismos que habitan un tronco podrido o las plantas de una quebrada del bosque seco son dos ejemplos de comunidades.

Cualquier cambio que afecte o favorezca a una comunidad repercute sobre todos sus miembros, por ello el estudio de una comunidad refleja la situación de los organismos que la componen.

Una comunidad tiene características definidas que permiten diferenciar una comunidad de otra. Estas características son:

- Diversidad de especies.
- Estructura y formas de crecimiento; determinada por la forma de las especies y el espacio que ocupan dentro de la comunidad.
- Dominancia de especies.
- Abundancia relativa; número de individuos de una misma especie respecto al total de individuos de todas las especies que conforman la comunidad.
- Estructura trófica; relaciones entre las especies dentro de una cadena alimenticia.

POBLACIÓN

Krebs (1985), define población como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio dado en un tiempo dado, entendiendo como especie a un conjunto de organismos que

pueden intercambiar entre sí información genética. Las poblaciones no son estáticas y cambian a lo largo del tiempo, pueden adaptarse a los cambios, evolucionar o extinguirse.

Son ejemplos, de la población de lobos marinos de la Punta de San Juan de Marcona, la población de tortugas acuáticas (taricayas) del río Manu, o la población humana del Perú, todas estas cambian en el tiempo.

Dentro de las características propias de una población están:

- Densidad
- Natalidad
- Mortandad
- Inmigración
- Emigración
- Distribución de edades
- Razón de sexos
- Composición genética
- Patrones de distribución

Hábitat:

Es el espacio con sus características bióticas y abióticas que ocupa una especie en un ecosistema determinado. Es el lugar donde vivo.

Nicho ecológico:

Son todos los factores bióticos y abióticos que una especie necesita para poder vivir y cumplir funciones dentro del ecosistema. Estos factores pueden ser: hábitat, nutrientes, luz, agua.

Desarrollo de la práctica

Los alumnos conformados en grupos de trabajo, analizarán y caracterizarán un ecosistema.

La información básica será presentada por el profesor y el jefe de práctica. **Durante la práctica los alumnos desarrollarán las siguientes preguntas y las preguntas serán entregadas al jefe de práctica al finalizar la sesión.**

1. Describa el espacio visitado tomando en cuenta lo siguiente:
 - Elementos abióticos
 - Productores
 - Consumidores
 - Descomponedores
 - Identifique las comunidades que se encuentran dentro del ecosistema.
 - Identifique los principales procesos del ecosistema.
2. En base a lo descrito en la pregunta anterior de el nombre al ecosistema.
3. Ubique gráficamente el lugar estudiado.
4. Mediante un ejemplo diferencie los conceptos de comunidad y población.
5. ¿Cuáles son las interacciones entre las comunidades que ha identificado?
6. Mencione otros ecosistemas cercanos al ecosistema en estudio, diga si existe interacciones entre ellos y cuáles son estas.

Bibliografía

1. Barnes, Curtis; 1997. Biología. Colombia.
2. Krebs, Ch.; 1985. Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. 2ª Ed. Editorial Harla.

3.Lugo; A. & Morris, G. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y tecnológico.

4.Odum E.P.; 1972. Ecología, 3ªEd. México.

5.Universidad Nacional Agraria La Molina; 1997. Guía de prácticas de ecología general.

TRABAJO ENCARGADO: Observación de aves en el campus de la PUCP y aplicación de los conceptos básicos de ecología

Introducción

En la presente práctica se utilizará las aves como una herramienta que permite obtener datos de forma sencilla y rápida para analizar los conceptos básicos de ecología. De esta manera se espera que los estudiantes se familiaricen con estos conceptos así como también reconozcan la importancia que lugares que son visitados cotidianamente, como en este caso la universidad, pueden constituir importantes sitios para la diversidad biológica.

Criterios para la Observación

Según González *et al.* (1998), el horario recomendado para una satisfactoria observación de aves suele ser durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde. Es necesario que se realice en grupos pequeños con un equipo que consiste en:

Binoculares: Permite distinguir con mayor detalle las características de las aves que estamos observando. Su utilización no es estrictamente necesaria para los objetivos de la presente práctica ya que hay aves que podremos diferenciarlas a simple vista.

Vestimenta adecuada: es ideal la utilización de ropa de colores opacos porque los colores llamativos inquietan y espantan las aves.

Libreta de campo: en esta se anotarán los datos que se consideren relevantes tales como: fecha, hora, lugar, descripción del ambiente, detalles que faciliten la identificación del ave, alguna característica específica de su comportamiento, entre otras observaciones.

La observación de aves deben realizarse de manera responsable. No por querer ver las aves vamos a tirarles piedras para hacerlas volar, ni sacar sus nidos de los árboles para observarlas mejor. Es importante considerar que causaremos un gran daño a las aves si perturbamos su descanso, interferimos en su alimentación o invadimos sus lugares de anidación. Por lo tanto nuestras observaciones deben realizarse sin perturbarlas ni dañar su ambiente.

A continuación se presenta una lista sugerida de aves que puedan ser encontradas en el campus de la universidad y cuya identificación es relativamente fácil.

| | Nombre común | Nombre científico |
|----|------------------------|--------------------------------|
| 1 | Gallinazo cabeza negra | <i>Coragyps atratus</i> |
| 2 | Cernícalo | <i>Falco sparverius</i> |
| 3 | Rabiblanca | <i>Zenaida auriculata</i> |
| 4 | Cuculí | <i>Zenaida meloda</i> |
| 5 | Tortolita | <i>Columbina cruziana</i> |
| 6 | Loro cabeza roja | <i>Aratinga erythrogenys</i> |
| 7 | Guardacaballo | <i>Crotophaga sulcirostris</i> |
| 8 | Amazilia costeño | <i>Amazilia amazilia</i> |
| 9 | Cucarachero | <i>Troglodytes aedon</i> |
| 10 | Tordo negro | <i>Dives warzewiczi</i> |
| 11 | Saltapalito | <i>Volatinia jacarina</i> |
| 12 | Turpupilín | <i>Pyrocephalus rubinus</i> |

Desarrollo de la Práctica

Durante una semana los alumnos deberán realizar observaciones de algunas de las especies de aves sugeridas, anotando una serie de datos en una matriz que se detallarán a continuación y cuyo análisis permitirá afianzar los conceptos de la práctica N° 1 del manual.

Cada grupo de alumnos deberá realizar observaciones por lo menos de 2 especies de aves, las cuales serán asignadas por su respectivo jefe de práctica.

Las observaciones serán realizadas en la mañana de 7:00 a 9:00 al mediodía de 12:00 a 2:00 pm y en la tarde de 4:00 a 6:00 pm.

Cada observación será realizada en una determinada zona del campus de la universidad, estas observaciones se realizarán por un tiempo de 20 minutos y en un radio máximo de 30 metros alrededor del punto de observación. En estos 20 minutos se registrará el número de individuos de la especie en estudio junto con las características del hábitat y estrato vertical donde se observe, el tipo de alimento que consume entre otras características que se detallarán posteriormente.

Luego de finalizar los primeros 20 minutos los estudiantes se trasladarán de una zona a otra zona donde repetirán el ejercicio anterior hasta la realización de observaciones en 4 zonas distintas del campus de la universidad.

Las zonas de observaciones serán escogidas por cada grupo de alumnos y deberán estar separadas por unos 50 metros una de otra y presentar características distintas. Cada zona deberá ser descrita en función de sus características principales y debe indicarse gráficamente su ubicación.

I.- Registros de los datos

Los datos que deberán registrarse en la matriz son los siguientes:

1. Hora y fecha:

Cada observación deberá estar acompañada de la hora y fecha en la que fue realizada.

2. Hábitat:

El hábitat será caracterizado principalmente en función de la cobertura vegetal, por lo que deberá registrarse lo siguiente:

- Tipo de vegetación: pastos, arbustos, árboles, Si la vegetación presenta o no frutos, flores, etc.
- Si se encuentran en campos de cultivos.
- Además puede registrar sus observaciones en lugares con ausencia de vegetación como edificios, estacionamientos, etc.

3. Estratos

También debe registrarse la posición donde se encuentre el ave en el estrato vertical:

Estrato bajo: suelo, hierbas, pasto.

Estrato medio: arbustos, ramas intermedias o copas bajas de árboles.

Estrato alto: ramas o copas altas de árboles.

4. Alimentación:

Los registros de alimentación se realizarán indicando el tipo de alimento que las especies de estudio consumen.

Los tipos de alimentos pueden ser: granos, insectos, carroña, basura (desperdicios), néctar u otros que puedan diferenciar.

5.- Comportamiento:

Para el registro de este tema los estudiantes deberán observar si las aves se encuentran en descanso, alimentación, reproducción, si hay competencia entre individuos de diferentes especies (competencia interespecífica) o entre individuos de la misma especie (competencia intraespecífica).

Matriz de toma de Datos

Los datos colectados deben ser registrados en la siguiente matriz:

1.- Características del Hábitat

| Hora | Fecha | Zona | Pasto | Arbusto | Arboles | Cultivos | Edificios |
|-------------|-------|------|-------|---------|---------|----------|-----------|
| 7:00 - 7:20 | | 1 | | | | | |
| 7:30 - 7:50 | | 2 | | | | | |
| 8:00 - 8:20 | | 3 | | | | | |
| 8:30 - 8:50 | | 4 | | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|--|--|
| 12:00 - 12:20 | | 1 | | | | | |
| 12:30 - 12:50 | | 2 | | | | | |
| 13:00 - 13:20 | | 3 | | | | | |
| 13:30 - 13:50 | | 4 | | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|--|--|
| 16:00 - 16:20 | | 1 | | | | | |
| 16:30 - 16:50 | | 2 | | | | | |
| 17:00 - 17:20 | | 3 | | | | | |
| 17:30 - 17:50 | | 4 | | | | | |

2- Estratos de la vegetación

| Hora | Fecha | Zona | Estrato Bajo | Estrato Medio | Estrato Alto |
|-------------|-------|------|--------------|---------------|--------------|
| 7:00 - 7:20 | | 1 | | | |
| 7:30 - 7:50 | | 2 | | | |
| 8:00 - 8:20 | | 3 | | | |
| 8:30 - 8:50 | | 4 | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|
| 12:00 - 12:20 | | 1 | | | |
| 12:30 - 12:50 | | 2 | | | |
| 13:00 - 13:20 | | 3 | | | |
| 13:30 - 13:50 | | 4 | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|
| 16:00 - 16:20 | | 1 | | | |
| 16:30 - 16:50 | | 2 | | | |
| 17:00 - 17:20 | | 3 | | | |
| 17:30 - 17:50 | | 4 | | | |

3.- Alimentación

| Hora | Fecha | Zona | Granos | Insectos | Carroña | Desperdicios | Néctar | Otros |
|-------------|-------|------|--------|----------|---------|--------------|--------|-------|
| 7:00 - 7:20 | | 1 | | | | | | |
| 7:30 - 7:50 | | 2 | | | | | | |
| 8:00 - 8:20 | | 3 | | | | | | |
| 8:30 - 8:50 | | 4 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|--|--|--|--|--|
| 12:00 - 12:20 | | 1 | | | | | | |
| 12:30 - 12:50 | | 2 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------|--|--|--|--|--|--|
| 13:00 – 13:20 | | 3 | | | | | | |
| 13:30 – 13:50 | | 4 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------|--|--|--|--|--|--|
| 16:00 – 16:20 | | 1 | | | | | | |
| 16:30 – 16:50 | | 2 | | | | | | |
| 17:00 – 17:20 | | 3 | | | | | | |
| 17:30 – 17:50 | | 4 | | | | | | |

4.- Comportamiento

| Hora | Fecha | Zona | Descanso | Alimentación | Reproducción | Competencia interespecífica | Competencia intraespecífica |
|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 7:00 - 7:20 | | 1 | | | | | |
| 7:30 - 7:50 | | 2 | | | | | |
| 8:00 - 8:20 | | 3 | | | | | |
| 8:30 – 8:50 | | 4 | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------|--|--|--|--|--|
| 12:00 – 12:20 | | 1 | | | | | |
| 12:30 – 12:50 | | 2 | | | | | |
| 13:00 – 13:20 | | 3 | | | | | |
| 13:30 – 13:50 | | 4 | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|----------|--|--|--|--|--|
| 16:00 – 16:20 | | 1 | | | | | |
| 16:30 – 16:50 | | 2 | | | | | |
| 17:00 – 17:20 | | 3 | | | | | |
| 17:30 – 17:50 | | 4 | | | | | |

II. Presentación de Resultados

El análisis de la información colectada se realizará en la **cuarta práctica**, por lo cual cada grupo deberá presentar un informe con la información requerida, la matriz de toma de datos correctamente llenada y con una breve descripción de las aves observadas.

El informe debe contar además con una bibliografía.

III. Bibliografía recomendada

- Clements, J. & N. Shany 2001. A Field Guide to the Birds of Perú. Ibis Published Company.
- Gózales, O.; L.Pautrat & J. Gózales. 1998. Las Aves más comunes de Lima y alrededores. Editorial Santillana. Lima – Perú.
- Koepcke, M. 1964. Las Aves del Departamento de Lima. Lima – Perú.

Práctica N°2

RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Se define a los recursos naturales como materiales naturales que pueden ser aprovechados por el ser humano para su beneficio económico. Su adecuado uso permitirá la conservación de los recursos, impidiendo que estos se agoten o se contaminen. Sólo mediante un uso racional y planificado de los recursos naturales, se podrá lograr la continuidad de los ecosistemas en el planeta y el bienestar socioeconómico de sus habitantes.

Los recursos naturales son diversos y existen múltiples formas de clasificación de los mismos. En la mayoría de los casos se diferencia entre recursos renovables y no renovables. Aunque en el sentido estricto de la palabra todos los recursos se renuevan, unos a mayor velocidad que otros. Se considera que mientras los recursos se renuevan a una velocidad tal que siguen circulando dentro de los ciclos biogeoquímicos, son recursos renovables, si en cambio su excesivo consumo conlleva a la interrupción de los ciclos, se trata de recursos no renovables. Todos los recursos bióticos son renovables, siempre y cuando el uso de los mismos sea racional.

Recursos naturales renovables:

a. Recurso agua:

Si bien un 71 % de la superficie terrestre está recubierta por agua, solo el 3% del agua de la tierra es agua dulce. De esta el 2.997% se encuentra en forma de hielo en los polos, formando glaciales, o como agua subterránea (napa freática) tan profunda que no puede ser aprovechada (Miller, 1994). El ciclo del agua de los ríos que permite la renovación completa de la misma tiene un tiempo de duración aproximada de 18 a 20 años.

El uso fundamental del agua es el doméstico, el agrícola y la acuicultura. El agua es también usada en procesos industriales para la limpieza o eliminación de desechos y para el enfriamiento de residuos cálidos. Es fundamental en las centrales hidroeléctricas.

Si bien el agua de mar puede ser desalinizada, el costo de la operación es muy grande por lo que solo contamos con el agua dulce para efectos del consumo humano. Si la contaminamos o desaprovechamos el volumen de agua aprovechable disminuye.

b. Recurso suelo

El proceso de formación del suelo es largo, depende de los factores físico-ambientales y de los factores bióticos. En este proceso la pendiente cumple una función fundamental. En el mundo se pierde anualmente alrededor de 0,7 % de área cultivada debido a la erosión (Miller, 1994). En el Perú, debido a las grandes pendientes de las laderas de los Andes y a la deforestación acelerada, el proceso de erosión es mayor que el de formación del suelo. Este, al estar descubierto es arrastrado por los vientos, por los ríos y por las precipitaciones originando huaycos y formando cárcavas.

Otro de los grandes problemas que origina la pérdida de suelos en el Perú es el uso inadecuado de los mismos. La calidad y uso del suelo del Perú no es la misma para todo el territorio. Para mejorar su uso se ha clasificado a los suelos del Perú, existiendo un mapa del "Uso del suelo según su capacidad de uso mayor" (ONERN, 1985). En él se aprecia que las tierras aptas para un cultivo estacional solo abarcan el 3,81% del territorio Nacional; las tierras para siembra de cultivos permanentes como los frutales o el café, representan el 2,11% del territorio. Si sumamos estas dos cifras nos damos con la sorpresa que solo el 5,92% de las tierras del Perú pueden ser usadas para la agricultura. De esta manera el promedio por cada habitante es de 0,3

hectáreas de tierra agrícola. Ello es alarmante si tenemos en cuenta que para alimentar una familia de 6 miembros se requiere de 3 hectáreas en la sierra y costa y 10 hectáreas en la selva. Los otros usos según esta clasificación, son para pastoreo que representa el 13,94%. El 57% del territorio es apto para la siembra de bosques y el 37% del suelo se encuentra cubierto por bosques. Los otros usos de menor importancia se refieren a las tierras aptas para otras actividades como turismo, industria y/o minería. Se incluyen dentro de esta clasificación a los desiertos.

El uso inadecuado del suelo agrícola, la contaminación por pesticidas y fertilizantes o la inadecuada explotación minera, repercuten seriamente en la producción agrícola.

c. Recurso biodiversidad

La variedad de ecosistemas, especies y genes dentro de una población se define como biodiversidad. La variabilidad espacial del Perú origina multiplicidad de ecosistemas con características propias. El bosque tropical lluvioso es uno de los ecosistemas con más alta biodiversidad; estos proveen al hombre madera, combustible, recursos genéticos, plantas medicinales y carne. Purifican el medio ambiente del planeta y son fuente de turismo si se explotan de manera adecuada. Cerca del 40% del territorio nacional está ocupado por bosques tropicales lluviosos. Su uso debe ser planificado e incluir la renovación de los árboles talados y la conservación de las áreas naturales.

d. Recursos energéticos renovables:

Los recursos energéticos son aquellos a partir de los cuales podemos obtener energía cinética o calórica:

Energía lunar:

Si bien la influencia de la luna en la tierra no es grande esta origina las mareas que son grandes fuentes de energía cinética. También tiene influencia en el desarrollo y crecimiento de las plantas y animales ya que modifica el fotoperíodo y el geotropismo. Esto es ampliamente usado y conocido por los agricultores y ganaderos. Por ello la antigua costumbre de sembrar las plantas, esquilarse los animales y programar la pesca cuando hay luna llena.

Energía undal o marea motriz:

Es aquella producida por el movimiento de las olas de los espacios acuáticos, esta es una fuente muy grande de energía cinética. Si bien actualmente no se utiliza a nivel comercial, es una fuente de energía que permite el movimiento de nutrientes y la difusión de especies en ecosistemas marinos. El uso inadecuado de esta energía puede producir trastornos en el normal funcionamiento de los ecosistemas acuáticos variando la distribución de los nutrientes.

Energía eólica:

Es la energía del viento. Los vientos poseen distribución geográfica variando su fuerza e intensidad según la evaporación y rotación de la tierra; pueden ser usados en los molinos de viento, para mover embarcaciones y en los deportes de aventura. En la costa del Perú son conocidos los vientos Paracas de gran velocidad y magnitud.

Energía hidráulica:

Aprovechada ampliamente en las centrales hidroeléctricas para crear electricidad y en los molinos de agua. Estos procesos aprovechan las caídas naturales de agua o generan energía mediante caídas de agua creadas por el hombre. En el Perú debido a las elevadas pendientes de los Andes este es un recurso abundante.

Energía solar:

Puede ser aprovechada en zonas donde la intensidad lumínica es grande como en las zonas andinas y en las zonas cercanas al Ecuador. La forma más conocida es el uso de paneles solares, estos captan la energía solar y la transforman en electricidad. Los paneles solares tienen

que ser relativamente grandes para captar más luz solar y pueden estar hechos de un material que acumule el calor del sol, como aluminio o canales de agua, según sea el modelo.

La energía solar cumple una función fundamental en el calentamiento de los animales de sangre fría y en el proceso fotosintético. Genera movimiento de masas de aire y agua a través de las diferencias de temperatura originando huracanes y corrientes marinas.

Los antiguos peruanos de la zona de Puno usaban esta energía formando pozas de agua que acumulaban el calor del día al calentarse el agua y lo liberaban en la noche al enfriar o congelarse el agua, impidiendo de esta manera la helada en los cultivos.

Energía de la biomasa:

La biomasa está constituida por las plantas y animales. Es posible obtener energía de la descomposición de la biomasa, a través de la construcción de biodigestores. En la naturaleza algunos hongos y bacterias utilizan la energía de la biomasa muerta animal y vegetal a través de los procesos de descomposición formando de esta manera abonos naturales como el compost y el humus.

Al quemar la leña, los pastos o el guano de los animales se aprovecha la biomasa y se genera energía calórica.

Recursos no renovables:

Los recursos no renovables al ser utilizados en exceso se agotan ya que existen en cantidades limitadas. Su tiempo de reposición es tan largo que exceden el tiempo de la vida humana.

a. Recursos minerales:

Se considera como recursos minerales tanto a las rocas compuestas por una mezcla de compuestos inorgánicos; como los minerales formados por compuestos homogéneos. En el Perú los principales minerales extraídos son cobre, plomo, zinc, fierro y oro. Se consideran recursos no renovables ya que su depósito debajo de la tierra se agota.

b. Recursos energéticos no renovables:

Energía fósil: Formada por sustancias orgánicas acumuladas bajo tierra a lo largo de miles de años. Constituida por el gas natural producto de la descomposición de los restos orgánicos a grandes profundidades, el petróleo y el carbón. Para una nueva producción de estos recursos se requeriría miles de años y una elevada acumulación de restos orgánicos que no se da en el estado actual de desarrollo de los ecosistemas. Por ello se trata de recursos no renovables.

Energía geotérmica:

Es la energía que se crea de manera natural en el centro de la tierra. Esta desfogga en algunos lugares del planeta en forma de volcanes, géiseres y fosas marinas o calienta el agua formando las aguas termales. Estos yacimientos geotérmicos pueden ser utilizados directamente por el ser humano (aguas termales).

Energía radioactiva:

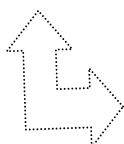
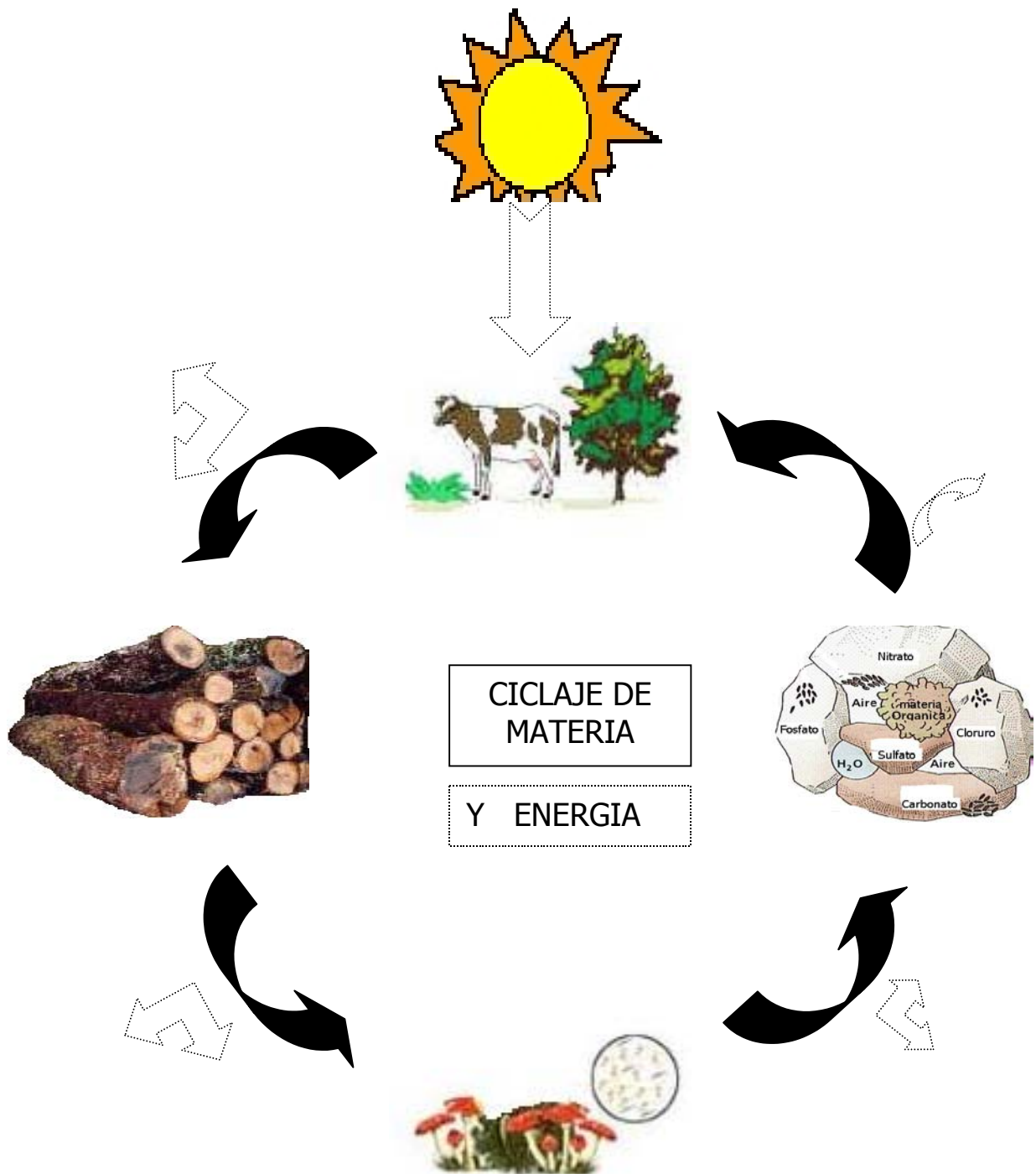
Los minerales radioactivos como el uranio y el plutonio son una fuente de energía. En el Perú se ha ubicado yacimientos de uranio, pero no se han explotado. Los elementos radioactivos son inestables y tienen un tiempo de vida hasta que llegan a desintegrarse. La energía radioactiva es magnificada en centrales radioactivas en las que al romper el núcleo del átomo y separar los neutrones se libera la energía del núcleo que mantenía los neutrones unidos. La energía producida en este proceso es muy grande, por lo que las plantas nucleares deben tener enormes sistemas de seguridad y encontrarse aisladas de los centros poblados. En el Perú existe una planta de energía nuclear en Carabaylo, rodeada de áreas agrícolas.

La radiación producida por los minerales radioactivos tiene un efecto sobre la materia circundante y puede producir serias alteraciones dependiendo de su intensidad. Los minerales radioactivos pueden entrar en las cadenas tróficas y magnificar su efecto al transmitir la energía

a otros átomos. Ello es especialmente peligroso para los últimos eslabones de la cadena trófica que reciben el efecto de la energía radioactiva magnificada. A este efecto se le denomina **magnificación biológica**.

Los elementos radioactivos son usados para analizar las cadenas tróficas o como marcadores para analizar la vida de los organismos ya que son fáciles de detectar. También se utilizan en la medicina.

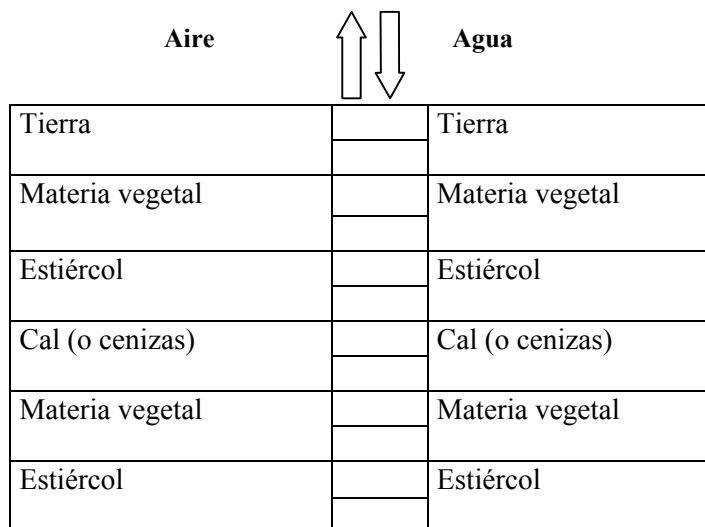
CICLAJE DE MATERIA Y FLUJO DE ENERGIA



energía calórica

PREPARACION DEL COMPOST

- Antes de iniciar la preparación del compost se realiza un hoyo de 1 m³.
- Para la preparación del compost se utiliza:
 1. Antes de rellenar en la parte interna del hoyo se debe colocar una caña o un tubo de plástico para permitir la aireación e impedir reacciones anaeróbicas.
 2. Materia vegetal, que puede estar compuesta por restos de cosecha o malezas. Para una rápida descomposición la materia vegetal debe ser herbácea; mientras mayor sea la cantidad de lignina presente en la materia vegetal, la descomposición será más lenta.
 3. Cal agrícola o cenizas, para acelerar el proceso de fermentación.
 4. Estiércol, por lo común se utiliza estiércol de vaca o caballo.
- Los tres ingredientes se colocan en capas alternas formando entre tres y hasta cinco capas con cada ingrediente.
- La mezcla debe regarse diariamente y removerse con una pala cada dos semanas.
- La temperatura inicial de la mezcla será de 80 °C y la final será similar a la temperatura ambiente.
- El tiempo de descomposición es de dos meses en invierno y seis semanas en verano.



- El compost estará listo cuando:
 - No presente olor desagradable.
 - Su temperatura sea similar a la temperatura ambiente.
 - No presente restos de materia vegetal ni estiércol.
- El compost se utiliza:
 - Como abono orgánico.
 - Para enriquecer el suelo con nutrientes.
 - Aumenta la fauna del suelo.
 - Aumenta la aireación de las raíces.
 - Permite el reciclaje de desperdicios orgánicos.

Desarrollo de la práctica

1. Identifique y clasifique los recursos naturales renovables y no renovables que son utilizados en biohuerto.
2. ¿Qué recursos naturales pueden ser explotados?
3. ¿Qué alternativas energéticas harían más sustentable el biohuerto. Explique.

Bibliografía

1. Brack, A. & Mendiola, C. 2000. Ecología del Perú. Bruño. Perú.
2. Odum, E. 1972. Ecología. Interamericana. México.
3. Onern, 1985. Mapa de uso del suelo según su capacidad mayor de uso.
4. Miller, Tyler, 1994. Ecología y medio ambiente. Iberoamérica. México.

Práctica N° 3

MATERIA Y ENERGIA

Los ecosistemas necesitan materia y energía para su funcionamiento. La fuente fundamental de energía de los ecosistemas es la energía solar sin embargo, solo entre el 1 y el 3 % de la energía solar que llega a la tierra es aprovechada por las plantas; el resto de la energía se pierde en las diferentes capas atmosféricas y por diferentes procesos.

La **energía** es la capacidad de realizar trabajo y puede encontrarse en la naturaleza en varias formas: en los enlaces químicos en forma de **energía potencial**, o en movimiento en forma de **energía cinética**. La energía puede pasar de una forma a otra. Así, al quemarse los pastos de una pradera, o al correr un venado para evitar ser cazado por un puma, parte de la energía potencial se convierte en energía cinética y se libera calor (energía calórica).

Materia se define como todo aquello que ocupa un lugar en el espacio. El espacio que ocupa la materia está determinado por la energía potencial de los enlaces químicos.

Tipos y Formas de Energía

| Tipos | Formas |
|--------------------------|---|
| Energía solar o radiante | Energía calórica o térmica |
| Energía eléctrica | Energía cinética Energía de movimiento |
| Energía química | Energía potencial Energía almacenada |

La **primera ley** de la termodinámica sostiene que la energía no se crea ni se destruye, se transforma. La energía de un ecosistema permanece a pesar de todos sus cambios. La energía solar que entra a un ecosistema se transforma principalmente en calor. Una pequeña parte se transforma en energía química, que es almacenada en los enlaces químicos de los productores (moléculas de ATP), y puede ser utilizada por otros organismos. A lo largo de la cadena alimenticia o red trófica de un ecosistema, ocurre también la transformación de la energía. La energía solar no utilizada se disipa en la atmósfera y se pierde en el espacio.

La **segunda ley** de la termodinámica establece que en los cambios y conversiones energéticas la energía potencial del estado final será menor que la energía potencial de estado inicial ya que en el proceso, parte de esta energía se ha transformado en energía calórica; significa, que hay una pérdida sustancial de energía en forma de calor.

La energía puede almacenarse en los enlaces químicos de las moléculas; parte de esta energía es liberada en forma de calor y la otra se utiliza para formar otras moléculas o realizar trabajo. Aplicando la segunda ley de la termodinámica, la energía almacenada en las células de los organismos vivos en forma de moléculas de ATP (adinosin trifosfato), es utilizada para realizar trabajo (crecimiento y mantenimiento de metabolismo) al transformarse en ADP (adinosin difosfato) liberando un ión fosfato y calor. Esta es la fuente más directa de energía. En las plantas, mientras la fotosíntesis almacena energía al formar moléculas de azúcar, la respiración libera energía. En los animales, las fuentes de energía son exógenas (alimento) y se hacen disponibles a través de los procesos metabólicos a nivel celular y a través de los procesos respiratorios cuando el ATP se transforma en ADP liberando calor.

En una cadena trófica, cada nivel tiene una concentración de energía distinta de los eslabones superiores o inferiores y por lo tanto la capacidad de trabajo de los organismos es diferente según el nivel trófico que ocupa.

Es importante decir que la cantidad de energía disminuye a lo largo de la cadena, ya que parte de ella es transformada en energía calórica; sin embargo la calidad de energía es la que aumenta. La calidad de energía depende de la concentración de la misma y por ende de su capacidad de realizar trabajo. De esta manera; si bien la cantidad de energía declina a lo largo de la cadena trófica, ya que parte de ella es transformada en energía calórica, su capacidad de efectuar trabajo aumenta, ya que el número de enlaces es mayor.

Una característica básica en los ecosistemas es que la energía se utiliza en forma direccional y no es posible su utilización en forma cíclica ni retornable; sin embargo, la materia si tiene un funcionamiento cíclico. La materia esta constituida por componentes orgánicos e inorgánicos. El ciclo de la materia se estudia dentro de los ciclos biogeoquímicos.

Compuestos orgánicos formadores de la materia viva:

Los seres vivos están formados principalmente por cuatro compuestos:

Carbohidratos; formados por azúcares. Estos compuestos son los que se forman como resultado de la fotosíntesis. Son utilizados por organismos como energía básica disponible de manera inmediata. Ejemplos de azúcares son la glucosa y la fructosa ambos se forman como resultado de la fotosíntesis.

Lípidos; conformados por grasas y aceites. Es la forma en que los seres vivos almacenan energía para utilizarla en un futuro o en épocas críticas. Son lípidos las ceras y el colesterol. Los animales almacenan energía en forma de grasas, mientras que las plantas en forma de almidones.

Proteínas; están compuestas por cadenas de aminoácidos y tienen una estructura compleja. Constituyen cerca del 50% del peso seco de los animales y algo menos en las plantas. Su función es muy diversa: algunas proteínas tienen función enzimática y de regulación hormonal; otras cumplen función de almacenamiento como las proteínas del huevo o de las semillas y de transporte como la hemoglobina.

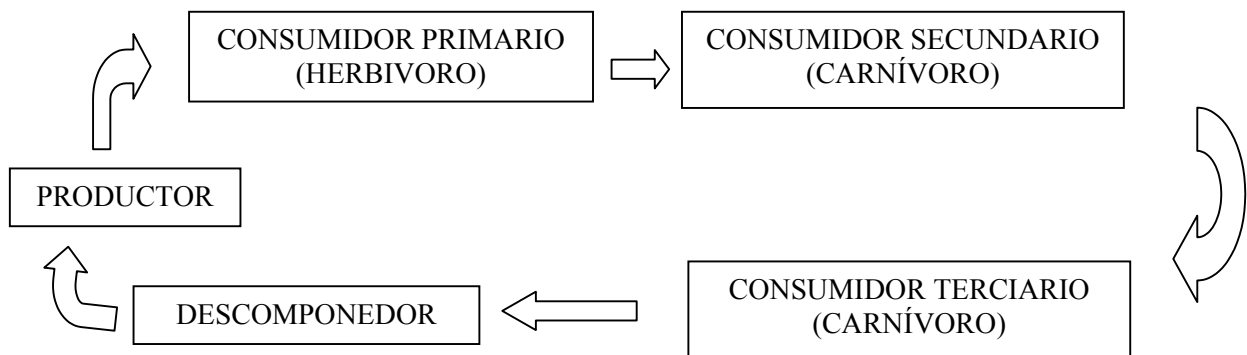
Nucleótidos; son las estructuras esenciales de los ácidos nucleicos, conforman la estructura genética de los seres vivos y están constituidas por proteínas complejas denominadas nucleoproteínas. Son nucleoproteínas el ADN y el ARN.

Cadena y niveles tróficos

Se denomina cadena trófica o alimenticia a la transferencia de materia y energía que realizan los seres vivos, de un nivel trófico a otro.

Un nivel trófico está dado por el conjunto de organismos que poseen similares hábitos alimenticios para la obtención de materia y energía, por ejemplo los consumidores primarios.

El flujo de materia pasa por los siguientes niveles tróficos:



El primer nivel trófico de la cadena alimenticia está constituido por los **productores**. En los ecosistemas terrestres y acuáticos los productores más comunes son las plantas y las algas respectivamente. En ambos casos la fuente primaria de energía es el sol. Los productores forman azúcares como resultado de la fotosíntesis al aprovechar la energía lumínica y transformarla en energía química dentro de los cloroplastos por ello se denominan autótrofos.

La eficiencia de la transformación de energía de las plantas depende de la intensidad y de la calidad de luz y de la velocidad de fotosíntesis.

Según la eficiencia del proceso de fotosíntesis o aprovechamiento de energía, existen tres tipos de plantas. Las plantas C₃, las plantas C₄ y las plantas CAM.

Las plantas C₄ son las que presentan una mayor eficiencia fotosintética. Como producto final fijan el dióxido de carbono (CO₂) en un compuesto de 4 carbonos de oxalacético como producto final del proceso forman fructuosa. Dentro de este grupo encontramos a muchos pastos que dominan en la vegetación de pradera o en nuestros ecosistemas de pastizal altoandino y las plantas tropicales. Ejemplos de promineas C₄ son maíz, caña de azúcar y sorpo.

Las plantas C₃ fijan el dióxido de carbono en un compuesto de 3 carbonos (fosfoglicerato) el producto final de la fotosíntesis es la glucosa, azúcar de 6 carbonos. Para la formación de la misma la planta requiere utilizar mayor energía y tiempo por lo que estas plantas resultan menos eficientes en los ecosistemas en los que existe una elevada intensidad de luz. Las plantas que se encuentran dentro de este grupo son las plantas características de ecosistemas de clima templado como por ejemplo las rosas. Algunas gramíneas C₃ son tipo avena y arroz.

Las plantas CAM a diferencia de las anteriores solo realizan el proceso de respiración durante la noche, de esta manera ahorran energía y agua al no abrir sus estomas e impedir el intercambio gaseoso durante el día. Estas plantas producen un ácido denominado **ácido crasulo amiláceo** y fijan el anhídrido carbónico durante la noche y lo almacenan en las vacuolas. Durante el día se realiza la fijación de la energía lumínica y se forman los azúcares. Este proceso es lento por ello estas plantas crecen lentamente.

Los **consumidores** o heterótrofos, se alimentan de otras especies almacenando la energía en los enlaces químicos de las moléculas que conforman su cuerpo.

Los consumidores pueden clasificarse según la fuente de alimentación en:

- Consumidores primarios o herbívoros; se alimentan solo de plantas,
- Consumidores secundarios o carnívoros; se alimentan de herbívoros,
- Consumidores terciarios y de los niveles siguientes; sólo se alimentan de otros animales carnívoros

- Omnívoros; se alimentan tanto de animales como de plantas.

En los animales la eficiencia de transformación de energía depende del tipo de organismo; por ejemplo, los organismos de sangre caliente requieren altas cantidades de energía para mantener su metabolismo, en cambio los animales de sangre fría utilizan con mayor eficiencia la energía solar calentándose al sol y regulando de esta manera su metabolismo. Es por ello que abundan los reptiles en las zonas desérticas y en los ecosistemas tropicales.

El proceso de transferencia de la energía en la cadena trófica, depende de la especie, solamente entre 1 y 20 % de la energía es transferida al siguiente nivel. Por ejemplo sólo el 10% de la energía que se encuentra en la planta pasa a los herbívoros.

Los **descomponedores** (detritívoros y degradadores) son fundamentales para reciclar los nutrientes y ponerlos nuevamente a disposición de los productores. Entre los **detritívoros** se incluye a los animales carroñeros como los buitres, los chacales y los cangrejos. Estos inician el proceso de la descomposición seguidos por los **degradadores** entre los que encontramos a las bacterias y a los hongos saprofitos.

Mientras que los procesos de síntesis se denomina anabolismo, a los procesos de descomposición se les conoce como catabolismo. Ambos forman parte del proceso denominado metabolismo. La respiración forma parte de los procesos catabólicos. La respiración puede ser aeróbica o anaeróbica.

En los procesos de descomposición existen descomponedores aeróbicos que realizan la descomposición en presencia de oxígeno y los descomponedores anaeróbicos que no requieren de oxígeno. De esta manera se logra la descomposición en todos los ambientes.

La descomposición aeróbica descompone las moléculas orgánicas en, anhídrido carbónico (CO_2) y agua (H_2O), liberando energía al romper los enlaces químicos.

En la descomposición anaeróbica las moléculas orgánicas terminan en forma de nutrientes acompañadas de gas metano (CH_4) o sulfuro de hidrógeno, según los organismos y el ambiente.

Productividad primaria

Se define como la velocidad de la energía fijada durante el proceso fotosintético que ocurre en los cloroplastos de las plantas. Sin embargo, todos los tejidos vivos respiran continuamente y parte de la energía fijada por fotosíntesis es utilizada inmediatamente en la respiración de las plantas. Por esta razón se debe diferenciar entre los conceptos de productividad primaria neta, productividad primaria bruta y productividad del ecosistema.

La productividad primaria bruta (PPB); es la conversión de energía radiante a energía química por unidad de superficie en un ecosistema y en un tiempo dado. Esta energía está disponible para ser usada en la respiración de las plantas.

La productividad primaria neta (PPN) es la productividad primaria bruta menos la energía perdida en la respiración de las plantas. Esta se utiliza para el crecimiento neto de la vegetación, para el sostenimiento de los herbívoros, para compensar la producción de la materia orgánica muerta o para ser exportada hacia otros ecosistemas. Una forma de medir la productividad primaria neta es a través del peso de la biomasa vegetal (raíz, tallo, hojas) producida en un tiempo y en área determinados.

Productividad neta

Es la productividad primaria neta de un ecosistema menos la pérdida de energía para el sostenimiento de los consumidores.

$$\text{PRODUCTIVIDAD NETA} = \text{PPN} - \text{RESPIRACIÓN DE LOS DEL ECOSISTEMA CONSUMIDORES}$$

La productividad neta de un ecosistema puede ser estimada indirectamente a través de mediciones de la fotosíntesis neta, respiración vegetal, producción primaria bruta, producción de biomasa y producción primaria neta. En todos los casos el concepto de productividad implica: **gramos de materia orgánica producidos por unidad de tiempo y unidad de área.**

Producción (P)

Producción es la biomasa producida por unidad de tiempo. La producción de un ecosistema es toda la productividad neta del ecosistema por unidad de tiempo; también puede medirse la producción para un individuo, población o comunidad.

No todos los ecosistemas producen a la misma velocidad. Ello está determinado por los factores abióticos como la intensidad del sol, el tipo de suelo, la cantidad y la frecuencia del agua entre otros y por la eficiencia fotosintética de las plantas. Para cada tipo de ecosistema se tiene una productividad primaria neta estimada. Los ecosistemas con el promedio más alto de productividad primaria neta son los manglares, los pantanos, las marismas y el bosque tropical lluviosos. Los ecosistemas de menor productividad son la tundra, el mar abierto y el desierto.

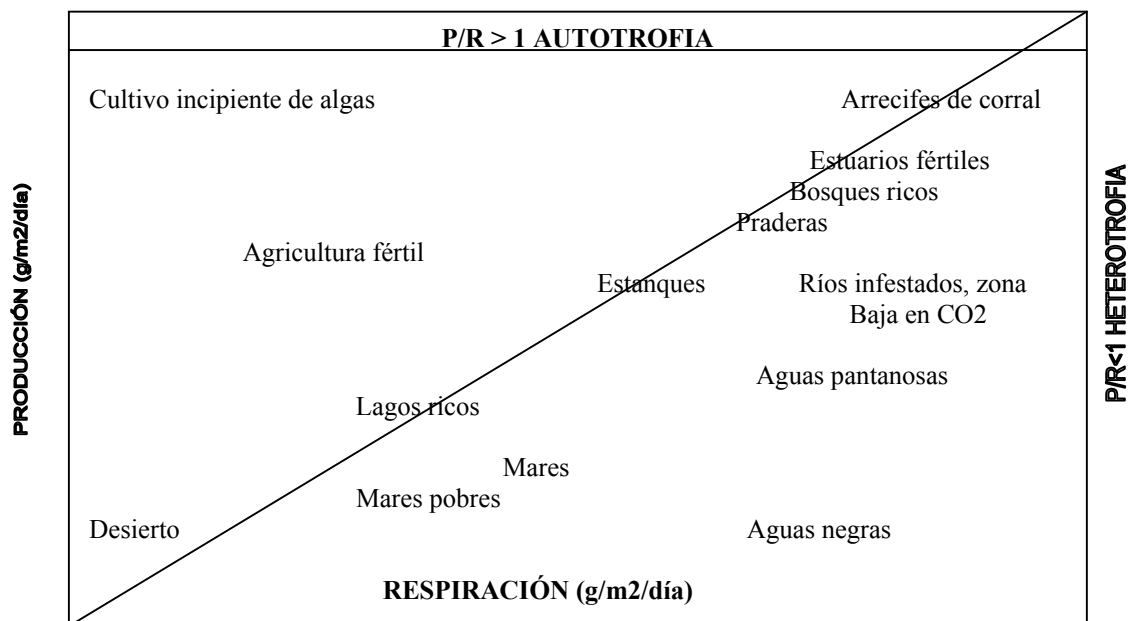
Respiración (R)

La respiración es el proceso de liberación de energía, anhídrido carbónico y agua a través del proceso de degradación de los compuestos orgánicos.

Producción(P) y Respiración(R)

La relación entre P y R nos indica la cantidad de energía y materia utilizada por el ecosistema.

Relación Producción/Respiración en diversos Ecosistemas



Ciclos biogeoquímicos:

Estos ciclos describen el movimiento de los elementos que componen la tierra (materia) y contribuyen al mantenimiento de las condiciones que sostienen la vida en el planeta. Los ciclos son activados por el sol, el cual a su vez regula grandes sistemas de corrientes marinas, sistemas atmosféricos, actividad volcánica, actividad humana y otros fenómenos naturales.

Como resultado de la acción de los descomponedores, los compuestos orgánicos son disgregados y los elementos devueltos al suelo, al agua o a la atmósfera. Los mismos elementos son nuevamente utilizados por las plantas que a su vez son consumidas por otros organismos y finalmente descompuestos. En este proceso se crean compuestos orgánicos cada vez más complejos, hasta que los descomponedores los devuelven al suelo. Se trata entonces de un proceso cíclico necesario para mantener la vida de los ecosistemas.

Los ciclos biogeoquímicos se activan cuando cae la lluvia y esta discurre por la superficie terrestre, cuando los vientos levantan el polvo, o cuando grandes grupos de animales se desplazan de un lugar a otro. Factores físico-ambientales como: vientos, tormentas y explosiones volcánicas activan los ciclos biogeoquímicos. Todo ello implica el uso de energía y el movimiento de la materia.

Los ciclos biogeoquímicos pueden ser de dos tipos:

Ciclos atmosféricos:

Son aquellos que son regulados por los movimientos atmosféricos y reacciones químicas que se dan en ella. Estos elementos en su forma abiótica se encuentran en la atmósfera.

La velocidad de renovación de estos ciclos es mayor comparada con los ciclos sedimentarios.

Los ciclos del carbono, nitrógeno y oxígeno son considerados como ciclos atmosféricos.

Ciclos sedimentarios:

Son aquellos en que los elementos en su forma abiótica se encuentran depositados en la corteza de la tierra. Los ciclos sedimentarios son más lentos y por lo tanto su renovación es menor comparado con los ciclos atmosféricos. Se consideran como ciclos más vulnerables. El ciclo del fósforo y del hierro son considerados como ciclos sedimentarios.

Algunos ciclos como el del azufre se inician en las rocas de donde pasan a la atmósfera, por ello no pueden ser considerados como ciclos atmosféricos ni como sedimentarios.

Desarrollo de la práctica

Los alumnos trabajarán en grupo y escogerán un ecosistema. que será analizado a través del desarrollo del siguiente cuestionario:

1. Realice el esquema de una cadena trófica.
2. En el ecosistema en estudio, reconozca y describa las formas de materia y energía que entran y salen.
3. Describa dos lugares del campus universitario y compare la Productividad Primaria Neta en base a:
 - Eficiencia fotosintética
 - Biomasa producida
 - Tamaño del espacio
 - Tamaño de las plantas
 - Tiempo de desarrollo del "pequeño ecosistema"

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernstein, R. Bernstein, S. 1998. Biología Mc.Graw Hill. Santa Fe de Bogotá. 10ªed.
2. Barnes, Curtis; 1997. Biología. Ed. Panamericana. Colombia.
3. Odum. E. P. Ecología. 1986. 3ª Ed. Ed. Interamericana, México.
4. Miller, Tyler Jr. 1992. Ecología y medio ambiente. Grupo editorial Ibero América, México.

Práctica N°4

POBLACIÓN Y CAMBIOS

Se define población como el conjunto de individuos de una misma especie que ocupan un lugar determinado en un tiempo dado. Pertenecen a una misma especie aquellos individuos que pueden intercambiar genes entre sí.

Al estudiar una población debemos definir sus características. Existen características que son aplicables a todas las poblaciones sean plantas o animales; entre estas tenemos el crecimiento poblacional, la densidad, la mortalidad, la natalidad y la distribución.

Las poblaciones cambian a lo largo del tiempo; estos cambios están sujetos a factores externos como los factores abióticos y a los factores internos como a las relaciones entre especies y relaciones dentro de la población (relaciones intraespecíficas).

DINÁMICA DE LAS POBLACIONES

Estudia los mecanismos que hacen que una población cualquiera sufra cambios en su estructura y tamaño. En general, se considera que los cambios de una población están sujetos a las entradas (nacimientos, inmigraciones) y salidas de los individuos (muertes y emigraciones).

El **crecimiento poblacional** (r_0) es el aumento de la población en un tiempo dado. Cuando los componentes de inmigración y emigración en una población son muy pequeños, el crecimiento para una población queda simplificado al número de nacimientos (n) menos el número de muertes (m), en un tiempo definido:

$$r = n - m$$

El crecimiento poblacional puede expresarse como el porcentaje de cambio del tamaño de la población. Este mide el cambio de la población a lo largo del tiempo. La **tasa de crecimiento poblacional** se calcula de la siguiente manera:

$$r (\%) = (n - m / \text{población inicial}) \times 100$$

Si la tasa de crecimiento poblacional es positiva existe mayor cantidad de nacimientos que de muertes en la población, por ende la población esta creciendo, si en cambio es 0, no existen cambios en la tasa poblacional; si es negativa la población esta decreciendo.

Densidad de una población; es el número de individuos, por unidad de área en el caso de organismos terrestres, o de volumen en organismos acuáticos. Existe un número máximo de individuos que puede vivir en un área dada este límite esta dado por los recursos y por lo tanto por el nivel trófico al que pertenecen los individuos. El límite mínimo de la densidad poblacional está dado por los factores biológicos y por las relaciones interespecíficas.

Cuando la población ocupa los niveles tróficos más bajos, la densidad es más alta. La densidad nos permite estimar el número de individuos de una población sin tener que contar a todos los individuos. Para medir el tamaño de la población se puede utilizar diversos métodos. El uso de uno u otro método dependerá de la población en estudio.

Mortalidad; es el número de individuos muertos en un tiempo dado. Esta dependerá en gran medida de los factores externos, de las relaciones interespecíficas negativas y de los factores abióticos. Pero también se ve limitada por los recursos existentes. Cuando la influencia de estos factores es mínima la mortalidad se debe solo a factores fisiológicos causados por muerte

natural, hablamos entonces de una **mortandad fisiológica o mínima**. La tasa de mortandad se calcula dividiendo el número de individuos muertos (m) entre la población inicial y multiplicando el resultado por 100:

$$\text{Tasa de mortandad} = (m / \text{población inicial}) \times 100$$

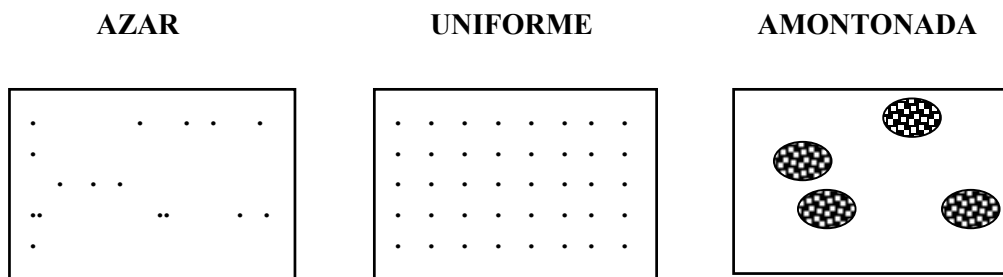
Natalidad; es el número de individuos de una población nacidos vivos en un tiempo dado. La natalidad depende de los factores inherentes a la población o potencial biótico y de los factores externos a esta. La natalidad se expresa como la **tasa de natalidad** que es el número de nacimientos (n) entre la población inicial expresado en porcentaje:

$$\text{Tasa de natalidad} = (n / \text{población inicial}) \times 100$$

Natalidad máxima; es la natalidad cuando no existen factores adversos, esta sólo se puede lograr si los factores externos son óptimos. La natalidad máxima depende de muchos factores como: el número de individuos por sexo, la edad del inicio y del final de la etapa reproductiva, el tiempo de gestación y el número de crías por camada.

Distribución; es la forma en que los individuos se encuentran dispersos en un área dada. Esta distribución depende de la organización social de los individuos y de los recursos existentes. Dentro de las poblaciones existen tres formas características de distribución: al azar, amontonada y uniforme.

Distribución de los individuos de una población en el ecosistema:



Son pocas las poblaciones que presentan una distribución al azar, por lo común esta distribución se ve alterada en las épocas de crianza y reproducción. Poblaciones que presentan este tipo de distribución son: las arañas viuda negra y las moscas. Las poblaciones como las hormigas, los bancos de choros y las conchas de abanico en el mar, presentan distribución amontonada. A menudo las poblaciones cuyos individuos compiten por los factores abióticos, como los árboles en el bosque de coníferas y en los bosques de la sierra, muestran distribución uniforme. Ellos compiten por factores abióticos como suelo, luz y agua.

Estructura poblacional; está determinada por las características de los individuos que componen una población. Los factores que determinan la estructura poblacional son el sexo, la edad y la organización social. La estructura poblacional permite estimar el desarrollo futuro de una población.

Edad; La estructura de edad de una población puede acercarnos al conocimiento de la fluctuación de la población y de los efectos que los factores externos pueden causar en un momento dado. De esta manera un aumento del número de individuos de determinada edad nos indicará que hubo un factor favorable por ejemplo un aumento de alimento. En el caso de la

población humana nos interesa saber como cambia la expectativa de vida en relación a la estructura de edad de la población.

La edad de los individuos de una población se puede definir según parámetros de crecimiento, forma o tamaño de una parte del cuerpo, o presencia de ciertas estructuras como dientes en los felinos, cuernos en los venados, número de anillos en los árboles, etc. Una vez establecida la edad de cada individuo esta se representa en un gráfico de barras horizontales por edades. El gráfico más común es el de una pirámide: este nos indica que existe una mayor cantidad de individuos jóvenes que viejos y que la población esta creciendo. Ello nos permite predecir los cambios futuros en el tamaño de las poblaciones. Si la población permanece constante durante muchas generaciones el gráfico resultante será un rectángulo, si decrece la pirámide estará invertida.

Razón de sexos; La distribución de los sexos en una población puede ser interesante para determinar la natalidad. Para ello calculamos la **Razón de sexos (R)**. Ello se determina dividiendo el número de machos de una población entre el número de hembras de una población. De esta manera:

$$R = N^{\circ} \text{ machos} / N^{\circ} \text{ hembras}$$

En una población estable el valor R es igual a 1 y no varia a lo largo del tiempo. Si el valor de R es mayor de 1 existe mayor número de machos que de hembras, si en cambio este valor es menor de 1 existe mayor número de hembras en la población estudiada. La razón de sexos puede relacionarse con la organización social de la población. No siempre al haber mayor número de hembras, existe una mayor natalidad en una población.

Organización social; como manadas, grupos, cardúmenes, colonias e individuos solitarios. Según sea la organización social de la población, los valores de R tendrán diferente interpretación. R sólo sirve para comparar poblaciones de una misma especie.

Un grupo esta formado por un individuo que domina a todos los demás, seguido de otro dominante subordinado al dominante inicial e individuos subordinados a todos los anteriores. La dominancia se establece mediante luchas de poder, demostraciones o exhibiciones, que son utilizadas periódicamente para mantener los rangos establecidos. En la manada existe una distribución de roles de los individuos de una población. Los monos son ejemplo de manada. Los lobos son ejemplo de un grupo conformado por 6 a 12 individuos

MÉTODOS DE CONTEO DE POBLACIONES

Cuando se estudia poblaciones que se encuentran siempre en un mismo sitio es necesario tomar en cuenta la distribución y organización social de la población. De esta manera la población puede estar distribuida al azar o siguiendo un patrón ordenado, encontrarse solitaria o en grupos. Si bien es posible contar a toda una población, ello es bastante laborioso y sólo es posible si los organismos son de gran tamaño y el espacio estudiado es pequeño.

Método del cuadrado:

Se utiliza generalmente cuando la población está en un espacio definido. En este caso se establecen parcelas en las que se evalúa el número de individuos.

Si contamos plantas se analiza sólo un área de la comunidad. El cuadrado a muestrear se establece al azar en un área representativa eliminando las zonas de borde donde el número de individuos disminuye y ejercen mayor influencia los factores externos. Para plantas lo común es establecer un cuadrado de área definida y realizar un conteo de todas las plantas de la especie en

estudio. También se puede recolectar y pesar todas las plantas una vez secas y expresar el valor como peso seco por unidad de área.

Si lo que queremos medir es el tamaño de una población de bacterias u hongos el cuadrado elegido deberá ser de unos milímetros. El tamaño y forma del área definida dependerá de la especie y del espacio a estudiar.

Método de marcado y recaptura:

Cuando se estudia a poblaciones que se encuentran en constante movimiento como los anfibios, los reptiles, las aves, los mamíferos y los artrópodos se utiliza el método del marcado y recaptura de la población.

Este método elaborado por Leslie-Davis consiste en tomar varios muestreos de una población en un tiempo muy corto. Los individuos capturados son marcados y nuevamente liberados. Si las muestras sucesivas indican que los individuos marcados no regresan al lugar de muestreo y si el número de individuos entre el primer y el segundo muestreo baja, se interpreta como una disminución de la población. Para establecer el tamaño de la población en un intervalo de tiempo (N), se resta al tamaño de la población inicial (N°), el número de individuos capturados en el tiempo de estudio (Kt). De esta manera tenemos:

$$N = N^{\circ} - Kt$$

Para que este método sea efectivo es necesario que:

Las marcas no afecten la fisiología, ni el comportamiento de los animales,

Las marcas no sean notorias para los depredadores,

Las marcas sean fáciles de reconocer,

La población sea cerrada (no exista migración ni emigración)

La población permanezca estática entre la captura y la recaptura y no existan nacimientos ni muertes.

Lo último se logra utilizando intervalos cortos entre la captura y la recaptura, sin embargo siempre el valor obtenido puede estar sujeto a una ligera variación.

POTENCIAL BIÓTICO: (r_0)

Cuando la natalidad se aproxima al límite fisiológico determinado por el número máximo de crías por hembra, la mortalidad es mínima y los individuos mueren de viejos, el valor de r_0 es el máximo posible. En este momento el número de nacimientos es máximo y el número de muertes mínimo y r_0 es máximo. A este valor de r_0 máximo se le denomina potencial biótico. El potencial biótico puede obtenerse en el laboratorio ya que en condiciones naturales los factores externos hacen disminuir los valores de natalidad y elevar los valores de mortalidad.

MODELOS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Modelo exponencial:

Cuando no existen límites externos para el crecimiento poblacional la población crece indefinidamente con el tiempo. Esta situación puede presentarse cuando los individuos han sido recientemente introducidos, no cuentan con controladores biológicos o depredadores ni límite en volumen de alimento o cuando una población se desarrolla en condiciones de laboratorio. Por ejemplo el cultivo inicial de bacterias en laboratorio. En este caso se calcula el crecimiento poblacional dividiendo la variación de individuos (dN) entre la variación del tiempo (dt):

$$r = dN/ dt$$

donde

r = tasa intrínseca de crecimiento poblacional o potencial biótico de la población

Modelo logístico:

Andrewartha (1973) define población como una unidad biológica que está influenciada en mayor o menor grado por el medio ambiente, y esto se manifiesta tanto en el tamaño como en el crecimiento de la población. De esta manera, una población interactúa con otras poblaciones y con el medio abiótico. En tal sentido la capacidad de carga (K), será un factor muy importante que determina la capacidad de incremento de una población. La población aumentaría en forma exponencial si no existiera límite, si en cambio existe un límite determinado por un factor externo la curva poblacional muestra una forma de S. Lo que nos indica que después de un aumento poblacional algún recurso escasea. Esto puede deberse a la escasez de alimentos, falta de espacio, falta de luz, agua y/ o suelo o a los factores interespecíficos. A consecuencia el número de individuos de la población disminuye, los factores mencionados dejan de ser limitantes y nuevamente la población aumenta y el ciclo se repite.

El crecimiento poblacional se calcula de la siguiente manera:

$$dN/dt = rN (K - N)/ K$$

Donde:

r = Tasa instantánea de crecimiento

N = número de individuos,

K = la capacidad de carga.

La **capacidad de carga (K)**, se define como el máximo número de individuos de una especie que puede albergar un lugar en un periodo de tiempo determinado. Si los valores de N son pequeños, o si la población es pequeña, $(k-N)/k$ tiende a ser 1, no existiendo limitaciones de alimento y el crecimiento de la población se hace exponencial.

Cuando K se acerca a N , $(K-N)/K$ tiende a ser 0, en ese momento la población alcanzó la capacidad de carga. y el crecimiento se hace cero.

Si el valor resultante es negativo K es mayor que N , por lo tanto la población ha superado la capacidad de carga, ello se puede dar solo durante un espacio de tiempo muy corto ya que automáticamente disminuirá N a consecuencia de la falta de recursos.

La capacidad de carga se utiliza mucho para medir la sostenibilidad de los ecosistemas, para la conservación de animales en cautiverio y para planificar las actividades de ecoturismo. De esta manera la capacidad de carga utiliza el espacio al máximo dando como resultado una elevada productividad. Esta utilización, sin embargo no es sostenible a largo plazo y puede deteriorar el ecosistema a gran velocidad. Por ello la capacidad de carga óptima se refiere a la cantidad de individuos que puede sustentar a largo plazo un ecosistema y es el 50% de la capacidad de carga máxima. El mantenimiento de las poblaciones en su capacidad de carga óptima permite el ciclaje de nutrientes y la continuidad del ecosistema. La capacidad de carga varía de una población a otra, de un ecosistema a otro y puede variar dentro del ecosistema a medida que se producen cambios en él.

Frente a los cambios ambientales podemos distinguir dos estrategias de crecimiento de las poblaciones. Estas dependerán de la intensidad de los cambios ambientales y del desarrollo de los ecosistemas:

Estrategas r (generalistas);

Individuos con elevada tasa de reproducción y gran número de descendencia. Estos individuos tienen un periodo de vida muy corto, dedicando muy poco o ningún cuidado a sus descendientes. La estrategia de los estrategas r es invertir la energía en posibilitar la mayor cantidad de combinaciones genéticas que les permitan adaptarse con mayor facilidad a los cambios ambientales. Poblaciones que presentan este tipo de estrategia son bacterias, algas, roedores, plantas anuales e insectos.

Estrategas k (especialistas);

Individuos con baja tasa de reproducción y bajo número de descendencia. Estos individuos dedican gran parte de su vida a la crianza, disminuyendo de esta manera los riesgos de muerte de la descendencia y asegurando que la mayor cantidad de individuos jóvenes lleguen a estado adulto disminuyendo así el gasto de energía invertida. Individuos que presentan este tipo de estrategia pertenecen a eslabones altos de la cadena trófica se trata por ejemplo de felinos, osos o lobos entre otros.

Desarrollo de la práctica:

Escoja una especie silvestre y describa sus características poblacionales definiendo y reconociendo lo siguiente:

1. Distribución.
2. Razón de sexos.
3. Organización social.
4. Modelo de crecimiento poblacional al que se ajusta
5. ¿Qué factores podrían estar limitando el crecimiento poblacional?
6. Tipo de estrategia
7. ¿Cómo realizaría el conteo de individuos de la población en estudio?

Bibliografía

1. Franco, J. 1985. Manual de ecología. Ed. Trillas. México.
2. Curtis H.; Barnes S. 1993. Biología. Colombia.
3. Odum. E. P. 1986. Fundamentos de ecología Ed. Interamericana, México.

Práctica N° 5

COMUNIDAD

Introducción

La comunidad es el conjunto de poblaciones de diversas especies que se relacionan entre sí en un área determinada.

En una comunidad se encuentran algunas características que ayudan a definirla y de esta manera delimitar un estudio específico. Existen dos términos que se relacionan con comunidad: la formación y la asociación.

La formación es una unidad de vegetación homogénea en todos sus estratos. Puede ser definido como un grupo de especies, factores bióticos y/o abióticos que dominan el paisaje y además tiene una distribución determinada. En este, sentido la comunidad y la formación poseen una estructura especial o formas de crecimiento reflejo de las condiciones ambientales presentes. Esta basada en las formas de vida o tipos biológicos dominantes.

Son ejemplos de formaciones en ecosistemas terrestres:

- estrato de cactáceas,
- formación de pastizales,
- matorrales de arbustos espinosos,
- bosques perennifolios,
- páramo
- formación de lomas.
-

Son ejemplos de formaciones en ecosistemas acuáticos:

- formaciones rocosas,
- playas arenosas

La asociación es una unidad natural de vegetación definida por una composición en especies relativamente uniforme. En la asociación las especies se relacionan para beneficio propio pudiendo ser una de ellos dominante y otra subordinada o no existir dominancia alguna.

En general, para un ecólogo, es muy difícil estudiar toda una comunidad ya que esta puede estar formada por muchos organismos de diferentes tamaños (cadena trófica), que viven en diferentes escalas de tiempo y espacio, que hacen dificultoso el estudio en conjunto. Es por ello que las unidades de estudio son realmente asociaciones. La definición general de asociación estaría dada por especies muy relacionadas entre sí y que son parte de toda una comunidad.

El término asociación es también empleado para especies animales.

En un ecosistema acuático podemos encontrar comunidades acuáticas y dentro de ellas definir asociaciones de peces, asociaciones de macroalgas asociaciones de fitoplancton o asociaciones de zooplancton entre otras.

En un contexto ecológico, son ejemplos de asociaciones:

- La asociación vegetal pastizal-pajonal-matorral presente en un ecosistema altoandino.
- La asociación de especies de peces presentes en los fondos rocosos en un ecosistema marino.
- Las asociaciones de aves marinas (guanayes - pelícanos - piqueros) de una isla guanera.

El estudio de comunidades, además de delimitar las asociaciones presentes, requiere conocer las características de las mismas, las cuales se pueden medir y nos ayudan a entender su funcionamiento. De esta manera podemos contar con las herramientas necesarias para un aprovechamiento y manejo de los recursos de forma sostenible.

El desarrollo de los programas de manejo y aprovechamiento sostenido de recursos debe considerar el conocimiento de la abundancia y distribución de las especies dentro de una comunidad.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Estructura de la comunidad; en una comunidad se puede identificar dos tipos de estructuras: la estructura física y la estructura biológica.

1. **LA ESTRUCTURA FÍSICA Y FORMAS DE CRECIMIENTO** es la descripción de los rasgos morfológicos de las especies importantes o a la descripción vertical de las especies dominantes. De esta manera se puede identificar en un bosque, una estructura vertical dominante, mientras que la estructura de una pradera será horizontal.

Ejemplos de estructura física son las formas de crecimiento en una comunidad vegetal (árboles, lianas, arbustos, etc.) y una estructura vertical o estratificada producto de la diferencia de tamaño y formas de las especies.

En una comunidad acuática, también se puede identificar una estructura vertical de los organismos, producto de las propiedades físicas del agua. El agua modifica su densidad con la temperatura y la salinidad, lo cual produce una estructuración de los medios acuáticos. Otro factor importante es la luz absorbida por el agua; así, la intensidad de la luz disminuye con la profundidad condicionando la presencia de los organismos vivos.

2. **LA ESTRUCTURA BIOLÓGICA** se refiere a la composición y abundancia de las especies, los cambios temporales (sucesión) y las relaciones entre las especies dentro de la comunidad, como por ejemplo las relaciones tróficas dentro de una comunidad.

- **Dominancia;** se refiere a la condición de una o más especies, por virtud de su número (abundancia), cobertura o tamaño, las cuales ejercen influencia considerable sobre las demás especies o controlan las condiciones de su existencia. A estas especies se denomina dominantes o dominante ecológico mientras que las otras especies se denominan secundarias o subordinadas. No todas las especies tienen la misma importancia dentro de una comunidad.
- **Abundancia relativa;** se define como el número de individuos de cada especie respecto al número total de individuos de todas las especies que forman una comunidad, o a las proporciones relativas de diferentes especies en la comunidad.
- **Riqueza;** el número total de especies presentes en una comunidad.
- **Diversidad de especies,** definido como el número de especies y la proporción de estas en una comunidad. Se considera a una comunidad más compleja mientras mayor sea el número de especies que la componen y mientras menos dominancia presenten las especies respecto a las otras. La importancia de medir la diversidad de las especies de una comunidad radica en que las especies que se encuentran juntas interactúan entre sí influenciándose unas a otras.

Las características de la comunidad son cambiantes en el tiempo ecológico. Si las características permanecen constantes hablamos de una comunidad cercana al clímax o estable.

DELIMITACIÓN DE UNA COMUNIDAD Y SEMEJANZA ENTRE COMUNIDADES

Antes de comenzar a estudiar la comunidad es necesario establecer un límite entre una asociación y otra. Con el fin de identificar las especies que pueden ser consideradas dentro del estudio de una comunidad, los ecólogos utilizan los llamados índices de asociación. Identificada las asociaciones dentro de una comunidad y descritas sus características, se pueden realizar estudios que impliquen comparaciones entre ellas o dentro de las mismas. (**Similitud**)

El método más simple para estudiar la similitud entre comunidades afines es la aplicación de los índices de similitud de tipo cualitativo.

El índice de Sorensen es un índice de similitud de tipo cualitativo que considera solo el número de especies presentes en cada una de las partes a comparar (en dos muestras de una comunidad o en diferentes comunidades). Este índice va de 0 a 1 y puede ser expresado en porcentaje. (0 – 100%)

$$S = (2c / a+b) \times 100$$

Donde:

a = número de especies en la comunidad o muestra 1

b = número de especies en la comunidad o muestra 2

c = número de especies que se presentan en ambas comunidades o muestras.

Si todas las especies se presentan en las dos comunidades o muestras comparadas S será igual a 100 o será máxima la similitud entre muestras o comunidades.

Mientras menor sea el resultado de S, la similitud entre las dos comunidades es menor.

Existen otros índices de similitud que además de considerar la presencia de especies comunes en las muestras a comparar, toman en cuenta la abundancia o número de individuos de cada especie, a estos índices se les conoce como índices cuantitativos.

MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

La forma más sencilla de medir la diversidad de especies en una comunidad es contando el número de especies y su proporción con respecto a los demás. Sin embargo ello no es tan sencillo como parece ya que en este conteo debería tomarse en cuenta sólo las especies propias del lugar. Las especies accidentales no deben incluirse en la medición del conteo. Para establecer si existen especies accidentales se requiere de conteos con repetición en etapas sucesivas y en momentos diferentes que permitan descartar a aquellas especies que son accidentales.

Por otro lado cabe recordar que cada especie puede tener una abundancia propia, producto de sus funciones dentro de la comunidad. Por lo tanto es necesario relacionar el número de especies con la abundancia que tiene cada especie dentro de la comunidad. Para ello se utiliza la **función de Shannon – Wiener (H)**. Esta función nos permite medir el grado de orden o desorden de un sistema o comunidad. Así, la función de Shannon – Wiener relaciona el número de las especies con la uniformidad de distribución de las mismas (abundancia relativa).

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

$$i=1$$

Donde:

H = índice de diversidad de especies

S = Número de especies

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

\log_2 = logaritmo en base 2

Si dos comunidades presentan las mismas especies, la diversidad puede ser diferente según sea la abundancia de cada una de las especies.

Mientras mayor sea H mayor será la diversidad de las especies

Índice de equidad:

Toda comunidad tiene un límite en el número de especies que puede albergar. A este límite llamamos diversidad máxima (H_{\max}) y lo podemos comparar con la diversidad observada en la comunidad en estudio. La igualdad de la distribución de las especies está dada por el **índice de equidad (E)** el cual mide la diversidad bajo condiciones de máxima equidad y la compara con el índice de la diversidad de especies obtenido. De esta manera mientras más se asemeje H a H_{\max} , mayor será el índice de equidad, lo que indica que la comunidad estudiada está más cerca del límite de especies que puede albergar. Por ello la diversidad se hace máxima en comunidades viejas o cercanas al estado de clímax.

Para calcular E utilizamos la siguiente ecuación:

$$E = H / H_{\max}$$

Donde:

E = índice de equidad

H = diversidad de las especies observada

H_{\max} = diversidad máxima de especies = $\log_2 S$.

Gradientes de diversidad:

Si comparamos los hábitat tropicales con los hábitat de las regiones templadas o polares, podemos observar que los hábitat tropicales albergan mayor diversidad de especies. Los principales factores que determinan estas diferencias son:

- Tiempo
- Heterogeneidad espacial
- Competencia
- Depredación
- Estabilidad ambiental
- Productividad.

Desarrollo de la práctica:

1. Analice como influyen los gradientes de diversidad en el desarrollo de una comunidad.

2. Los alumnos identificarán en una comunidad específica:
 - Estructura física
 - Estructura biológica
 - Formación y asociación.
3. ¿Qué pasaría con la diversidad de especies de una comunidad en un ecosistema aislado?
¿Qué características tendrían la comunidad y las especies que se encontrarían en ella?

Bibliografía:

1. Curtis H.; Barnes S. 1993. Biología. Colombia.
2. López, J.F. et al.1985. Manual de ecología. Ed Trillas. México.
3. Odum. E. P. 1986.Fundamentos de ecología Ed. Interamericana, México.
4. Weaver, J. Y Clements, F. 1944. Ecología vegetal. Buenos Aires.

Practica N° 6

RELACIONES DENTRO DE UNA COMUNIDAD

Introducción:

Al habitar juntas dentro de una comunidad las especies y los individuos de una población se relacionan entre sí. Ahora nos vamos a ocupar de las relaciones entre las especies de una comunidad denominadas relaciones interespecíficas.

Las relaciones que se dan entre especies nos permiten observar la organización entre animales, plantas y microorganismos. Estas interacciones permitirán la configuración y la estructura necesarias para el funcionamiento y la continuidad de la comunidad.

Junto con los factores físicos (temperatura, humedad, luz, etc.), químicos (composición química del agua o suelo, pH, salinidad) y los factores biológicos (determinados por las características propias de los organismos y las interacciones entre poblaciones) actúan como los reguladores de la diversidad y de su abundancia. Ellas pueden influir indirectamente en la evolución de las especies o en su adaptación.

Las pruebas de que estas relaciones existen dentro de una comunidad, se encuentran básicamente en el hecho de que poblaciones de una misma especie difieren cuando está presente otra especie. El número de especies presentes en un ecosistema se ve limitado por la energía disponible. La estrategia del ecosistema sistema es lograr la máxima diversidad posible dentro de los límites impuestos por los factores físicos y la energía disponible. Las relaciones interespecíficas regulan el número de especies de un sistema al utilizar los factores disponibles. Algunas relaciones facilitan el desarrollo de otras mientras que otras lo dificultan, finalmente algunos organismos no influyen directamente en el desarrollo de los otros.

Podemos decir que existe interacción entre especies cuando una población afecta a la tasa de nacimientos y de mortandad de la otra directa o indirectamente. De esta manera las relaciones interespecíficas regulan el crecimiento de una población. En este proceso las especies tienen que adaptar medidas que les permitan sobrevivir y por ende las relaciones interespecíficas tiene una relación directa con el desarrollo de los sistemas y con la evolución de las especies.

Entre las interrelaciones podemos distinguir tres tipos de relaciones: aquellas en que el efecto de la interacción es positivo para las especies involucradas, aquellas en que no existe influencia de los individuos de una población sobre los de otra población y aquella relación en que las especies se perjudican de la relación interespecífica.

En los ecosistemas maduros o desarrollados el número de relaciones interespecíficas son máximas ya que todos los nichos están completos, y en su mayoría son positivas. Las relaciones interespecíficas (positivas y negativas) juegan en este ecosistema un rol primordial para mantener el equilibrio. En los ecosistemas poco desarrollados las relaciones interespecíficas son pocas y priman las relaciones negativas y neutras. Cabe señalar que en estos ecosistemas los factores ambientales son limitantes mientras que en los ecosistemas maduros son las relaciones interespecíficas y el reciclaje de nutrientes los factores limitantes. Las relaciones intraespecíficas juegan un rol determinante en la estabilidad de los ecosistemas maduros.

Las relaciones interespecíficas son:

- **Neutralismo**; los organismos coexisten sin competir por recursos en el mismo hábitat. No existe influencia de uno sobre el otro.
- **Mutualismo**; ambas especies se benefician de la asociación no pudiendo vivir de manera independiente. Es una asociación obligada.
- **Comensalismo**; una especie se beneficia y la segunda no es afectada.
- **Protocoperación**; ambas especies se benefician de la relación pero pueden vivir independientemente una de otra. La asociación no es obligatoria. La relación es positiva para ambas especies.
- **Competencia**; los organismos compiten por los mismos recursos, afectando una el desarrollo de la otra. La relación es negativa para ambas especies.
- **Antagonismo**; una población inhibe a la otra mediante la producción de sustancias inhibitorias (alelopatía) o mediante otro mecanismo. Una población se ve afectada mientras que la otra no se ve necesariamente influenciada por esta relación. La relación es negativa para una población e indiferente o positiva para la otra.
- **Depredación**; una especie elimina a la otra. La relación es positiva para una población y negativa para la otra.
- **Parasitismo**; el hospedero es explotado por el parásito durante largo tiempo. El parásito puede o no morir a consecuencia de esta relación. La relación es positiva para una población y negativa para la otra.

A continuación se dará algunos ejemplos donde se deberá reconocer el tipo de interacción.

1. Existen bacterias que viven en el estómago de los venados. Estas bacterias le permiten digerir la celulosa que se encuentra en los pastos adultos y en la corteza de los árboles aprovechando así mejor los recursos. Las bacterias a cambio se proveen de un ambiente cálido para crecer. De esta manera tanto los venados como las bacterias se benefician de esta asociación. Ni las bacterias ni los venados pueden vivir de forma independiente. Se trata de una relación denominada _____.
2. Las algas que viven sobre los caparazones de las tortugas se benefician de los nutrientes que encuentran sobre estos. Las tortugas no se ven afectadas por esta relación. Se trata de una relación denominada _____.
3. Un tigrillo se alimenta de un venado. Se trata de una relación denominada _____.
4. Un águila caza vizcachas para alimentarse. Se trata de una relación denominada _____.
5. En la selva amazónica es común encontrar grupos de tortugas acuáticas descansando sobre troncos, mientras las mariposas se posan sobre sus ojos. Las mariposas extraen las sales de las lágrimas de las tortugas. Las mariposas se benefician con el consumo de las sales, mientras que las tortugas no son afectadas por esta relación. Se trata de una relación denominada _____.
6. En las playas formadas a lo largo del río Manu; existen especies de aves que se “organizan” durante su época reproductiva. Los nidos de los playeros, chotacabras, gaviotines y rayadores son protegidos básicamente por los vuelos bajos y picotazos de las especies más grandes como los rayadores y gaviotines. Esta protección asegura un mayor éxito reproductivo para todas las aves involucradas, sin embargo la presencia de rayadores no es obligatoria para que se dé el proceso de reproducción de las otras aves. Se trata de una relación denominada _____.
7. Algunos hongos y algas viven juntos y se apoyan mutuamente, el alga realiza la fotosíntesis mientras que el hongo digiere los componentes inorgánicos que conforman la piedra. Al conjunto de algas y hongos de este tipo se denomina líquenes. Se trata de una relación denominada _____.

8. Las orquídeas que viven sobre los árboles aprovechan mejor la luz y el agua ya que al situarse encima de los árboles están más cerca de estos elementos. El árbol no se beneficia. Se trata de una relación denominada _____.
9. En los arrecifes de coral encontramos muchos peces pequeños que aprovechan las cuevas formadas por los arrecifes para esconderse de sus depredadores. Se trata de una relación denominada _____.
10. Las hormigas coqui que habitan en la selva del Perú cortan las hojas de los árboles y las llevan a su madriguera, encima de las hojas masticadas por las hormigas crece un hongo que sirve de alimento a las larvas de las hormigas. Se trata de una relación denominada _____.
11. En la puya Raymondí pueden anidar aves como el canastero andino, las espinas de la puya lo protegen de depredadores como el cernícalo. Se trata de una relación denominada _____.
12. La cochinilla es un insecto que vive encima de las plantas de tuna y se alimenta de la savia de la hoja. La planta se ve afectada al tener menos nutrientes pero difícilmente muere mientras que la cochinilla se beneficia. Se trata de una relación denominada _____.
13. Entre las raíces del manglar en Tumbes viven muchos moluscos como la concha negra que aprovecha la tranquilidad del agua y la protección que le brindan las raíces. Esta especie no se encuentra en otras zonas playas del Perú. Se trata de una relación denominada _____.
14. En la selva alta se encuentra al oso de anteojos, es una especie amenazada. Es una especie omnívora que incluye dentro de su dieta bulbos de orquídeas matando de esta manera a la planta. Se trata de una relación denominada _____.
15. En la selva amazónica y en el bosque de algarrobos en Piura se encuentra murciélagos, estos se alimentan del néctar de algunas flores de color blanco, para lo cual han desarrollado una lengua larga que les permite extraer el néctar. Las plantas se benefician al ser polinizadas y el murciélago también ya que obtiene alimento. Se trata de una relación denominada _____.
16. Los árboles de eucalipto producen fenoles que eliminan a través de sus raíces; esto impide el desarrollo de otras especies vegetales a su alrededor, de esta manera el eucalipto asegura su alimento. A esta relación se le denomina _____.
17. En el bosque seco se encuentran ardillas y venados de cola blanca. Ambos son consumidores primarios; sin embargo tienen dietas específicas. La relación entre estas dos especies se denomina _____.

Desarrollo de la práctica

1. En que ecosistemas encuentra este tipo de relaciones interespecíficas.
2. Qué efecto tienen las relaciones interespecíficas sobre el desarrollo del ecosistema.

Bibliografía:

1. Brack, A.; Mendiola, C. 2000. Ecología del Perú. Ed. Bruño
2. Odum. E. P. 1986. Fundamentos de ecología Ed. Interamericana, México.

Práctica N° 7

CAMBIOS EN EL ECOSISTEMA SUCESION

Introducción:

En la primera práctica se definieron los conceptos de ecosistema, comunidad y población y quedó claro que cada nivel de integración superior envuelve a uno inferior. Además, el ecosistema está sujeto a cambios, que ayudan a regular su funcionamiento.

Dentro de un ecosistema, las comunidades no son estáticas. Los cambios que ocurren en una comunidad se deben a las interacciones entre sus poblaciones y a los cambios de los factores climáticos y geológicos; a su vez que las comunidades asentadas en un lugar son capaces de modificar su ambiente.

Evolución: Coevolución y selección natural

La evolución de las especies se refiere a los cambios que ocurren en las poblaciones a lo largo de un tiempo geológico. La selección natural permite los cambios dentro de las poblaciones a lo largo del tiempo.

Los cambios en las especies son en gran parte consecuencia de la interacción entre las poblaciones que conforman una comunidad. Estas interacciones pueden originar la **coevolución**. La coevolución sólo es posible entre organismos que se relacionan dentro de una comunidad ya sea por la cadena trófica, u otro nivel de organización. En consecuencia, las poblaciones pueden evolucionar conjuntamente, resultando ambas beneficiadas y desarrollando dependencia entre sí. Se trata de una ayuda entre poblaciones de una misma comunidad que se ha desarrollado a lo largo del tiempo cambiando no sólo las costumbres sino también la morfología de las mismas.

Ejemplo de coevolución puede ser la relación entre el colibrí y las flores tubulares. Esta ave ha desarrollado un pico alargado que le permite succionar el néctar de las flores tubulares y a su vez polinizarlas. Otro ejemplo está dado por el color de las flores; en el desierto son comunes las flores de color blanco, de esta manera son fácilmente localizadas y polinizadas por los animales nocturnos, los que a su vez evitan el día para disminuir la necesidad de agua. Así, plantas y animales se ayudan.

Otro factor que lleva a la evolución de las especies es la **selección natural**. Por ejemplo, en el bosque tropical lluvioso, los árboles grandes y viejos caen dejando grandes zonas descubiertas en el bosque, en las cuales comienzan a germinar diferentes semillas que aprovechan la entrada de luz y el suelo. Sin embargo, poco a poco quedarán en esa zona, las plántulas que mejor se acomoden a las condiciones del suelo y las que aprovechen mejor la luz disponible.

En una comunidad una o más especies influyen sobre las demás de manera favorable o desfavorable; estas interacciones traen como consecuencia cambios en toda la comunidad y permiten su desarrollo. Las plantas y animales desarrollan juntos, ya que los cambios de una especie traen cambios sobre las demás especies.

Un ejemplo que deja en evidencia cómo la selección y la coevolución actúan es la existencia de la "borrachera" (*Ipomoea carnea*) en el bosque seco del norte del Perú, el cual es un arbusto que se desarrolla sólo en los espacios donde no hay casi sombra, es por esta razón que no puede desarrollar debajo de los algarrobos. Cuando los algarrobos son depredados la "borrachera" se expande con mucha velocidad. Este arbusto contiene gran cantidad de alcaloides y selenio en su composición química y los animales, al consumirla se vuelven dependientes de la borrachera debido a los alcaloides, consumiendo así grandes cantidades tóxicas de esta planta hasta morir envenenados. Si analizamos la situación, el algarrobo es consumido por animales como las cabras, las mismas que ocasionan el deterioro del bosque de algarrobo, lo que a su vez causa que aumente la cantidad de "borrachera", pero este arbusto mata a los animales que la consumen, logrando que se equilibre el ecosistema. Sin embargo, el problema surge en el bosque seco cuando la cantidad de ganado presente es tan grande que los algarrobos no pueden recuperarse. En este caso el ecosistema tendrá que pasar por una prolongada etapa de sucesión secundaria. El cambio afectará a toda la comunidad.

Por otro lado se debe recalcar que no todos los cambios de las especies son consecuencia de la influencia de las interacciones entre las poblaciones de una comunidad. Existen cambios no dirigidos que se producen al azar y traen como consecuencia un cambio en la composición genética de las poblaciones. A este cambio se le llama **mutación**.

SUCESIÓN

Según Lugo & Morris (1982) este término describe los cambios estructurales y funcionales que experimenta un ecosistema en el transcurso del tiempo. Así podemos decir que en este proceso están involucrados los factores abióticos y bióticos como las comunidades y poblaciones.

Sin embargo, el cambio palpable de un ecosistema se observa en la comunidad. En este sentido, la sucesión es el desarrollo de una comunidad, que se manifiesta a través de la vegetación, originando el establecimiento de nuevas especies de una forma direccional en un tiempo ecológico. Al referirnos a tiempo ecológico se trata de definir un período relativamente corto que fluctúa entre algunas décadas y algunos siglos y que corresponde al desarrollo del ecosistema.

El proceso de sucesión se identifica por el cambio progresivo en la composición de especies vegetales dentro de una comunidad.

Durante la sucesión, un ecosistema crece, se desarrolla y organiza acercándose a un estado denominado clímax, en el cual ciertas características como la diversidad y la estabilidad se hacen máximas.

Para que el proceso de sucesión sea favorecido existen ciertas condiciones como la accesibilidad de los organismos para colonizar el área donde se desarrolla un ecosistema, cantidad de luz solar, agua y materia inorgánica, clima favorable y espacio suficiente para crecer. Si una de estas condiciones fuera limitante, la sucesión se haría más lenta.

En las etapas tempranas de la sucesión la selección entre especies juega un rol importante, mientras que en etapas avanzadas de desarrollo de la comunidad, las relaciones intraespecíficas (dentro de una misma especie) son más importantes.

Las estrategias utilizadas por las especies durante el proceso de sucesión en diferentes ecosistemas son producto de la evolución conjunta de las especies. Esta última contribuye a mantener en pie a ciertos grupos de especies más adaptados según sean las características del entorno.

Desarrollo de una comunidad:

El desarrollo de una comunidad puede ser considerado como gradual y progresivo; donde inicialmente aparecen las comunidades pioneras. Las plantas y animales pioneras, modifican el ambiente, llegando a condicionar la aparición de un nuevo grupo de especies. Este ciclo pasa por diferentes estadios de desarrollo o **seres** hasta alcanzar la etapa final o de **clímax**.

Según se dé un proceso de formación o de reparación de daños sufridos en un ecosistema, se pueden diferenciar dos tipos de sucesión:

La sucesión primaria, implica los procesos de formación del suelo y la constitución del ecosistema en su totalidad. Ejemplos de este proceso pueden ser la formación de una cocha y la sucesión de las lomas costeras.

La sucesión secundaria, es el proceso que se da cuando un ecosistema ya formado sufre una perturbación que altera su estructura y dinámica; mediante este proceso se tenderá a restituir y reparar la estructura. La sucesión secundaria tiene características diferentes a la sucesión primaria ya que cuenta con otros flujos de energía. En esta etapa la velocidad del proceso de regeneración depende de si los elementos bióticos y abióticos se encuentran disponibles.

Cuando un ecosistema ha sido destruido, demora en reponerse dependiendo del grado de destrucción y es difícil que llegue a ser el mismo ecosistema. Por ejemplo, si un bosque es talado en forma puntual con motosierra la reposición del ecosistema será en menor tiempo dando lugar a un bosque heterogéneo. En cambio una tala en la que se utiliza grandes maquinarias destruye la estructura del suelo. En este caso el tiempo de reposición del ecosistema puede ser mayor a los 100 años y puede dar lugar a ecosistemas de pastizales y campos de cultivos temporales.

La sucesión como proceso, tiene una serie de características cuyo conocimiento es indispensable para el desarrollo y aprovechamiento sostenido de los recursos de un ecosistema o comunidad. De esta manera la productividad, la diversidad y la estabilidad de un ecosistema difieren según la etapa de sucesión en que se encuentra. Característico de las etapas de seres es el reemplazo de unas especies por otras. Son muy pocas las especies que se encuentran tanto en sucesiones tempranas como tardías. Mediante el proceso de sucesión el ecosistema llega a un punto de equilibrio en el cual todo lo que el ecosistema produce se utiliza y toda la energía fluye, permitiendo un equilibrio entre los factores bióticos y los factores abióticos. Cuando el sistema logra su máximo desarrollo y llega a un equilibrio dinámico se dice que ha llegado a su estado de **clímax**. Mientras más cerca está una comunidad del clímax, mayores serán su producción y su respiración totales, llegando a un equilibrio entre ambas. En la práctica esto significa que no queda energía disponible a ser cosechada por el hombre; en este estado, la productividad neta del ecosistema es igual a cero. Por lo tanto los ecosistemas en estado de clímax son especialmente frágiles. Ecosistemas en estado de clímax se encuentran en el bosque tropical lluvioso de la selva del Perú.

Cualquier actividad que implique extracción de energía y materia como la deforestación, la caza o la pesca, destruye el equilibrio del ecosistema.

Los ecosistemas en clímax alcanzan su mayor complejidad, máxima diversidad y las relaciones intraespecíficas toman mayor importancia. Luego de las etapas de clímax la diversidad de las especies y la complejidad del ecosistema tienden a disminuir. Si como resultado de ello el ecosistema cambia drásticamente se puede presentar un nuevo ciclo de sucesión.

Tipos de clímax: Según la importancia de los factores que conllevan al clímax podremos distinguir dos tipos de clímax:

- **Clímax climático;** cuando los factores climáticos determinan el proceso del clímax. Por ejemplo los estados de clímax en un bosque tropical, o desierto costero del Perú, lomas costeras.
- **Clímax edáfico;** cuando las características del suelo, agua del subsuelo o topografía determinan el proceso de clímax. Son ejemplos de clímax edáfico el desarrollo de una laguna costera, los manglares o Pantanos de Villa.

Tipos de sucesión según la productividad:

Según el balance de Producción / Respiración (P/R), se puede identificar dos tipos de sucesión:

1. **Sucesión autótrofa;** este tipo de sucesión se encuentra en las fases iniciales de desarrollo de los ecosistemas, en este estado, el ecosistema se encuentra en constante cambio y los productores tienen una importancia fundamental en la formación de biomasa del ecosistema. La biomasa vegetal es acumulada, produciéndose un excedente que no llega a ser consumido ni reciclado durante esta etapa de sucesión. La producción (P) es mayor que la respiración (R). $P > R$. Ejemplo de sucesión autótrofa es el estado de un pastizal natural de puna.

- 2. Sucesión heterótrofa;** este tipo de sucesión se encuentra en las fases avanzadas de desarrollo de los ecosistemas, en las que existe un material producido excedente de etapas anteriores de sucesión que no ha sido consumido. El número y la importancia de los organismos consumidores y desintegradores son mayores respecto a los productores y cumplen una función básica en los flujos de energía. En esta etapa de desarrollo el ecosistema utiliza la producción primaria neta acumulada en etapas anteriores para equilibrar el sistema ya que $P < R$. Ejemplo de sucesión heterótrofa son los procesos que se dan en lagunas de oxidación y lagos eutroficados.

Desarrollo de la práctica:

1. Elabore un esquema que identifique las etapas de desarrollo en un ecosistema.
2. Según el esquema anterior relacione los siguientes conceptos y explique cada uno.
 - Sucesión autótrofa
 - Sucesión heterótrofa
 - Sucesión primaria
 - Sucesión secundaria
 - Productividad
 - Estabilidad
 - Diversidad

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernstein, R. Y Bernstein, S. 1998. Biología. Mc.Graw Hill. Santa Fe de Bogotá. 10ªed.
2. Barnes, Curtis, 1997. Biología. Colombia.
3. Odum. 1986. E. P. Fundamentos de ecología Ed. Interamericana, México.

Práctica N° 8

BIODIVERSIDAD

Se denomina biodiversidad a la multiplicidad de formas que existen en la naturaleza. Por lo común al hablar de biodiversidad nos referimos a la diversidad de las especies, este término también se emplea para referirse a la variedad de ecosistemas.

La conservación de las especies y de la biodiversidad tiene una importancia muy grande. Sin embargo poco es lo que sabemos acerca de la biodiversidad, como es el caso del número de las especies existentes. No se conoce a ciencia cierta el número total de especies, el cual se estima entre 40 y 80 millones.

El número de especies está directamente relacionado con la latitud, la altitud y la precipitación, lo que se refleja al estudiar los biomas. De esta manera a menor latitud y altitud, mayor será el número de especies y mientras mayor sea la precipitación el número de especies será también mayor. Cerca del 50% de las especies existentes se encuentran en las selvas tropicales. La mayor diversidad de especies en este ecosistema se da en los grupos de insectos y aves.

La biodiversidad está sujeta a constantes cambios y alteraciones producto de los cambios de los ecosistemas. Constantemente aparecen y desaparecen nuevas especies. Sin embargo, tanto la especiación como la extinción son procesos largos que ocurren a través de varias generaciones, siendo favorecidas por los cambios ambientales. Se calcula que la creación de una nueva especie requiere entre 2,000 y 1000,000 generaciones (Miller, 1994). Lo importante es que las extinciones se den con suficiente lentitud como para permitir la formación de nuevas especies (especiación).

Importancia de la conservación de la biodiversidad

La extinción de las especies vegetales tiene consecuencias ecológicas mayores que la extinción de especies animales ya que esta trae consigo la alteración o extinción de la cadena trófica superior y por lo tanto de todos los animales que dependen de la especie vegetal que se extingue. El número total de especies vegetales, se estima en 250,000, muchas de ellas aún desconocidas. Las especies vegetales utilizadas para beneficio del ser humano llegan solo a 5,000. Si las plantas desconocidas se extinguieran, se perdería la posibilidad de ampliar el espectro de plantas útiles y medicinales.

El estudio de las especies o de los ecosistemas nos permite conocer los procesos de evolución de los mismos. Si las especies y los ecosistemas se perdieran antes de ser conocidos perderíamos las pistas de los procesos evolutivos que a su vez nos permiten aprender de la historia de la evolución y prevenir procesos catastróficos.

Es necesario recordar que las especies no se encuentran solas en la naturaleza. Las cadenas tróficas, las relaciones interespecíficas y el hábitat que cada especie ocupa dentro del ecosistema permite el reciclaje de nutrientes y el uso óptimo del espacio. De estos procesos dependen también las especies económicamente útiles. Se calcula que la pérdida de una especie vegetal puede originar la pérdida de 30 especies animales que dependen de esta. Por ejemplo encima de un árbol viven muchas especies entre pájaros, monos e insectos, al destruir el árbol todas estas especies se quedan sin hábitat.

Finalmente, el clima está directamente influenciado por las especies que habitan la tierra, de estas depende el ciclo de los nutrientes y del agua. La distribución de la lluvia, el calor y el viento están directamente relacionados con la distribución de las especies.

Conservación de la biodiversidad

Una vez aceptada la importancia de la conservación de las especies, debemos establecer ¿Cómo podemos conservar las especies? ¿La conservación de todos los ecosistemas la misma importancia? Debemos distinguir entre aquellos ecosistemas o especies que requieren ser conservados por ser más frágiles.

1.Conservación de los ecosistemas

Los aspectos a considerar para priorizar la **conservación de los ecosistemas** son:

- Endemismo.
- Islas.
- Alta biodiversidad.
- Amplitud de nichos.
- Especies en situación crítica.
- Fragilidad de hábitat.

En tal sentido el Perú, está considerado dentro de los 5 países con mayor biodiversidad del planeta por la multiplicidad de ecosistemas y especies que alberga. Además es un país con gran cantidad de especies endémicas.

Especies endémicas

La conservación de las especies endémicas es especialmente importante ya que estas solo se encuentran en algunas áreas (zonas endémicas). Se trata por lo común de especies muy evolucionadas que han pasado por un largo proceso de adaptación. Tienen patrones de reproducción y distribución limitados. Los cambios climáticos afectan fuertemente sus poblaciones. Así por ejemplo, las golondrinas de la tempestad, especies endémicas de la corriente de Humboldt que anidan en los cerros y las islas cercanas a la península de Paracas, presentan una elevada mortandad de las crías en época del “fenómeno del niño”. Al extinguirse perderíamos las pistas de esta evolución y la historia natural.

Hábitat frágil:

Los hábitat frágiles cuya pérdida tendría un efecto sobre otros hábitat y que por lo tanto requieren ser prioritariamente conservados. Especialmente frágiles son los lugares que son usados dentro de las rutas de migración, como pantanos y lagos utilizados por algunas especies de aves acuáticas. Otros hábitat frágiles pueden ser las áreas de reproducción de especies como por ejemplo los bordes de los ecosistemas acuáticos, los estuarios y las islas guaneras. Son también frágiles aquellas zonas fuentes de recursos alimenticios para las especies. Entre los ecosistemas especialmente frágiles podemos considerar a los pantanos, los bosques tropicales, los arrecifes de coral, los bofedales, los manglares y las islas.

Islas:

Las islas son especialmente importantes de conservar ya que al encontrarse aisladas tienen caminos de evolución separados y especies únicas. Tal es el caso de las islas Galápagos. Se considera dentro de este grupo de hábitat no solo a las islas propiamente dichas sino también a cualquier hábitat o ecosistema que se encuentra rodeado por ecosistemas totalmente diferente con variaciones de pendiente, altitud y clima.

Entre los ecosistemas especialmente frágiles podemos considerar a los pantanos, los bosques tropicales, los arrecifes de corral, los pastizales y las islas.

Conservación de las especies

No es suficiente con conservar un ejemplar de cada especie. Es necesario conservar la **diversidad genética** de cada población. Se plantea entonces la pregunta ¿Cuántos ejemplares de cada especie deben ser conservados para que estas puedan sobrevivir? La respuesta depende de cada población y de los individuos elegidos. Se trata así no del número de ejemplares de cada especie sino de la diversidad genética de la población que debe ser conservada. Entendiendo diversidad genética como el número de genes distintos de una población. Cada población tiene un tamaño poblacional crítico por debajo del cual **la especie se extingue ya que la mortandad supera a la natalidad**.

Para la conservación de las especies estas se han categorizado según el estado de conservación en que se encuentra en cuatro categorías. En el caso del Perú se cuenta con una lista de especies amenazadas, las cuales están reconocidas por Decreto supremo y tienen prioridad de conservación. Las categorías de conservación de las especies son:

- Especies en peligro de extinción
- Especies vulnerables
- Especies raras
- Especies indeterminadas

Especies en peligro de extinción:

Se denomina así a aquellas especies cuya población cuenta con un número muy reducido de representantes. Ello implica una baja diversidad genética de las especies la que repercute en la fragilidad de la misma al restringir la posibilidad de respuesta frente a cambios ambientales. Entre las especies en peligro de extinción de mayor riesgo en nuestro país están el cocodrilo de Tumbes, la pava aliblanca, el lobo de río y el mono choro de cola amarilla, entre otros. Mundialmente, existen aproximadamente 4500 especies animales en peligro de extinción.

Especies vulnerables:

En este grupo se ubica a aquellas especies cuyo grupo poblacional aún no es muy pequeño pero puede llegar a serlo si las amenazas existentes continúan. La extinción de estas especies puede ser detenida fácilmente. También se consideran dentro de esta categoría a las especies que cuyo número poblacional no es bajo pero que presentan estrategias de crecimiento tipo K, siendo por lo tanto vulnerables en caso de deterioro del ecosistema. Dentro de este grupo encontramos al mono coto de la zona reservada de Tumbes y el oso hormiguero.

Especies raras:

Son aquellas especies cuya densidad poblacional se encuentra ligeramente por debajo de los niveles normales. Tal es el caso del añuje de la selva del Perú.

Especies indeterminadas:

Son aquellas especies acerca de las cuales no se conoce nada o muy poco acerca del número poblacional. Requieren por lo tanto ser estudiadas. Tal es el caso de del tigrillo y del venado colorado de la selva del Perú.

Características que permiten priorizar la conservación de las especies:

Los animales y plantas que pueden encontrarse en peligro de extinción tienen características comunes que permiten priorizar su conservación de estas especies aún antes de que se encuentren en peligro de extinción. Estas características son:

- Nichos ecológicos restringidos.
- Baja tasa de reproducción.
- Niveles altos de la cadena trófica.
- Tamaño grande de los individuos.
- Áreas limitadas de reproducción y alimentación.
- Patrones fijos de migración
- Competencia con el hombre por los recursos.
- Conductas establecidas fijas.
- Estrategas k (especialistas).
- Especies señales en ecosistemas en clímax.

Diversidad genética

Se denomina diversidad genética a la multiplicidad de genes que posee una población. De ella depende el número de respuestas de las poblaciones al apremio ambiental. Mientras mayor sea la diversidad genética mayor será el número de combinaciones genéticas resultantes y por ende la posibilidad de supervivencia de esta población será mayor. Existe una relación directa entre el número de individuos de una población y su diversidad genética. Cuando el número de individuos de una población es muy bajo la diversidad genética es también lo es. En ambientes muy estables la diversidad genética es menor.

Conservación de las biodiversidad:

Implica la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y los espacios que albergan, en forma planificada, siendo hoy en día la base del concepto de desarrollo sostenible.

Cuando los ecosistemas aún se encuentran en equilibrio y son solo algunas especies las que deben ser conservadas la conservación se realiza en el lugar. La conservación de algunos ecosistemas frágiles se ha dado en parte con la creación de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (p. e. Reservas de biosfera, Parques Nacionales, Bosques de protección, etc). A este tipo de conservación la denominamos conservación in situ. Esta permite la conservación de las especies y de los ecosistemas. Cuando los ecosistemas se encuentran amenazados o el número de individuos de la especie en peligro de extinción es muy bajo la conservación se realiza fuera del hábitat. A este tipo de conservación se denomina conservación de especies ex situ. En este caso no se conserva el ecosistema completo.

Para conservar las especies es necesario tener en cuenta los estudios poblacionales y la dinámica poblacional. Estos son la base para poder planificar la utilización de recursos, el tamaño y número de los individuos de una especie que pueden ser explotados y reglamentar las vedas. A su vez es necesario establecer la capacidad de carga óptima de los ecosistemas. Se ha establecido que para los vertebrados terrestres la biomasa no debe exceder los 10-25 Kg. / ha.

Cuando los ecosistemas son amenazados es necesario establecer refugios para los animales silvestres, delimitar áreas en las que las especies puedan vivir y reproducirse sin problemas. Por ejemplo en el caso de las tortugas charapas se aíslan áreas en las playas donde estas anidan en

las que se controlan los nidos, los huevos y los juveniles, con el fin de disminuir la depredación y ayudar a las crías a llegar hasta el agua del río. Para la conservación de las especies, es fundamental preservar y recuperar las poblaciones de especies amenazadas y mantener la capacidad reproductora de las especies, así como conservar ecosistemas frágiles.

Conservación *in situ* y conservación *ex situ*:

Lo ideal es que las especies se conserven en su hábitat (*in situ*). La especies pueden ser conservación situ en las áreas protegidas o en criaderos que aíslan a los depredadores tal es el caso de la conservación de la tortuga charapa en la selva.

Cuando la densidad poblacional de la especie es muy baja las relaciones interespecíficas de competencia impiden el aumento rápido y seguro de la especie. En estos casos es necesario disminuir los efectos negativos de las relaciones interespecíficas y aumentar las condiciones favorables. Las especies también se conservan en los jardines zoológicos o en jardines botánicos (conservación *ex situ*). Para lograr la conservación *ex situ* es necesario conocer las características poblacionales, de alimentación y las relaciones interespecíficas. Una adecuada conservación *ex situ* requiere el conocimiento detallado de la especie y es difícil de lograr.

Cabe señalar que la conservación debe realizarse en lo posible en espacios diferentes en un mismo tiempo de esta manera se asegura mejor la supervivencia en caso de desastre o pérdida de un ecosistema. En la conservación *in situ* de ecosistemas frágiles es importante considerar dentro del área protegida **corredores biológicos** que unan varios ecosistemas y permitan la migración de especies en caso de deterioro del ecosistema.

Banco de genes:

Otra forma de conservación de la biodiversidad es conservando los genes de las especies en un banco de genes. Si bien este tipo de conservación de la biodiversidad es costoso requiere menos espacio. Esta forma de conservación es especialmente utilizada para las especies cultivadas ya que permite conservar los genes en forma de semillas refrigeradas o en forma de óvulos y espermatozoides y preservar genes poco difundidos en las variedades cultivadas. En estos se conserva a las especies en cámaras frías en las que los genes pueden ser conservadas durante un tiempo muy largo.

Revolución verde

Durante la etapa de los años 60 surgió la corriente llamada “Revolución verde” según la cual al aumentar la energía externa de los ecosistemas agrícolas estos podían aumentar su producción en forma indefinida. Esta teoría al ser puesta en práctica encontró muchas limitantes, ya que en ella no se consideró las relaciones intra e interespecíficas, como la competencia y la predación. Las poblaciones de insectos encontraron abundante alimento y aumentaron el número de individuos siendo necesario utilizar cada vez, métodos más sofisticados para su control. Actualmente aún en los ecosistemas subsidiados como los ecosistemas agrícolas, se toma en cuenta las relaciones interespecíficas y las cadenas tróficas.

Causas del deterioro de la biodiversidad

Las causas del deterioro de la biodiversidad son diversas. La pobreza y el aumento de la densidad poblacional son las principales. Por ello la conservación de las especies debe ir unida al desarrollo sostenible y la población debe estar involucrada en este proceso.

Desarrollo de la práctica

1. En un ecosistema:
 - Señale por que es importante la conservación del ecosistema
2. ¿Qué criterios utilizaría para decidir la especie a conservar en cautiverio *ex situ*? y ¿Qué especie elegiría?
3. En base a un ejemplo diga como influye el ecosistema en la diversidad de especies.

Bibliografía

1. Brack, A; Mendiola, C. 2000. Ecología del Perú. Ed. Bruño
2. Tratado de cooperación amazónica. 1999. Conservación y uso de la fauna silvestre en áreas protegidas de la Amazonía. Caracas.
3. Tyler, Miller Jr., 1994. Ecología y medio ambiente. Ed. Iberoamericana. México.

Práctica N° 9

Ecosistemas alterados

Se denomina ecosistemas alterados a aquellos en los que las condiciones naturales de su desarrollo han sido cambiadas. Las causas son variadas, la mayoría son consecuencias de la contaminación ambiental generadas de diferentes actividades de extracción (minería, tala del bosque, pesca) y producción (agricultura y actividades de transformación). Por ello antes de intervenir los ecosistemas o realizar actividades de transformación de productos es importante realizar un análisis de riesgo – beneficio y un Estudio de Impacto Ambiental.

Principales cambios en los ecosistemas:

Los cambios o alteraciones en los ecosistemas generarán características y consecuencias propias para cada ecosistema, sin embargo se pueden identificar algunas alteraciones típicas:

- **Alteración de la diversidad.** En los ecosistemas terrestres, la intervención del hombre ha generado la pérdida de especies vegetales nativas y cambios en las características del suelo; limitando la abundancia y crecimiento de animales y otros organismos que dependen de ellos. No todas las especies son capaces de adaptarse a los nuevos ambientes creados, lo que genera una menor diversidad y riqueza de especies.

En los ambientes acuáticos, la contaminación por materia orgánica, también trae alteraciones de la diversidad natural de la flora y fauna del agua y del sedimento, en algunos casos puede aumentar la abundancia de especies no deseables.

- **Alteración o desequilibrio de las relaciones de Producción-Respiración.** Los aportes excesivos de nutrientes en un ecosistema, estimulan en un primer momento el aumento de la producción, sin embargo el aumento de productores genera el aumento de consumidores que incrementan la tasa de respiración aeróbica que traerá el déficit de oxígeno; la descomposición de los materiales orgánicos generarán el aumento de organismos con respiración anaeróbica, los cuales utilizan otros gases en sus procesos respiratorios. En los ambientes acuáticos este proceso toma el nombre de eutrofización. También la tala de bosques hace variar la relación Producción / Respiración.
- **Cambios en los grandes ciclos.** Son muchos los casos de pérdida y cambio de los grandes ciclos en los ecosistemas alterados. A continuación se darán algunos ejemplos.

En el caso del ciclo del agua, este se ve afectado con la construcción de represas y la canalización de los ríos para generar energía y tierras inundables utilizadas en ciertos cultivos (arroz), esto impide el movimiento normal de las aguas y altera la periodicidad del ciclo hidrológico natural, acelera la erosión de los suelos, la sedimentación y la eutrofización de las aguas.

La pérdida de cubierta vegetal en los ecosistemas terrestres es un ejemplo típico de la alteración del ciclo normal del suelo. Es el caso de los páramos y de las jalcas, los cuales se diferencian de la puna por poseer un clima más húmedo y suelos más ricos en materia orgánica. Como sabemos, la vegetación sirve como protector del suelo, además de almacenar y retener agua. La

mayor concentración de materia orgánica en el suelo colabora a mantener la humedad del mismo. La pérdida de pastizales naturales, quema excesiva, o alteración del paisaje para la instalación de otras actividades (como minería), deja el suelo descubierto el cual está expuesto directamente a la acción de las lluvias, y por tal a mayor erosión. Las lluvias lavan y disuelven los suelos, además de arrastrar partículas que terminan compactando los componentes del suelo de zonas más bajas y los sedimentos de los ríos y otros cuerpos de agua donde son descargados.

En este mismo ejemplo se puede apreciar el cambio del ciclo de la atmósfera:

Al perderse la cubierta vegetal, el ciclo de fijación de dióxido de carbono por parte de los seres vivos es alterado, como consecuencia este gas quedará en la atmósfera y aportará a la absorción de los rayos infrarrojos, que significa la intensificación del efecto invernadero.

Otro ejemplo de los cambios en el ciclo de la atmósfera, en la Amazonía, es el uso de tierras de bosques ya talados en pastizales para ganadería intensiva. Sumado a la pérdida de la cubierta vegetal, se suma la emisión de metano, otro gas de efecto invernadero, producto de la digestión del ganado vacuno. Todos los rumiantes liberan metano como producto del proceso de digestión.

Procesos de Contaminación: Los procesos de contaminación tienen diversas causas y consecuencias según sea el componente abiótico del ecosistema mayormente alterado: agua, suelo o atmósfera.

Contaminación del agua:

Los contaminantes más comunes del agua son:

- Químicos: compuestos orgánicos, iones inorgánicos y material radiactivo.
- Biológico: bacterias patógenas, virus, algas y maleza acuática.
- Físicos: sólidos flotantes, material suspendido, material asentable, espuma, líquidos insolubles y calor.

Puede ser causada por: aguas servidas vertidas directamente a ríos, lagos o mares; vertimiento de basura sólida, relaves mineros o desechos mineros líquidos y desechos industriales.

- Las aguas servidas traen problemas directos a la salud causados por bacterias y parásitos provenientes de los residuos fecales. El vertimiento de detergentes con elevada cantidad de fosfatos, origina cambios en las tasas de producción - respiración de los ecosistemas acuáticos, siendo una de las causas de la eutrofización.
- La basura sólida contiene restos orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos pueden ser descompuestos pero alteran el funcionamiento natural de los ecosistemas y la salud humana; los restos inorgánicos no se descomponen de manera natural o al descomponerse producen sustancias tóxicas; entre estos están los plásticos, las latas y las bolsas plásticas recubiertas de aluminio entre otros.
- Los relaves mineros; contienen gran cantidad de metales tóxicos como el fierro, el zinc, el mercurio, el plomo, entre otros. Los metales pesados afectan seriamente a la salud humana y a los ecosistemas.

El mercurio utilizado en la extracción de oro y fabricación de fertilizantes y fungicidas, altera el sistema nervioso, produce mutaciones genéticas y daños al cerebro.

El cadmio es utilizado en los procesos de galvanizado, en la coloración de plásticos y cerámicas de color rojo y amarillo y en la fabricación de muchos pesticidas. El cadmio al ser consumido produce debilitamiento de los huesos al reemplazar al calcio.

El plomo utilizado en la fabricación de explosivos, baterías, tuberías antiguas y presente en la gasolina de menor octanaje, se acumula en los riñones, el cerebro e hígado y produce daños en el cerebro y en el sistema nervioso.

- Los desechos industriales son muy variados entre ellos podemos mencionar los aceites, el petróleo y los restos de sustancias ácidas o alcalinas que alteran el pH del agua y por ende los ecosistemas acuáticos.
- Los pesticidas y fertilizantes pueden provocar contaminación de la napa freática (agua del subsuelo). Tanto el exceso de nitrógeno como del fósforo provenientes de la filtración de fertilizantes provocan un crecimiento excesivo de plantas acuáticas y algas las que cubren la superficie impidiendo el paso del sol y provocan un aumento excesivo de descomponedores que agotan el oxígeno disuelto y desequilibran el ecosistema. A este proceso se denomina eutrofización.
- En muchos procesos agroindustriales y algunas hidroeléctricas las aguas calientes son vertidas directamente a los cuerpos de agua alterando los ecosistemas (contaminación térmica).

Una medida común para establecer la contaminación del agua por carga orgánica es el DBO o Demanda Bioquímica de Oxígeno, que mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos aerobios en un espacio y tiempo dado; esta medida está en relación directa con la cantidad de materiales orgánicos que recibe o se encuentran en un cuerpo de agua.

También se debe medir en el agua la cantidad de agentes patógenos, los niveles de metales pesados, el pH o grado de acidez o alcalinidad del agua, las partículas suspendidas y las variaciones de calor .

Contaminación del aire:

La contaminación del aire es producida por los autos, plantas industriales y mineras que generan partículas de polvo, metales pesados - suspendidos en la atmósfera - y gases productos de los procesos de combustión o quemado; además de la generación de ruidos.

En las ciudades la contaminación producida por polvo es visible en las hojas de las plantas disminuyendo seriamente la fotosíntesis y por ende la producción.

Los vehículos eliminan monóxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono que afectan a la capa de ozono, así como plomo cuando se utiliza gasolina con plomo.

El monóxido de carbono afecta la salud; al reemplazar el oxígeno en la sangre produce anemia, dolores de cabeza problemas vasculares y cansancio.

El monóxido de azufre afecta a los tejidos y a las mucosas produciendo irritación, además corroe y deteriora las construcciones de piedra y la cubierta de las hojas de las plantas. Así mismo es la causa de la lluvia ácida. Las ladrilleras y las industrias en las que se utiliza procesos de combustión son otra fuente de monóxido de azufre y de monóxido de carbono.

Los aerosoles y los freones que afectan directamente a la capa de ozono son pequeñas partículas de diversas sustancias que permanecen suspendidas en el aire. Los freones son compuestos derivados del clorofluorocarbono; se usaban en los frigoríficos y en los aerosoles.

Los aerosoles, el humo, el polvo y la ceniza volcánica pueden ser absorbidas por el sistema respiratorio y penetrar a los pulmones afectando la salud.

El ruido puede producir a largo plazo sordera al deteriorar la cavidad auditiva y a corto plazo alteraciones nerviosas.

Contaminación del suelo:

El suelo se contamina por la basura, uso de abonos inorgánicos e insecticidas y por desechos industriales.

Los fertilizantes que producen mayores problemas de contaminación son los fertilizantes que contienen fósforo o nitrógeno estos pueden ser lavados y llegar hasta la napa freática afectando seriamente la salud y alterando la productividad de los ecosistemas.

Los pesticidas que mayor daño producen al medio ambiente son los insecticidas clorados (contienen cloro). Estos se descomponen lentamente, la mayoría se encuentran prohibidos como el DDT o el aldrin. Los insecticidas fosfatados (contienen fósforo) producen alteración del sistema nervioso.

La basura orgánica produce proliferación de enfermedades y plagas mientras que la basura inorgánica contamina el suelo con compuestos metálicos, hidrocarburos, plásticos, etc.

Erosión del suelo:

La erosión del suelo según sea el ecosistema afectado, tiene diferentes causas: entre ellas están:

- la deforestación
- deficiente planificación urbana e inadecuado uso del territorio
- inadecuada planificación de las carreteras
- uso de las tierras para la agricultura en otras actividades como las industrias ladrilleras
-
- La erosión del suelo afecta tanto al propio ecosistema como a los ecosistemas aledaños provocando deslizamientos de tierra como huaycos, contaminación de aguas, formación de cárcavas entre otros.

Dosis letal media:

Para determinar los niveles de toxicidad en los organismo vivos, se realiza pruebas en laboratorio. Los animales más utilizados para ello son los ratones que son sometidos a diversas dosis de contaminantes y cultivo de bacterias. La dosis letal media determina cual es la cantidad de producto que al ser consumida mata a un 50% de la población. Estos datos permiten conocer el grado de toxicidad de los productos.

Medidas de control:

Las medidas de control atraviesan desde la aplicación de las leyes ambientales hasta la implementación de técnicas específicas para disminuir los efectos de los contaminantes o evitar su uso. Algunas de las más usadas son:

Agua:

- Neutralización de sustancias contaminantes o tóxicas para evitar cambios de pH en el agua.
- Tratamiento de aguas servidas.
- Lagunas para filtración de relaves mineros antes de arrojarlos a ecosistemas naturales
- Educación ambiental

Aire:

- Uso de filtros de aire y chimeneas elevadas para disminuir la emisión de humos y polvos en las partes bajas de la atmósfera.
- Aplicación de impuestos restrictivos para la contaminación.
- Control de los gases tóxicos emitidos por el parque automotor e industrial.
- Utilización de gasolina libre de plomo.
- Organización del parque automotor.
- Utilización de filtros para autos.
- Leyes para disminuir el ruido.
- Educación ambiental.

Suelo:

- Uso de especies vegetales depuradoras.
- Control biológico; que consiste en aprovechar las relaciones interespecíficas que perjudiquen a los insectos plaga.
- Degradación de petróleo y otros derivados de los hidrocarburos a base de bacterias y hongos degradadores.
- Utilización de surcos de contorno y Andenes.
- Reforestación con especies nativas.
- Educación ambiental.
- Elevación de precio a los productos como pesticidas y abonos que contengan contaminantes.

Desarrollo de la práctica:

1. Determine el principal problema de contaminación del agua, aire y suelo en los puntos observados en la cuenca baja del río Rímac, compárelos y describa sus efectos.
2. ¿Qué soluciones existen y que soluciones viables propondría para disminuir las contaminaciones mencionadas en la pregunta anterior?

Práctica N°10

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (EIA)

Hoy en día, la realización de estudios de impacto ambiental, es una obligación previa para la ejecución de cualquier proyecto que involucre la alteración de nuestro medio ambiente.

Se hacen estudios de impacto ambiental antes de construir, ampliar o modificar una carretera, antes de ejecutar una exploración minera, ampliar una industria (p. e conservera o harinera de pescado) ya establecida, construir un embalse o represa, etc.

En muchos países, existe una oficina o un ministerio del medio ambiente, el cual es el encargado de normar, exigir y dar las pautas para estos estudios, así también aprobar o no la ejecución del proyecto posterior a la realización del EIA.

En el Perú no contamos con un ministerio del medio ambiente, pero los ministerios involucrados en este tema tienen direcciones especiales que se dedican a esta labor. Así por ejemplo, El Ministerio de Energía y Minas tiene una Dirección de Asuntos Ambientales, el Ministerio de Transportes y Comunicación, el Ministerio de Agricultura y el de Industria, también.

A continuación se darán algunas pautas generales para que el alumno tenga una idea general de esta actividad muy difundida hoy en día, pero que muchas veces entra en controversia.

OBJETIVOS

- ❖ Conocer qué es una Evaluación de Impacto Ambiental
- ❖ Conocer las áreas de estudio que implica un EIA
- ❖ Discutir la problemática actual del desarrollo de esta actividad

CONCEPTOS GENERALES

Ambiente

Dentro de este contexto, es un concepto muy amplio y es la combinación o conjunto de todos aquellos factores, naturales o modificados por el ser humano, físicos, biológicos o sociales, bióticos o abióticos que constituyen la totalidad de nuestro entorno de los cuales dependemos y con los cuales mantenemos relaciones estrechas.

Efecto Ambiental

Es el proceso que desencadena una acción humana sobre el medio ambiente. Son efectos la erosión del suelo, la dispersión de contaminantes, el desplazamiento de personas, plantas o animales, que se dan en forma acelerada debido a la acción humana. Los efectos pueden ser positivos o negativos.

Los efectos sobre el ambiente originados por la ejecución de un proyecto dado, se catalogan de acuerdo al factor ambiental que será alterado. Podemos encontrar efectos físicos, efectos biológicos y efectos socioeconómicos.

Impacto Ambiental

Es el cambio neto, ya sea positivo o negativo sobre el ambiente. Es el resultado del efecto ambiental.

Evaluación Ambiental

Aquellos estudios destinados a evaluar la calidad del ambiente en el estado natural y en el alterado.

Estudio de Impacto Ambiental

Es un estudio técnico e interdisciplinario que se realiza como parte del proceso de toma de decisiones sobre la implementación de un proyecto o una acción determinada, con el objetivo de predecir los impactos ambientales y para proponer medidas preventivas, mitigar y/o controlar dichos impactos.

Es interdisciplinario, pues para su elaboración necesita de la participación de diferentes profesionales según sea el objeto de estudio. Por lo general, se necesita de un antropólogo o sociólogo, quien cubrirá la parte social del trabajo; un arqueólogo, para verificar la presencia de monumentos arqueológicos e históricos y asegurar que ellos no sean alterados; un biólogo, el cual evaluará la situación de los recursos naturales (flora y fauna), las formaciones o zonas de vida (ecosistemas) en el área del proyecto. Además es común la participación de geólogos, u otros ingenieros según sea el objetivo del estudio de impacto ambiental.

Alcances de una Evaluación de Impacto Ambiental

De acuerdo al tipo de proyecto que se planifica ejecutar, un EIA debe seguir ciertas directrices. En términos generales un EIA contiene:

- ❖ La descripción del proyecto de inversión que se quiere ejecutar
- ❖ La caracterización del medio donde se realizará el proyecto
- ❖ La identificación de posibles efectos y evaluación de los impactos
- ❖ Descripción de las medidas propuestas para eliminar, reducir al mínimo o mitigar los impactos negativos previstos
- ❖ Un resumen ejecutivo

Las directrices y alcances generales de un EIA son elaborados por las autoridades ambientales, pero la realización del estudio queda a cargo de una Consultora ambiental, la cual puede establecer las directrices específicas. La aprobación del EIA depende de las autoridades ambientales de cada ministerio, según corresponda.

La consultora ambiental será contratada directamente por la empresa interesada en la realización del proyecto o entrará en concurso o licitación convocado por una empresa privada o el mismo Estado.

Un aspecto fundamental de los EIA, es delimitar el área de estudio en la cual se deberá considerar los componentes biológicos, físicos y humanos susceptibles a ser perturbados. Esta delimitación deberá ser justificada en función de las variables medioambientales estudiadas, y será consecuencia directa de las características generales del lugar de aplicación.

Para la realización de un EIA, es necesario contar con la cartografía de la zona y la descripción del proyecto de inversión.

Además la consultora se encargará de la búsqueda de información relativa al área a evaluar, ya sea de estudios científicos previos, información meteorológica, documentos técnicos que se haya desarrollado en cualquier aspecto relacionado a la evaluación.

Por otro lado la empresa consultora con un grupo de trabajo deberá realizar el estudio y la visita al campo, con el propósito de corroborar la información y actualizar la información básica.

El desarrollo de un estudio de impacto ambiental, termina con la elaboración de un informe el cual pasará por revisión de las autoridades pertinentes.

Desde el punto de vista ecológico el EIA da énfasis a:

a. Aspectos Físicos. Incluye la caracterización de la parte abiótica involucrada en el estudio:

Suelos: La información relativa a este tópico deberá ser analizada en función de su estudio dando mayor importancia a:

- ❖ Propiedades físicas y químicas del suelo
- ❖ Capacidad de erodabilidad
- ❖ Características de salinidad, pedregosidad, etc.

Geología general y litología: Revisión de las estructuras e historia geológica del terreno que deberán considerar, sobre todo en el caso del trazado de vías.

Topografía: Se debe tomar en cuenta análisis de las pendientes y descripción del relieve.

Clima e hidrología: Es necesario conocer las características climáticas e hidrológicas de la región para relacionarlos con otros aspectos del Estudio.

En este tópico debe considerarse:

- ❖ Condiciones meteorológicas
- ❖ Régimen de precipitación, frecuencia e intensidad
- ❖ Descripción del escurrimiento superficial
- ❖ Influencia de inundaciones
- ❖ Profundidad de la napa freática
- ❖ Descripción de la hidrología, cuerpos de agua, cuencas receptoras y tributarias afectadas por el proyecto
- ❖ Otros factores que modifiquen el clima.

b. Aspectos biológicos. Deberá describirse la vegetación y la fauna presentes, así como las zonas de vida involucradas en el proyecto.

Vegetación: Es necesario presentar cartográficamente la distribución espacial de la cobertura vegetal de la zona. Debe analizarse:

- ❖ Las formaciones vegetales presentes, afectadas por el proyecto
- ❖ Valor protector y productor de cada una de las formaciones vegetales en superficie y volumen afectadas por el proyecto
- ❖ Capacidad de recuperación de la vegetación.

Fauna: Se debe dar énfasis a:

- ❖ Identificación de refugios o área de nidificación o cría de especies animales
- ❖ Posible influencia en la etapa de construcción en cuanto a migraciones de especies animales
- ❖ Modificación o destrucción de hábitat
- ❖ Potencialidad del recurso o valor comercial, ornamental o deportivo de algunas especies amenazadas, raras endémicas o en vías de extinción.

c. Aspectos socioeconómico y cultural.

Desde el punto de vista socioeconómico se consideran los siguientes aspectos:

- **El Análisis poblacional:** Es necesario reconocer las poblaciones humanas presentes o relacionadas al área de proyecto y actividades realizadas por ellas. Este será un factor

fundamental en la decisión de aprobación o desaprobarción del proyecto según la repercusión que este tenga sobre la actividad humana.

- **Uso de la tierra:** actual y potencial.
- **El Ambiente escénico-paisajístico.** Se refiere a la descripción de las características generales del paisaje, a la caracterización de ecosistemas sensibles, presencia de áreas de valor histórico y arqueológico y presencia de lugares de interés turístico recreativo.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La Identificación, Evaluación y Análisis de los Impactos Ambientales es el objetivo principal de un EIA y depende de la caracterización previa que se hace del área de estudio. Se identifican todos los efectos que pueda generar el proyecto. Entre estos se incluyen:

❖ **Impacto sobre el componente biológico** (flora y fauna):

Se debe dar énfasis a los efectos sobre el medio ecológico, causados por alteraciones en el patrón de distribución de organismos, hábitos de reproducción o alimentación, variaciones de hábitat naturales en las áreas que involucre el desarrollo del proyecto.

También se dará énfasis a las alteraciones en los ecosistemas estables, cobertura vegetal como protección para el suelo y el régimen hidrológico, entre otros.

Otros efectos, a evaluar están dados sobre las posibles especies de flora y fauna, raras, endémicas o en peligro de extinción o con valores ecológicos.

- ❖ Impacto sobre el Ambiente socioeconómico y cultural
- ❖ Impacto sobre el Ambiente escénico o Paisaje
- ❖ Impactos sobre la infraestructura

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CORRECCIÓN

Tomando en cuenta la caracterización del ambiente y la identificación de los impactos ambientales probables, la consultora debe especificar las recomendaciones o medidas para la prevención, corrección y control de los mismos. En la medida de lo posible, dependiendo del impacto identificado, debe establecerse cuando y donde se aplicarán las medidas aunque esto frecuentemente debe ser afinado mediante la ejecución de planes detallados de ingeniería ambiental.

Es necesario contar con un Programa de Vigilancia y Control. En este caso la consultora determina los parámetros necesarios y elabora un programa para la vigilancia y control del medio ambiente, en éste debe quedar claro los entes o instituciones asignados para el cumplimiento de cada medida, su tipo de responsabilidad, fecha de cumplimiento, etc.

PROGRAMA DE ABANDONO

Finalmente deberá elaborarse un Programa de abandono, en el que se describe las acciones que debe cumplir la empresa antes retirarse del lugar una vez terminada la explotación de recursos. Ello es fundamental para empresas petroleras, y mineras cuyos recursos son agotables en un plazo relativamente corto de tiempo.

IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS SEGÚN EL TIPO DE PROYECTO

Los principales efectos negativos ambientales que deben ser evitados según el tipo de proyecto a implementarse son:

1. Proyectos mineros y petroleros:

- Contaminación de agua, aire y suelo durante la explotación, transporte y refinación.
- Contaminación por ruido.
- Contaminación de cuencas hidrográficas por vertimiento de relaves al agua.
- Deterioro de hábitat por ruido y construcción de trochas para transporte de materiales.
- Erosión.
- Vertederos de materiales de desecho

2. Proyectos de embalse de agua

- Alteración de flujo de agua
- Variación del nivel de la napa freática
- Inundaciones o desertificación de áreas
- Desplazamiento de población
- Desarrollo de nuevos vectores de enfermedades
- Alteración del paisaje

3. Proyectos de expansión de la frontera agrícola:

- Contaminación de agua y aire por uso de plaguicidas y fertilizantes.
- Erosión
- Alteración de flujo de agua
- Alteración del clima por deforestación
- Destrucción de hábitat

4. Fábricas y envasadoras:

- Contaminación de agua o suelo por desechos
- Contaminación del aire por emisiones tóxicas
- Cambio de la temperatura del agua por vertimiento de aguas calientes

5. Proyectos de expansión urbana:

- Contaminación de agua, aire y suelo.
- Destrucción de hábitat
- Alteraciones en el microclima
- Contaminación por basura sólida
- Contaminación por aguas servidas

6. Proyectos de carreteras:

- Erosión
- Deterioro de ecosistemas
- Contaminación por ruido
- Alteración de flujo de corrientes de agua
- Deterioro del paisaje estético

7. Hidroeléctricas:

- Cambio en los niveles de la napa freática
- Contaminación por ruido
- Cambio de uso del territorio
- Contaminación de agua, aire y suelo por uso de combustibles
- Desplazamiento de poblaciones

Desarrollo de la práctica:

Como práctica y aplicación a estos conceptos, el profesor expondrá un pequeño caso, y los alumnos en forma grupal identificarán los posibles impactos sobre los componentes Físico, Biológico y socioeconómico. Los alumnos deberán revisar las medidas de mitigación propuestas en el proyecto y decidir su aprobación o desaprobación

Bibliografía:

1. PMC- COFIDE- BID. 1995. Seminario de estudio de impacto ambiental, materiales de lectura. Lima Perú.
2. Tyler, Miller Jr., 1994. Ecología y medio ambiente. Ed. Iberoamericana. México.