



**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

**PARTE II.**  
**INTRODUCCIÓN**

La Parte II introduce los principales tipos de ecosistemas. Donde quiera que haya condiciones similares, se desenvuelven ecosistemas similares. Un arrecife de coral en el Océano Indico es semejante a uno en el Océano Pacífico, se pueden encontrar los mismos tipos de plantas y animales aunque no exactamente las mismas especies. El desierto de la Argentina es parecido a desiertos en regiones de la misma **zona climática** en los Estados Unidos. Un tipo de ecosistema encontrado en climas similares por todo mundo se llama **bioma**. La Parte II describe los aspectos generales de los principales biomas.

La Figura II.1 tiene un diagrama simplificado de los principales biomas terrestres; en él se muestra donde se ubican en cada continente. En el segundo diagrama, se encuentran las principales zonas climáticas de la Tierra. Donde existen climas semejantes, los ecosistemas son semejantes. La zona climática determina el bioma existente. Conociendo los principales cinturones climáticos se facilita el conocimiento de los biomas. La **latitud** (distancia del Ecuador) y las posiciones este-oeste del continente son factores importantes que afectan la temperatura y la pluviosidad.

Siempre hay variaciones en las condiciones locales dentro de un bioma. Por ejemplo, dentro de la floresta septentrional de coníferas, existe un área baja que se llena de agua y se convierte en un pantano. Ese área se revela un poco diferente a la floresta que la circunda. Diferentes rocas geológicas afectan la formación del **suelo**, causando diferencias locales. Los biomas se mezclan en sus fronteras, normalmente hay un gradiente a medida en que se cambia de un bioma a otro.

En algunos lugares de la Tierra, se pueden encontrar diferentes biomas, unos cerca de los otros. La montañas elevadas son un buen ejemplo, ya que diferentes **altitudes** se caracterizan por temperaturas y regímenes pluviométricos propios. Al subir una montaña es posible observar algunas mudanzas climáticas al recorrer cientos de millas en dirección a los polos. Por lo tanto, en una montaña, se encuentran biomas de regiones frías a pocas millas de biomas de regiones calientes de baja altitud. En ciertos lugares de la Cordillera Andina ó las Montañas Rocosas, simplemente escalando se puede ir del desierto al bosque de coníferas, a la tundra, a condiciones polares, etc.

A medida que se proceda a la descripción de varios biomas, consulte la Figura II.1 para familiarizarse con su localización en el hemisferio septentrional.

Cuando se desenvuelve un nuevo ecosistema sobre un suelo abierto, o en un nuevo estanque (laguna), las especies se trasladan y son remplazadas por otras. Usualmente los ecosistemas son simples, al principio, pero van volviéndose cada vez mas complejos a medida que se incluyen otros organismos. Las etapas en este desenvolvimiento son llamadas **sucesión**. Durante la *sucesión* normalmente existe un crecimiento en la biomasa total, crecimiento del almacenamiento de nutrientes, y un aumento en la diversidad de las especies participantes.

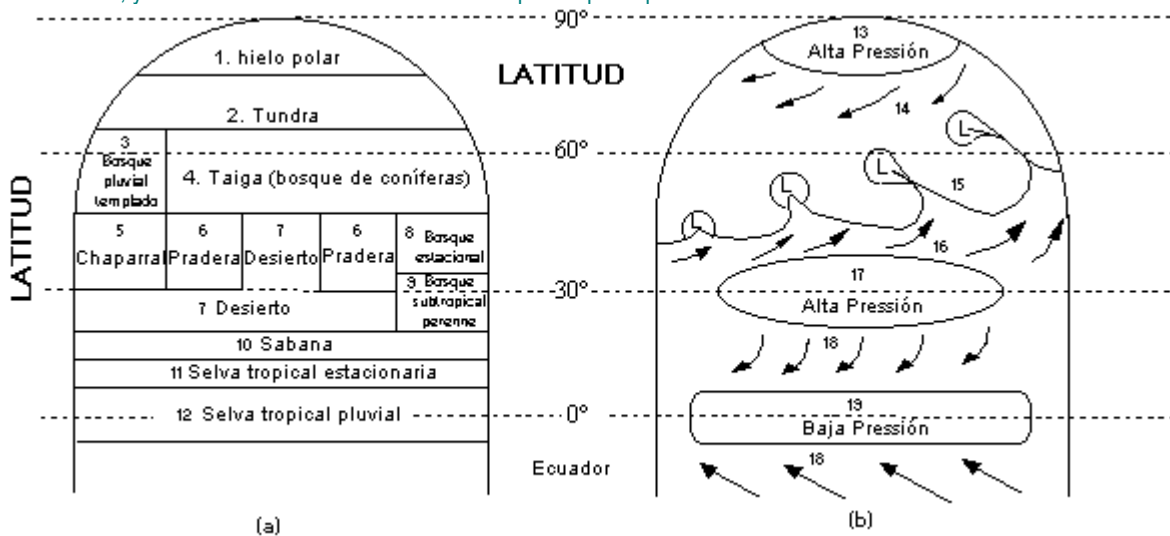


Figura II.1  
(a) *Distribución típica de biomas en un continente virtual*

1. Hielo Polar; 2. Tundra; 3. Bosque templado pluvial;
4. Taiga; 5. Bosque de Chaparral; 6. Praderas; 7. Desierto;
8. Bosque estacional; 9. Bosque subtropical perenne. 10 Sabana;
11. Selva tropical estacional; 12 Selva tropical pluvial.

(b) *Zonas de vientos y precipitación pluvial en un hemisferio.*

13. Alta presión polar y aire descendente con algo de nieve;
14. Vientos polares del este;
15. Zona de frente polar y tormentas ciclónicas pasando de este a oeste, con lluvia pesada y nieve;
16. Vientos del oeste;
17. Alta presión subtropical y aire descendente con algo de lluvia;
18. vientos ascendentes del este;
19. Zona de convergencia intertropical, lluvias del cinturón ecuatorial

Después de algún tiempo, el continuo crecimiento se detiene. Si las condiciones climáticas cambian levemente, el ecosistema puede variar muy poco y tiende a reproducirse por sí mismo: los organismos que mueren son reemplazados por otros del mismo tipo. El ecosistema está entonces en un estado de equilibrio, esa etapa se denomina **clímax**. Las características del ecosistema maduro son la diversidad, un rico ciclo de nutrientes, gran almacenamiento de materia orgánica, y una compleja red de plantas y animales capaces de sobrevivir usando luz solar y otros recursos.

En muchas áreas forestales, en terrenos limpios abandonados, primero crecen hierbas silvestres, luego árboles coníferos y finalmente árboles robustos formando un bosque (si se evitan incendios). En varias tierras húmedas recién devastadas, primero crecen plantas silvestres, luego sauces, y eventualmente llegan al clímax con árboles típicos de esas zonas. Los animales ejercen controles importantes en el proceso de sucesión, tanto en disponibilidad de semillas como de diversidad.

Durante la sucesión inicial, las plantas crecen y se produce mucho más materia orgánica de lo que se consume. Después, en el clímax, hay más consumidores, y gran parte de lo que es producido se consume en el mismo año.

Cada bioma tiene etapas características de sucesión y modelos característicos de clímax. Ejemplos y más discusiones sobre sucesión y clímax se abordarán con mayor detalle en el Capítulo 15.

El clímax de un ecosistema no es permanente, porque existen ciclos climáticos que causan cambios en el bioma. Por ejemplo, cuando periodos de hielo vienen y van, las zonas climáticas que controlan el ecosistema también vienen y van. Además, hay ciclos de renovación causados por las oscilaciones en la actividad de vida de organismos dentro del ecosistema. Por ejemplo, los pastizales constituyen un depósito de vegetación que es consumido por manadas de rumiantes de vida libre o por el fuego. Cada bioma posee diferentes modelos de oscilaciones. Vea los modelos de oscilación del Capítulo 9. Después de que el clímax es perturbado por un factor externo o interno, la sucesión opera nuevamente.

Las aguas azules de mar abierto, los campos de algas, y los pantanos de agua salada son ejemplos de ecosistemas similares en el océano, que se desarrollaron a partir de condiciones semejantes. Donde el uso humano de la naturaleza es parecida, se desarrollan ecosistemas similares de control humano, como son plantaciones forestales y sistemas agrícolas, algunas veces denominados agro-ecosistemas. Este tipo de ecosistema también está incluido en la Parte II.

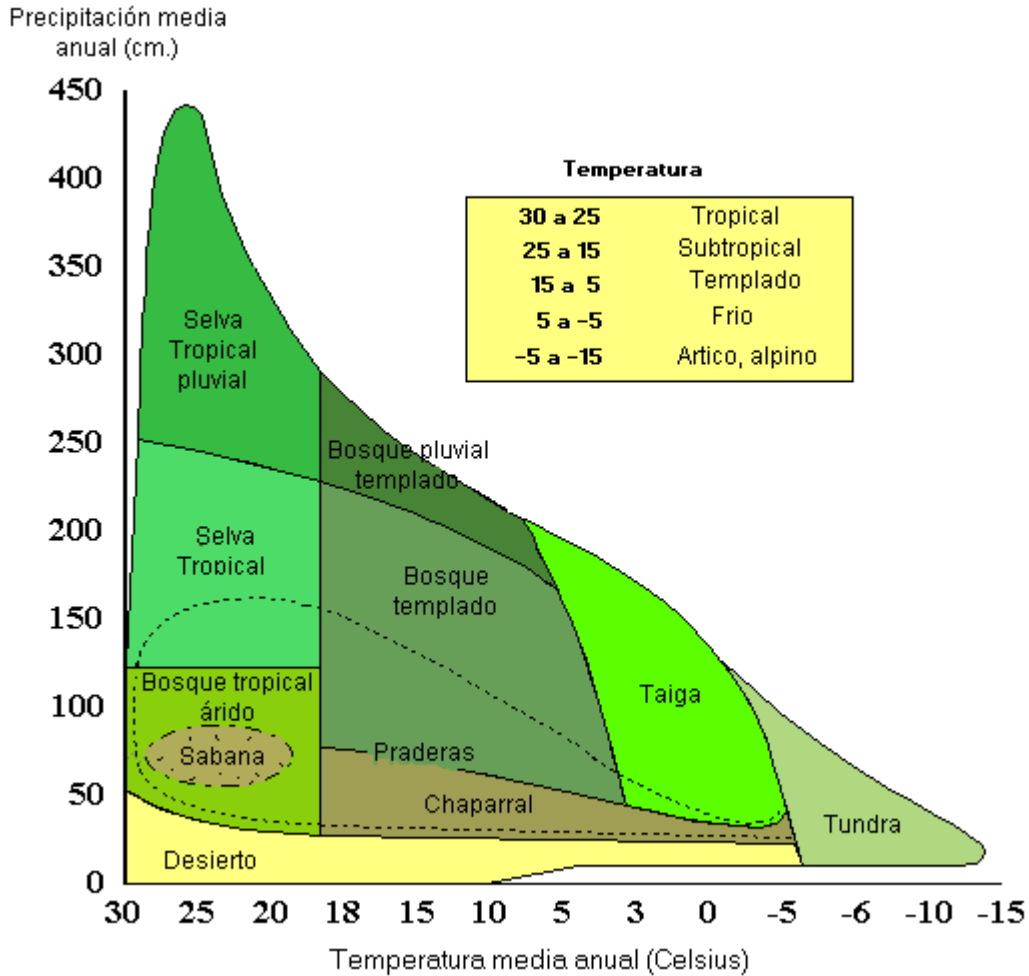


Figura II.2 Relación de biomas en relación a la temperatura y precipitación.

Fuente: "Ecoscience: Population, Resources, Environment.", Paul R. Ehrlich, and John P. Holden, W. H. Freeman, New York, 1977.

#### CAPÍTULO 10.

#### EL OCÉANO

#### OBJETIVOS:

1. Distinguir entre ecosistemas: oceánico, de plataforma continental, de arrecifes de coral, de algas marinas, costa rocosa, playa y duna;
2. Discutir la importancia del plancton en el ecosistema marino;
3. En un mapa oceánico, verificar los efectos de la fuerza Coriolis en dirección de las corrientes marítimas;
4. Diseñar un modelo de ecosistema marino, usando símbolos de energía;
5. Explicar la diversidad en un arrecife de coral;
6. Hacer una lista de los componentes de la línea de arrastre;
7. Explicar el proceso de sucesión en un ecosistema de dunas.

Setenta y uno por ciento de la superficie terrestre está cubierta por mares y océanos. El océano es importante para el mundo, crea lluvias, mantiene temperaturas adecuadas para la vida y sustenta la pesca.

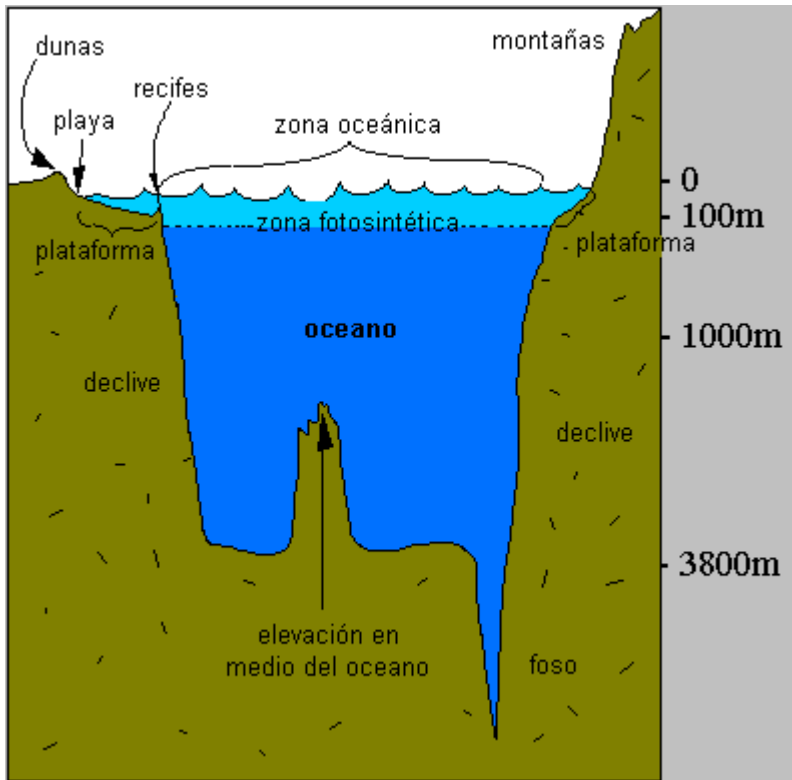


Figura 10.1 Zonas Oceánicas.

Las Figuras 10.1 y 10.2 muestran zonas oceánicas. Cada zona tiene un ecosistema con organismos especialmente adaptados para vivir allí. En la Figura 10.1, comenzando en la costa a la izquierda, se encuentran hacia derecha: dunas, playa, plataforma continental, un arrecife de coral y la zona oceánica.

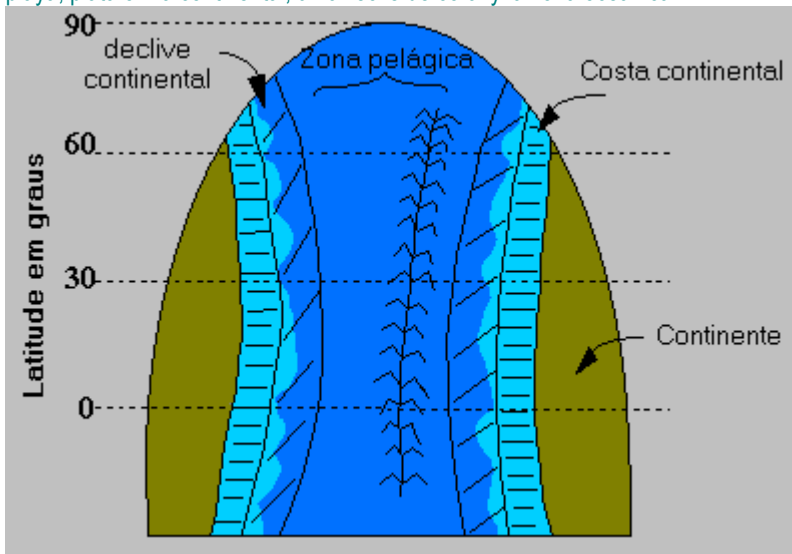


Figura 10.2 Relaciones de los relieves oceánicos.

### 10.1 Ecosistema oceánico:

El agua de la zona oceánica o mar abierto rodea continentes mas allá de las plataformas continentales, donde el fondo del mar cae drásticamente. Debido a la pureza de los aguas profundas (respecto a partículas, limo y materia orgánica) la luz penetra profundamente. Las plantas pueden fotosintetizar hasta a 100 m de profundidad. Solamente alguna luz azul se dispersa nuevamente a la superficie, es por eso que el agua parece azul oscuro; desde los satélites los océanos azules parecen casi negros.

Las corrientes de agua en el océano, son principalmente guiadas por los vientos predominantes que inciden en el agua. Los flujos de vientos se muestran en la Figura II.1b. Las corrientes marítimas guiadas por esos vientos van en grandes

círculos como muestra la Figura 10.3. La corriente del lado oeste del océano es muy fuerte. Un ejemplo en la Florida es la corriente del golfo, que llega a velocidades de 2 a 20 km por hora hacia el norte.

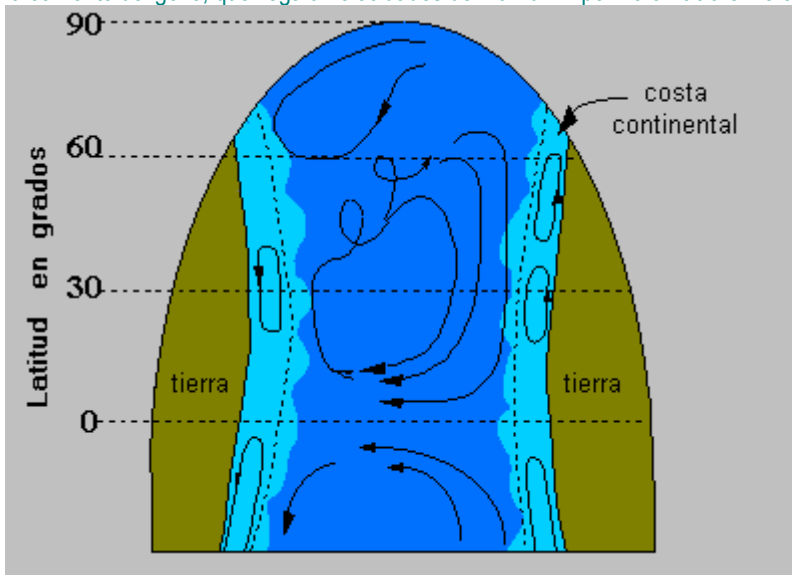


Figura 10.3 Corrientes marinas.

En profundidades mayores existe una contracorriente con las aguas del fondo que vuelven hacia el ecuador. Esas aguas son muy frías, cerca del punto de congelamiento del agua marina (casi 2 C mas frío que el punto de congelamiento del agua dulce).

Las aguas mas profundas del ecosistema oceánico, son ricas en nutrientes provenientes de la descomposición, en el pasado, de materia orgánica. Esa materia fue llevada al fondo del mar por migración animal y por movimiento de las aguas profundas. Ese movimiento es llamado **corrientes de resurgencia**. El **plancton** (organismos suspendidos en el agua) se mueve junto a estas corrientes.

A pesar de que la vida en el área oceánica sea dispersa, también es diversa e interesante. Tiene muchos tipos de minúsculo fitoplancton. El zooplancton se mueve hacia la superficie durante la noche, cuando no es tan visible para los carnívoros, y hacia el fondo durante el día. Muchos animales mayores, incluyendo peces, también se mueven hacia la superficie y al fondo (hasta 800 metros) en su ciclo diario; son auxiliados por grandes y turbulentos remolinos generados por las corrientes, vientos, olas y mareas.

Esos organismos reflejan el sonar (ondas sonoras), que las embarcaciones usan para visualizar el fondo del mar, pareciendo un falso fondo marino que sube en la noche y desciende de día. Observe el capa de dispersión en la Figura 10.4.

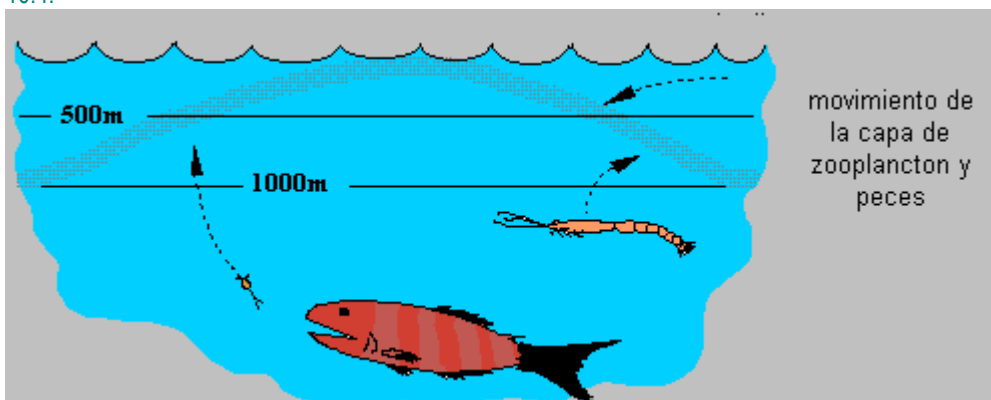


Figura 10.4 Migración diaria de la capa de organismos.

Los alimentos convergen a través de la cadena alimenticia en peces que nadan rápido, como el atún. La enorme variedad de animales marinos (como el pez espada y el delfín) son importantes atracciones para turistas.

El sistema oceánico tiene algas del tipo sargazo-marrón que forma columnas paralelas en dirección al viento. Olas guiadas por el viento causan remolinos que mueven el sargazo flotante por esas líneas, donde aguas superficiales convergen y giran para volver por su camino. Muchos de los animales que flotan en ese ecosistema son azul-brillante, como la medusa "caravela portuguesa".

La Figura 10.5 es un diagrama de un ecosistema marino. La organización del ecosistema tiene la misma forma básica de otros sistemas; tiene fuentes externas, productores y consumidores. Como sea, en el sistema oceánico, la turbulencia es de especial importancia pues provee las misturas, verticales y horizontales, de nutrientes y gases. La turbulencia es agua con muchos remolinos circulares y corrientes que cambian de dirección constantemente. Vientos y diferencias de presión del agua mantienen el agua en constante movimiento. Esas energías se muestran en el diagrama de sistema, como remolinos turbulentos y *corrientes de resurgencia*.

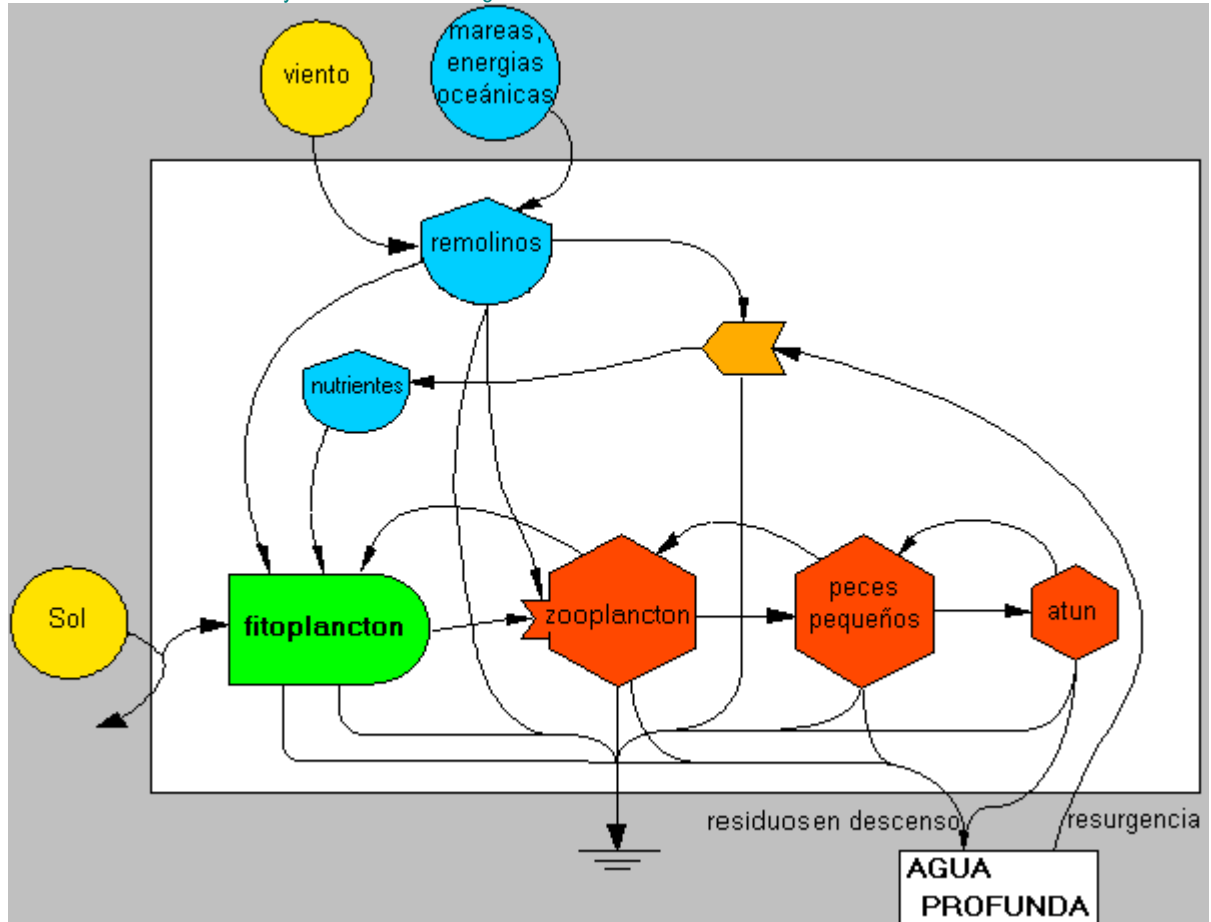


Figura 10.5 Diagrama de un ecosistema marino mostrando flujos de energía a dentro y fuera del agua profunda.

El diagrama muestra el flujo de la turbulencia en dirección al fitoplancton y zooplancton. La turbulencia mantiene el plancton en movimiento, ayudando a proveer sus necesidades y llevando a la superficie a aquellos que están en el fondo del mar. El fitoplancton es el *productor* en el ecosistema marino (diatomeaceas, dinoflagelados y otras algas microscópicas). El zooplancton está compuesto por animales en suspensión, que en su mayor parte se alimenta del fitoplancton. En estos se incluyen muchos tipos de organismos, desde protozoarios microscópicos hasta medusas.

El diagrama del ecosistema marino también ilustra como funciona la circulación para proveer nutrientes, los materiales perdidos de la red alimenticia marina se dirigen a las aguas profundas antes de su descomposición. Descomposiciones subsiguientes liberan los nutrientes de la materia orgánica. El agua marina de *resurgencia* devuelve esos nutrientes perdidos a la superficie donde estimulan el crecimiento del fitoplancton, y desde allí, toda la cadena alimenticia. La áreas de *resurgencia* proveen ricas zonas pesqueras. Observe la Figura 10.6.

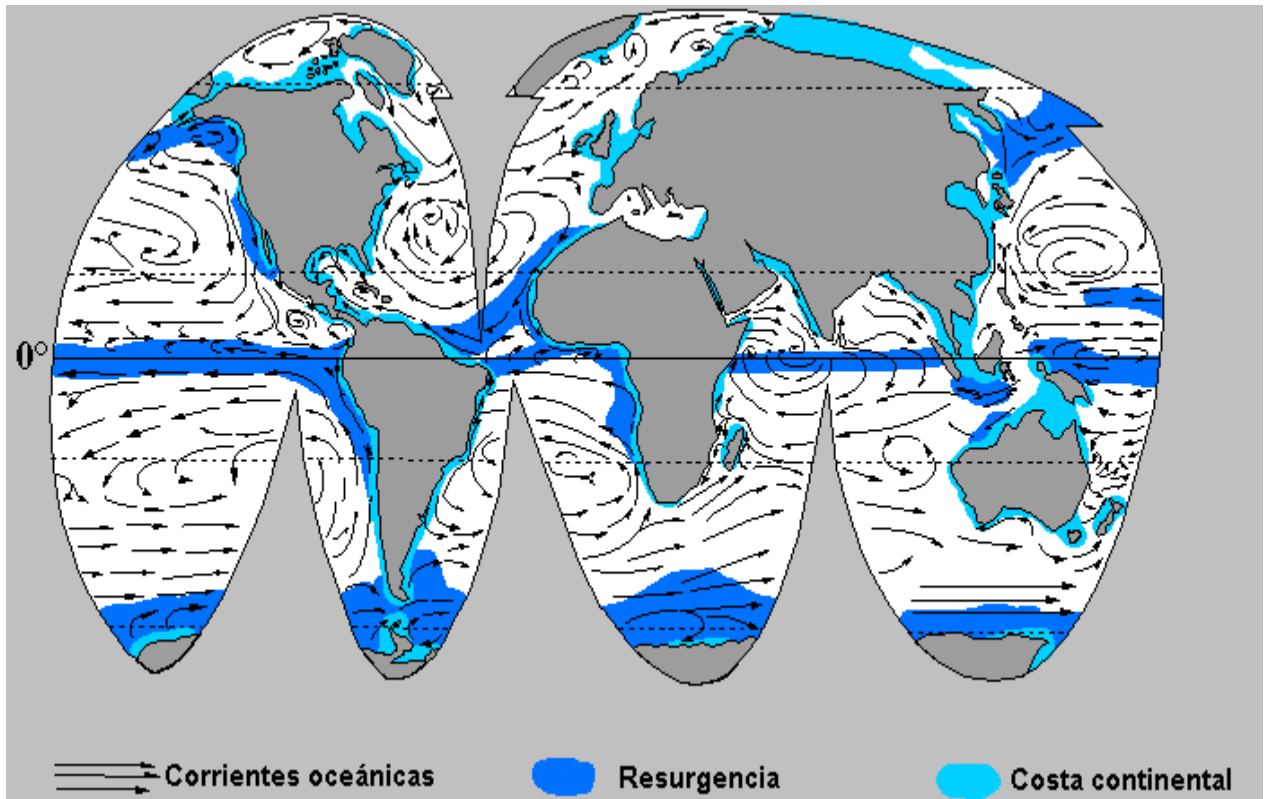


Figura 10.6 Corrientes, costa continental, y áreas de *resurgencia* importantes para la pesca.

Mapa de: Espensade, E.B., ed., 1950,

Goode's School Atlas. Rand McNally, NY.

Resumen de corrientes oceánicas, *resurgencia* y costas continentales de:

Scientific American, 1971, Oceanography, W.H. Freeman, San Francisco.

Las ballenas dependen de cardúmenes de pequeños camarones llamados *krill* para alimentarse (Figura 10.7). Viviendo de fitoplancton en aguas fértiles, el "krill" se desarrolla en enormes masas. Especialmente en aguas árticas y antárticas, fuertes corrientes concentran fitoplancton para alimentar el *krill*. Normalmente, la energía que pasa a través de la cadena alimenticia requeriría varios pasos intermedios para pasar de organismos tan pequeños como el fitoplancton a organismos tan grandes como las ballenas, pero las fuertes corrientes hacen que menos pasos sean necesarios. Debido a los muchos años de caza indiscriminada, es posible que haya apenas un décimo de la población original de ballenas hoy en día; y algunas especies están corriendo peligro de extinción. Tratados internacionales han reducido la caza de ballenas, y algunas poblaciones están restableciéndose. Aparentemente, otros peces, aves marinas y gaviotas comen el krill que no es aprovechado.

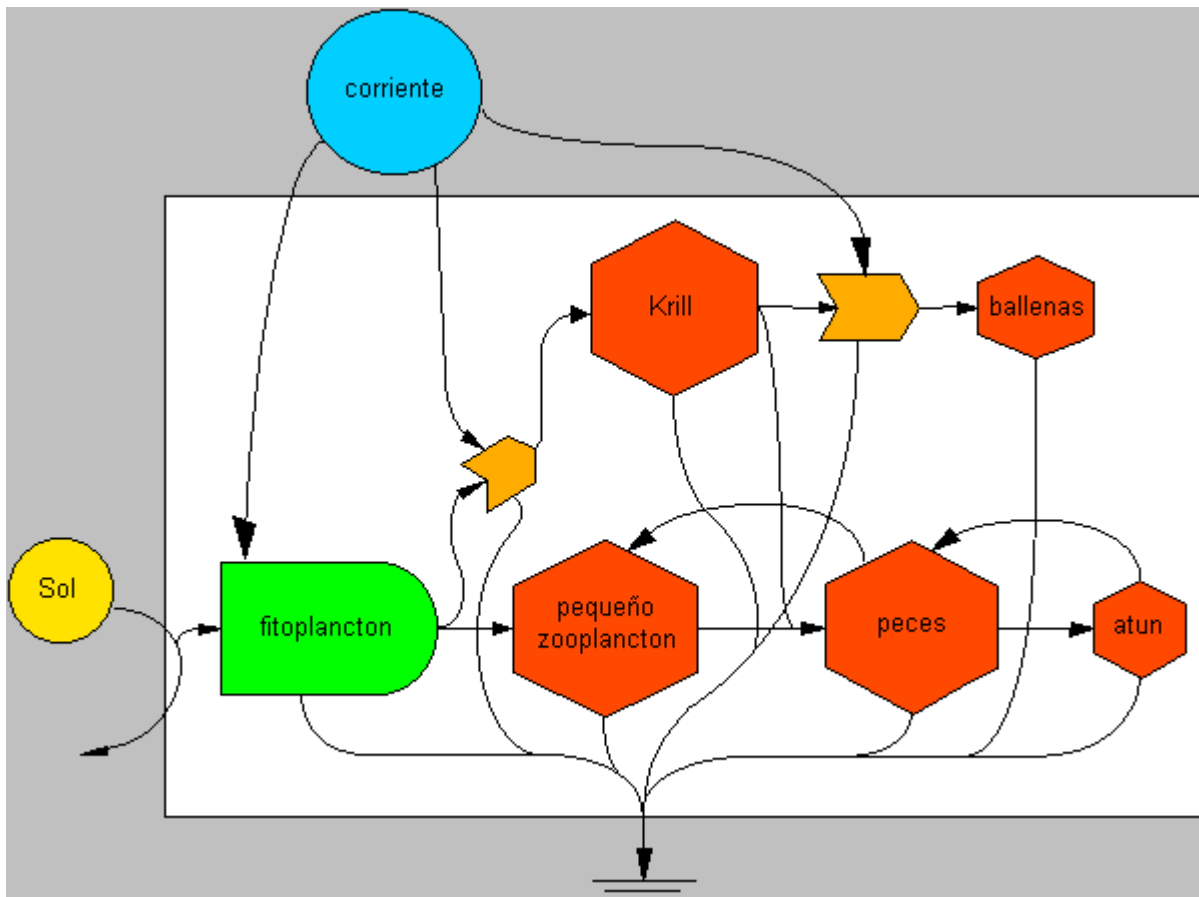


Figura 10.7 Red alimentaria de ballena y atún, mostrando el importante papel de las corrientes. Donde y como las personas se encuadran en este sistema?.

### 10.2 Ecosistema de plataforma continental.

El ecosistema de plataforma continental no es tan profundo como el sistema de las aguas azules, ya que desde la playa el declive desciende hasta 200 metros; así, las aguas costeras se ven más influenciadas por los vientos calientes y fríos de la tierra; los sedimentos y nutrientes son arrastrados por el movimiento de las aguas en la playa. Los animales de las zonas profundas son reemplazados por los muchos tipos de animales que viven en y sobre el fondo arenoso. El agua de la costa continental es más turbia y por eso parece más verde, en ella el fitoplancton realiza más procesos fotosintéticos.

La plataforma continental también tiene corrientes circulares, estas son en parte originadas por los ríos. Así que los ríos entran en el mar, sus aguas viran hacia la derecha debido a que la Tierra está rotando en dirección contraria. Ese giro hacia la derecha es llamado **fuerza de Coriolis**. En el hemisferio sur, la fuerza de Coriolis gira hacia la izquierda.

Las poblaciones de plancton y larvas de importantes especies (como camarones, cangrejos y peces) pueden permanecer en la misma área, moviéndose junto con las aguas costeras en patrones circulares.





CAPITULO 10

**OCÉANOS. Segunda parte**

Muchas de la especies costeras, cuando están listas para procrear, emigran a mar abierto donde hay condiciones uniformes de salinidad y temperatura. Las fases juveniles generalmente retroceden y crecen en estuarios (desembocadura de ríos en el mar, donde hay alimento en abundancia a causa de las corrientes). Vea Figura II.1.

Para hacer la Figura 10.5 apropiada para el ecosistema costero, la caja de aguas profundas debe ser sustituida por la fauna y flora del fondo del mar (también denominada **bentos**). Ellos reciben una lluvia de coliformes fecales, células de plantas y otras materias orgánicas de la superficie, que es filtrado del agua o consumido directamente del fondo arenoso. Las acciones de esos animales y de los microbios (que ayudan al consumo del alimento orgánico) liberan nutrientes inorgánicos que los remolinos devuelven al fitoplancton de la superficie.

Algunas veces se comenta que si las personas administrasen el mar con mas eficiencia, podría producir mucho mas alimentos; eso es exagerado, la mayoría de los océanos tienen muy pocos nutrientes y sus redes alimenticias son dispersas.

Una gran fertilidad se encuentra en zonas de *resurgencia* y en las plataformas continentales. Allí, los consumidores de desechos, en el fondo poco profundo, son el comienzo de diversas cadenas alimenticias. La mayoría de productos marinos de comercio mundial -peces, cangrejos, langosta y mariscos- se obtienen en la plataforma continental. Esas áreas tienen alto movimiento pesquero.

La cantidad de peces marinos pescados al rededor del mundo mostró un aumento pronunciado en la cosecha de 1900 a 1970, después de la cual el crecimiento fue mas lento (Figura 10.8). Dispositivos de pesca mecánicos y navíos de beneficiamiento pesquero traen tanto pez, que el número de algunas especies ha sido severamente disminuido. Hubo incremento de costos de combustibles para barcos y menos áreas que no fueron sobrepescadas.

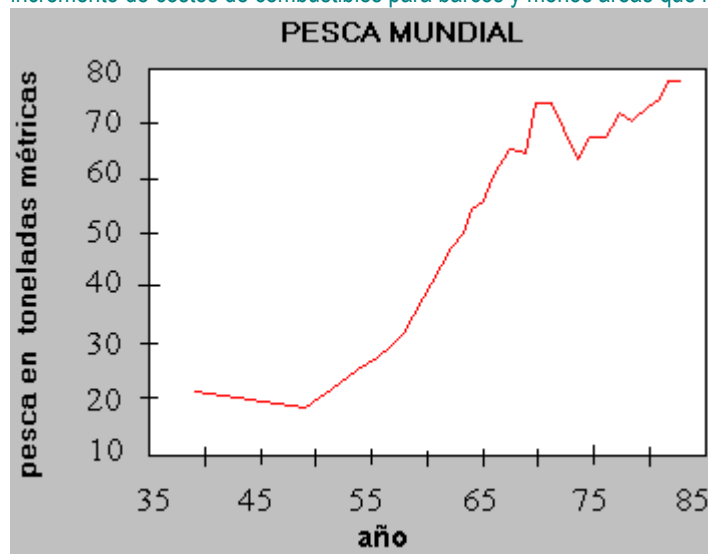


Figura 10.8 Crecimiento de la pesca en el mundo, 1950-1982

Todo sistema renovable que abastece energía, necesita de retroalimentación para reciclaje y control para sobrevivir. Como vemos en la Figura 10.9, los hombres han retirado productos del océano, pero no ha repuesto nada al sistema, salvo los nutrientes en aguas servidas. De cualquier manera, aún con una mejor administración, el océano no puede resolver los problemas alimenticios de nuestro mundo sobrepoblado.

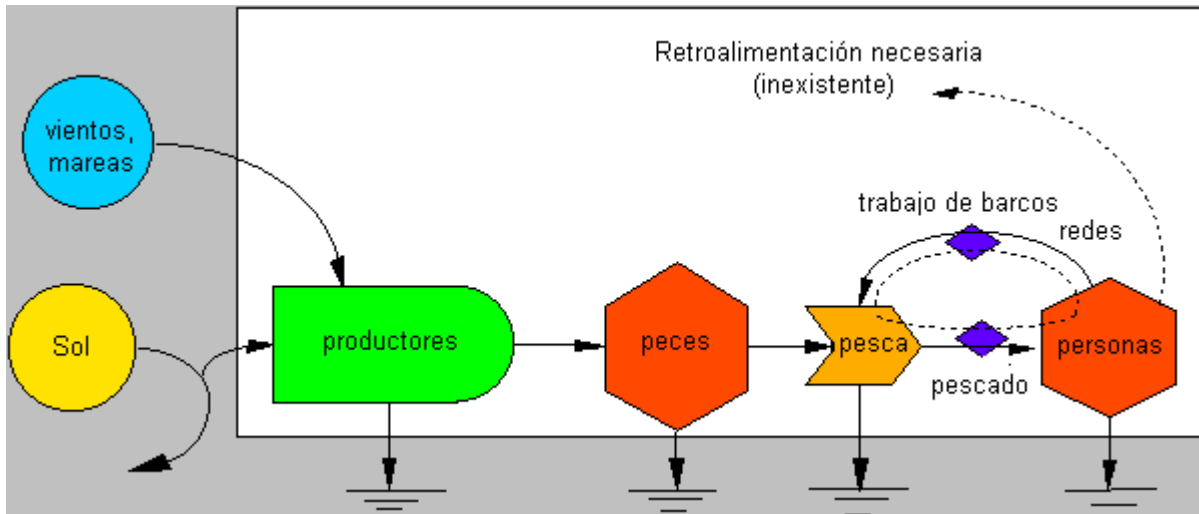


Figura 10.9 Productos pesqueros sin retroalimentación .

### 10.3 Arrecifes de coral.

A lo largo de la costa, y en el fondo de aguas poco profundas y templadas (sobre los 20°C), donde las ondas y corrientes son fuertes, se desarrollan los ecosistemas de arrecifes de coral. Una alta diversidad de plantas y animales construyen plataformas de piedra calcárea con sus esqueletos, la mayoría de los arrecifes de coral son colonias de medusas que forman esqueletos de piedra calcárea debajo de sus cuerpos. Algas calcáreas rojas y verdes también forman esqueletos que contribuyen a la formación de los arrecifes.

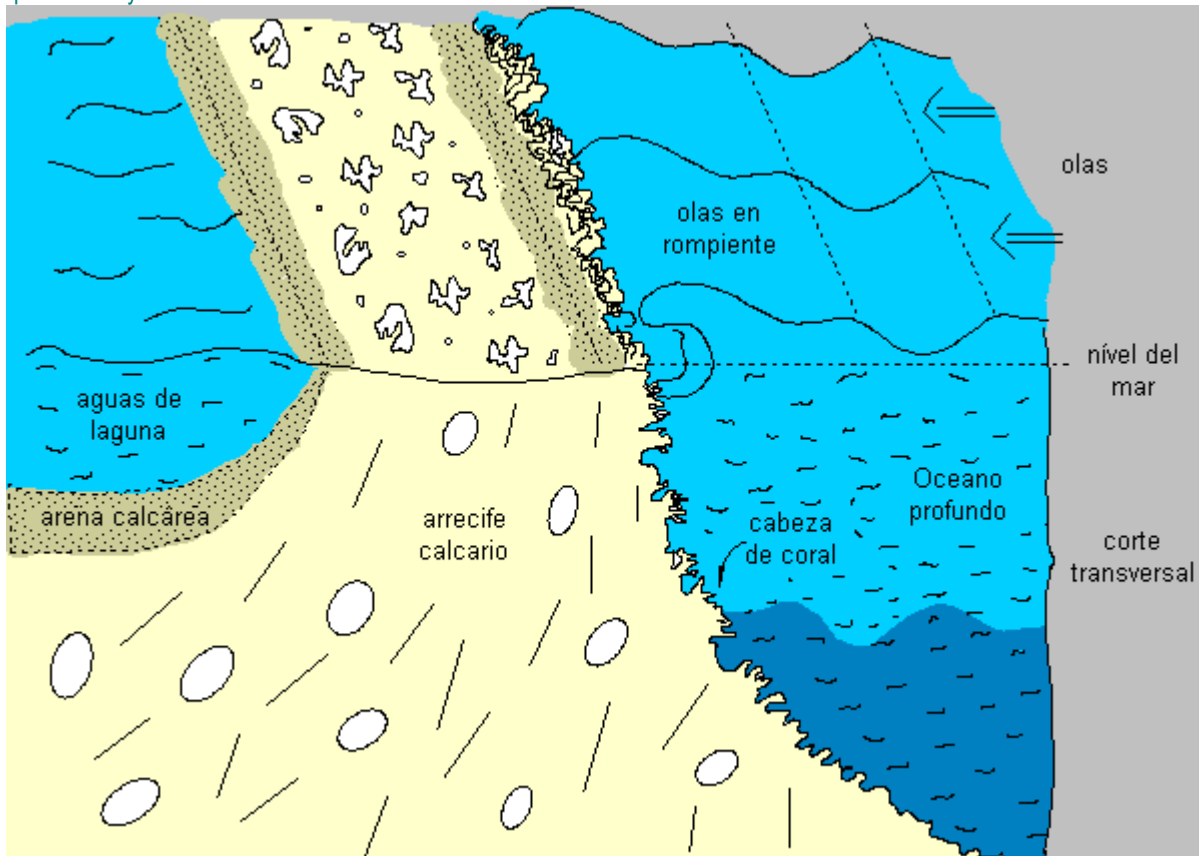


Figura 10.10 Arrecife de coral

Los corales obtienen la mayoría de su alimento y energía, para formación del esqueleto, a través de la fotosíntesis de algas simbióticas llamadas **zooxanthellae**, que viven en sus tejidos. También capturan pequeños organismos con sus células urticantes.



carneadas y largas que alcanzan la superficie y que poseen bolsas llenas de gas que las mantiene en la superficie. La producción fotosintética es grande. Vea las Figuras 10.12 y 10.13. Hay muchos animales típicos del ecosistema de algas, tales como el "pez alga", madreperlas y nutrias marinas. Los erizos de mar cortan las algas libres, haciendo necesario un nuevo crecimiento. Cuando el "pez alga" se pesca en exceso, los erizos aumentan en número y las algas se reducen. Esas pescas excesivas causan oscilaciones en el sistema.

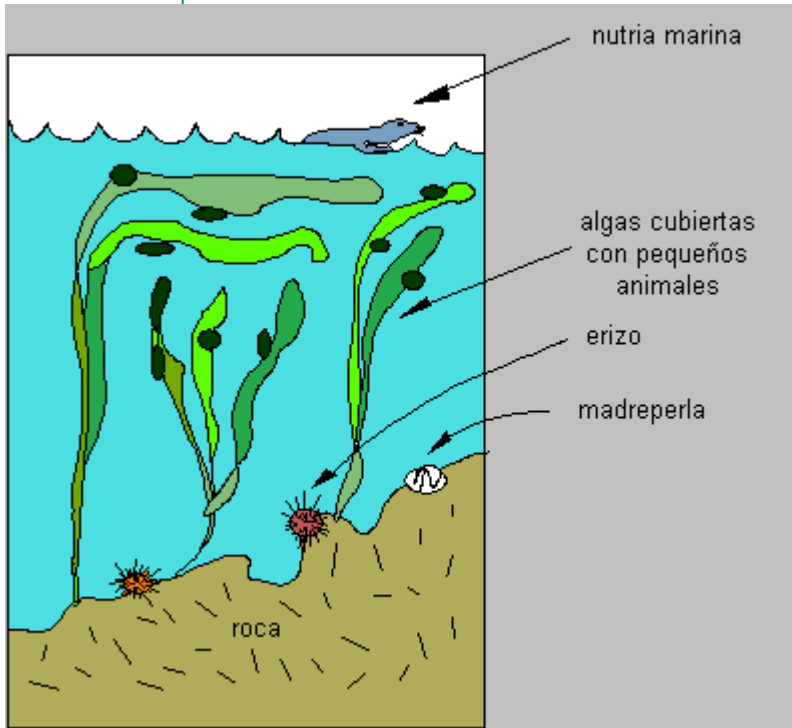


Figura 10.12 Ecosistemas de algas.

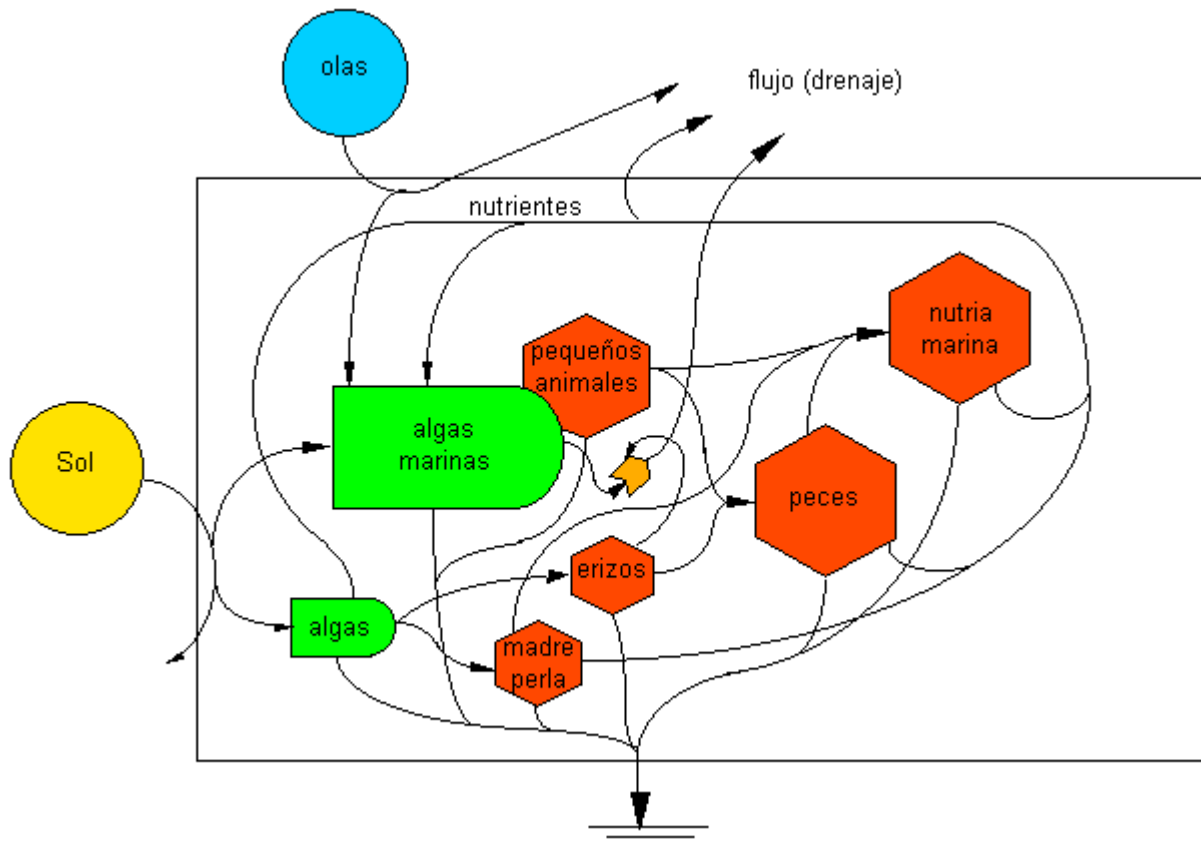


Figura 10.13 Ecosistemas de algas.

#### 10.5 Ecosistemas de incrustaciones sobre rocas en entre-mareas.

Donde las rocas u otras superficies duras se encuentran entre alta y baja marea (zona de entre-marea), se desarrolla un ecosistema especial con organismos fijos y que pueden vivir por algunas horas tanto dentro como fuera del agua. Las plantas son de igual manera resistentes al resecaamiento, son algas fijas de color rojo y marrón. La mayoría de los animales poseen esqueletos protectores, tales como crustáceos, ostras y mejillones. La comunidad de organismos se adapta para utilizar los nutrientes y partículas de alimentos que son arrastrados por la marea y rompientes de olas. También hacen parte del sistema los peces predadores, que ingresan a ella cuando la marea es alta.

#### 10.6 Playas.

Los ecosistemas de playas son importantes como atracción turística y como un lugar donde la energía de las olas es utilizada. Las **playas** se forman cuando hay un abastecimiento de arena y energía de olas regulares que conservan la playa organizada y limpia. Mucha de la arena que forma parte de las playas fue traída por la corriente marina a través de millones de años, esa corriente se genera en la zona de rompimiento de las olas que vienen hacia la playa de forma angular. Las olas envían su energía en corrientes a lo largo de la playa llevando arena en la dirección en que esas olas rompen. Vea las Figuras 10.14 y 10.15

La playa es un fantástico filtro. Cada rompimiento de ola esparce agua a través de la arena y cuando el agua retorna, está filtrada; la playa es algo semejante al filtro de grava usado en redes de tratamiento de agua. El espacio entre granos contiene animales minúsculos y microbios que consumen materia orgánica y retornan nutrientes al agua.

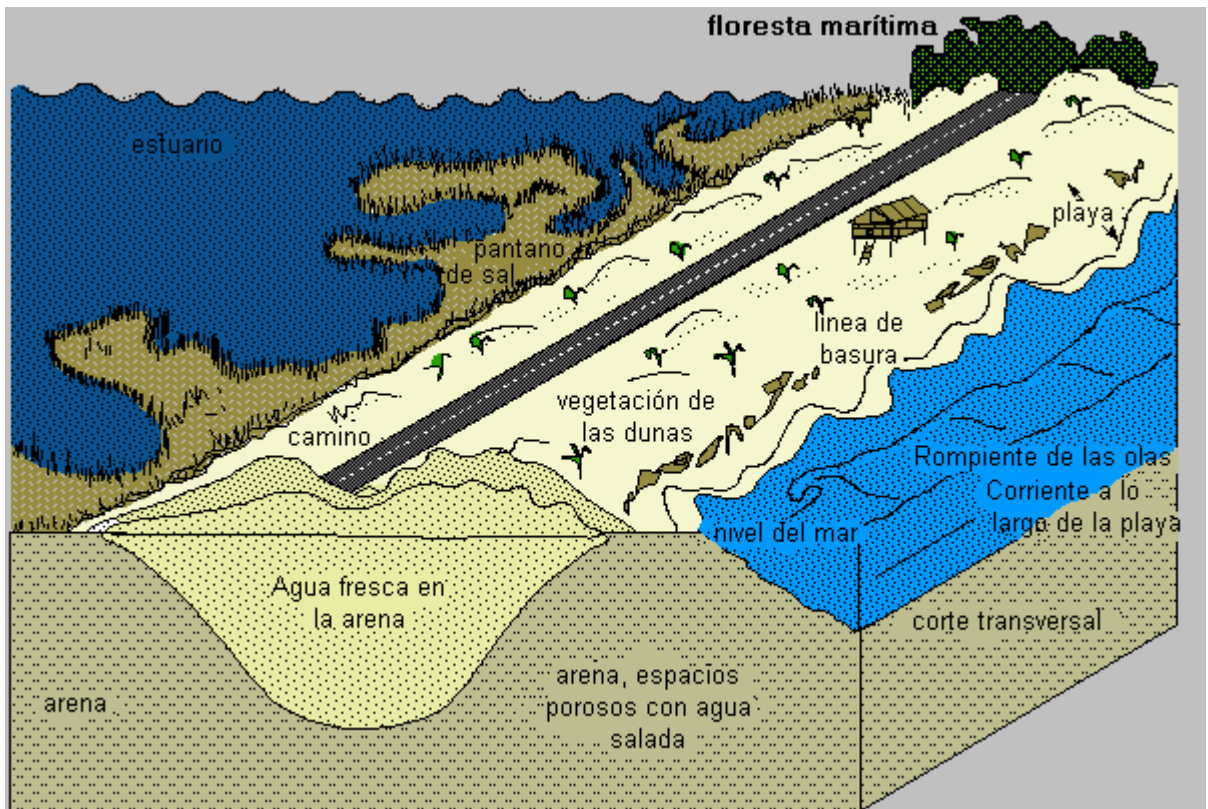


Figura 10.14 Zonas en una playa típica

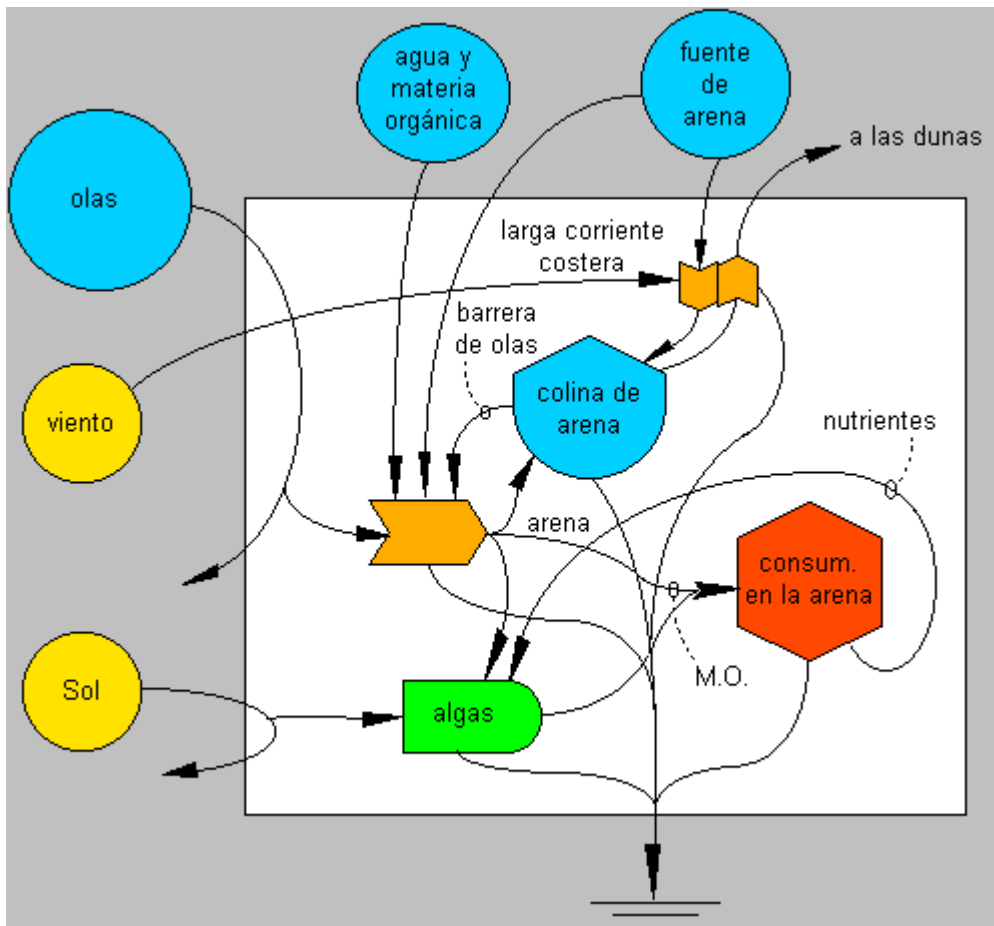


Figura 10.15 Sistema de las playas. M.O.= materia orgánica.

Con la marea alta, los escombros flotantes se reúnen en dirección a las líneas de arrastre de la corriente. Esos escombros incluyen sargazos, otras plantas marinas, troncos, gajos (que fueron a parar al mar a través de los ríos), y todos los tipos de basura humana. Minúsculos crustáceos incrustados, viven en esas líneas de arrastre.

Las olas mantienen la forma de la playa de acuerdo con la intensidad de su fuerza. Fuertes rompientes hacen que la arena de la playa sea gruesa, porque la arena fina es arrastrada con el agua.

En este siglo hubo un aumento general del nivel mundial del mar, aproximadamente 30 cm. Algunas estructuras construidas cerca al mar han sido amenazadas por el movimiento marino; para detener la arena se construyeron defensas de rocas, con el objetivo de eliminar el flujo normal de nueva arena por la corriente, que causa mas erosión en la playa.

### 10.7 Ecosistemas de dunas de arena.

En dirección a la costa desde las playas, en áreas sin disturbios, se encuentran las **dunas de arena**. Son grandes colinas de arena construidas por arena de la playa cargada por el viento. La sucesión de las dunas de arena sigue los mismos pasos descritos anteriormente. Plantas pioneras, tales como hiervas y avena del mar, crecen primero. Sus semillas son fácilmente transportadas por pájaros y pequeños animales. Esas hiervas altas sostienen la arena arrastrada por el viento, sus largas raíces fibrosas alcanzan el agua del subsuelo (agua de lluvia que penetra a través de los poros de la arena).

El agua fresca recogida en las dunas es suficiente para sustentar pequeñas comunidades de personas. Debido a que el agua fresca es menos densa que el agua salada, la primera flota sobre la otra manteniéndose separadas. Para cada pie de agua fresca en las dunas sobre el nivel del mar, hay 40 pies de la misma bajo el nivel del mar. Cuando demasiada agua fresca se retira, el agua salada puede fluir por los lados o por abajo. Esto se llama **intrusión** de agua salada, o cuña salina. Esto empobrece las dunas como abastecedoras de agua dulce.

Donde las dunas no han sido alteradas por muchos años, se desarrolla una floresta marítima. La espuma de las tempestades marinas tiende a matar las hojas. Pero la floresta desenvuelve una espesa cobertura superior que protege las hojas interiores de la espuma salada. Esa vegetación hace que la costa marina sea estable y segura al paso de tempestades.

Si la vegetación es retirada y las dunas se destruyen, la arena comienza a moverse con el viento y se vuelve inestable, eliminando la protección contra la invasión del mar cuando suceden grandes tempestades. Las dunas y playas deben ser capaces de ajustarse a las mareas y tempestades, y conservar su capacidad de reformarse para mantener el sistema saludable; además la zona de la playa debe ser amplia, libre de pavimentación y de tipos exóticos de vegetación. Las casas deberían construirse sobre plataformas, así la arena podría moverse entre las mismas. Ya que las plantas de las dunas no son muy resistentes a vehículos, los buggies deberían ser prohibidos. La vegetación natural da un ambiente bonito y un buen hábitat para muchos animales.

### Preguntas y actividades del Capítulo 10

1. Defina los siguientes términos:

- a. ecosistema oceánico
- b. plataforma continental
- c. arrecifes de coral
- d. playas
- e. dunas de arena
- f. corriente del golfo
- g. campo de algas

2. De tres razones por las cuales un océano es un ecosistema valioso.

3. Describa tres ejemplos de la diversidad en un arrecife de coral.

4. En varias áreas, las playas son de gran valor recreativo. Ellas son de importancia vital para la tierra. Describa como las playas protegen el terreno .

5. Explique como la arena forma parte importante de la playa.

6. Describa un modelo del ecosistema oceánico usando los símbolos de energía.

7. Describa porque y como la fuerza Coriolis afecta los océanos del mundo .

8. Describa la sucesión de un sistema de dunas.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)

Ultima revisão: 09 de janeiro de 1998.



**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

### CAPÍTULO 11

#### ESTUARIOS

OBJETIVOS:

1. Nombrar las plantas y animales representativos encontrados en los estuarios.
2. Hacer una lista de las características de un sistema de estuario.
3. Diseñar el diagrama de energía de un estuario.
4. Describir como se forma un arrecife de ostras.
5. Comparar un arrecife natural de ostras con un arrecife comercial.



6. Diseñar un diagrama de energía de un ecosistema de arrecife natural de ostras.
7. Diseñar un diagrama de energía de un típico sistema de cultivo de ostras.
8. Comparar diversidad versus productividad en las planicies de algas de fondo.

Un **estuario** es un área a lo largo de la costa donde un río se junta al mar. Los *estuarios* están siempre rodeados de **tierras húmedas: ciénagas** con pastos halo-tolerantes ó **pantanos** con árboles de raíces aéreas que permanecen dentro del agua la mayor parte del tiempo. El estuario es rico en energía y nutrientes, posee un gran número de plantas y animales. Esta riqueza se debe en parte a las corrientes de agua dulce y agua salada.

#### **11.1 Típico sistema estuario.**

Las fuentes de energía externa de un sistema de estuario son: el agua dulce de los ríos y el agua salada del océano que viene con la marea. El estuario recibe energía cinética (movimiento) del agua; la marea entra, se mezcla con el agua del río, y se va. Las olas formadas por el viento ayudan en la mezcla de agua dulce con agua salada, y así a la energía cinética del estuario. La energía cinética aumenta la productividad del estuario por causa de la circulación de nutrientes, comida, plancton y larvas.

Los estuarios tienen una 'explosión' de productividad en la primavera y una alta tasa de crecimiento en el verano. Las especies de ostras y cangrejos comerciales son principalmente de estuarios. Muchos tipos de camarones comercialmente importantes, en sus etapa adultas viven y procrean próximos a los estuarios, y entran a estos cuando son larvas. El sábalo procrea en la naciente de los arroyos y mientras es joven pasa por el estuario en su camino al mar, creciendo rápidamente en el tiempo que pasa por allí. Debido a la gran cantidad de larvas de especies marinas que crecen en los estuarios, son considerados usualmente como una 'maternidad'. Muchos **invertebrados** viven en el lodo de las ciénagas. La ciénaga ofrece excelente protección para las larvas y los pequeños peces que van y vienen con las mareas.

La Figura 11.1 es el diagrama de energía de un estuario, en él se muestra el rol de la energía cinética. Las células de fitoplancton se mantienen suspendidas por el movimiento. El movimiento ayuda en la fotosíntesis de las plantas trayendo nutrientes, como dióxido de carbono ( $CO_2$ ), nitrógeno (N), y fósforo (P). Así, la energía cinética ayuda al proceso de reciclaje. La agitación también mantiene las partículas de materia orgánica en suspensión y en movimiento, de forma que los animales del fondo pueden capturarlas y alimentarse de ellas actuando como filtros naturales.

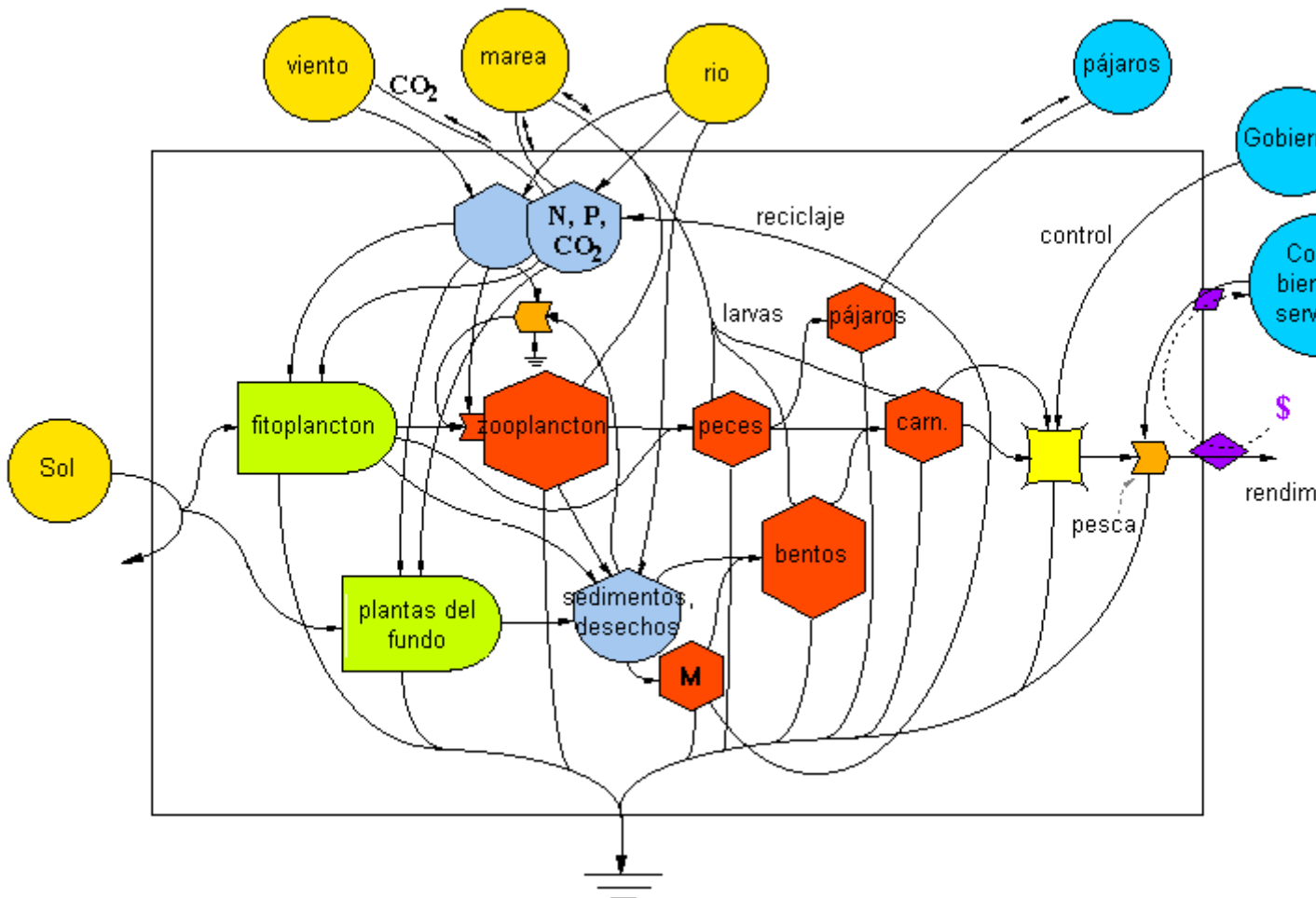


Figura 11.1 Diagrama de energía de un estuario. M, microorganismos; N, nitrógeno; P, fósforo; Desechos: materia orgánica muerta y microbios; bentos, animales del fondo: cierto tipo de ostras, cangrejos de río, y gusanos. Comb., combustibles.

La marea y el río también traen al ecosistema nutrientes, dióxido de carbono, desechos, zooplancton, peces, huevos y larvas de varios animales. La proliferación de más especies es la manera para que el ecosistema desenvuelva mayor complejidad.

Los pequeños animales del tamaño de una cabeza de alfiler, que están suspendidos en el agua, constituyen el zooplancton; presente en el agua durante la noche, tiende a esconderse en las partes bajas y oscuras del ecosistema durante el día. El zooplancton come fitoplancton y materia orgánica en suspensión, sirviendo a su vez de alimento a pequeños peces. Principalmente peces del grupo del arenque, incluyendo sardinas, anchoas, sábalo, etc, comen el zooplancton y algo de fitoplancton.

Otra rama de la red alimenticia se encuentra en el fondo. Caen materia orgánica del plancton, y especialmente del bolo fecal del trato digestivo de los animales, también de plantas muertas del fondo. Los microorganismos consumen esta materia orgánica. Los ríos traen en el sedimento que arrastra, arena y barro que formarán el lodo en el cual muchas de las comunidades ecológicas del fondo (**bentos**) viven. La mezcla de materia orgánica y de microbios que la descomponen se denomina **desecho**. Los *desechos* son una rica fuente de alimento para otros organismos del fondo.

Los grandes carnívoros (cangrejos, camarones y peces), son capturados y vendidos por los pescadores. Como ejemplos de peces del fondo podemos citar el lenguado y el bacalao pequeño.

El papel del gobierno es controlar la pesca por reglamentos y permisos. Estas reglas determinan cuando está permitida la pesca.

Muchas especies de pájaros hacen parte del ecosistema del estuario, volando hacia dentro y hacia afuera del estuario. Las gaviotas se alimentan de animales que viven en el lodo del estuario y de la playa durante la marea baja. Aves, como la garza, se alimentan en los pantanos, y los pájaros zambullidores, como pelicanos y cormoranes, se alimentan en el agua.

Algunos organismos del estuario están especialmente adaptados para resistir las constantes variaciones de salinidad. Deben sobrevivir a niveles de salinidad de 0 ‰ (partes por mil) en el agua dulce a 36‰ en el agua tropical de los océanos. Como la energía debe ser usada principalmente para la adaptación a las variaciones de salinidad se da menos importancia a la producción de biodiversidad, existen menos especies en los estuarios que en los ríos ó en el mar abierto. Pero, a causa de la alta fertilidad, existe una mayor producción de las especies presentes.

A la derecha de la Figura 11.1 está representada la pesca. Los barcos reciben divisas de la economía, combustibles y bienes y servicios para su manutención. Se utilizan también recursos humanos en los procesos de pesca. El dinero es parte de este sistema ecológico-económico, ingresa por la venta del pescado y es utilizado en la compra de combustible, bienes y servicios.

### 11.2 Arrecifes de ostras.

Las ostras se fijan unas a otras, construyendo montes de conchas. Cuando las ostras del fondo mueren, las larvas se fijan a las conchas viejas, aumentando el tamaño del arrecife. Con la construcción de los montículos, las ostras tienen un mejor acceso a las corrientes que traen comida y llevan los residuos. Las industrias que cosechan ostras ayudan a mantener el tamaño del arrecife colocando nuevamente las conchas vacías. Este es un ejemplo de *retroalimentación* al sistema natural realizado por una parte de la industria pesquera.

La Figura 11.2 muestra como las mareas y los ríos causan corrientes y traen nutrientes inorgánicos y materia orgánica. La interacción de las corrientes y de la materia orgánica produce un flujo de comida para las ostras adultas. Las ostras adultas hacen el arrecife de conchas donde las larvas que crecen se fijan y se hacen adultas. La población de ostras se mantiene baja debido a la predación natural, enfermedades y cosecha. El *taladro* (drill en inglés) es un caracol que perfora la concha de las ostras comiendo la parte interna. El *taladro* aumenta de número cuando la salinidad del arrecife es moderadamente constante; cuando el flujo de agua dulce causa grandes variaciones de salinidad, la población disminuye.

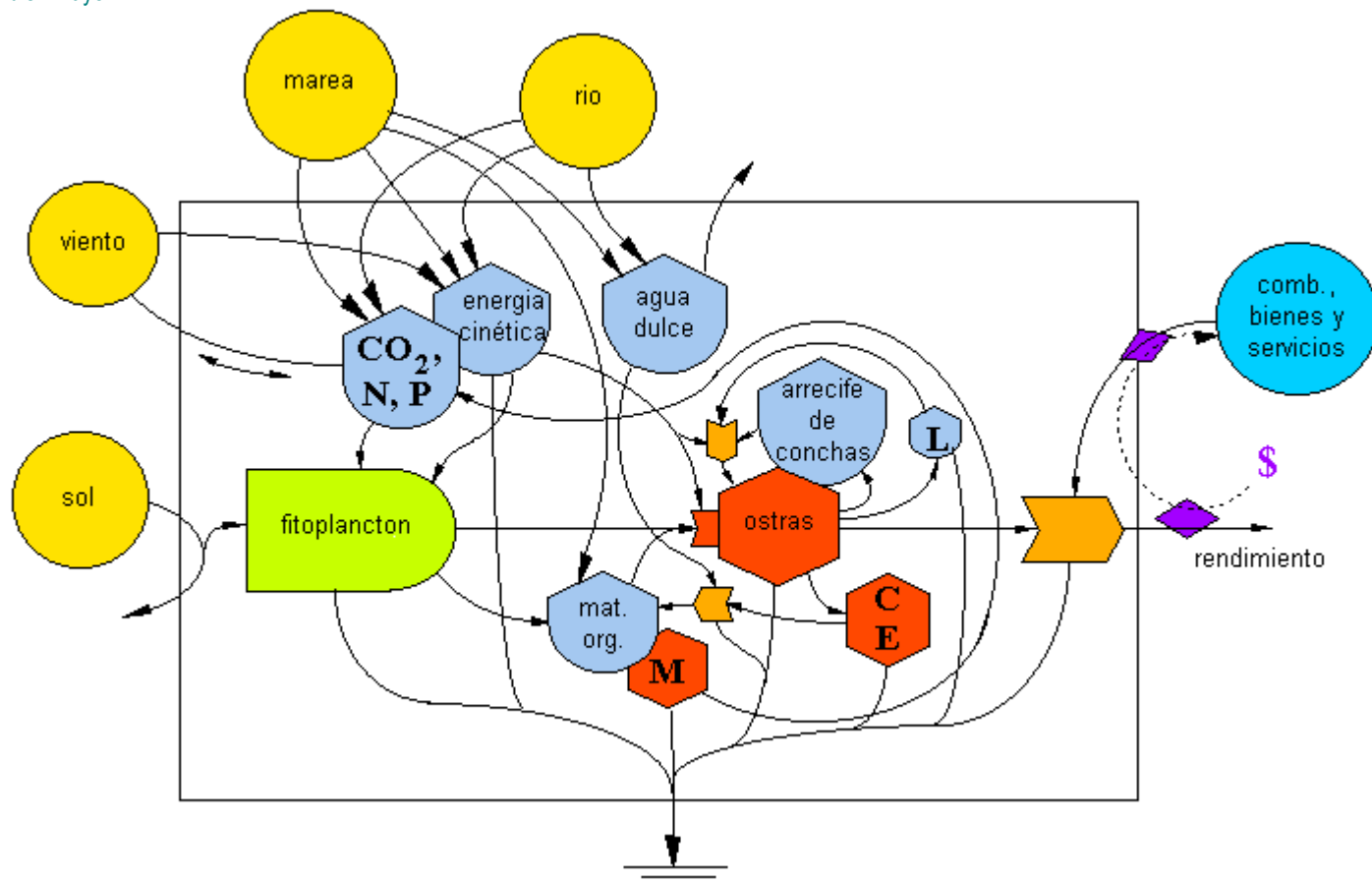


Figura 11.2 Ecosistema de un arrecife de ostras. L, larvas; C, taladros carnívoros; E, enfermedades; M, microorganismos; Mat Org., materia orgánica

Los arrecifes de ostras de estuarios comerciales tienen una alta productividad. La diversidad y competitividad se mantienen bajas debido a la constante fluctuación de la salinidad. Otro hábitat comercial está en la **zona de entremarea**, donde la exposición alternada al aire mantiene otras especies al margen. Sin embargo, los arrecifes de ostras en la zona

de entremarea no pueden filtro-alimentarse cuando la marea está baja, esto impide que estos tipos de arrecife crezcan tan rápido cuanto los arrecifes de estuario en aguas profundas.

La ostras también viven y crecen en plataformas de perforación y próximos a arrecifes, pero la diversidad de especies es alta y la producción es poco comercial.

Un nuevo método de cultivo consiste en colocar una balsa con un estante por debajo, donde las ostras crecen.

Algunos arrecifes de ostras se contaminan con bacterias y virus que fueron filtrados del agua contaminada del estuario. Estas ostras pueden ser útiles porque abastecen al estuario de larvas y se limpiarán nuevamente si se las coloca en aguas no contaminadas.

### 11.3 Planicie de algas.

Los estuarios rasos, de uno ó dos metros de profundidad, reciben luz suficiente para producir un denso lecho de plantas de fondo, llamado **planicie de algas**. Estas pueden ser especies de agua dulce, en la zona superior; otras especies en zonas de baja salinidad; y especies halo-tolerantes adaptadas a zonas de alta salinidad. En algunas bahías donde el índice pluviométrico es bajo, la salinidad puede alcanzar valores mayores a la media del agua del mar, que es de 3,5%. Pocas especies están adaptadas a salinidades de 4,5% y 5,0%, pero su productividad puede ser muy alta.

### Preguntas y actividades para el Capítulo 11

1. Defina los siguientes términos:

- a. estuario
- b. maternidad
- c. invertebrados excavadores
- d. filtro-alimentación
- e. sedimento
- f. salinidad
- g. partes por mil
- h. fertilidad
- i. arrecife
- j. zona de entre marea
- k. desechos

2. De ejemplos de tipos de plantas y animales encontrados en el estuario.

3. Discuta las características físicas del estuario.

4. Diseñe un diagrama de energía de un ecosistema de estuario.

5. Como se forma un arrecife de ostras?

6. De dos razones para la alta productividad de las planicies de algas.

## CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS

### CAPÍTULO 11

#### ESTUARIOS

#### OBJETIVOS:

1. Nombrar las plantas y animales representativos encontrados en los estuarios.
2. Hacer una lista de las características de un sistema de estuario.
3. Diseñar el diagrama de energía de un estuario.
4. Describir como se forma un arrecife de ostras.
5. Comparar un arrecife natural de ostras con un arrecife comercial.
6. Diseñar un diagrama de energía de un ecosistema de arrecife natural de ostras.
7. Diseñar un diagrama de energía de un típico sistema de cultivo de ostras.
8. Comparar diversidad versus productividad en las planicies de algas de fondo.

Un **estuario** es un área a lo largo de la costa donde un río se junta al mar. Los *estuarios* están siempre rodeados de **tierras húmedas: ciénagas** con pastos halo-tolerantes ó **pantanos** con árboles de raíces aéreas que permanecen dentro del agua la mayor parte del tiempo. El estuario es rico en energía y nutrientes, posee un gran número de plantas y animales. Esta riqueza se debe en parte a las corrientes de agua dulce y agua salada.

### 11.1 Típico sistema estuario.

Las fuentes de energía externa de un sistema de estuario son: el agua dulce de los ríos y el agua salada del océano que viene con la marea. El estuario recibe energía cinética (movimiento) del agua; la marea entra, se mezcla con el agua del río, y se va. Las olas formadas por el viento ayudan en la mezcla de agua dulce con agua salada, y así a la energía cinética del estuario. La energía cinética aumenta la productividad del estuario por causa de la circulación de nutrientes, comida, plancton y larvas.

Los estuarios tienen una 'explosión' de productividad en la primavera y una alta tasa de crecimiento en el verano. Las especies de ostras y cangrejos comerciales son principalmente de estuarios. Muchos tipos de camarones comercialmente importantes, en sus etapa adultas viven y procrean próximos a los estuarios, y entran a estos cuando son larvas. El sábalo procrea en la naciente de los arroyos y mientras es joven pasa por el estuario en su camino al mar, creciendo rápidamente en el tiempo que pasa por allí. Debido a la gran cantidad de larvas de especies marinas que crecen en los estuarios, son considerados usualmente como una 'maternidad'. Muchos **invertebrados** viven en el lodo de las ciénagas. La ciénaga ofrece excelente protección para las larvas y los pequeños peces que van y vienen con las mareas.

La Figura 11.1 es el diagrama de energía de un estuario, en él se muestra el rol de la energía cinética. Las células de fitoplancton se mantienen suspendidas por el movimiento. El movimiento ayuda en la fotosíntesis de las plantas trayendo nutrientes, como dióxido de carbono ( $CO_2$ ), nitrógeno (N), y fósforo (P). Así, la energía cinética ayuda al proceso de reciclaje. La agitación también mantiene las partículas de materia orgánica en suspensión y en movimiento, de forma que los animales del fondo pueden capturarlas y alimentarse de ellas actuando como filtros naturales.

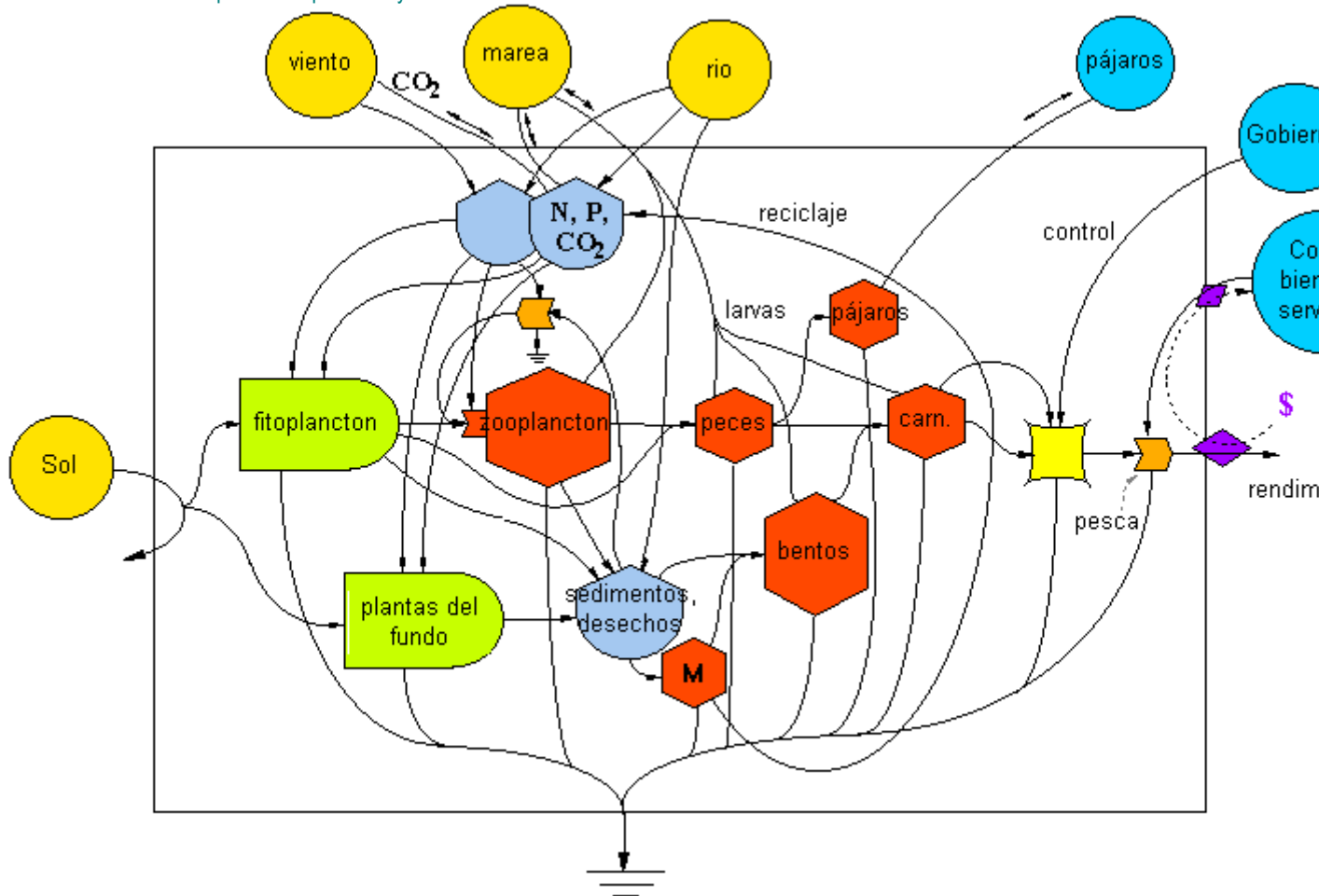


Figura 11.1 Diagrama de energía de un estuario. M, microorganismos; N, nitrógeno; P, fósforo; Desechos: materia orgánica muerta y microbios; bentos, animales del fondo: cierto tipo de ostras, cangrejos de río, y gusanos. Comb., combustibles.

La marea y el río también traen al ecosistema nutrientes, dióxido de carbono, desechos, zooplancton, peces, huevos y larvas de varios animales. La proliferación de más especies es la manera para que el ecosistema desenvuelva mayor complejidad.

Los pequeños animales del tamaño de una cabeza de alfiler, que están suspendidos en el agua, constituyen el zooplancton; presente en el agua durante la noche, tiende a esconderse en las partes bajas y oscuras del ecosistema durante el día. El zooplancton come fitoplancton y materia orgánica en suspensión, sirviendo a su vez de alimento a pequeños peces. Principalmente peces del grupo del arenque, incluyendo sardinas, anchoas, sábalo, etc, comen el zooplancton y algo de fitoplancton.

Otra rama de la red alimenticia se encuentra en el fondo. Cae materia orgánica del plancton, y especialmente del bolo fecal del trato digestivo de los animales, también de plantas muertas del fondo. Los microorganismos consumen esta materia orgánica. Los ríos traen en el sedimento que arrastra, arena y barro que forman el lodo en el cual muchas de las comunidades ecológicas del fondo (**bentos**) viven. La mezcla de materia orgánica y de microbios que la descomponen se denomina **desecho**. Los *desechos* son una rica fuente de alimento para otros organismos del fondo.

Los grandes carnívoros (cangrejos, camarones y peces), son capturados y vendidos por los pescadores. Como ejemplos de peces del fondo podemos citar el lenguado y el bacalao pequeño.

El papel del gobierno es controlar la pesca por reglamentos y permisos. Estas reglas determinan cuando está permitida la pesca.

Muchas especies de pájaros hacen parte del ecosistema del estuario, volando hacia dentro y hacia afuera del estuario. Las gaviotas se alimentan de animales que viven en el lodo del estuario y de la playa durante la marea baja. Aves, como la garza, se alimentan en los pantanos, y los pájaros zambullidores, como pelicanos y cormoranes, se alimentan en el agua.

Algunos organismos del estuario están especialmente adaptados para resistir las constantes variaciones de salinidad. Deben sobrevivir a niveles de salinidad de 0 ‰ (partes por mil) en el agua dulce a 36 ‰ en el agua tropical de los océanos. Como la energía debe ser usada principalmente para la adaptación a las variaciones de salinidad se da menos importancia a la producción de biodiversidad, existen menos especies en los estuarios que en los ríos ó en el mar abierto. Pero, a causa de la alta fertilidad, existe una mayor producción de las especies presentes.

A la derecha de la Figura 11.1 está representada la pesca. Los barcos reciben divisas de la economía, combustibles y bienes y servicios para su manutención. Se utilizan también recursos humanos en los procesos de pesca. El dinero es parte de este sistema ecológico-económico, ingresa por la venta del pescado y es utilizado en la compra de combustible, bienes y servicios.

### 11.2 Arrecifes de ostras.

Las ostras se fijan unas a otras, construyendo montes de conchas. Cuando las ostras del fondo mueren, las larvas se fijan a las conchas viejas, aumentando el tamaño del arrecife. Con la construcción de los montículos, las ostras tienen mejor acceso a las corrientes que traen comida y llevan los residuos. Las industrias que cosechan ostras ayudan a mantener el tamaño del arrecife colocando nuevamente las conchas vacías. Este es un ejemplo de *retroalimentación* al sistema natural realizado por una parte de la industria pesquera.

La Figura 11.2 muestra como las mareas y los ríos causan corrientes y traen nutrientes inorgánicos y materia orgánica. La interacción de las corrientes y de la materia orgánica produce un flujo de comida para las ostras adultas. Las ostras adultas hacen el arrecife de conchas donde las larvas que crecen se fijan y se hacen adultas. La población de ostras se mantiene baja debido a la predación natural, enfermedades y cosecha. El *taladro* (drill en inglés) es un caracol que perfora la concha de las ostras comiendo la parte interna. El *taladro* aumenta de número cuando la salinidad del arrecife es moderadamente constante; cuando el flujo de agua dulce causa grandes variaciones de salinidad, la población disminuye.

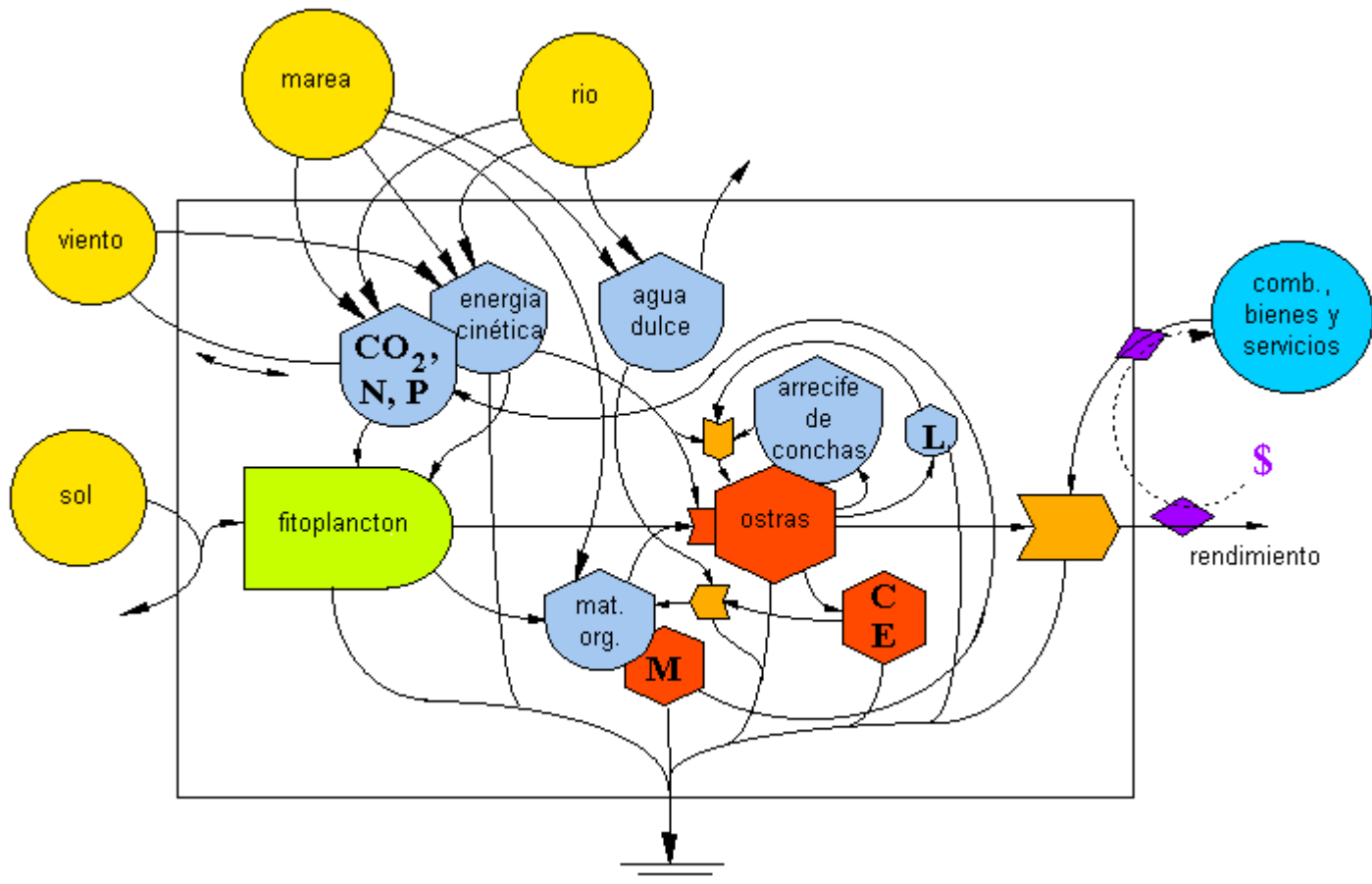


Figura 11.2 Ecosistema de un arrecife de ostras. L, larvas; C, taladros carnívoros; E, enfermedades; M, microorganismos; Mat Org., materia orgánica

Los arrecifes de ostras de estuarios comerciales tienen una alta productividad. La diversidad y competitividad se mantienen bajas debido a la constante fluctuación de la salinidad. Otro hábitat comercial está en la **zona de entremarea**, donde la exposición alternada al aire mantiene otras especies al margen. Sin embargo, los arrecifes de ostras en la zona de entremarea no pueden filtro-alimentarse cuando la marea está baja, esto impide que estos tipos de arrecife crezcan tan rápido como los arrecifes de estuario en aguas profundas.

Las ostras también viven y crecen en plataformas de perforación y próximos a arrecifes, pero la diversidad de especies es alta y la producción es poco comercial.

Un nuevo método de cultivo consiste en colocar una balsa con un estante por debajo, donde las ostras crecen.

Algunos arrecifes de ostras se contaminan con bacterias y virus que fueron filtrados del agua contaminada del estuario. Estas ostras pueden ser útiles porque abastecen al estuario de larvas y se limpiarán nuevamente si se las coloca en aguas no contaminadas.

### 11.3 Planicie de algas.

Los estuarios rasos, de uno ó dos metros de profundidad, reciben luz suficiente para producir un denso lecho de plantas de fondo, llamado **planicie de algas**. Estas pueden ser especies de agua dulce, en la zona superior; otras especies en zonas de baja salinidad; y especies halo-tolerantes adaptadas a zonas de alta salinidad. En algunas bahías donde el índice pluviométrico es bajo, la salinidad puede alcanzar valores mayores a la media del agua del mar, que es de 3,5%. Pocas especies están adaptadas a salinidades de 4,5% y 5,0%, pero su productividad puede ser muy alta.

### Preguntas y actividades para el Capítulo 11

1. Defina los siguientes términos:

- estuario
- maternidad
- invertebrados excavadores
- filtro-alimentación

- e. sedimento
- f. salinidad
- g. partes por mil
- h. fertilidad
- i. arrecife
- j. zona de entre marea
- k. desechos

2. De ejemplos de tipos de plantas y animales encontrados en el estuario.
3. Discuta las características físicas del estuario.
4. Diseñe un diagrama de energía de un ecosistema de estuario.
  5. Como se forma un arrecife de ostras?
1. De dos razones para la alta productividad de las planicies de algas.

**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

Capítulo 12  
**ESTANQUES Y CORRIENTES DE AGUA**  
OBJETIVOS

1. Describir tres ecosistemas acuáticos de agua dulce.
2. Diseñar el diagrama de un estanque, mostrando los productores, los consumidores y los flujos de agua.
3. Comparar y contrastar lagos eutróficos y lagos oligotróficos.
4. Diferenciar entre corriente y manantial.
5. Explicar porqué los ciclos del oxígeno y del dióxido de carbono varían en el día y la noche.

**12.1 Estanques.**

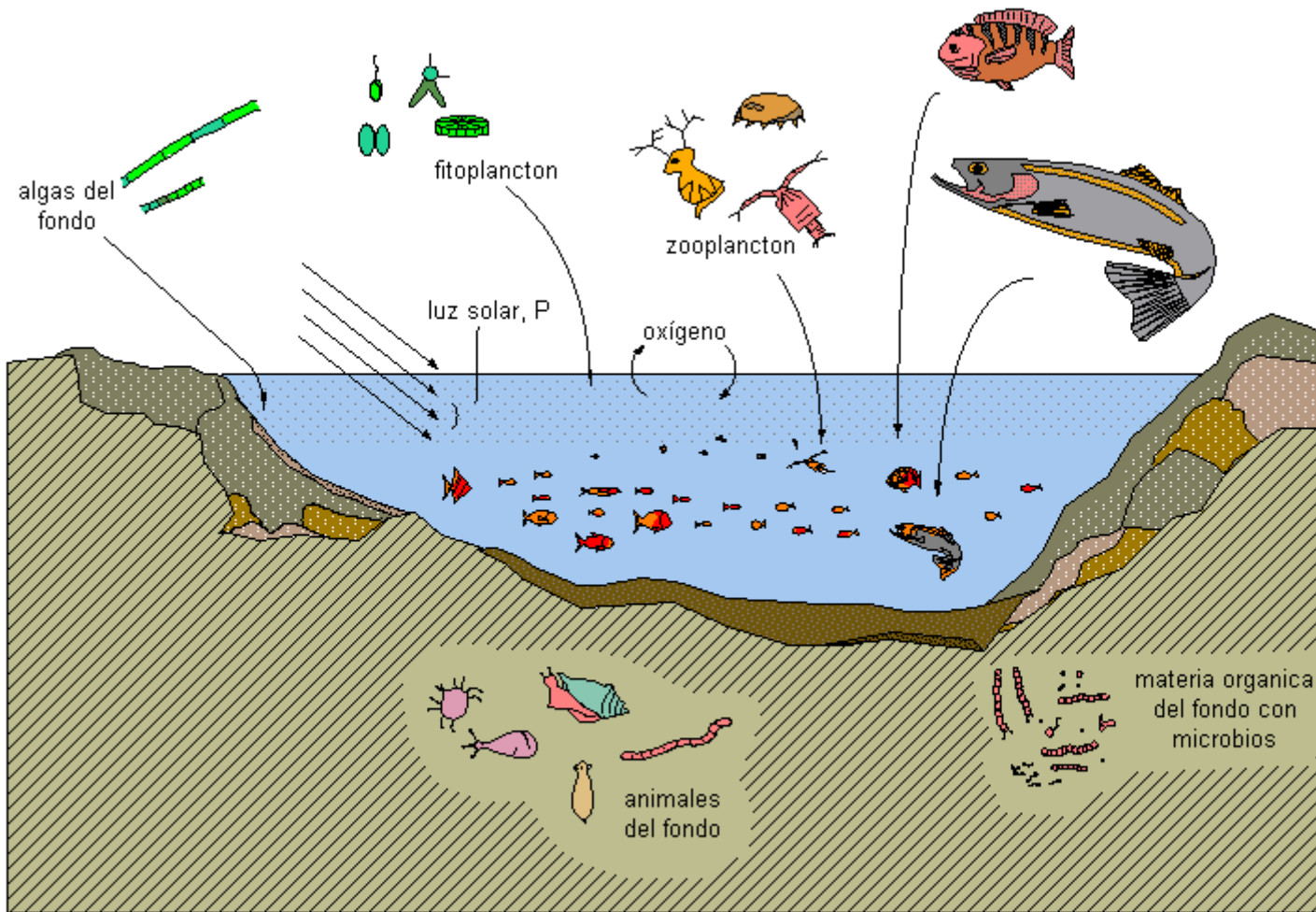
Existen muchos tipos de **estanques**: a veces se forman cuando **canales** se llenan de agua, algunas en áreas bajas de antiguas corrientes, otras en depresiones creadas al derretirse glaciares. Existen también depresiones en terrenos donde el caudal de agua del subsuelo sale a la superficie creando estanques superficiales. Estos son estanque naturales. Los humanos también son responsables de la creación de estanques para uso recreativo o para agricultura; indiferente a su estructura física original, tienen los mismos patrones ecológicos (Figuras 12.1 (a) y 12.1 (b)).

Los estanques contienen tres grupos de productores: **fitoplancton** (pequeñas algas suspendidas), plantas y **algas benticas** (del fondo). Algunas algas están adheridas a las hojas y tallos de las plantas.

Los drenajes traen al estanque de las áreas circundantes materia orgánica y nutrientes disueltos. El dióxido de carbono necesario para la fotosíntesis proviene del aire y de la descomposición de materia orgánica. En zonas calcáreas, calcio y carbonato se adicionan al agua por la disolución de rocas calcáreas. El dióxido de carbono y los carbonatos reaccionan formando bicarbonato, El agua con bicarbonato, calcio y magnesio se denomina **agua dura**. Los estanques de aguas blandas pueden encontrarse en áreas exentas de rocas calcáreas.

En estos ecosistemas hay una gran variedad de pequeñas criaturas herbívoras que se alimentan de plantas y algas. Los peces (herbívoros y carnívoros) viven en lagos y estanques que no se secan. Insectos, huevos de zooplancton, semillas de plantas, esporas de algas y microorganismos, e insectos voladores adultos son arrastrados al estanque por corrientes de aire. Los pájaros y grandes predadores, como serpientes, vienen y van.





(a)

Figura 12.1 (a) Componentes de una estanque de agua dulce.

El nivel del agua se eleva y cae naturalmente, dentro de los límites del estanque. Este fenómeno se traduce en un proceso enormemente diversificado de generación de pantanos y charcos. Estas condiciones ayudan a mantener la diversidad del ecosistema acuático y sirven para prevenir la concentración excesiva de nutrientes. Esta zona es un buen hábitat para la vida salvaje. La variación de las condiciones secas y húmedas, es importante para ciclos vitales de muchos organismos. La época donde el agua cubre el suelo se denomina **hidroperiodo**.

A medida que el hombre se desarrolló al rededor de lagos, quiso mantener el nivel de agua constante para que sus muelles y botes puedan estar a mano. Mucho lagos se estabilizaron utilizando controladores de flujo. El efecto ha sido la reducción de tierras húmedas y de la vida salvaje a lo largo de las márgenes del lago. En varios casos es necesario restablecer las fluctuaciones naturales del nivel del agua.

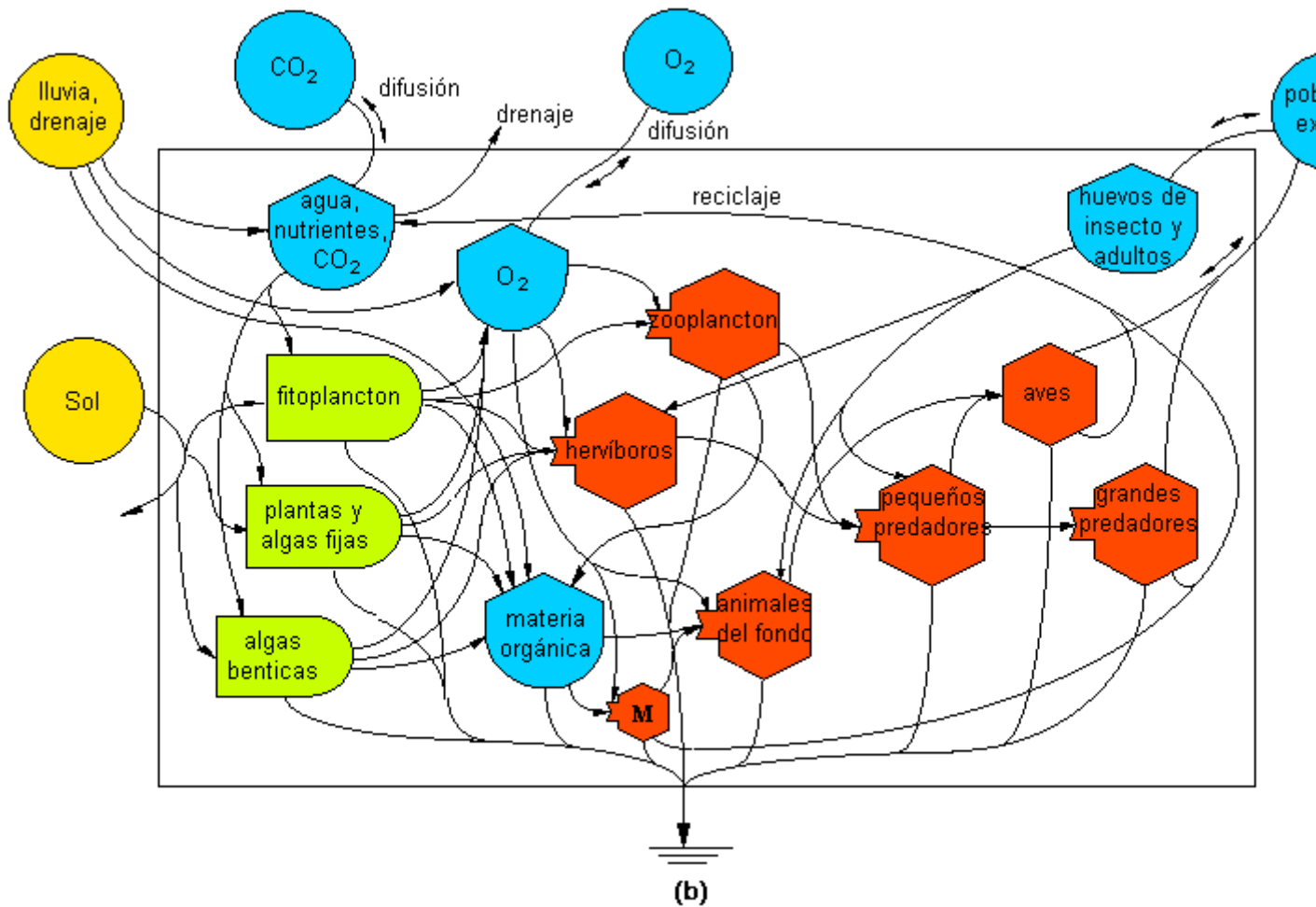


Figura 12.1 (b) Ecosistema de un estanque que muestra el almacenamiento y flujo de energía. Herbívoros: larvas de insectos, caracoles, peces. Animales del fondo: gusanos, larvas de insectos, langostinos, peces. Pequeños predadores: insectos, platelmintos, sapos, peces, salamandras. Grandes predadores: peces, serpientes. M: microorganismos.

### 12.2 Aguas eutróficas y oligotróficas.

El agua con una elevada concentración de nutrientes se denomina **eutrófica**, y aquella con baja concentración de nutrientes: **oligotrófica**. Estos términos son útiles cuando se describen ecosistemas de estanques.

La máxima cantidad de gas que puede disolverse en el agua (nivel de **saturación**) depende de la temperatura. Por ejemplo, el agua dulce saturada con oxígeno a 21°C contiene 9 ppm (partes por millón) de oxígeno; cuando la temperatura aumenta, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye, causando un excedente que se difunde fuera del agua. Si la temperatura disminuye, el potencial de saturación del agua aumenta.

En aguas eutróficas, durante un día soleado, la fotosíntesis es rápida y en consecuencia, el oxígeno y la materia orgánica se forma rápidamente. La cantidad de oxígeno puede fluctuar entre 30 ó 40 ppm. Algo de oxígeno se difunde hacia fuera del sistema, pero la mayor parte se utiliza en la respiración animal y vegetal. En el proceso de descomposición de desechos y disolución de materia orgánica, los microbios consumen la mayor cantidad del oxígeno producido durante el día. Esto puede bajar el nivel de oxígeno en 1 ó 2 ppm al final de la noche. El nivel más bajo de oxígeno determina la capacidad de sustentación del estanque para muchos organismos.

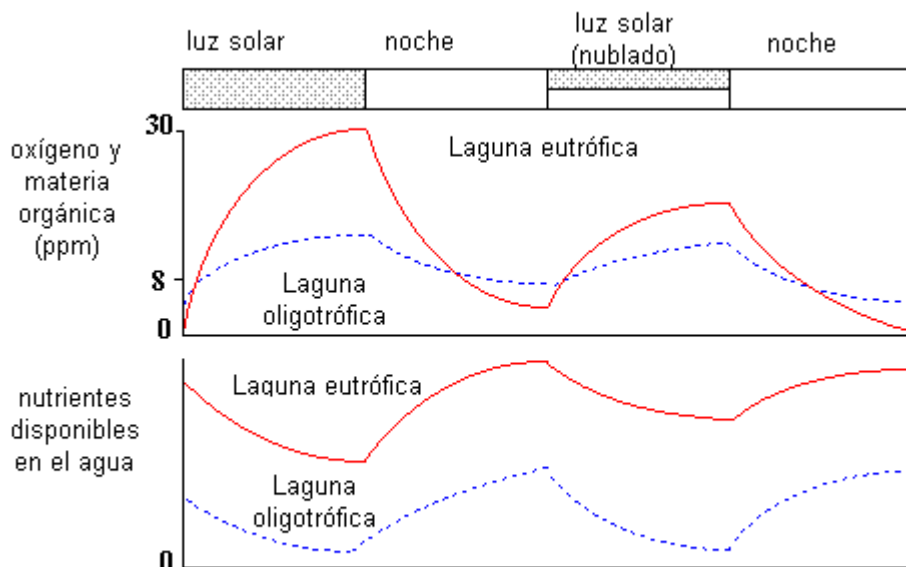


Figura 12.2 Cambios en la concentración de oxígeno, materia orgánica y nutrientes en un estanque oligotrófico (líneas punteadas) y un estanque eutrófico (líneas sólidas) a lo largo de dos días (con sus noches). Los datos de oxígeno varían de 0 a 30 ppm.

La Figura 12.2 muestra esos cambios. La variación en estanques oligotróficos es menor debido a que poseen bajos niveles de nutrientes para estimular la fotosíntesis. Como el segundo día fue nublado, menos luz solar incidió en el estanque y a la fotosíntesis fue menor, ocasionando menos producción de oxígeno y materia orgánica. Plantas y animales respiran día y noche, usando oxígeno y materia orgánica para producir nutrientes.

Ocasionalmente, una **matanza de peces** puede seguir a un periodo de varios días nublados. La respiración es mucho mayor a la producción de oxígeno y algunos peces mueren por falta de oxígeno. Existen peces que poseen vejigas de aire que funcionan como pulmones. Algunos peces que viven en la superficie pueden respirar tragando aire. Aves acuáticas (como patos, garzas y cormoranes) vienen a lagos eutróficos para alimentarse.

Las aguas oligotróficas soportan menos biomasa. Los lagos claros, con pocas algas y plantas flotantes no tienen mucha variación en la disolución de oxígeno. Usualmente son buenos hábitats para peces como la trucha.

El desarrollo de asentamientos humanos provocó la descarga de enormes cantidades de aguas servidas, residuos de agricultura y escombros de carreteras a los lagos y ríos. Haciendo a las aguas eutróficas aún más eutróficas, y pudiendo hacer eutróficas las aguas oligotróficas. Con estas condiciones de riqueza de nutrientes, nuevas especies de plantas toman ventaja de las oportunidades.

La introducción de plantas **exóticas**, como los jacintos de agua y las *aquileas asiáticas*, se extiende donde quiera que las condiciones nutritivas sean exageradas. Estas plantas han sido tratadas como plagas: bloquean el movimiento de los botes e interfieren con la pesca y otras actividades recreativas. En aguas más profundas, la acumulación de materia orgánica se hace tan pesada que en climas nublados se consume mucho oxígeno y se da una *matanza de peces*. Tentativas de remover estas plantas no han sido exitosas, la utilización de herbicidas pone material vegetal en descomposición en la superficie de la estanque. Los descompositores liberan nutrientes y estimulan nuevamente el crecimiento del mismo tipo de plantas. El envenenamiento rompe muchos otros aspectos del ecosistema. Criar peces herbívoros, también acelera el ciclo de regeneración de nutrientes y plantas.

La mejor solución es "simple": mantener los nutrientes 'extra' fuera de las aguas navegables y de recreación. A medida que los fertilizantes se hacen cada vez más caros, habrá un uso más eficiente y menos residuos. Se han realizado muchos esfuerzos para conservar y reciclar nutrientes, eventualmente la mayoría de las aguas residuales de agricultura y desechos serán recicladas para fertilizar bosques, cosechas y pastizales.

Un método para recolectar estos nutrientes ha sido desarrollado utilizando tierras húmedas naturales: pantanos y charcos. Con la ubicación de estas tierras húmedas entre las aguas residuales y ríos y lagos, los nutrientes pueden filtrarse para crecimiento de árboles de pantanos y para mantener "cinturones verdes" y áreas de vida salvaje.

Aún existen estanques oligotróficos en zonas donde el drenaje de aguas incluye únicamente agua de lluvia ó captación de agua de suelos arenosos pobres en nutrientes. A pesar de que su fertilidad no sea tan grande y la razón de crecimiento sea bajo, la variedad y diversidad de su flora y fauna es grande. Estos lagos están rodeados de pasto y juncos, y tienden a ser abiertos. Son excelentes áreas para recreación.

### 12.3 Corrientes de agua.

En el flujo de agua, Figura 12.3, la red alimenticia empieza con las algas y con **restos** (palos, hojas, insectos muertos, etc.) de la tierra. Las algas absorben los nutrientes para la fotosíntesis y estas a su vez son consumidas directamente por microbios.

Muchas corrientes de agua que fluyen en zonas rocosas ó áreas arenosas son oligotróficas. Pueden convertirse en eutróficas si reciben suficientes nutrientes de depósitos minerales, aguas servidas y drenaje de pastizales. Algo del residuo es descompuesto por microbios, y otro tanto fluye corriente abajo. La contribución de restos de tierra es especialmente importante en pequeñas corrientes de bosques, donde el agua superficial está en la sombra y la población de algas es muy pequeña; en estas corrientes, los restos orgánicos son el soporte primario para la cadena alimenticia.

Los insectos de agua dulce pasan la mayor parte de sus vidas en el agua como larvas. Por ejemplo, cuando las 'moscas de Mayo' maduran, vuelan en un gran enjambre a través del agua. Luego de aparearse, las hembras depositan sus huevos en el agua. Las larvas de insectos se alimentan en el lodo orgánico de los desechos, y pueden ser comidos por peces carnívoros.

Algunos peces como el salmonete, TARPOON (tarpão, camarupim) y anguilas se reproducen en el mar y se trasladan a corrientes de agua dulce. Otros peces, como el sábalo y el salmón viajan en contra corriente; se reproducen corriente arriba y los jóvenes regresan al mar donde viven la mayor parte de sus vidas antes de volver corriente arriba para reproducirse.

Existen muchos tipos de corrientes:

Las **corrientes de pantanos de aguas negras** drenan **cenagales** (tierras húmedas que reciben principalmente agua de lluvia), **bahías** y regiones pantanosas de tierras altas. Estas aguas contienen agua de lluvia y materia orgánica resultante de la descomposición de turba pantanosa. Generalmente tienen **aguas blandas** (son ácidas y no contienen mucho carbonato de calcio). La materia orgánica de los pantanos es el producto de las hojas y madera que se descomponen muy lentamente. Si bien las corrientes pueden ser negras o de color café, esto no significa que tengan una falta de oxígeno letal porque la descomposición es bastante lenta. El oxígeno en estas corrientes está cerca de la saturación media. Es un balance entre la cantidad usada y la cantidad difundida desde el aire.

En **corrientes montañosas** la turbulencia y las rocas son muy importantes. Vea la Figura 12.3. Las elevaciones geológicas forman montañas desde las cuales caen piedras que son "trabajadas" en la corriente: las piedras interactúan con el flujo de agua. La fuerza de empuje del agua hace que las rocas choquen unas con otras fragmentándose y transformándose en **sedimento** fino.

Los animales y las plantas están tan adaptados que pueden resistir o evitar la turbulencia. El principal productor en este tipo de ecosistemas son algas que crecen en la lama de la superficie de las rocas. Las corrientes montañosas son muy rápidas y rocosas para muchas plantas enraizadas. Las larvas de insectos viven bajo las rocas de estas corrientes para protegerse de los predadores y de la turbulencia. Las rocas y diques canalizan el flujo de agua corriente abajo, como se muestra en la Figura 12.3. Dióxido de carbono, oxígeno y nutrientes se mezclan con el agua y son usados por organismos acuáticos.

En los sectores más calmados de las corrientes, viven pequeños peces que consumen microbios y larvas de insectos. Las pequeñas truchas utilizan las corrientes montañosas como guarderías, luego de la migración al río. Las anguilas viven cerca de la orilla de las corrientes, comiendo pequeños peces y compitiendo con las truchas por larvas e insectos. Las anguilas se reproducen en el mar y regresan a las corrientes de agua dulce cuando tienen aproximadamente un metro de longitud. El salmón viaja en sentido contrario, se reproduce en el cascajo de corrientes montañosas, y sus jóvenes migran hacia el mar donde maduran retornando a la corriente para reproducirse.

Cuando las aguas alcanzan las tierras bajas, su velocidad disminuye y se depositan sedimentos. Se desarrolla así una **planicie inundada** donde pueden crecer plantas de tierras húmedas.

Existen **corrientes turbias que cargan sedimentos** en lugares en que los ríos drenan áreas de suelos arcillosos. Los ríos tienden a ser **turbios**, con arcilla en suspensión, comúnmente amarillo en épocas de gran drenaje. Generalmente los peces de estos ríos están adaptados a la turbidez. Cuando las aguas de los ríos bajan, los sedimentos se depositan contribuyendo a la fertilidad del suelo local.

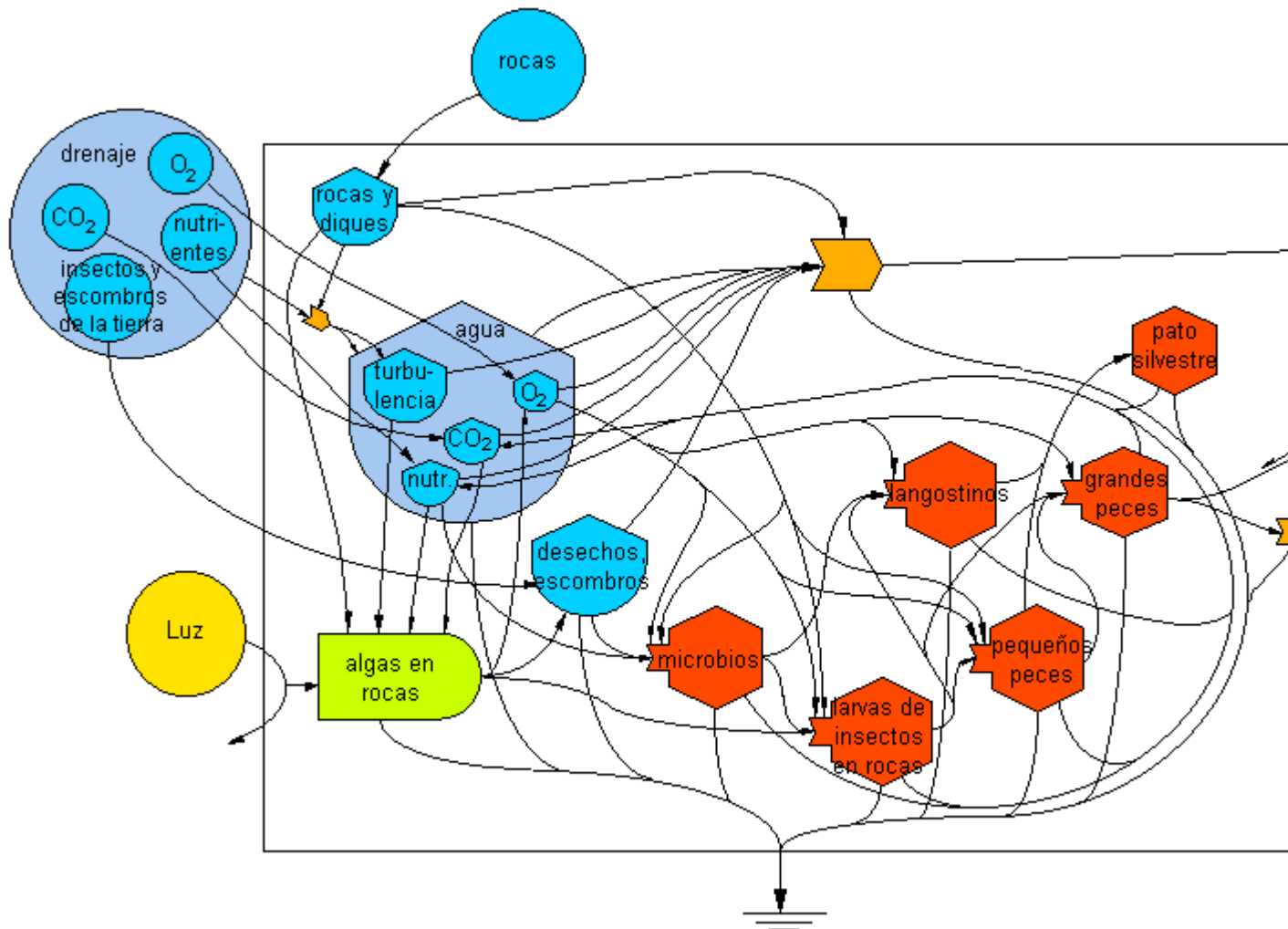


Figura 12.3 Diagrama de una corriente de montaña.

Los **ríos de marea** fluyen dentro del mar y reciben los efectos de la marea en sus puntos más bajos. El agua salada del océano no sube muy lejos en el curso del río, pero forma una capa de sal en sus orillas a o largo de varias millas. Estos ríos fluyen con un pulso rítmico, fluyendo lentamente cuando la marea en la boca es alta y corriendo rápidamente cuando la marea es baja.

#### 12.4 Manantiales.

Algunos ríos reciben una gran cantidad de aguas de manantial, son bastante claros por lo cual son favorables para practicar buceo y otras recreaciones acuáticas.

Algo del agua se **infiltra** a través de áreas de arena porosa, rocas calcáreas ó rocas de basalto hasta **aguas subterráneas**, estas pueden surgir como un gran volumen de agua pesada y clara de manantial. Este flujo de agua tiene un moderado nivel de nitratos y fosfatos. Como el agua es clara, la penetración de luz es buena, y se desarrollan corrientes muy productivas con algas, plantas enraizadas, larvas de insectos y peces. A medida que estas corrientes fluyen por varias millas, recogen desechos y disuelven materia orgánica, convirtiéndose en corriente similares a las otras. Otros manantiales tienen diferentes componentes químicos. Algunas corrientes salen del suelo sin oxígeno y soportan interesantes ecosistemas de **algas verde-azules** y **bacterias sulfúricas blancas**. Estos manantiales tienen pequeñas poblaciones de peces que tragan aire de la superficie, manteniendo las burbujas en sus gargantas.

#### Preguntas y actividades del Capítulo 12.

1. Defina los siguientes términos:

- agua blanda
- agua dura
- agua subterránea
- bentica

- e. hidroperiodo
- f. acuático
- g. eutrófico
- h. oligotrófico
- i. nivel de saturación
- j. turbidez
- k. infiltración
- l. sedimento
- m. larvas

2. Discuta las diferencias entre ecosistemas de corrientes y estanques.
3. Diseñe el diagrama de energía para un estanque.
4. Discuta como un lago oligotrófico puede convertirse en eutrófico.
5. En qué se diferencia una corriente de un manantial ?
6. Discuta cómo es importante a vida animal y vegetal en la determinación de las características físicas de los ecosistemas de agua dulce (disolución de gases).
8. Porqué los niveles de oxígeno y de dióxido de carbono en una estanque, varían en la noche y la mañana?.



**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

Capítulo 13  
**Tierras húmedas (WETLANDS)**  
OBJETIVOS

1. Definir tierras húmedas.
2. Identificar las partes de un ecosistema de tierras húmedas.
3. Diferenciar entre tierras húmedas de agua dulce y de agua salada, y entre ciénaga y pantano.
4. Listar los valores económicos de las tierras húmedas.

Las **tierras húmedas** son áreas con inundaciones intermitentes. La vegetación que predomina es diferente de aquella áreas sin inundaciones. Cuando los suelos se saturan de agua, el acceso al oxígeno atmosférico se restringe y los suelos se hacen anaerobios. Las raíces comunes no pueden respirar y la mayor parte de las plantas no pueden vivir allí. La plantas de zonas húmedas han desarrollado una adaptación especial. Algunas, como los mangles, llevan aire a sus raíces a través de tubos especiales; otros como el gomero negro, realizan parte de su proceso respiratorio en ausencia de aire. Fabrican un producto no oxidado que se transporta a lo alto del tronco para ser oxidado. Los cipreses tienen

raíces especiales (llamadas rodillas) que crecen sobre la tierra a través de la cuales intercambian algo de dióxido de carbono y oxígeno.

### **13.1 Características de las tierras húmedas.**

A las tierras húmedas de vegetación herbácea se las denomina **ciénagas**, y **pantanos** a aquellas con árboles y arbustos. Existen muchos tipos de tierras húmedas con vegetación variada. El tiempo que dura la inundación (**hidroperiodo**), la profundidad de la inundación y los nutrientes disponibles determinan el tipo de vegetación.

Existen muchas controversias acerca del uso de la tierra y clima para mantener los pantanos y las ciénagas.

Sorprendentemente, muchos pantanos conservan el agua, en especial aquellos que están en regiones montañosas planas que reciben principalmente agua de lluvia. Si bien las plantas deben transpirar vapor de agua desde sus tejidos al aire, algunos árboles de turberas transpiran menos que otras plantas. Por lo tanto, en los pantanos se pierde menos agua que en superficies abiertas de lagos. La adaptación de estas plantas ayuda a mantener el área húmeda y conservar el agua. La mayor parte del agua puede filtrarse hasta depósitos o ríos de agua subterránea. Es por ello que los esfuerzos de drenar pantanos para economizar agua son acciones mal orientadas.

Debido a que las tierras húmedas reciben agua de tierras altas, actúan como filtros naturales que absorben nutrientes, turbidez y microorganismos muertos. Estudios recientes demuestran que las aguas servidas pueden ser vertidas en ciénagas y pantanos, proporcionando así un tratamiento natural del agua. El crecimiento en esas zonas de productos útiles al ser humano, como madera y turba, es sustentable, y se ahorrarían millones de dólares en costos de tecnología de tratamiento. Algunas áreas han tenido este tipo de tratamiento de control de aguas servidas por 40 años o más, pero solo ahora se entiende cuán bien trabaja este sistema.

Como la energía es utilizada en varias adaptaciones especiales para la vida en las tierras húmedas, la diversidad de especies de plantas en estas áreas es menor que en una floresta ordinaria. La variedad de insectos, pájaros y otros animales, debe ser mucho mayor.

### **13.2 Pantanos de agua dulce.**

La Figura 13.1 muestra las principales características de un ecosistema pantanoso. Compare con la Figura 15.1 que es el diagrama de un bosque de tierras altas. Se puede ver que algunas características son similares, como hojas, tallos, raíces, lecho, evapo-transpiración, insectos y pájaros. El papel del agua es diferente en el pantano, ya que en este causa sedimentos y turba, acumulando y almacenando nutrientes y otras sustancias.

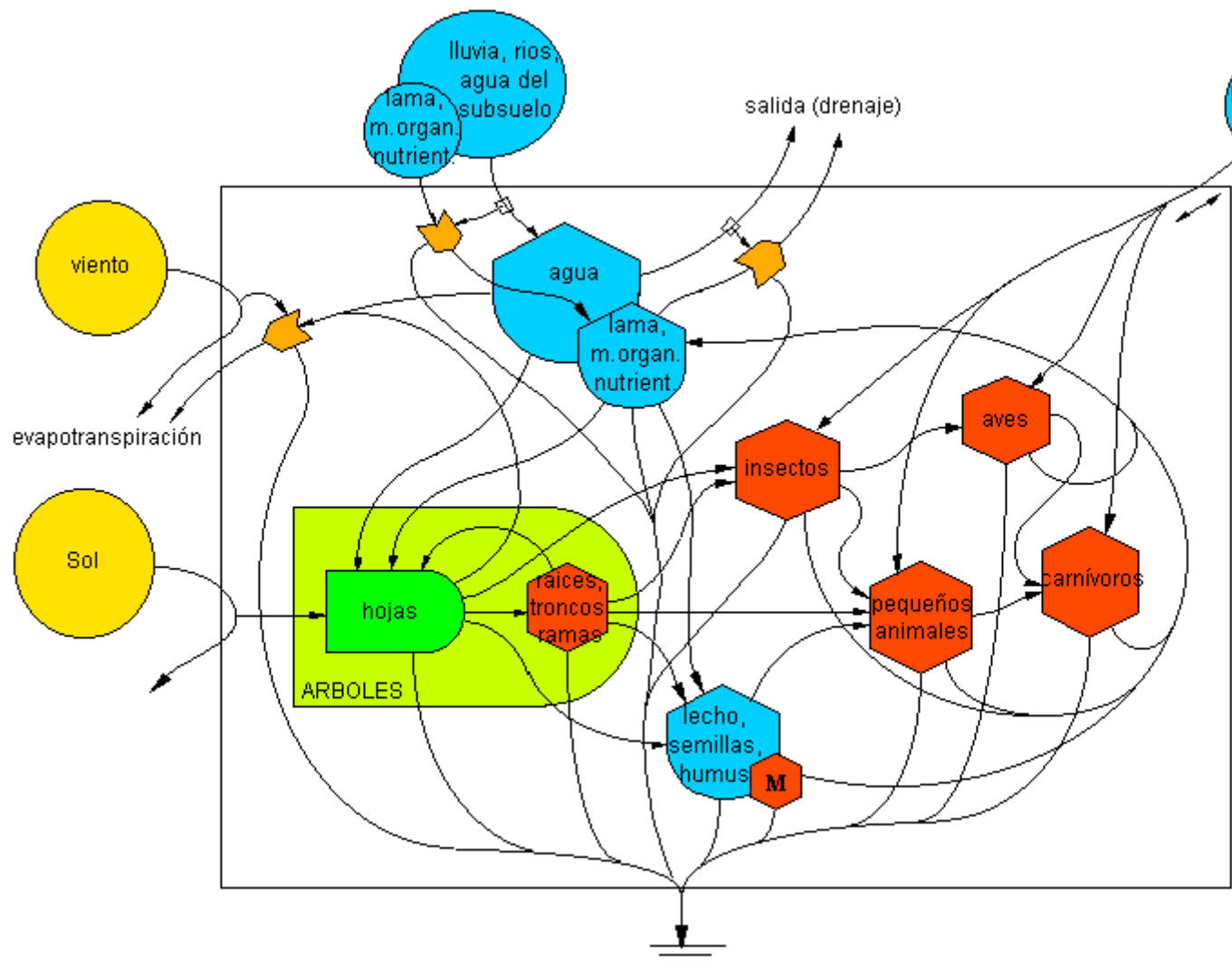


Figura 13.1 Principales características de un pantano planicie inundada de río.

### 13.3 Marismas y manglares.

Las tierras húmedas cubiertas temporalmente por agua salada, tiene una vegetación característica. En áreas con heladas durante el invierno, predominan las plantas de marisma. En áreas más tropicales sin heladas, las tierras húmedas de agua salada desarrollan manglares (con árboles de agua salada). En la Figura 13.2 se exponen las principales características de este tipo de ecosistema. El agua corre en forma de ríos y las mareas permiten la entrada y salida del agua salada. Los cambios de marea también intercambian con mar abierto: peces, plancton y larvas jóvenes de animales, y cargan consigo materia orgánica, polución y sedimentos. La energía de las mareas interactúa con las plantas haciendo una red de canales para que el agua pueda fluir libremente.



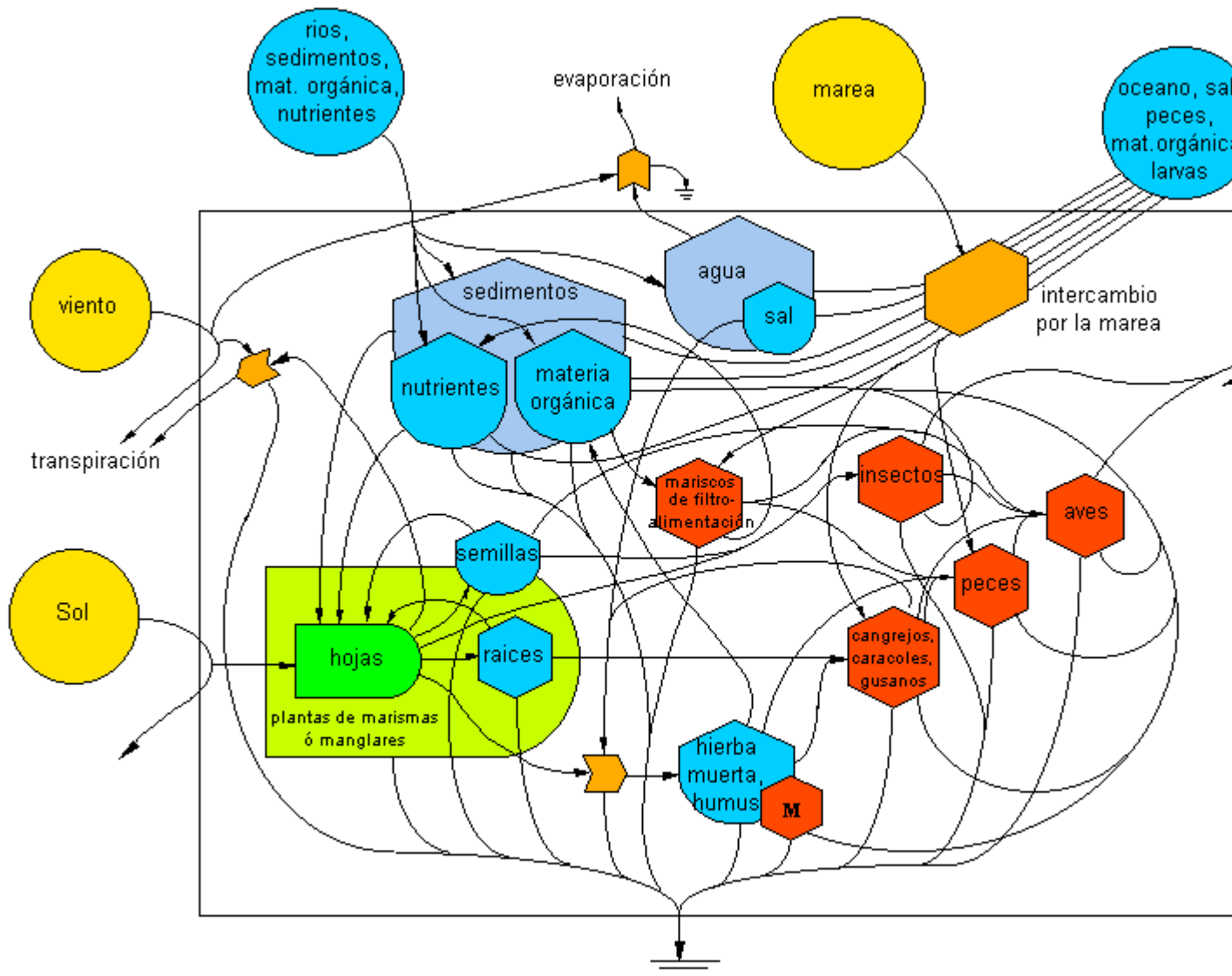


Figura 13.2 Ecosistema de tierras húmedas de agua salada.

Las plantas de las ciénagas y los manglares tienen una forma especial de obtener agua dulce a partir del agua salada que baña sus raíces. Algunas usan luz solar para transpirar agua y la succión en el tallo extrae agua de las raíces, dejando algo de sal atrás. Otras plantas utilizan los productos de la fotosíntesis como energía para segregar sal de sus hojas. Como la energía se utiliza para adaptación al medio salino, existe menos diversidad en estos ecosistemas.

La evaporación de agua y la transpiración realizada por las hojas, deja sal en el suelo. Los cambios de marea y el agua de los ríos 'lava' la sal del suelo. Sin embargo, si la sal se acumula, las plantas se quedan enanas ó mueren. En la Figura 13.2 la presión de la sal mata a las plantas, produciendo hierba muerta y un almacenamiento de turba. Las partículas pequeñas de plantas muertas adicionan materia orgánica que fluye hacia adentro con el agua de los ríos y mareas, y sirve de alimento a mariscos de filtro-alimentación y ostras. Las partículas grandes son alimento de cangrejos, caracoles y gusanos.

Las marismas, con varias especies de pastos, se encuentran a lo largo de la costa donde no existen olas agresivas y el agua es tranquila. En la zona por debajo  $\pm 30$  grados de latitud, donde no existen heladas mortales, crecen también manglares. Los árboles de los manglares tienen raíces muleta para sostenerlos sobre el agua y en suelo húmedo. A partir de las semillas flotantes que logran adherirse al suelo se desarrollarán nuevas plantas.

Cuando las ciénagas y los manglares reciben nutrientes minerales, tienden a crecer rápidamente y mandar materia orgánica a los estuarios. En otras situaciones pueden recibir materia orgánica de drenajes de tierra. El consumo de la materia orgánica devuelve los nutrientes minerales al estuario. De esta manera las plantas y árboles actúan como **amortiguadores** y mantienen el balance de nutrientes y materia orgánica en el agua que las rodea.

La vegetación de las tierras húmedas de la costa ayudan a reducir la **erosión** durante inundaciones y mareas tempestuosas. Plantas y árboles actúan como barreras, reduciendo los daños producidos por los fuertes vientos. Estos ecosistemas son muy importantes como "cinturones verdes" y como refugios de vida salvaje, proveen áreas de refugio para mamíferos y pájaros.

### Preguntas y actividades del Capítulo 13.

1. Defina los siguientes términos:

- a. tierras húmedas
- b. anaerobio
- c. ciénagas
- d. oxidado
- e. pantano
- f. transpiración
- g. aguas residuales ó aguas servidas
- h. amortiguador
- i. erosión

2. Discuta las características del ecosistema de tierras húmedas.

3. Explique las diferencias entre pantano y ciénaga.

4. Haga un diagrama de un ecosistema específico de tierras húmedas de agua salada. Use la Figura 13.3 como guía.

5. Haga una lista y discuta las principales razones por las cuales las tierras húmedas tienen importancia ecológica y económica.

6. Discuta la relación simbiótica entre las tierras húmedas de agua salada y los estuarios.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)  
Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

Capítulo 14.  
**Biomás fríos**

## OBJETIVOS:

1. Conocer tres tipos de biomas fríos por nombre, condiciones climáticas y **biota** (organismos vivos).
2. Describir los patrones típicos de crecimiento de la tundra.
3. Diseñar el modelo de un bioma frío usando símbolos de energía.

Cada bioma se ha desarrollado como adaptación a una de las zonas climáticas, estos climas resultan de la forma en que están organizados los sistemas mundiales de vientos y corrientes marinas. La Figura II.1 explica la localización de los principales biomas terrestres y las principales zonas climáticas que producen estos biomas.

La zona de altas presiones en el polo está acompañada de aire descendente, que se calienta por compresión, disolviendo las nubes; como resultado, el cielo está generalmente claro, y la radiación de calor que sale, hace que esta tierra sea muy fría. El mar en el Polo Norte permanece constantemente congelado, pero las placas de hielo se mueven al rededor. En el Polo Sur, hay suficiente nieve para mantener una cubierta de nieve-hielo permanente. En lugares como Groenlandia, Islandia, y montañas de Alaska y Sud América (lejos de los polos) hay **glaciares** permanentes debido a **frentes polares** que producen aún más nieve.

En el limite polar de los continentes existen varios biomas distintivos. Existe **hielo polar** en ambos polos. En dirección al ecuador, el verano es suficientemente largo para que en tierras más altas la nieve se derrita y se desarrolle algo de vegetación; a este bioma se lo denomina **tundra**. En el hemisferio sur se encuentran menos tundras debido a que existe menos masa continental en esa latitud.

Aún más lejos de los polos, el suelo permanece descongelado y el frente polar produce lluvias y nieves periódicas, como resultado se obtiene el desarrollo de un bioma forestal. Los bosques más cercanos al Polo Norte son bosques *perennes* de **coníferas** como el abeto; este tipo de bioma se denomina **taiga**. Tipos similares de ecosistemas se encuentran en regiones de la tierra donde existen montañas suficientemente altas, que tienen bajas temperaturas y condiciones similares de nieve y hielo.

### 14.1 Hielo polar.

En campos de hielo permanente se encuentran ecosistemas simples. Sobre la nieve antigua se desarrollan algas, los nutrientes tienden a concentrarse a medida que nieve y hielo se evaporan. Algunas de estas algas son de color rojo brillante.

Existen ecosistemas marinos activos en el hielo y en el agua, debajo del gran mar de hielo que cubre el océano polar. Un ecosistema diversificado de algas y pequeños consumidores, viven en el lado inferior del hielo; estos sistemas utilizan luz solar que penetra en el hielo durante el verano, como fuente de energía. Las aguas que fluyen por debajo del hielo también acarrear materia orgánica producida en otros lugares, abasteciendo alimento para una gran población de peces. Muchos mamíferos marinos viven de pescado; así, focas, orcas y osos polares están en la cumbre de la cadena alimenticia polar.

### 14.2 Tundra.

Al sur del hielo polar, donde la superficie se derrite por una corta temporada, se desarrolla la **tundra**. Este ecosistema se caracteriza por un alfombra de musgo y líquenes esparcidos junto a hierbas de floración y arbustos bajos. Durante el verano, al rededor de 10 a 15 cm de la tierra se descongela. El suelo, por debajo de esa profundidad permanece helado y se denomina **permafrost**. El proceso alternado de congelamiento y fusión en la superficie del suelo, produce un pequeño ciclo, durante el cual el nivel suelo se eleva y baja nuevamente. Este movimiento ayuda al ciclo de nutrientes.

Durante el corto verano, el sol permanece en el cielo por aproximadamente 24 horas cada día, Esto significa que las plantas pueden continuar con la fotosíntesis la mayor parte del tiempo. Grandes cantidades de productos de la fotosíntesis se producen y almacenan en esta estación. La materia orgánica acumulada es capaz de sostener a los consumidores.

El leming, un pequeño roedor, está capacitado para prosperar este ambiente hostil, escondiéndose bajo la nieve y comiendo materia vegetal almacenada. El leming sostiene consumidores de orden más elevado en la cadena alimenticia, como búhos de nieve, zorros y lobos. Vea la Figura 14.1.

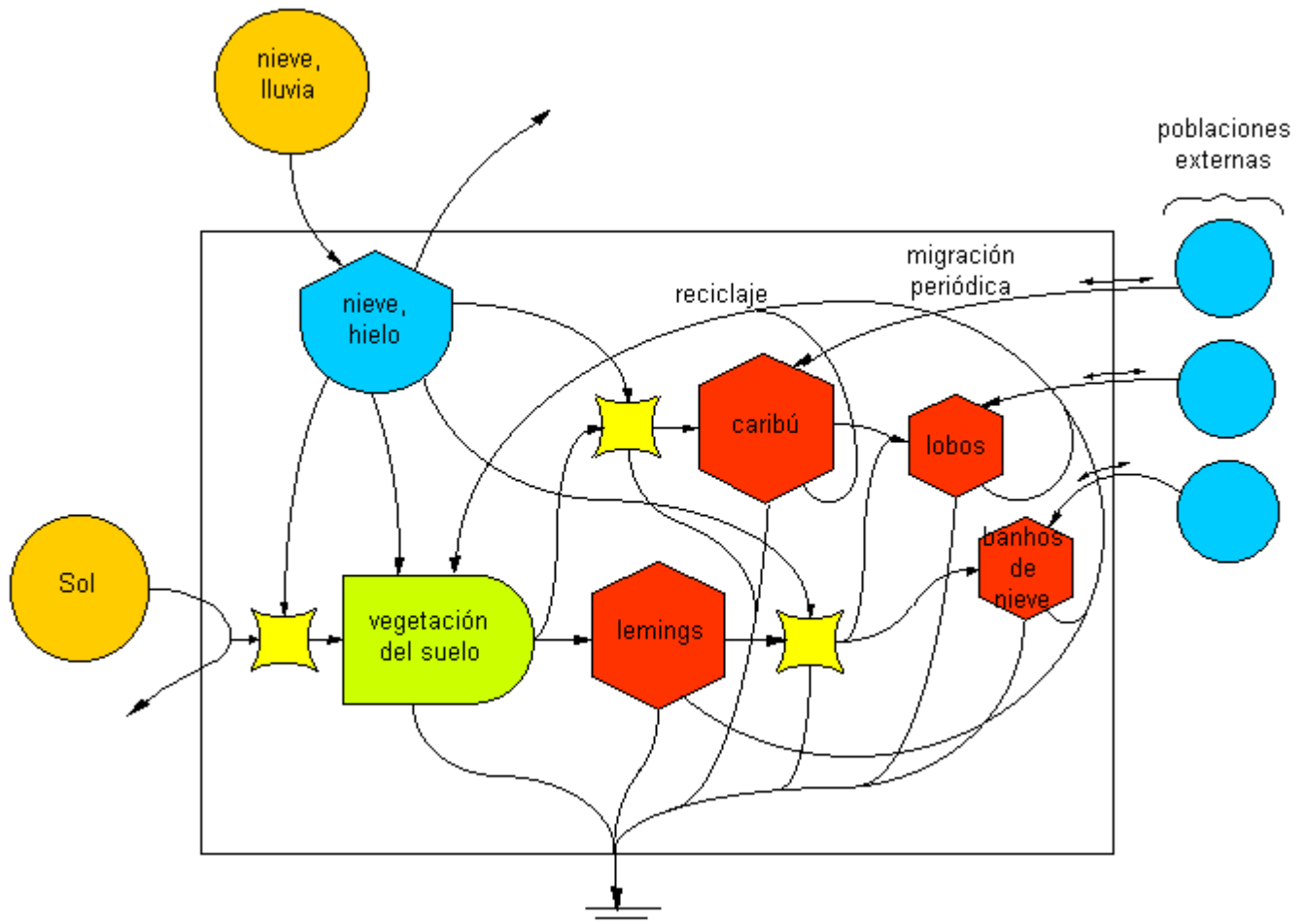


Figura 14.1 Ecosistema de la tundra. La cobertura de nieve causa una acción de *interrupción* que impide que la vegetación tenga acceso al sol, el caribú a la vegetación y los carnívoros a los leming.

Luego de que la nieve cubre las plantas, el caribú **emigra** al sur seguido por los lobos. Los búhos de nieve y muchos otros pájaros también emigran. En años de escasez los carnívoros emigran al sur.

Este ecosistema muestra las oscilaciones discutidas en el Capítulo 9. A medida que la vegetación aumenta, el número de leming aumenta y el número de sus consumidores también aumenta. Entonces, a medida que su fuente de alimento se reduce la población de leming decrece rápidamente. Como los carnívoros se han hecho abundantes, los leming son comidos también rápidamente. Con menos leming, el alimento disponible para cada leming es mayor, y la población empieza a incrementarse nuevamente. Este ciclo en particular, toma siete a diez años.

### 14.3 Taiga.

Al sur de la tundra se encuentra un bioma forestal frío. Esta área tiene veranos más largos y una mayor cantidad de especies de plantas y animales que en la tundra. Así como la tundra tiene solamente plantas pequeñas como productores, la taiga es un bosque perenne. Coníferas perennes están adaptadas a esta área y pueden continuar con la fotosíntesis aún cuando la temperatura baja a nivel de congelamiento. Esta floresta es capaz de soportar poblaciones de grandes animales. Conejos, venados, alces y roedores son capaces de utilizar los productos de la floresta y mantener grandes poblaciones. Las grandes poblaciones son aptas para soportar una extensa variedad de carnívoros. Son comunes a esta área el linco, el puma, lobos, osos y variedades de halcones y águilas. Diseminados dentro de la floresta taiga existen numerosos lagos, en áreas bajas dejadas al retirarse los glaciares cientos de años atrás. Las plantas acuáticas en estos lagos y lagunas son importantes para soportar la gran cantidad de aves acuáticas que emigran en verano. Estos lagos también soportan al gran miembro de la familia de los venados, el alce.

En el hemisferio sur existe una floresta fría, generalmente perenne, que se asemeja a la taiga del hemisferio norte. Aquí, los árboles *haya* con pequeñas hojas substituyen el abeto de los bosques del norte.

### 14.4 Ecosistemas de las altas montañas.

Debajo de los campos helados, en la cumbre de altas montañas, se encuentran las tundras alpinas. Por debajo de la tundra alpina está el **timberline** (palabra en inglés que quiere decir: línea imaginaria en las montañas sobre la cual no

crecen árboles) y una floresta similar a la taiga. El hielo, la tundra y los primeros bosques debajo del *timberline* en las altas montañas son comparables al ecosistema polar, pero existen importantes diferencias. Si bien la temperatura es fría, la duración de los días y noches no son tan largas como en las regiones polares. Estos ecosistemas de altas montañas usualmente tienen un largo verano y pequeños extremos en temperaturas. Las plantas sobre el timberline son pequeñas y adaptadas a heladas durante la noche y deshielos durante el día. En los trópicos, estas hermosas zonas de plantas con grandes hojas se denominan **páramos**.

#### Preguntas y actividades del Capítulo 14.

1. Defina los siguientes términos:

- a. polar
- b. taiga
- c. tundra
- d. permafrost
- e. timberline

2. Haga una lista de los cuatro biomas fríos y describa cada bioma en términos de clima y biota.

3. Discuta los patrones de producción y consumo en la tundra

4. Diseñe el diagrama de energía de uno de los cuatro biomas fríos estudiados en este Capítulo.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)  
Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

#### CAPÍTULO 15.

#### BIOMAS FORESTALES TEMPLADOS

#### OBJETIVOS

1. Describir los climas producidos por los bosques templados estacionales, chaparrales, bosques subtropicales perennes y bosque pluvial templado.
2. Localizar en el mapa las áreas del mundo donde se encuentran los bosques templados estacionales, chaparrales, y bosques subtropicales perennes.
3. Especificar los principales tipos de plantas que se encuentran en los bosques templados estacionales, chaparrales, bosques subtropicales perennes y bosques pluviales templados.
4. Listar los principales tipos de animales que se encuentran en bosques templados estacionales, chaparrales, bosques subtropicales perennes, y bosques pluviales templados.
5. Diseñar un diagrama de energía de los bosques templados que muestre el papel que cumplen los incendios periódicos.

6. Describir sucesión forestal, incluyendo el clímax del fuego.

### Biomasa Forestales Templados

Diversos tipos de florestas se desarrollan en latitudes intermedias, llamadas zonas **templadas** cuando reciben una adecuada cantidad de lluvia. Esos bosques pueden ser tanto **estacionales** como **perennes**. El tipo de floresta que se desarrolla, depende de los índices pluviométricos y del clima del área.

#### 15.1 Bosque templado estacional.

Un bosque **templado estacional** se desarrolla en áreas que poseen inviernos fríos y veranos prolongados. Existen cuatro estaciones distintas en esas áreas; las plantas y animales que se encuentran en ellas están adaptadas a esos cambios. En los *bosques estacionales*, los árboles dominantes pierden sus hojas en el otoño, existe una gran diversidad en el sub-bosque (arbustos silvestres, plantas herbáceas y mudas), así como muchos tipos de árboles de hojas largas (Figura 15.1)

Los bosques estacionales producen hojas, frutas, castañas y semillas en abundancia que constituyen alimento de una gran variedad de animales en el verano. En otoño, cuando los días se hacen más cortos y la temperatura disminuye, las hojas de los árboles estacionales cambian de color. Este cambio de color es causado por la reabsorción de la clorofila de las hojas, hasta quedar de color rojo, amarillo y naranja. En el invierno, las hojas muertas forman un lecho debajo de la nieve y los árboles permanecen estériles. Muchos de los pájaros emigran buscando climas más cálidos. Muchos animales pequeños **hibernan** y otros desarrollan un pelaje pesado para soportar el frío. En primavera, el bosque responde a días mas largos y de temperatura cálida. Los árboles utilizan los nutrientes almacenados en el verano anterior para producir nuevas hojas y flores. Los pájaros que emigraron, vuelven al nido, y la población de insectos se activa y crece rápidamente.

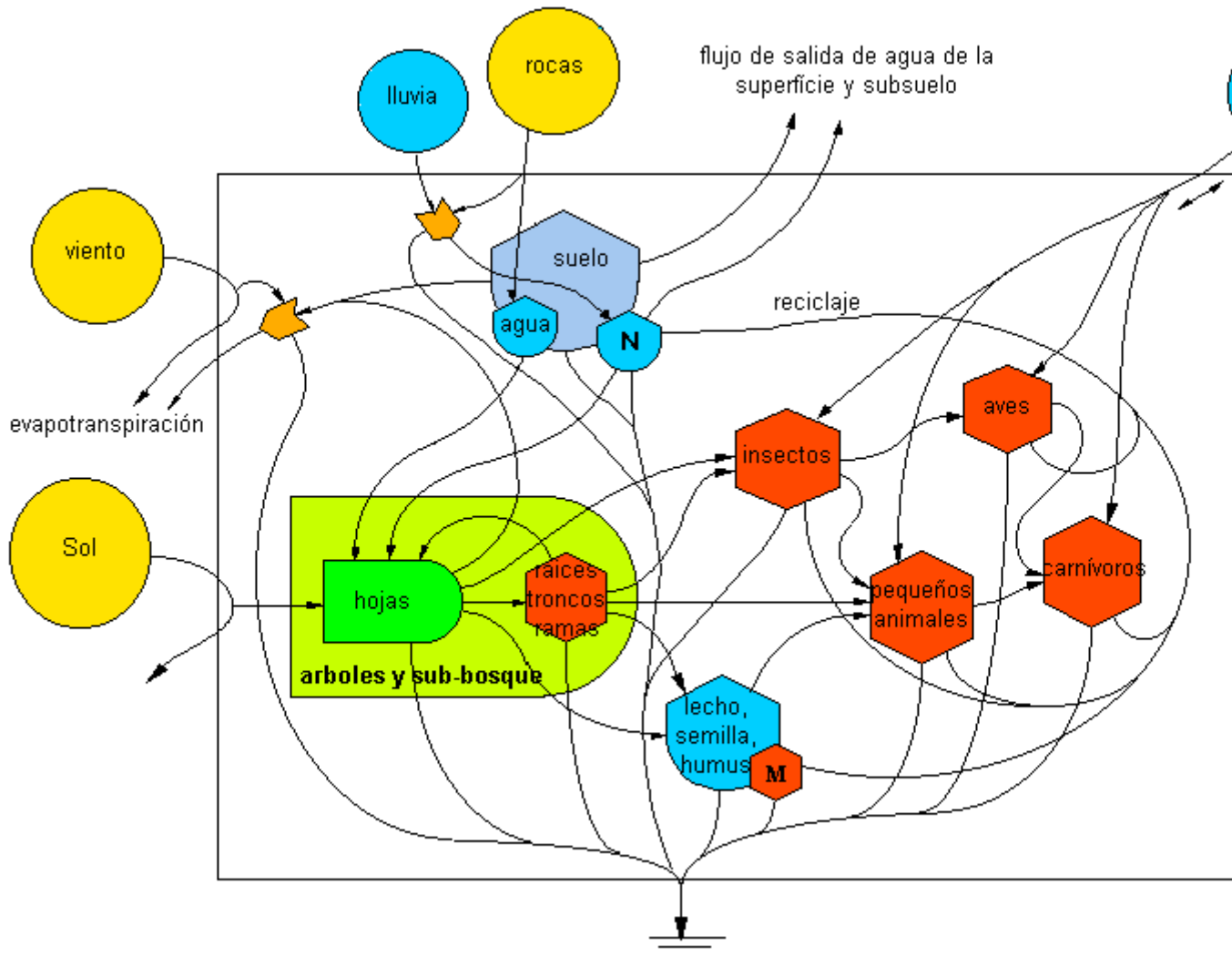


Figura 15.1 Ecosistema de un bosque estacional. La vida está dominada por el ciclo periódico de caída de las hojas en otoño y retoño en primavera. M, microbios. N, nutrientes.

Los bosques templados estacionales se desarrollan en zonas donde la media anual de lluvia es 75-150 cm por año, y es distribuida uniformemente. Esta distribución de lluvia permite la descomposición de materia orgánica y el retorno gradual de los nutrientes al suelo. Las raíces ayudan a abrir rocas para hacer partículas de tierra (Figura 15.1). La tierra de esas florestas es también rica en **humus** formado por las hojas caídas. La rica tierra color café, formada en estas florestas, hace que sean excelentes regiones para la vida humana. Muchas de las áreas del este de los Estados Unidos estuvieron un día cubiertas por bosques estacionales, actualmente están cubiertas de granjas y ciudades. Los bosques estacionales se encontraban también por toda Europa, y en partes de Asia y Australia.

Los árboles de los bosques estacionales, muestran las diferencias que ocurren en sus tasas de crecimiento anual debido a la variación de los procesos fotosintéticos periódicos durante los **anillos** que forman en la corteza. Esos árboles son capaces de maximizar el uso de la luz solar disponible durante la primavera y el verano, para almacenar alimento en sus raíces y en tallos subterráneos, y de conservar agua durante el invierno. Los árboles de esos bosques crecen en capas o **estratos**. Los árboles: haya, maple, roble y nogal son muy comunes en la **bóveda** (árboles altos cuyas hojas superiores obtienen luz solar directa) de los bosques estacionales. Estos árboles predominantes, en sus etapas de crecimiento inicial son capaces de crecer a la sombra de árboles más viejos, reemplazando eventualmente la bóveda. También se desarrolla un sub-bosque **diversificado** que contiene arbustos y pequeños árboles como el cornejo. En el suelo del bosque hay helechos, musgo, hiervas y brotes.

Los animales silvestres deben estar adaptados a los cambios periódicos de temperatura y abastecimiento de comida. Los bosques estacionales soportan un gran número de herbívoros, porque los árboles proveen hojas, brotes y semillas. También sustentan muchos mamíferos comunes como venados, ardillas, ratones, zorrillos, raposas y mapaches. Antes de la intervención humana, había también gatos monteses, osos pardos y lobos. Se puede también encontrar muchas variedades de insectos y arañas en gran cantidad.

### 15.2 Chaparral.

Una zona templada llamada **chaparral** se desarrolla en altitudes intermedias en el lado oeste de los continentes. Esas áreas tienen inviernos lluviosos y veranos secos. Ese tipo de clima se encuentra a lo largo de la costa del Mediterráneo y en California, América del Sur y Australia.

Los largos periodos secos que se presentan durante todo verano hacen que el área sea susceptible al fuego. El fuego selecciona aquellas especies que son capaces de regenerarse rápidamente después del paso del fuego. Los árboles que se encuentran en esas regiones tienen hojas duras y menos de cinco metros de altura. Un árbol característico de los chaparrales australianos es el eucalipto. Los árboles y plantas se adaptan para minimizar las pérdidas de agua en el verano.

Muchos de los animales encontrados en los chaparrales son migratorios y viven en el área solamente durante el invierno y periodos de lluvia. La mayoría de los animales encontrados en el área no tienen colores llamativos y se camuflan con la apariencia del paisaje. Liebres, ratones silvestres y diversos tipos de lagartos, son habitantes permanentes de esos pequeños bosques.

### 15.3 Bosque subtropical perenne.

En la costa este de los continentes, en locales subtropicales como Florida en Estados Unidos, existen dos estaciones lluviosas con largos periodos ocasionales de sequía. Esa área desarrolla una compleja floresta de gran diversidad. Los árboles perennes como el roble, tienen pequeñas hojas que conservan humedad, adaptadas a los largos periodos ocasionales de sequía. Algunos de los árboles son estacionales.

Estos **bosques subtropicales perennes** incluyen diversos niveles de plantas, desde la cumbre hasta la base. Las hojas de la copa de los árboles están adaptadas al brillo del sol, siendo pequeñas, gruesas y pesadas, y las hojas que viven en la parte sombría son más largas y finas. Algunas especies, como el cornejo, son ocupantes permanentes del sub-bosque. Se pueden encontrar también plantas **epífitas** que crecen en los árboles y otras plantas, como por ejemplo musgos, líquenes y orquídeas.

La caída de las hojas se da con la misma intensidad en otoño como en primavera; este lecho forma una reserva de materia orgánica que incluye semillas capaces de germinar y restaurar el bosque en desenvolvimiento inicial. Además de la caída fija de las hojas (dos gramos de hojas por metro cuadrado por día), existe también una constante pérdida de palos de antiguas ramas, troncos, etc. Un complejo sistema de microorganismos trabaja en el reciclaje de biomasa. En el bosque hay una complicada red de insectos: herbívoros, insectos succionadores, carnívoros, abejas que facilitan la polinización, y descompositores como las hormigas que consumen desechos y los digieren. Los pájaros, ratones y ardillas ayudan en el control de la población de insectos y transporte de semillas.

Diversos insectos se alimentan de distintas partes de cada tipo de árbol o planta. Los insectos están adaptados al papel de consumir cualquier exceso. Si alguna planta crece demasiado, sus insectos consumidores u organismos de enfermedades aumentarán hasta que el balance de las especies alcancen nuevamente el equilibrio. Como la mayoría de

los insectos y enfermedades son específicas para ciertas especies, también decrecerán en número cuando las especies de plantas vuelven su densidad normal. En un bosque diverso, aún cuando un tipo de árbol sucumbe a enfermedades e infestaciones de insectos, el ecosistema no se destruye. Cuando los bosques son devastados, la sucesión tiene que reiniciarse nuevamente (estos son ejemplos de sistemas oscilantes simulados en el Capítulo 9).

#### **15.4 Bosque pluvial templado.**

Donde los vientos occidentales y **tempestades** se mueven del océano hacia la costa montañosa al oeste de los continentes, se desarrollan las **florestas templadas húmedas**. Estas áreas reciben gran cantidad de lluvia, y la temperatura es moderada por los vientos marítimos. Existen también épocas en el verano en que el aire seco continental está presente, incrementando la transpiración. En estas zonas se desarrollan árboles gigantes. La superficie de los árboles está cubierta de musgo y vegetación exuberante, respondiendo a las condiciones de humedad. Un ejemplo de este tipo de bioma es el bosque templado de Seattle, Estado de Washinton en E.U.A. Otros bosques pluviales templados se encuentran a lo largo de la costa oeste de Nueva Zelandia, Canadá y Chile.

#### **15.5 Sucesión forestal.**

La **sucesión forestal** es la secuencia de etapas que se desarrollan después de disturbios cuando las fuentes de semillas y animales están próximos. Si la condición inicial fuera suelo desnudo, la sucesión consistirá en la acumulación de reservas en el suelo, crecimiento de la población microbiana, y desarrollo de las propiedades que se encuentran en un ecosistema maduro. Las características del ecosistema maduro son: alta diversidad, reciclaje de nutrientes, reserva de materia orgánica en el suelo, y plantas y animales que utilizan la mayor parte de la luz solar y otros recursos. La madurez característica de un ecosistema se denomina **clímax**.

En latitudes templadas, principalmente en áreas de pluviosidad moderada y sin vegetación, la sucesión se inicia con el rápido crecimiento de plantas silvestres, como hiervas y gramíneas. Una **hierva silvestre** es una planta que tiene un alto índice de productividad neta, pero desenvuelve una estructura que no dura mucho tiempo. Las primeras *hiervas silvestres* cubren el suelo rápidamente, ayudan a capturar la energía solar, lluvia, y nutrientes, e inician la acumulación de materia orgánica en el suelo hasta que mueren y decaen. En un año o dos, esas primeras hiervas silvestres son reemplazadas por gramíneas de mayor tiempo de vida y arbustos, como la morera.

Si las fuentes de semillas están por los alrededores, después varios años surgen pinos, que en corto tiempo sobrepasan la vegetación gramínea cubriéndola de sombra. Las especies de pino dependen mucho del tipo de suelo y humedad del área. Como los bosques de pinos se hacen sombríos, surgen retoños de árboles de madera dura.

#### **Clímax del Fuego.**

Los relámpagos y los seres humanos usualmente inician incendios. Muchos pinos son resistentes a estos, debido a la espesa corteza que poseen los árboles maduros y las largas hojas aciculares (en forma de espinos) de los brotes tiernos y árboles jóvenes. Los incendios que no son muy intensos, como el fuego de lento movimiento en el suelo cuando la vegetación no está muy seca, elimina los brotes de árboles de gran porte que tienen una corteza fina sensible al fuego.

Si los incendios son regulares (intervalo de pocos años), el ecosistema permanece en la fase de pinos. El lecho de hojas espinosas de pino es muy inflamable, haciendo que el bosque sea más susceptible al fuego. Ese tipo de bosque de pinos se llama **clímax del fuego**. Cuando la vegetación rastrera se quema, se libera fósforo y potasio que va al suelo, pero el nitrógeno se expelle en forma de gas. Para reponer este nitrógeno del suelo, bosques de sub-clímax de fuego desarrollan hiervas y arbustos fijadores de nitrógeno.

Si los incendios se mantienen alejados por diez ó veinte años, los pequeños arbustos y retoños se hacen más densos. Entonces, si un incendio comienza en un período seco y de viento, dará como resultado un muy destructivo **fuego en auge** que puede matar los pinos así como el sub-bosque. Muchos reglamentos de contaminación del aire dificultan el **control del fuego** deliberado, aún durante períodos húmedos y sin viento. Los destructivos *fuegos en auge* pueden destruir todos los árboles en áreas donde antiguamente incendios frecuentes evitaban fuegos perjudiciales.

#### **Clímax.**

Si se evitan las quemaduras por un período muy largo, como en áreas bajas de suelo húmedo, el sub-bosque mixto de madera de ley comienza también a dominar la bóveda. Los pinos no se reproducen bajo esas condiciones de oscuridad. De esta manera surge una gran y compleja diversidad forestal. Se mantendrá un **micro-clima** húmedo el cual dificulta el fuego. Las condiciones de oscuridad son adecuadas para las especies de árboles de gran porte de manera que el sistema tiende a reproducirse por sí mismo. Cuando el bosque adquiere estas características se dice que está en el clímax.

Las hiervas silvestres y especies pioneras están disponibles en los bosques en clímax para repetir la sucesión si un árbol es derribado y deja un espacio libre, y si sucede un desastre natural como un huracán o si el bosque fuera talado por seres humanos de forma racional. Si es talado excesivamente puede perder la capacidad de renovarse con facilidad.

Cada clima y suelo de un área tiene etapas particulares de sucesión. En la zona templada de bosques estacionales, bosques subtropicales perennes y bosques tropicales húmedos son clímax forestales. Los chaparrales y los bosques de pinos son bosques de clímax de fuego.



## Preguntas y actividades para el Capítulo 15

1. Definir los siguientes términos:

- a. estacional
- b. bóveda
- c. sub-bosque
- d. hibernación
- e. humus
- f. estrato
- g. templado
- h. chaparral
- i. bosque subtropical perenne
- j. clímax del fuego
- k. tolerancia al fuego
- l. anillos
- m. epífita

2. Compare los climas de los bosques estacionales, chaparrales, bosques subtropicales perennes y bosques pluviales templados.

3. Nombre las plantas que están localizadas en el bosque templado estacional y los chaparrales.

4. Explique cómo, los cambios climáticos en los bosques estacionales, se manifiestan en los ciclos de crecimiento anual de los árboles y comportamiento estacional de animales.

5. Explique como los incendios influyen en la vegetación de los chaparrales y en el bosque de pinos de sub-clímax de fuego.

6. Explique que bosques generalmente tienen mejor suelo, peor suelo, y luego diga como el clima ayuda a determinar la calidad del suelo.

6. Identifique el tipo de bosque que está mas próximo a su casa. Si no fuera uno de los vistos en el Capítulo 15, vea cuanto y en que dirección tendría que viajar para estar en uno de esos bosques.

7. Investigue el proceso de sucesión de su área. Haga un viaje de campo para observar las diferentes etapas.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)

Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



CAPITULO 16.

**Biomás de Praderas y desiertos**

OBJETIVOS:

1. Explicar la importancia de la evapotranspiración y de la pluviosidad en bosques transformados en ecosistemas de pradera.
2. Describir las condiciones necesarias para se desarrolle un desierto.
3. Localizar los desiertos y praderas en mapas.
4. Discutir la importancia de las heladas en relación a la formación de un nuevo suelo.
5. Explicar la importancia de la frecuencia de incendios en praderas en desenvolvimiento.
6. Diferenciar entre los tipos de praderas con pasto alto, praderas de mechones (o estepas) y planicies con pasto pequeño.
7. Diferenciar entre los tipos de desiertos de latitudes templadas y subtropicales.
8. Describir el proceso de transformación de un bosque de arbustos espinosos en un desierto.

Al sur de los bosques templados en el hemisferio norte, se sitúan los biomas de desiertos y praderas. Estos biomas se caracterizan por un clima donde la evapotranspiración es similar a la cantidad de lluvia. Los suelos son generalmente secos, hay poco drenaje, y el agua disponible es insuficiente para sustentar el bioma forestal.

**16.1 Praderas templadas.**

En latitudes de los vientos del oeste y tormentas ciclónicas, conforme uno viaja desde la costa oeste de los E.U.A. con dirección este, la pluviosidad disminuye y el bosque da lugar a las **praderas**. Estaban originalmente dominadas por grandes manadas de herbívoros tales como el bisonte y el antílope. En la Figura 16.1 está esquematizado el ecosistema de una pradera.

La última Era Glacial desempeñó un importante papel en la formación del suelo de las grandes praderas. Los glaciares, al avanzar, empujaron enormes cantidades de tierra a su alrededor. La diferencia de temperatura entre el frente del glaciar y el aire circundante, causó fuertes vientos que arrastraron la tierra. Este material arrastrado por el viento, denominado **loess**, fue acumulado en gruesas capas sobre las Grandes Planicies. La acumulación de *loess* dio origen a una espesa capa de tierra en la cual pudieron desarrollarse las praderas.

El ecosistema de una pradera debe sus características, en parte, a los incendios periódicos. La Figura 16.1 tiene dos señales de control para las dos condiciones necesarias para producir un incendio. El primero es para la biomasa muerta, el pasto crece y después se seca. La segunda es un relámpago para comenzar el fuego.

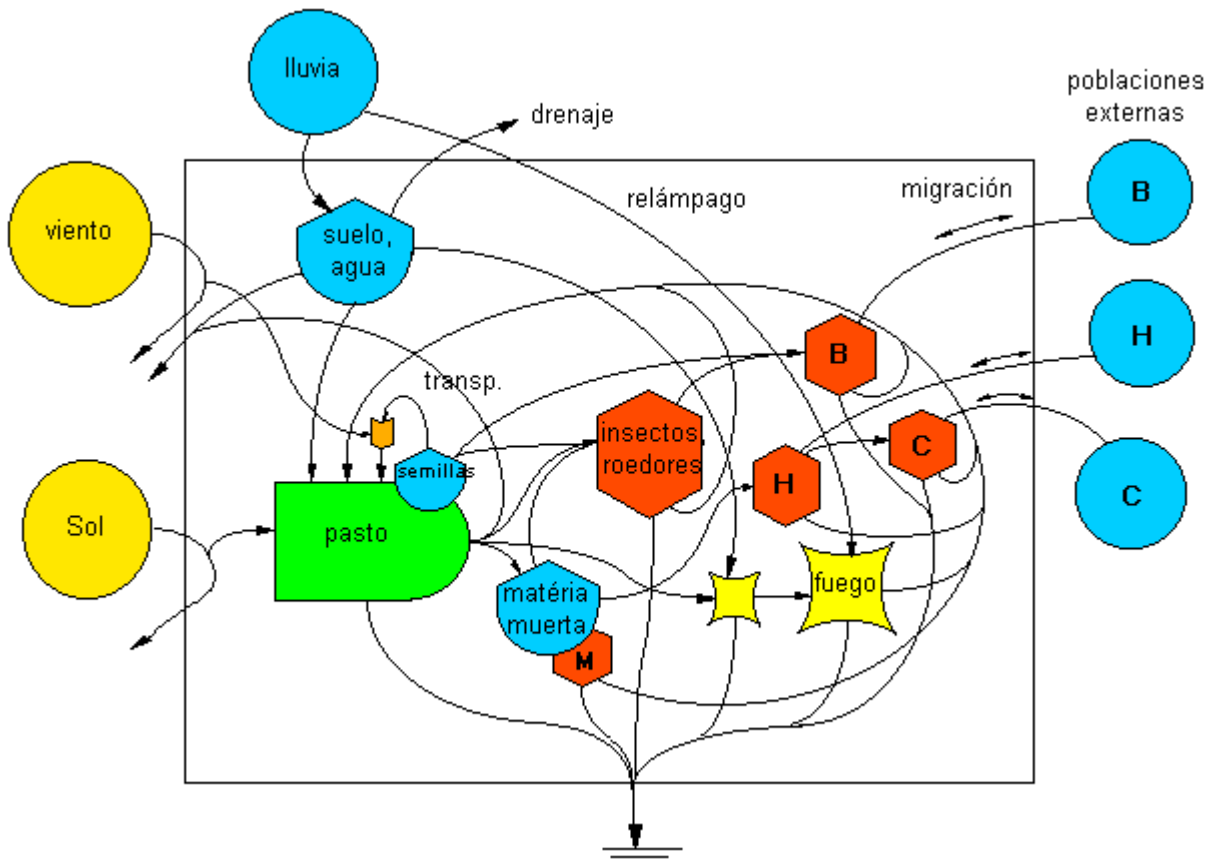


Figura 16.1 Ecosistema de una pradera. H= manadas de herbívoros de gran porte tal como el bison; M = microorganismos descompositores; B = pájaros inmigrantes, C = carnívoros tales como coyotes y lobos.

Durante el invierno, el agua cae en forma de nieve. En la primavera, cuando la nieve se derrite, los pastos están aptos para crecer verdes y brillantes debido a toda el agua disponible. Pero el agua no está disponible fácilmente el resto del año. Conforme el verano llega y se va, las hojas altas de pasto se secan y mueren, convirtiéndose en materia orgánica. Esta materia orgánica seca se incendia fácilmente durante las tempestades. El fuego corre por las planicies restituyendo los nutrientes al suelo en forma de ceniza, y así se hacen útiles para el crecimiento del pasto de la próxima primavera. Los pastos no mueren por el fuego debido a que poseen partes subterráneas con capacidad de crecer. Otras formas de vegetación, como árboles y arbustos, mueren por causa de la deficiencia de agua o por el paso del fuego. Por esta razón, los incendios tienden a sustentar el ecosistema de una pradera.

Donde las condiciones para el crecimiento son mejores, se desarrollan las **praderas de pastos altos**. Esta vegetación crea una turba maciza de materia orgánica debido a la densa red de raíces del pasto. Cuando las plantas mueren, no son completamente consumidas. La combinación de loess profundos y materia orgánica turbosa da como resultado una de las formas más ricas de suelo para agricultura. Las Grandes Planicies de los Estados Unidos son el principal ejemplo de esta acumulación y son algunas veces llamadas "la cesta de pan del mundo" a causa del gran vegetación que pueden soportar. Su riqueza dio como resultado la actual falta de praderas en los Estados Unidos. Muchas de las praderas originales de este país están ahora bajo cultivo, y existe la tendencia de transformar las pocas praderas naturales que restan en Parques Nacionales, para asegurar la no extinción de estos ecosistemas.

Aunque los campos puedan parecer monótonos al observador casual, no es así. Antes de la agricultura, los campos fueron continuamente controlados por grandes manadas de herbívoros. Los desechos fecales de estas manadas enriquecían el suelo y permitían a la naturaleza sustentar una amplia diversidad de animales silvestres. La mayoría de los pequeños animales de las planicies estaban adaptados a una vida subterránea, donde las condiciones a lo largo del año son relativamente estables.

El lado oeste de los continentes es dominado por **praderas de mechones o estepas**. Muchos de estos mechones tienen más de cien años. Esta vegetación tiene aglomeraciones de pastos separados por áreas relativamente áridas. Cada mechón de pasto es un pequeño micro-ecosistema con sus propios productores, consumidores, descompositores y ciclos nutritivos que absorben el rocío de los vientos húmedos.

Otro tipo de ecosistema de pradera son las **planicies de pasto pequeño**. Se encuentran en zonas más altas y frías, donde la pluviosidad anual es menor que 50 cm por año. El pasto en estas áreas tiende a ser uniformemente distribuido.

## 16.2. Desiertos.

El ecosistema desértico se desarrolla en lugares donde la pluviosidad es muy escasa. Los **desiertos** varían dependiendo de los patrones pluviométricos, temperatura y substratos (rocas, arena, residuos volcánicos, etc.).

Los *desiertos* de latitudes templadas están distantes de las fuentes oceánicas de humedad. Son fríos y hielan en el invierno, pero son calientes y secos en el verano. La vegetación se presenta en grupos, y está adaptada a una variedad de maneras de conservación de la poca humedad que disponible. Muchas plantas del desierto, como el cactus, almacenan agua en la pulpa de sus troncos cubiertos con espinos, para evitar ser comidos por los animales. Otras no tienen hojas, pero concentran la clorofila en los troncos, esto evita la pérdida de agua por la reducción del área superficial expuesta a los vientos secos.

Algunas plantas desarrollaron una estrategia de reproducción que elimina su exposición a las severas condiciones durante la mayor parte del año. Cuando raramente llueve las flores crecen rápidamente, dan semillas y mueren. Entonces, las semillas se esparcen hasta que comienza el próximo ciclo de lluvias. Los ovillos de maleza (tumbleweed), típicos del desierto norteamericano son en realidad esqueletos de plantas muertas. Conforme ruedan junto con el viento, sus semillas se sueltan del esqueleto, esparciéndose al rededor de una gran área y aumentando las oportunidades de obtener agua.

Los animales también usan esta estrategia para sobrevivir en las severas condiciones del desierto. Cuando llueve, se desarrollan lagunas temporales, aparecen rápidamente pequeños crustáceos llamados *camarones de agua salada* que crecen rápidamente debido a la materia orgánica acumulada, que posiblemente se conservó en esas depresiones durante mucho tiempo. Los camarones se desarrollan, se unen y ponen huevos antes de que las lagunas queden totalmente secas. Los huevos son resistentes a la deshidratación y pueden ser conservados por años antes de ser expuestos al agua y repetir el ciclo. Estos huevos, por ser muy livianos, son arrastrados por el viento, ayudando así a que su población se disemine. En algunos lugares del desierto, los huevos de camarones de agua salada se reúnen en depresiones o contra objetos fijos, haciendo fácil su recolección para ser usados como alimento vivo de peces en acuarios; simplemente colocándolos en depósito de agua, se abren y proveen una fuente de comida instantánea.

Los desiertos subtropicales son muy calientes, secos y algunas veces con poca vegetación. Pero hay presencia de vida. El alga terrestre vive en hendiduras en la arena, pequeños insectos se alimentan de ella y forman una completa cadena alimenticia. En el desierto del Sahara (África), el principal predador es un pequeño mamífero llamado topo dorado, no más grande que un ratón. Este topo obtiene todo su alimento y humedad de los insectos que come mientras excava en la arena. En ciertos lugares de estos desiertos, el agua situada en las profundidades brota en la superficie formando **oasis**. Estos *oasis* sustentan una exuberante vegetación en medio de los desiertos, y están tan alejados unos de otros que pueden tener diferentes especies de plantas y animales.

Los desiertos sufren cambios en su apariencia. En el sector por el donde llegan las corrientes de vientos, la arena es arrastrada y llevada lejos. Este lado del desierto no tiene nada excepto rocas áridas y sustenta poca vida pues no hay suelo. En el otro lado del desierto, la arena arrastrada por el viento se deposita formando grandes dunas móviles. No hay una considerable vegetación, porque sería rápidamente cubierta por la arena.

## 16.3 Bosque de arbustos espinosos.

El **bosque de arbustos espinosos** es característico de zonas donde llueve poco pero regularmente y donde se realiza pastoreo de animales. La presencia de animales que pastan actúa como un proceso de selección natural que mantiene la vegetación comestible recortada y evita su crecimiento; esto permite a la vegetación espinosa y no comestible hacerse la especie dominante. Este es un problema creciente en las áreas excesivamente pobladas por cabras. Ya que el pastoreo excesivo puede dar como resultado la disminución de la productividad total del ecosistema, debe revisarse si es o no un buen uso de la tierra.

## Preguntas y actividades del Capítulo 16

1. Defina los siguientes términos:

- a. evapotranspiración
- b. loess
- c. praderas templadas
- d. estepas
- e. oasis
- f. desiertos
- g. bosque de espinos

2. Describa las condiciones necesarias para que se desarrolle un desierto.

3. Cual fue la contribución de los glaciares a la fertilidad las Grandes Planicies ?
4. Cual es el papel que desempeñan los incendios para mantener las praderas ?
5. Como distinguiría una estepa de las planicies de pasto pequeños ?
6. Cual es la diferencia entre los desiertos de latitudes templadas y los desiertos subtropicales?



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)  
Última revisión: 09 de janeiro de 1998.

**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

Capítulo 17.

**Biomás Tropicales**

OBJETIVOS:

1. Localizar los biomas tropicales en el globo.
2. Diferenciar las condiciones climáticas de las selvas tropicales húmedas, selvas nubladas, selvas monzónicas y sabanas tropicales;
3. Relacionar las condiciones climáticas de la selva tropical húmeda con su biota;
4. Comparar las adaptaciones de la biota en la selva monzónica con las de la biota en la sabana tropical.

Los **ecosistemas tropicales** se encuentran entre las latitudes 22 grados Norte y 22 grados Sur. Los ecosistemas predominantes en la mayoría de las áreas tropicales son las selvas tropicales y las sabanas.

**17.1 Selva tropical pluvial.**

La selva **tropical pluvial** puede ser encontrada en extensas áreas de tierras bajas de la Cuenca Amazónica (América del Sur), en las Indias Orientales y en la Cuenca del Congo (África Occidental). El clima es caliente y húmedo durante todo el año. La precipitación sobrepasa los 7 cm mensuales y las temperaturas varían poco. Ningún otro bioma terrestre tiene un clima tan uniforme.

Pocos, de los muchos aspectos del ecosistema de las selvas tropicales pluviales están representados en la Figura 17.1. Una exuberante vegetación cubre la topografía de la selva tropical pluvial. Bajo los árboles mas altos (bóveda) está la **sub-selva**: árboles pequeños adaptados a la sombra. Más abajo aún, están las hierbas y retoños tolerantes a condiciones sombrías. Entretejidas en las ramas de los árboles se encuentran las lianas (trepadoras tropicales silvestres). Las ramas de los árboles y las lianas sirven como soporte para las plantas epífitas; este tipo de planta crece adherida a los árboles, pero extrae sus nutrientes del agua que gotea de estos. Las epífitas más comunes en la selva tropical pluvial son las orquídeas, bromelias y helechos. La densa capa de árboles perennes absorben la mayor parte de la luz, en consecuencia pocas plantas crecen en el piso de la selva, generalmente libre de vegetación. Únicamente a lo largo de los ríos o en los límites de los claros hay una espesa muralla de vegetación que se extiende hasta el piso.

La mayor parte de la producción forestal contribuye a mantener una intrincada red de raíces y de troncos macizos, que a su vez sustentan los pesados árboles en el suelo encharcado. Debido a las altas temperaturas y a tantos tipos de insectos, hongos y bacterias, las hojas se descomponen tan rápido como caen al piso, por ello se puede observar que en cualquier momento existe únicamente una fina capa de lecho vegetal.

La vida animal en la bóveda es abundante. Entre los moradores de las copas de los árboles están las serpientes, sapos arborícolas, lagartos arborícolas, un gran número de insectos, pájaros y mamíferos.

Las selvas tropicales pluviales producen muchas maderas de ley valiosas y bellas, como son el ébano, la caoba, el jacarandá y otros. Cientos de otros productos útiles al hombre provienen de especies de la selva tropical pluvial - goma, cacao y el *curare* (un extracto resinoso utilizado como relajante muscular ó para envenenar flechas).

Las selvas tropicales pluviales contienen la mayor reserva mundial de genes algunos de ellos muy valiosos, que aún no utilizados por la sociedad humana. El enorme crecimiento de las poblaciones humanas en las regiones tropicales está causando una rápida destrucción de sus selvas. La mayor parte de las especies de la selva tropical pluvial no puede vivir separadas del complejo que integra. Se extinguen cuando se las separa de su hábitat. Cual será el futuro de la humanidad si destruimos la vida que la naturaleza tardó millones de años para producir ?

Las principales categorías de especies se presentan en la Figura 17.1, sin embargo cada símbolo representa centenas de especies. Observe algunos de los siguientes caminos: primero, la lluvia llega a las plantas epifitas en la copa de los árboles, antes de mojar el suelo. Las abejas y los pájaros controlan la polinización, y los murciélagos, tucanes y papagayos controlan la distribución de las semillas. Las semillas distribuidas por los animales crecen, convirtiéndose en árboles de sub-selva; estos, a su vez se transforman en grandes árboles con copa. Los animales ayudan al proceso de descomposición, que recicla los nutrientes absorbidos luego por los árboles, a través de sus raíces.

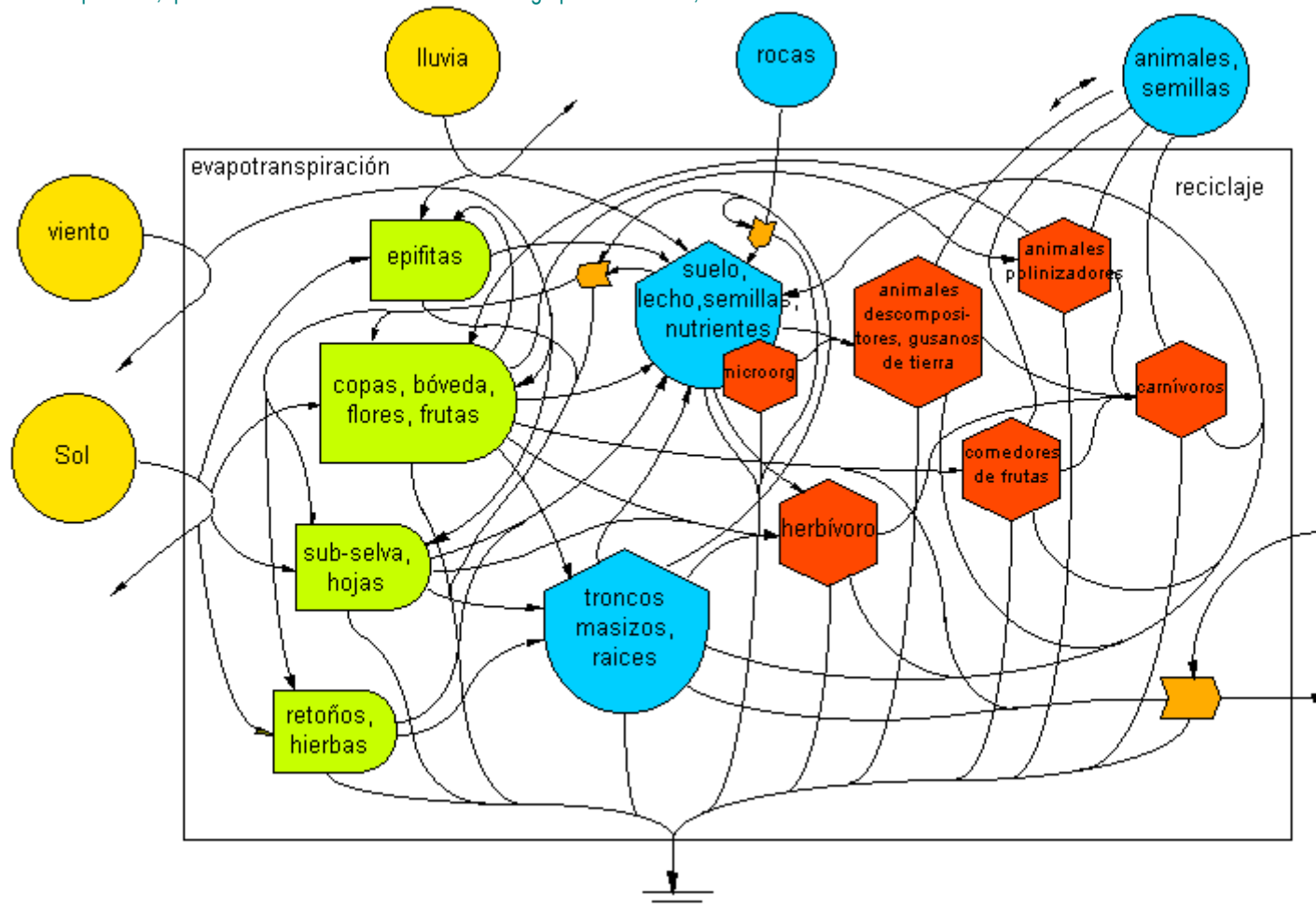


Figura 17.1 ecosistema de la selva tropical pluvial

### 17.2 Selvas nubladas.

A medida que se sube al nivel de las nubes en las montañas tropicales (cerca de 1000 a 1500 m), la humedad aumenta hasta alcanzar 100% de humedad relativa. La evapotranspiración se hace mínima. Las selvas en esas montañas se llaman **selvas nubladas**. Son pequeñas selvas con lluvias estacionales y neblina casi todo el año, permanecen encharcadas aún cuando la precipitación no es grande, y presentan una gran población de epifitas. Como hay poca evapotranspiración, 90% de la lluvia se drena y puede ser utilizada por las poblaciones de las tierras bajas. Las selvas nubladas proveen excelente protección contra erosión.

### 17.3 Selvas tropicales estacionales.

En la India y en el Sudeste Asiático ocurre una inversión anual de los vientos denominado **monzón**. Se debe al calentamiento y enfriamiento periódico de las tierras del Tíbet. Los monzones de verano llevan el aire tropical pluvial a la India. En el invierno, el viento se invierte y lleva aire caliente hacia las montañas de Asia Central donde se encuentran las selvas pluviales. Ese aire caliente seca las selvas, y para la primavera, el ambiente está caliente y reseco. Animales, como la pitón y las serpientes, se esconden e inactivan hasta que los vientos cambian de dirección y las lluvias vuelven. Como muchos árboles pierden sus hojas en la estación seca, el bioma puede describirse como un **selva tropical estacional** (selva monzónica).

Las selvas estacionales típicas están en Asia Meridional; selvas semejantes se encuentran en África y en América del Sur. Se encuentran en un cinturón, entre la selva tropical pluvial y la sabana. Esas áreas tienen pluviosidad suficiente para soportar las selvas tropicales pluviales, pero tienen cortas estaciones secas. Muchos de los árboles de la bóveda pierden sus hojas durante la época seca y por ello más luz alcanza el nivel de la sub-selva perenne.

Los árboles expuestos a cambios periódicos, almacenan reservas alimenticias, que son utilizadas para promover el brote de las hojas. Muchos de esos árboles pueden resistir al desfoliación (destrucción de las hojas) provocado por herbicidas. Su sobrevivencia se observó luego del lanzamiento masivo de herbicidas en las selvas tropicales, durante la Guerra de Vietnam. Mientras que los manglares perennes no sobrevivieron porque tenían pocas reservas; tuvieron que crecer a partir de brotes.

En biomas más tropicales, la vegetación a nivel del suelo está tan dispersa que una persona puede andar para cualquier dirección fácilmente. Sin embargo, después de que una selva fue cortada, su rápida regeneración produce una densa vegetación que es difícil de penetrar. Algunas veces, la palabra *jungla* es apropiada. Más tarde, son oscurecidas por el surgimiento de los árboles de la bóveda.

#### 17.4 Sabanas Tropicales.

Las **sabanas** son praderas tropicales con una pequeña cantidad de árboles o arbustos dispersos. Se desenvuelven en regiones de alta temperatura, que tienen marcada diferencia entre las estaciones seca y húmeda. En la estación húmeda el crecimiento es rápido, pero se secan y bajan en calidad durante la estación seca. Las sabanas tropicales cubren áreas extensas en América del Sur, África, India, Sudeste Asiático y Australia Septentrional.

En África, la sabana es el hogar de grandes mamíferos herbívoros (cebras, ñus, antílopes, elefantes) que son controlados por grandes carnívoros, tales como leones, leopardos y chitas. Los restos de las víctimas de esos predadores son removidos por hienas y buitres. El fuego regular es importante para este sistema, de él depende la manutención de las praderas en lugares donde las manadas no son tan numerosas. Un diagrama de este ecosistema sería similar al de la Figura 16.1.

El crecimiento animal y vegetal en la sabana tropical, depende de las distintas alteraciones periódicas. Los grandes animales emigran en busca de agua, y sus ciclos reproductivos corresponden a la disponibilidad de crecimiento de nuevas plantas suculentas. Muchos animales se reúnen en grandes manadas. Es necesario una gran área de producción fotosintética para alimentar estos grandes animales de alta calidad.

#### Preguntas y actividades del Capítulo 17

1. Defina los siguientes términos:

- a. a. selva tropical pluvial
- b. b. lianas
- c. c. epífitas
- d. d. arborícola
- e. e. selva monzónica
- f. f. Sabana

2. Haga una lista de las principales áreas del mundo, donde existan selvas tropicales pluviales.

3. Por qué en las selvas tropicales pluviales la capa de lecho es tan fina?

4. De los nombres de varios animales arborícolas que pueden encontrarse en la selva tropical pluvial.

5. Relacione las características de un selva nublada.

6. Diseñe una cadena alimenticia de la sabana africana.

7. Contraste y compare los patrones de temperatura y de precipitación de la selva tropical pluvial, de la selva tropical pluvial estacional y de la sabana tropical.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)



---

**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

**CAPITULO 18.**  
**SISTEMAS AGRÍCOLAS**  
**OBJETIVOS:**

1. Listar las diferencias entre prácticas agrícolas intensivas de alta energía y prácticas agrícolas de baja energía.
2. Listar las tres clases de mayor importancia de los productos alimenticios agrícolas y dar ejemplos de cada una.
3. Dar ejemplos del control natural de biodiversidad.
4. Listar los factores limitantes en la administración efectiva de pastizales.
5. Dar ejemplos de como los niveles de nutrientes afectan la producción.

Los sistemas agrícolas son la principal fuente mundial de alimentos para la población. Estos sistemas, algunas veces llamados **agro-ecosistemas**, normalmente consisten de varias partes y procesos. Incluyen: un área de cultivo (con suelos formados por procesos geológicos y ecológicos previos), producción y equipamientos para siembra y cosecha, limpieza del terreno y zafra. Es necesario un mercado para comprar la producción y proveer el dinero para la adquisición de combustibles, fertilizantes, mercaderías y servicios que mantienen funcionando el sistema.

Un *agro-ecosistema* es un sistema en el que el ser humano actúa como administrador y consumidor. En un ecosistema salvaje los animales actúan como consumidores y administradores. Los organismos salvajes esparcen constantemente semillas e invaden el territorio de los *agro-ecosistemas*. Si los granjeros no controlasen los *agro-ecosistemas* con pesticidas, limpiando la tierra, arando y otros métodos, el ecosistema salvaje se restablecería por sí mismo. Las granjas pueden prosperar debido al valor de trabajo realizado previamente por el ecosistema salvaje en el desarrollo del suelo. La mayoría de los granjeros gradualmente agotan el suelo aún que este sea fertilizado. La rotación del suelo para volver a la sucesión natural se llama usualmente **ciclo sin cultivo** y es un método para reestructurar el suelo.

Primitiva, la agricultura de baja energía usa el trabajo humano y de animales de la granja sin combustible o maquinaria eléctrica. La agricultura intensiva moderna envuelve un gran flujo de combustible y maquinaria eléctrica; toma mucha energía el producir todos los bienes y servicios, así como también el procesamiento y transporte de productos. Este tipo de agricultura necesita más recursos para conseguir mayor rendimiento (productos producidos) por persona, por área, y



por dólar. Una de las cuestiones más importantes de nuestro tiempo es saber si la agricultura será substituida por un sistema que use menos energía. Se predijo que esto podría suceder cuando combustibles y otros recursos sean insuficientes y requieran mucho trabajo para obtenerlos.

Dos siglos atrás, la mayoría de las haciendas eran altamente autosuficientes con operaciones familiares. Un granjero producía de acuerdo con la propia necesidad y solamente vendía algunos productos. Ahora, la mayoría de las personas en las ciudades compran sus alimentos de mercados altamente diversificados. Estos mercados obtienen alimentos de muchas granjas intensivas diferentes, cada una de ellas especializada y con producción en masa de algunos productos para venta.

La agricultura intensiva "moderna" usa insumos de alto costo, tales como fertilizantes, maquinarias y pesticidas. No existen sistemas completamente auto-suficientes. Sin embargo, hay un progresivo interés en volver a métodos menos intensivos usados antiguamente. Si esto continúa por ese rumbo, la adquisición de ese tipo de energía (fertilizantes, servicios, etc.) decrecerá. Las granjas alternarán el uso de la tierra para que el suelo pueda reabastecerse de nutrientes. Los tipos más importantes de agro-ecosistemas mundiales pueden ser clasificados en tres categorías :

- a. **cosecha de raíces** (batata, mandioca, camote, etc.) que son los alimentos principales en muchos países de latitudes tropicales ;
- b. **cosecha de granos** (maíz, trigo, avena, cebada, arroz, centeno) alimentos de mayor producción en latitudes templadas y en climas de monzones; y
- c. **producción de carne** (ganado, carneros, aves, etc.), común en países con economía altamente desarrollada y en muchos países fríos.

La producción de *raíces* es en su mayoría de carbohidratos; estos abastecen el 'combustible' necesario, pero no las proteínas, vitaminas, etc., requeridos para una dieta balanceada. Los *granos* proveen algunas proteínas. La dieta de *carnes* (como en los Estados Unidos y Europa) contienen más proteínas de lo necesario y a veces son descritas como dietas de lujo.

### **18.1 Pastos de ganado.**

En la Figura 18.1 se muestra como opera el sistema de pastoreo. La fuente de energía renovable necesaria para el sistema es el sol, el viento y la lluvia. El fertilizante es añadido.

El pasto y el trébol son utilizados para el consumo directo del ganado y la producción de heno para almacenar alimento en el invierno y periodos de seca. Los bienes y servicios se usan en todos los procesos de la granja. Se muestra el ganado en todos sus ciclos de reproducción y procreación. Se muestra también el rendimiento.

A la derecha del diagrama están los flujos de energía del proceso económico en el que circula dinero. Las aplicaciones de equipamiento, trabajo, fertilizantes, pesticidas, bloques de sal, etc., se pagan con el dinero obtenido con la venta del ganado. Se puede ver el dinero de las ventas yendo al depósito de dinero del granjero y a partir de allí se aplica. (Vea sección 1.5 para revisar el símbolo de transacción monetaria).

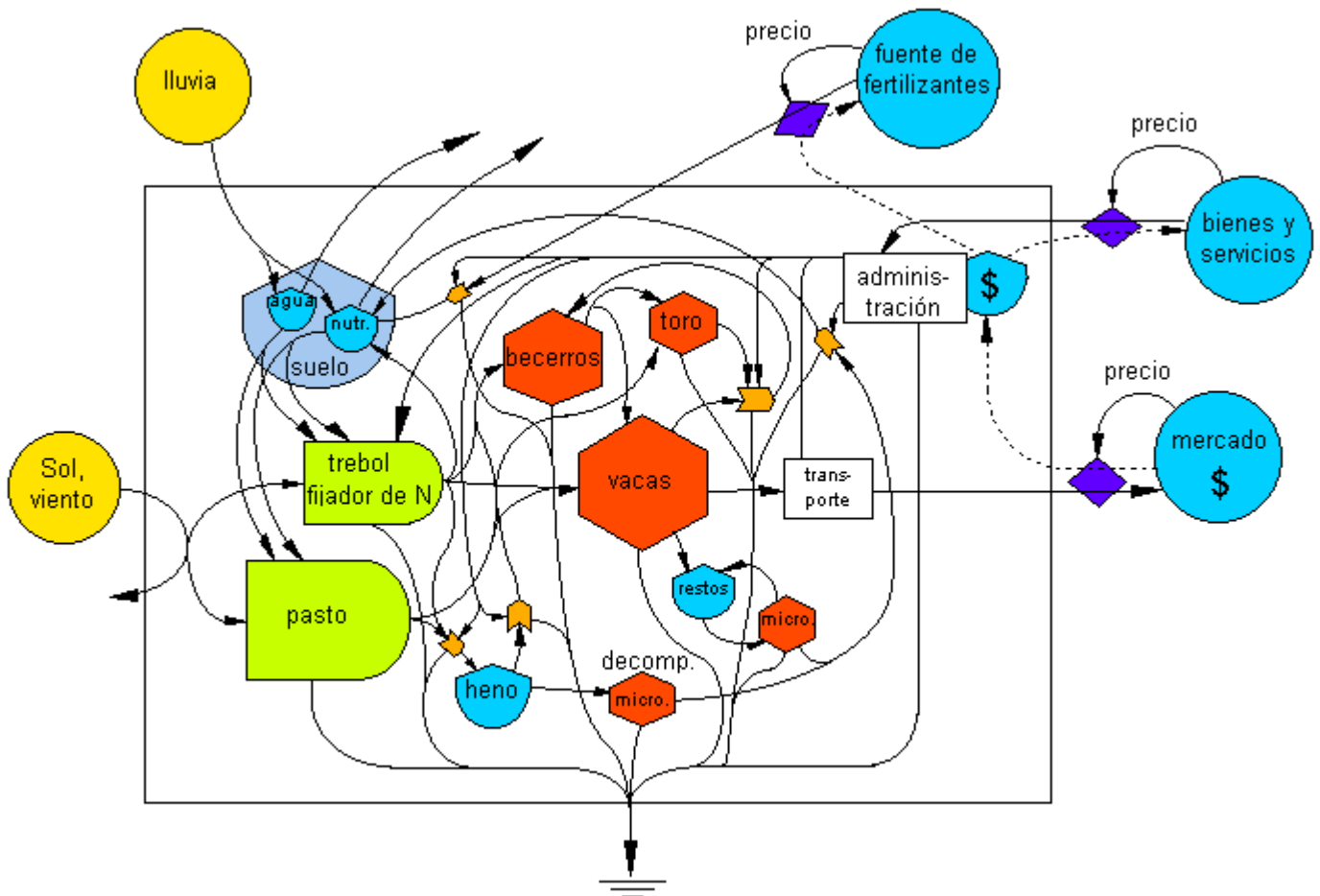


Figura 18.1 Diagrama de un sistema de pastizales

Es necesaria una administración efectiva de las tierras de pastoreo para producir el mayor número de ganado saludable en el menor tiempo posible. Dos limitantes particulares requieren una administración cuidadosa: (1) Los niveles de nutrientes de muchas tierras son bajos, especialmente los niveles de nitratos y fosfatos; y (2) Los pastos no crecen en la misma proporción a lo largo de todo el año. Esto significa que la capacidad de pastoreo varía temporalmente. La capacidad de abastecimiento se refiere a la cantidad de ganado que un pastaje de ganado puede soportar con todos los animales relativamente saludables y el pastoreo proporciona cantidad suficiente de alimento. (Figura 18.2).

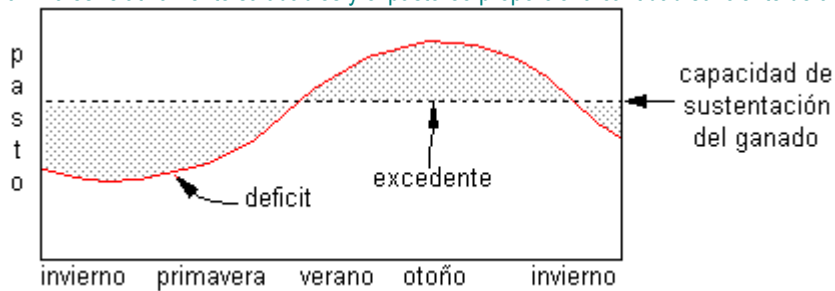


Figura 18.2 Patrón estacional de pasto y producción ganadera en climas con lluvias de verano. El excedente de verano es usado como forraje de ganado en el invierno.

Algunos fosfatos provienen del agua de lluvia, y el fosfato adicional de la aplicación de fertilizante con superfosfato (que se fabrica con fosfato de roca). Los niveles de nitrato se suplementan con fertilizante de nitrógeno y por el crecimiento de tréboles **fijadores de nitrógeno** en los pastizales. En algunas áreas, trazas de los elementos cobalto y molibdeno se deben adicionar para prevenir enfermedades nutricionales del ganado.

Un ejemplo periódico de crecimiento del pasto, en muchas áreas de producción de ganado, se muestra en la Figura 18.2. La producción de pasto es limitada en el invierno a causa de las bajas temperaturas. Los granjeros son capaces de aumentar su rebaño mas de lo que la producción normal de pasto puede soportar, el excedente de la cosecha de pasto

de verano y otoño. Además, algunas áreas se irrigan en épocas secas. Cada práctica administrativa, como la adición de fertilizantes y en la cosecha de heno, es altamente mecanizada y requiere combustibles.

Como el costo de energía de combustibles fósiles aumenta, algunos granjeros están viendo que es más económico emplear una estrategia de administración de baja energía. Esto incluye el acabar con la producción de heno casi por completo y aumentando tanto ganado como puede soportar la *capacidad de sustentación* natural del pasto. Los niveles de nutrientes del suelo y niveles de alimentación en el invierno son monitoreados cuidadosamente. De esta manera el ganado recibe solamente una dieta de sobrevivencia durante el invierno. El rendimiento con esta estrategia es más bajo, sin embargo, la inversión en la producción es también más bajo. Esta inversión se refiere al tiempo, esfuerzo o dinero utilizado para ganar futuros beneficios lucrativos. El retorno financiero puede ser el mismo o mayor que en la estrategia de administración de alta energía. La administración de baja energía requiere más mano de obra.

### **18.2 Agricultura auto-suficiente**

La Figura 18.3 es un modelo de agro-ecosistema familiar que es más auto-suficiente que el sistema de pastoreo de ganado (Figura 18.1). La granja mostrada en el diagrama recibió un premio por el alto grado de auto suficiencia, comparable a granjas de los colonizadores pioneros. Sin embargo, esta granja necesita de una gran aplicación de energía y bienes de la economía principal. La economía de sobrevivencia en la sociedad actual probablemente requiere que se realicen algunas compras externas.

Existen dos notables diferencias entre el agrosistema de la familia Taylor (Figura 18.3) y el sistema de pastaje del ganado. (1) La granja de la familia Taylor es muy diversificada (con muchas cosechas y especies diferentes de ganado) y (2) las únicas compras hechas de la economía principal son equipamientos y algún alimento para puercos. No hay necesidad de fertilizantes ya que el estiércol del ganado es reciclado como abono. Los Taylor no usan tractores, en su lugar cuentan con bueyes para el cultivo y arado. Usan máquinas simples y económicas que consumen poco combustible fósil. Su granja produce casi toda comida necesaria para la familia de cuatro personas que viven en ella. Ellos exportan comida suficiente para alimentar casi 16 personas y usan el dinero obtenido para adquirir algunas mercaderías fuera y pagar la hipoteca y los impuestos del uso de su tierra. El modelo de la granja de Taylor podría ser común en el futuro, cuando la energía se haga cada vez más escasa.

En el pasado, las granjas industriales aumentaron mucho en tamaño y requirieron una aplicación alta de energía empleando pocos trabajadores. Las granjas en el futuro podrían ser más diversificadas y utilizar mayor cantidad de personas; los habitantes producirían principalmente para satisfacer sus propias necesidades y exportar algunos productos para obtener dinero.

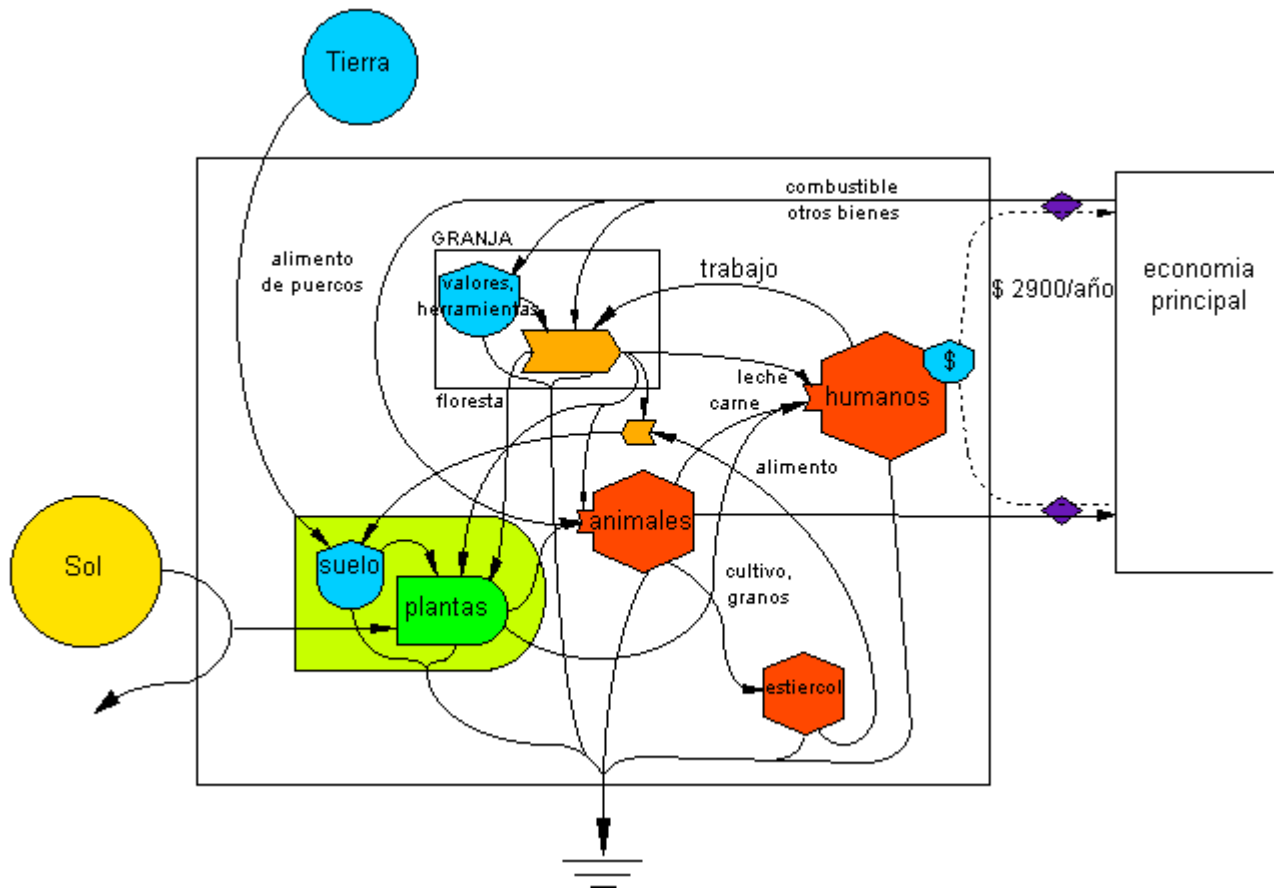


Figura 18.3 Diagrama de la granja Taylor, un agro-ecosistema de relativa autosuficiencia (Burnett, 1978)

**Preguntas y actividades para el Capítulo 18.**

1. Defina lo siguiente:

- a. agro-ecosistema
- b. agricultura de baja energía
- c. agricultura intensiva o de alta energía
- d. diversidad
- e. adquisición de entrada
- f. rotación de la tierra
- g. fijador de nitrógeno o fijación de nitrógeno
- h. capacidad de sustentación
- i. rendimiento
- j. inversión

2. Diga al menos dos diferencias entre la práctica de la agricultura intensiva de alta energía y la práctica de la agricultura de baja energía.

3. Cuales son las tres clases de productos alimenticios agrícolas mas importantes en el mundo? De ejemplos de cada clase.

4. Cuales son los dos factores limitantes en la administración efectiva de tierras de pastoreo?

5. De donde proviene el fósforo del suelo?

6. De donde proviene el nitrógeno del suelo?



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)



---

**CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**  
**PARTE II. TIPOS DE ECOSISTEMAS**

---

CAPITULO 19.  
**PLANTACIONES FORESTALES**  
OBJETIVOS:

1. Definir monocultivo y aplicar este concepto a plantaciones forestales;
2. Comparar producción bruta y neta en plantaciones de pinos y bosques naturales;
3. Identificar algunas técnicas de manejo de florestas;
4. Describir la contribución de un bosque maduro en la economía humana.

Para maximizar la producción de productos forestales para fines comerciales (este tipo de producción es también llamada **silvicultura**), se realizan las plantaciones de árboles, que incluyen pinos y eucaliptos, usando los mismos principios de la agricultura. La tierra se prepara, se añade fertilizante, se plantan las mudas y se deshiera frecuentemente hasta que los árboles logran imponerse a las plantas competidoras. En pocos años los árboles pueden cosecharse tal como una producción agrícola. Las plantaciones forestales requieren mayor administración que un bosque natural, y por lo tanto, mayor uso de energía directa e indirecta, sin embargo también rinde más.

Las plantaciones proveen la materia prima a industrias de papel y embalajes, así como madera para construcciones; producen también paneles pequeños de madera, sin embargo estas pueden ser compactadas y formar madera prensada y grandes vigas.

#### **19.1 Plantaciones de pino.**

La Figura 19.1 muestra los principales aspectos de una plantación de pinos. Observe que el trabajo se reparte entre los flujos de entrada provenientes del medio ambiente y la retroalimentación proveniente de la economía, tanto en la plantación, deshierbe, podado y aplicación de productos químicos.

Para maximizar el peso, los árboles se plantan inicialmente muy próximos unos a otros para que sus copas den sombra a las ramas mas bajas. Pero, luego deben ser diezmados para dar un crecimiento más rápido por árbol. Los árboles se cortan cuando son suficientemente grandes para hacer papel, varas, postes y madera para construcción. Lotes de varios acres se cortan de una sola vez, esta es una práctica que reduce los costos. Los sistemas de plantación son algo similares a los modelos naturales de sucesión de pinos, excepto que la administración humana tiende más hacia el

**monocultivo** (con aglomeraciones densas) en comparación a patrones naturales mas diversos. Extensas áreas con solamente una especie de cultivo se denominan *monocultivos*.

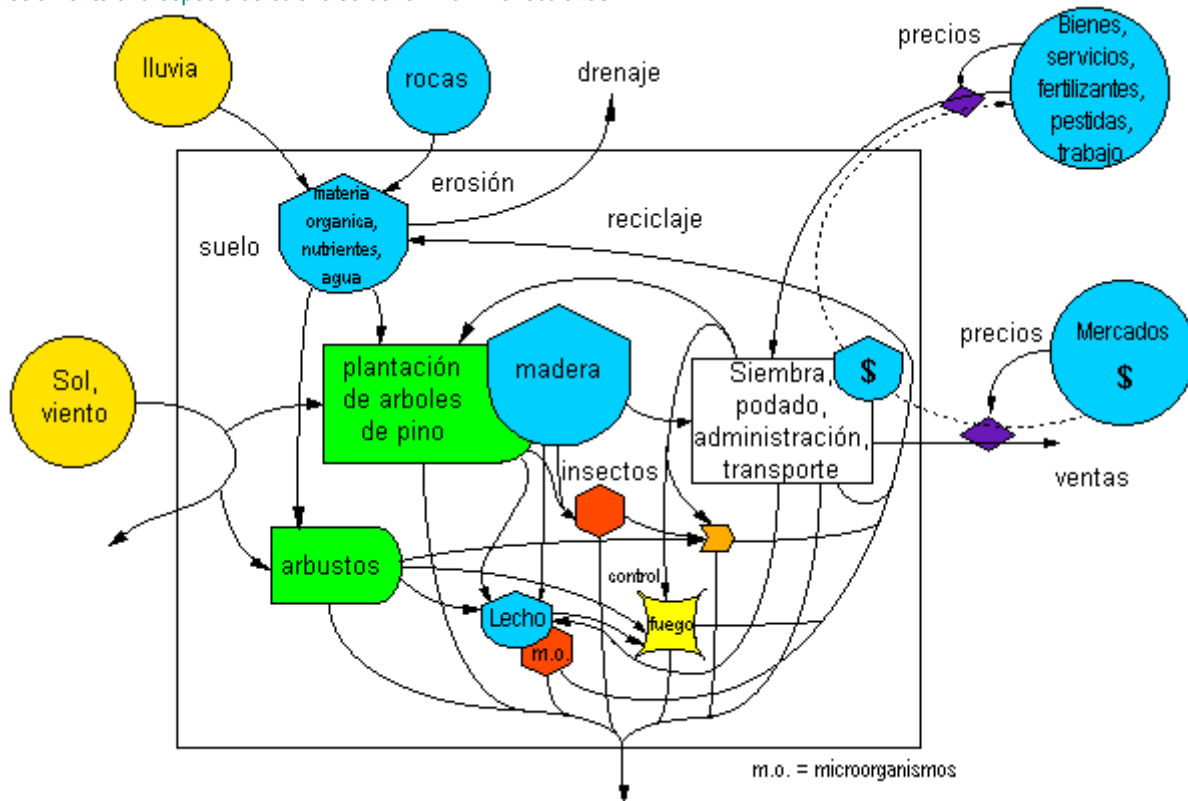


Figura 19.1 Sistema de plantación de pinos

Muchos *monocultivos*, eventualmente desarrollan epidemias de insectos (plagas). En muchas áreas del mundo, el uso intensivo de insecticidas en spray ha generado variedades de plagas químicamente resistentes, que hacen la agricultura y la reforestación bastante complicadas. Prácticas de manejo que intensifican la diversidad pueden proveer mejor protección contra insectos epidémicos; la plantación principal puede ser de apenas una especie de árboles, sin embargo se promueve una gran biodiversidad en los arbustos que coexisten con ellos.

Ya que los bosques no manejados proveen productos útiles casi sin costo, es importante estimular la sucesión natural donde que no exista una plantación u otra agricultura. Esto significa, mantener áreas de bosque natural como fuente de semillas y reservas de genes (genes de todos los organismos que lleven consigo todas las características inherentes a su especie). Algunas veces, la necesidad de simplificar las plantaciones y de mantener reservas del patrimonio genético entran en conflicto.

Continuamente se levantan polémicas para justificar ó criticar el uso de pesticidas para deshierbe o aniquilación de insectos, las técnicas de manejo que usan pesticidas, herbicidas y fertilizantes, hacen uso de energía en forma intensiva y son muchas veces destructivos. Un ejemplo de esta polémica es la preocupación de que productos químicos usados en manejo forestal sean nocivos para el ser humano cuando alcanzan mantos acuíferos subterráneos Para evitar este problema, se realizan investigaciones de métodos biológicos de control de plagas y reabastecimientos de nutrientes. Por ejemplo, las **leguminosas**, que son fijadoras de nitrógeno, se pueden plantar antes de trasplantar las mudas. Se pueden plantar mudas inoculadas previamente con *mycorrhizae* (hongo especial de raíces), que incrementa la capacidad de las mudas de absorber nutrientes del suelo, reduciendo la necesidad de fertilizantes. Para disminuir el uso de herbicidas, se pueden plantar árboles muy próximos unos de otros, esto hace que los rayos solares no alcancen a las plantas competidoras y permite que plantas débiles, susceptibles a enfermedades y plagas, sean eliminadas mas tarde.

### 19.2 Comparación del rendimiento de un plantación forestal y un bosque maduro no administrado

La plantación mostrada en la Figura 19.1 es más simple que el bosque natural de pinos en la Figura 3.3, y tiene mayor participación humana. La comparación entre un bosque natural maduro y una plantación, se muestra en la Figura 19.2. El bosque natural automantenido tiene cinco veces mas **producción bruta** (510 E3 joules/m2/día) que una plantación (100 E3 joules/m2/día), pero menos de la mitad del **rendimiento** (42 E3 joules/m2/día en la plantación, comparada con 22 E3 joules/m2/día en el bosque natural). En el bosque natural casi toda la materia orgánica de la fotosíntesis va al trabajo que favorece la *producción bruta*, como por ejemplo: la diversidad y el reciclaje. Muchos de los nutrientes se

obtienen mediante acción microbiana en el lecho. El crecimiento de nuevas plantas ocurre por reforestación natural. Una gran diversidad de árboles y organismos protegen contra epidemias de enfermedades, insectos y contra la sobrepoblación de cualquier especie. Excepto por la protección, el manejo de bosques maduros cuesta casi nada. Por tanto, los rendimientos de un bosque natural son muy altos en términos de gasto de dinero, pero se necesitan grandes periodos de tiempo para que haya regeneración luego del corte.

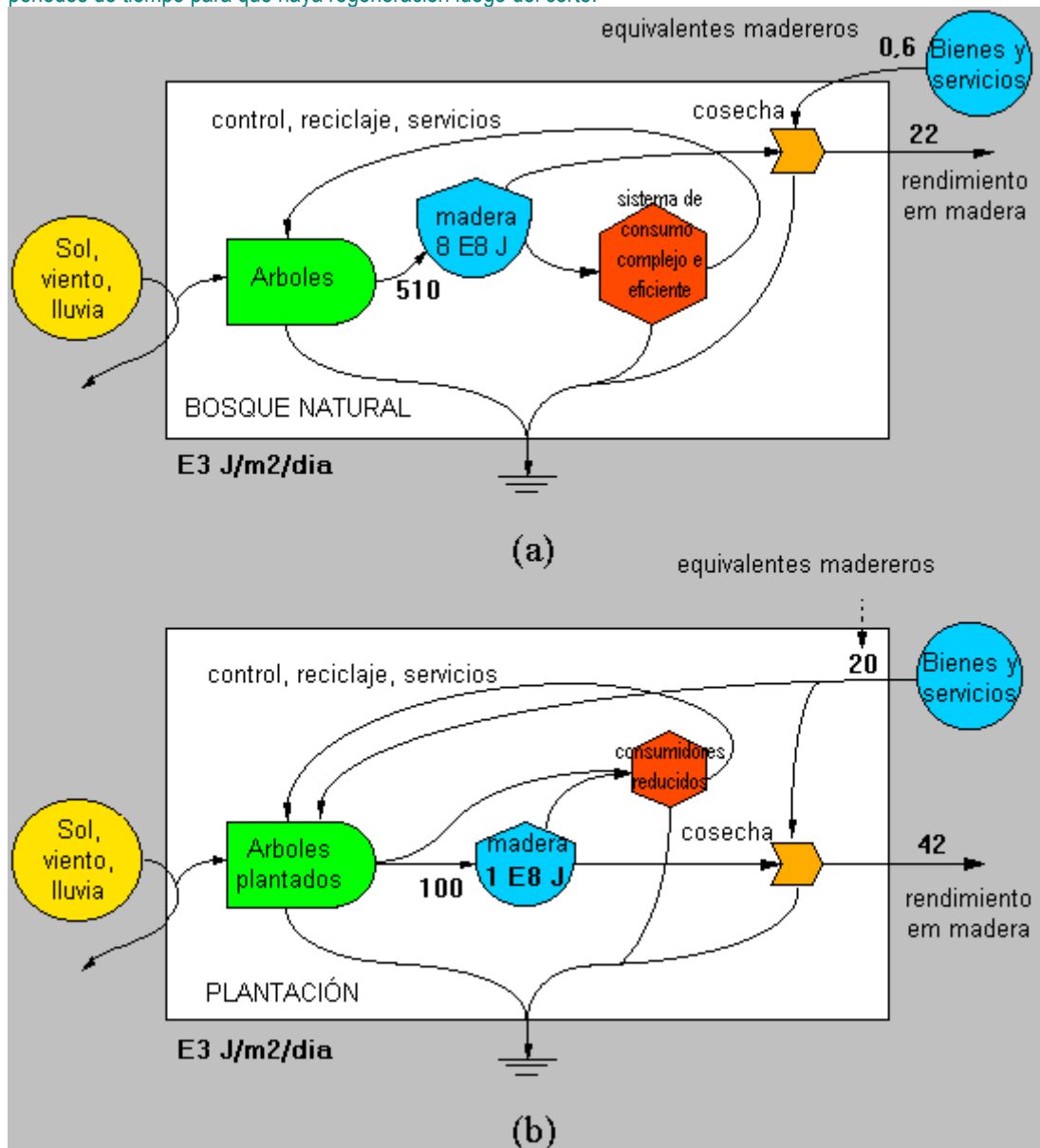


Figura 19.2 Comparación entre un bosque natural (a) y una plantación forestal (b). Los números se refieren a las unidades de energía. La retroalimentación de la economía (Bienes y servicios) para la cosecha se expresa en equivalentes de madera, para comparar con rendimientos madereros.

La Figura 19.2 muestra que la plantación forestal necesita entrada de fertilizante, plantío, corte y algún otro trabajo. Cuando se expresa como equivalentes madereros, cerca de 20 E3 joules/m2/día se contribuyen de la economía. En otras palabras, se añaden nuevas fuentes de energía. Cuando se usa más energía externa, cambia el concepto y el nombre del sistema productivo: la "silvicultura" reemplaza al bosque natural. En retribución a esta inversión, el bosque manejado produce cerca de 42 E3 joules/m2/día. Así, se duplica el rendimiento de producción del sistema que ha sido modificado por los administradores del bosque que operan en la economía externa. Este cálculo es una forma de mostrar que las plantaciones de pinos hacen una buena contribución a la economía (pero no a la biodiversidad). Los cálculos realizados en bases energéticas, seguirán siendo válidos pues los precios de los insumos y productos varían mucho

(esto incluye a los combustibles fósiles). De cualquier manera, el rendimiento por dólar de la energía utilizada será menor conforme los fertilizantes se hagan mas caros. La eMergia neta de florestas se considera en el Capítulo 27 .

El bosque maduro es mas auto-administrable y rinde menos. Provee muchos servicios que no siempre son reconocidos aún cuando ellos contribuyen, indirectamente, a la economía.

Estos servicios incluyen:

1. reconstitución de suelos,
2. concentración de nutrientes,
3. protección de los cursos de agua,
4. hábitats para la vida silvestre,
5. proporcionan áreas de recreación,
6. limpieza del aire,
7. depósitos de carbón y turba y
8. manutención de reservas genéticas para la sucesión y usos futuros.

Los bosques naturales, algunas veces son cosechados por **talado selectivo**, solo se remueve un pequeño número de árboles maduros; así, el bosque permanece en su fase de clímax. De cualquier manera, cortar y remover madera de un bosque maduro, sin afectar otros componentes del sistema forestal, es muy difícil. Frecuentemente el *talado selectivo* toma los mejores árboles, dejando como reserva los genéticamente inferiores para producción de semillas; esto significa que, en el siguiente crecimiento, los árboles serán inferiores.

#### Preguntas y actividades para el Capítulo 19.

1. Defina lo siguiente

- a. monocultivo
- b. silvicultura
- c. epidemia
- d. banco de genes
- e. *mycorrhizae*

2. Indique tres artículos domésticos que antiguamente eran hechos de productos forestales, pero que en nuestros días sean sintetizados de combustibles fósiles. Desde el punto de vista de los recursos, cree que es mejor continuar desarrollando productos, o retomar el uso de recursos renovables? Explique su respuesta.

3. Porqué es importante reservar bancos de genes saludables en poblaciones naturales?

4. Usando los datos de la Figura 19.2, compare la plantación de pinos con el bosque natural: producción bruta, producción neta, inversiones desde la economía y producción para el mercado.

5. Cómo influyen a la población animal las monocultivos como plantaciones de pinos?



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiendo](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)  
Última revisão: 09 de janeiro de 1998.





CAPITULO 20.  
SISTEMAS URBANOS  
OBJETIVOS:

1. Listar las características mas utilizadas en la determinación del local para una ciudad;
2. Definir el concepto de jerarquía relacionada a las ciudades;
3. Trazar el flujo de energía dentro de una ciudad;
4. Explicar como los barrios residenciales se organizan, usando palabras y diagramas.

Usualmente no se piensa que las ciudades sean ecosistemas, sin embargo desde el punto de vista de la teoría de sistemas, las ciudades presentan muchas características que se observan en otros ecosistemas como florestas y praderas; únicamente la intensidad de actividades es que es mucho mayor.

Las ciudades presentan muchas características de los ecosistemas naturales, por ejemplo: producción, consumo, concentración de energía, descomposición y ciclo de materiales. Además de eso, el consumo de bienes, energía y materias primas son mucho mayores en las ciudades, mientras que la producción de alimentos y fibras es mas encontrada en las áreas rurales vecinas. La producción industrial de bienes de consumo ocurre, de forma centralizada, en áreas urbanas.

**20.1 Desarrollo urbano.**

El desarrollo de áreas urbanas es similar en todo el mundo. En la antigüedad, las ciudades eran pequeños poblados rodeados por tierras para agricultura. El diagrama en la Figura 20.1 muestra la relación entre áreas agrícolas y un poblado. El alimento y otros productos de tierras vecinas son llevados a la ciudad y esta abastece herramientas y bienes manufacturados para las granjas.

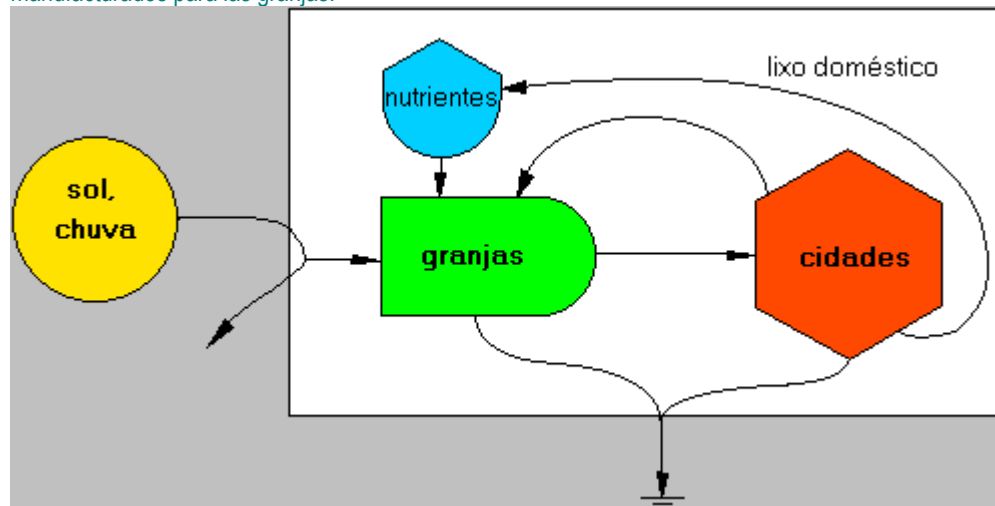


Figura 20.1 Diagrama de la relación entre ciudades y áreas de soporte. Antigamente las ciudades eran pequeñas y dependían de las tierras agrícolas de los alrededores para abastecerse de alimentos. La basura era reciclada para proveer nutrientes para la agricultura.

Observe en el diagrama, la trayectoria de los residuos que son reciclados de las ciudades a los campos de cultivo. En muchas culturas, en todo el mundo, los agricultores recogían los residuos de las ciudades durante la noche. Este procedimiento era muy importante en el pasado, antes de la disponibilidad de fertilizantes. Operando de esa forma, granjas y ciudades componían un ciclo cerrado y los nutrientes eran reciclados para mantener la productividad de las tierras. Con la llegada de los fertilizantes esta práctica ha sido abandonada.

Con el aumento de la población y el uso de energía, las ciudades crecieron, y las tierras vecinas fueron utilizadas para crecimiento urbano. El reciclaje de los nutrientes no se continuó. Dos de los mas serios problemas asociados al desarrollo urbano son: la perdida de tierras agrícolas, convertidas en calles y construcciones, y la polución de los ríos, lagunas y lagos debido a que en ellos se descarga de la basura, en lugar de ser reciclada con propósitos productivos.

## 20.2 Ciudades planeadas.

Localizadas en puntos estratégicos de la región, para la convergencia de bienes, servicios y energía, es en las ciudades de hoy donde la mayoría de la población vive. Antiguamente, las ciudades se localizaban próximas al mar, donde facilidades portuarias podrían ser desarrolladas, o en los cruces de las mas importantes rutas terrestres. Con el crecimiento de la población, las regiones vecinas fueron desarrollándose, nuevos caminos y pequeñas poblaciones se construyeron. Hoy, el área rural, carreteras y ciudades son el resultado del modelo de crecimiento de las poblaciones y del uso de energía.

La organización espacial de las ciudades es algunas veces organizada en **jerarquías**. La *jerarquía* es la organización de objetos o elementos en una serie gradual. Las ciudades de una determinada región parecen estar organizadas de forma que las menores dan soporte a las mayores. Hay muchas ciudades pequeñas esparcidas por la región, algunas de tamaño medio y apenas una o dos grandes. En la Figura 20.2 se presenta un mapa que muestra diferentes tamaños de ciudades, observe como el número de ciudades pequeñas, medias y grandes parece concordar con la idea de jerarquía.

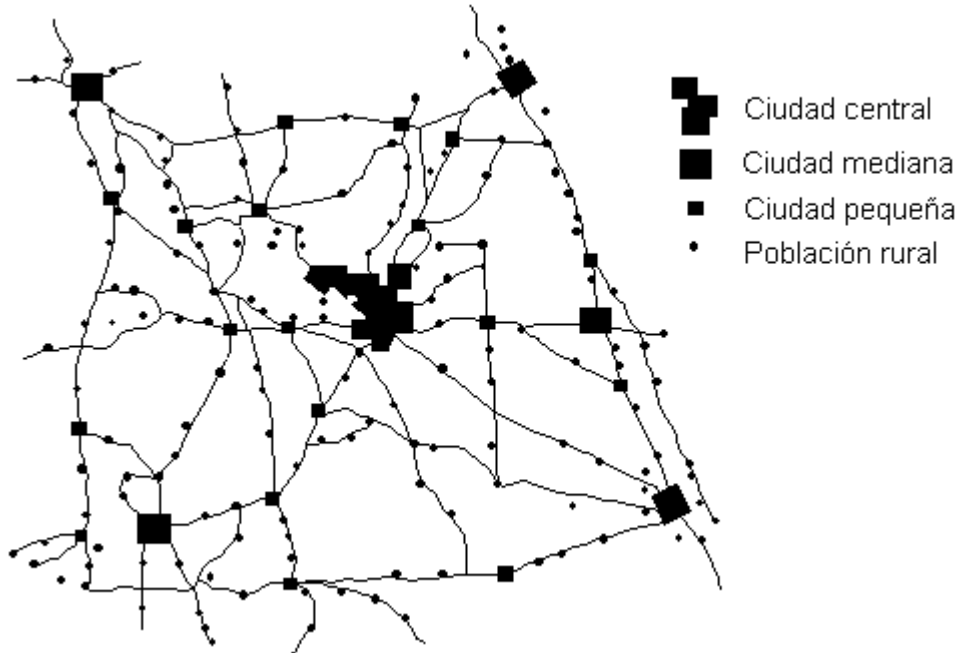


Figura 20.2. Mapa de una región mostrando el tamaño y la localización de ciudades.

Una razón para la organización jerárquica de las ciudades en una región, es la distribución de bienes y servicios. Las ciudades mayores reciben y manufacturan bienes, y actúan como puntos de distribución. La variedad de bienes y servicios que pueden encontrarse en las grandes ciudades se distribuyen en las de tamaño medio, que a su vez los distribuye para las menores.

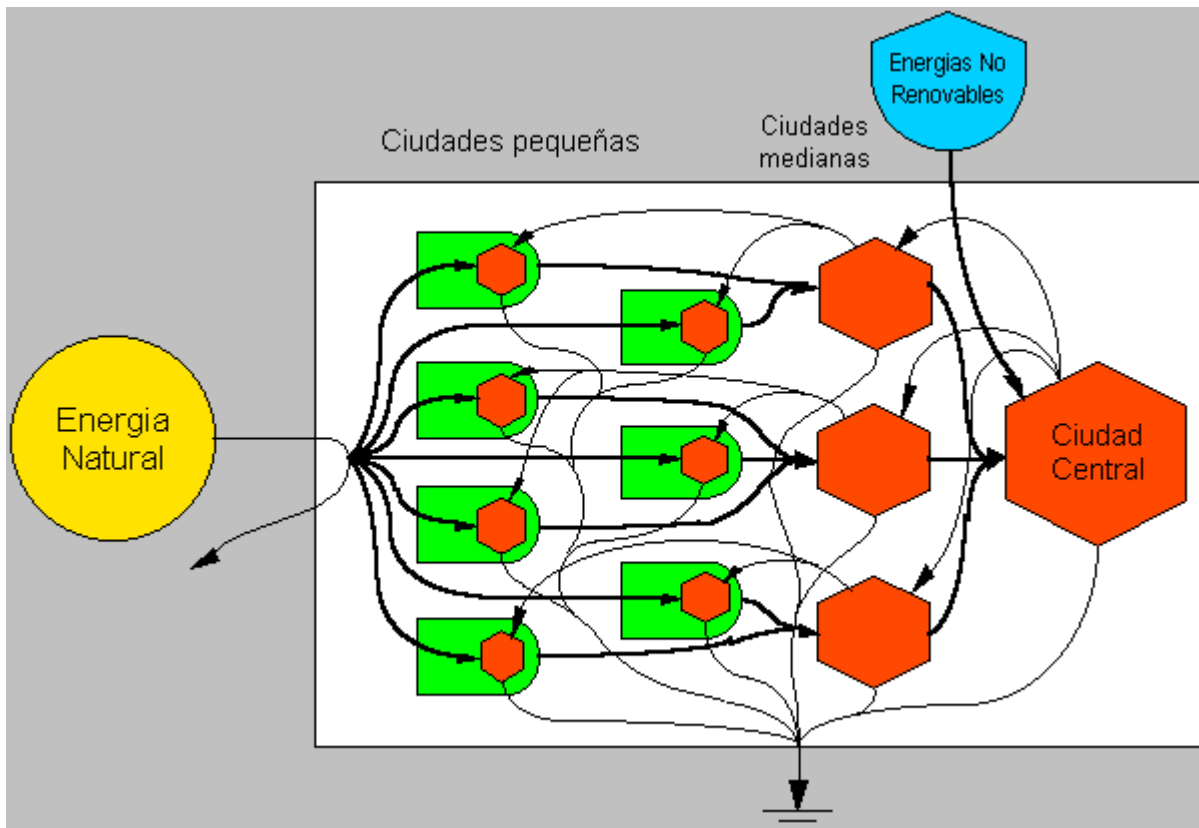


Figura 20.3. Diagrama de la jerarquía de las ciudades en una región.

Otra razón para la jerarquía de las ciudades es la convergencia de energía. En la Figura 20.3, la energía va de las pequeñas poblaciones rurales hacia las de tamaño medio y luego a las grandes ciudades. En otras palabras, la jerarquía resulta de la convergencia de energía. Muchas poblaciones pequeñas sustentan una ciudad grande; exactamente como pequeños roedores e insectos sustentan una ave de rapiña. De hecho se puede visualizar la organización jerárquica de las ciudades en una región, como un ecosistema de red alimenticia. La retroalimentación de las grandes ciudades hacia las menores es el necesario intercambio de servicios, que ayudan al control de la red en su totalidad.

No solo las ciudades de una región son organizadas en jerarquías, cada ciudad en si es un arreglo de jerarquía espacial. El centro de la ciudad es mas concentrado, tiene grandes construcciones, mayor densidad de personas, y gran flujo de energía. Alrededor del área central hay anillos que, a medida se alejan, tienen cada vez menos concentración de actividades. Hay puntos de intensa actividad en esos anillos, como shoppings y parques industriales, pero son pocos y alejados. Las calles que se alejan del centro se vuelven menores y con menos tráfico. Frecuentemente, ellas conectan puntos de intensa actividad con otros, y con el centro de la ciudad. Este arreglo se ve fácilmente en la noche, las luces de la ciudad toman la forma de una estrella con el centro en el vértice y las luces de las calles principales como los brazos.

### 20.3 Diagrama de energía de una ciudad.

La producción industrial de una ciudad se procesa por el sector comercial, algunos productos se venden a personas que viven en la ciudad, otros se consumen en el sector gubernamental, y algunos son exportados a otros mercados. Las personas proporcionan el trabajo para la industria, comercio y servicios estatales. Los diferentes departamentos del gobierno, como salud, educación y policía, tienen influencia controlada en otros sectores de la ciudad; para pagar por esos servicios, el gobierno cobra impuestos a personas, comercio e industria. Todas las ciudades tienen conexiones con el gobierno estatal y federal. Además de eso, se recibe dinero, aportado por las ciudades y gobiernos locales, para programas como correos, modernización urbana, escuelas comunitarias, tribunales etc.

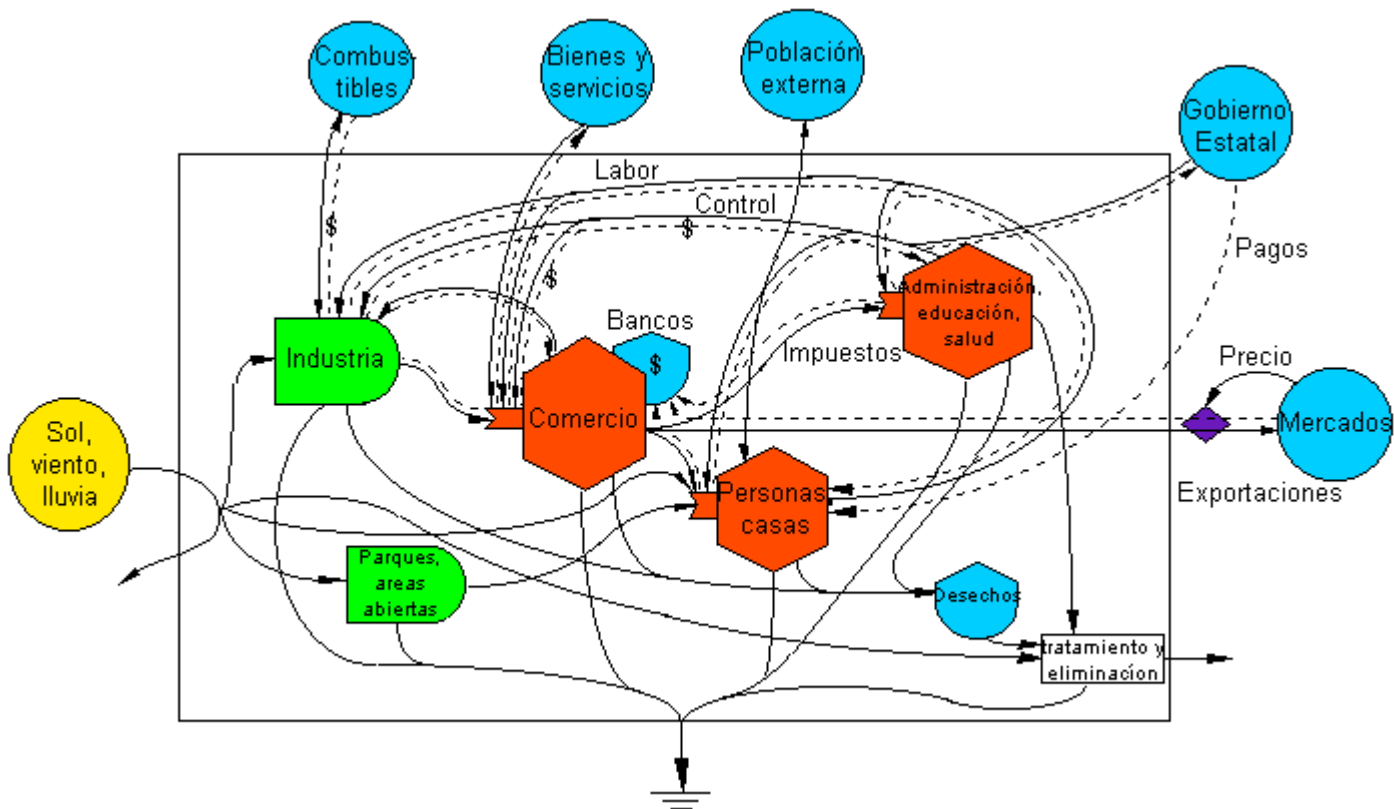


Figura 20.4 Diagrama de energía de una ciudad

Muchos de los recursos obtenidos por la exportación de bienes, se usa para adquirir otros bienes, servicios y combustible. El término "circulación de dinero" se oye frecuentemente y es exactamente eso lo que el dinero hace: circula a través de la economía de la ciudad una y otra vez. Fluye hacia adentro por la exportación de productos y la contribución de fuentes estatales y federales, y fluye hacia afuera en forma de impuestos y en forma de compras de bienes, servicios y combustibles.

Las energías renovables del sol, vientos y lluvia (mareas y olas, si la ciudad es costera) son importantes para la industria tanto como directamente para la población. Todos apreciamos la vegetación y la vida salvaje en los parques y jardines de áreas residenciales, pero tal vez no somos conscientes de que estas energías renovables hacen mucho más por la ciudad. Los vientos alejan el humo industrial. El agua de los ríos, tierras inundadas y mareas, se usa para llevar consigo los desechos sólidos y líquidos de industrias y casas. En las ciudades, las aguas servidas son primero procesadas en estaciones de tratamiento y luego liberadas al ambiente. Esto se muestra en la Figura 20.4, abajo a la derecha, donde los desechos almacenados se procesan y liberan, dejando la ciudad.

Otro flujo que llega a la ciudad y que tiene un gran efecto, es el de la migración de personas; muchas ciudades han tenido un aumento en la población. Este flujo de entrada presiona todas las partes de la ciudad: el gobierno debe proveer mas protección policial, caminos, bibliotecas y escuelas; áreas restantes de tierra libre son usualmente pavimentadas o se construyen casas o parques. Para pagar por los servicios adicionales requeridos por la creciente población, el gobierno eleva los impuestos, ya que los impuestos recaudados no consiguen acompañar la demanda de servicios. Cuando la ciudad se vuelve muy grande, las personas comienzan a buscar otros lugares y se mudan en busca de impuestos mas bajos y una "mejor calidad de vida".

Como los combustibles se vuelven cada vez mas difíciles de encontrar, y mas caros, las personas comienzan a mudarse, primero hacia los suburbios y después a zonas rurales. A medida que el presupuesto de la ciudad decrece, los servicios disminuyen y la ciudad tiende que descentralizarse. Las personas que se queden podrían tener jardines, su propio abono e ir en bicicleta al trabajo. Habría menos movimiento y mucho menos crímenes. Algunas industrias ya están dejando el centro de la ciudad, se mudan a locales con mas energía natural para ser utilizada, mas espacios abiertos, construcciones mas baratas, y generalmente un mejor estilo de vida para sus empleados.

#### 20.4 Zona residencial: Principalmente un sistema consumidor.

El diagrama en la Figura 20.5 muestra una típica zona residencial. El patrón de comportamiento es similar al de otros ecosistemas. El sol y la lluvia son usados por los pastos y jardines. Parte de la energía solar produce un aumento en la temperatura del ambiente (a veces, llamado **micro-clima**). Las brisas, que son características de muchas partes en el

mundo, tienen el efecto de enfriar el *micro-clima*, arrastrando parte del calor generado por la transpiración de las plantas. Los nutrientes del suelo también son necesarios para la producción de pastos, arbustos y árboles. Cuando el pasto se corta y se retira, los nutrientes perdidos deben ser repuestos con fertilizante.

Muchos insectos son considerados plagas, no solo aquellos que se alimentan de la vegetación, también aquellos que incomodan al ser humano. Cuando se los combate con pesticidas, hay efectos colaterales sobre pájaros, ardillas y otros pequeños animales del sistema, no solo porque los insectos que componen su alimentación son diezmos, también reciben directamente el efecto del veneno. En el diagrama, la interacción de los pesticidas en dirección a las pérdidas desde los insectos y pájaros muestra sus muertes.

Obviamente, el componente más importante de la zona residencial son las personas. Ellas son los consumidores finales del sistema de la Figura 20.5. El objetivo de este sistema es el soporte para los humanos. Las personas combinan los flujos de ingreso (agua, electricidad, combustible, bienes, alimentos, muebles y accesorios) para producir el bienestar social deseado.

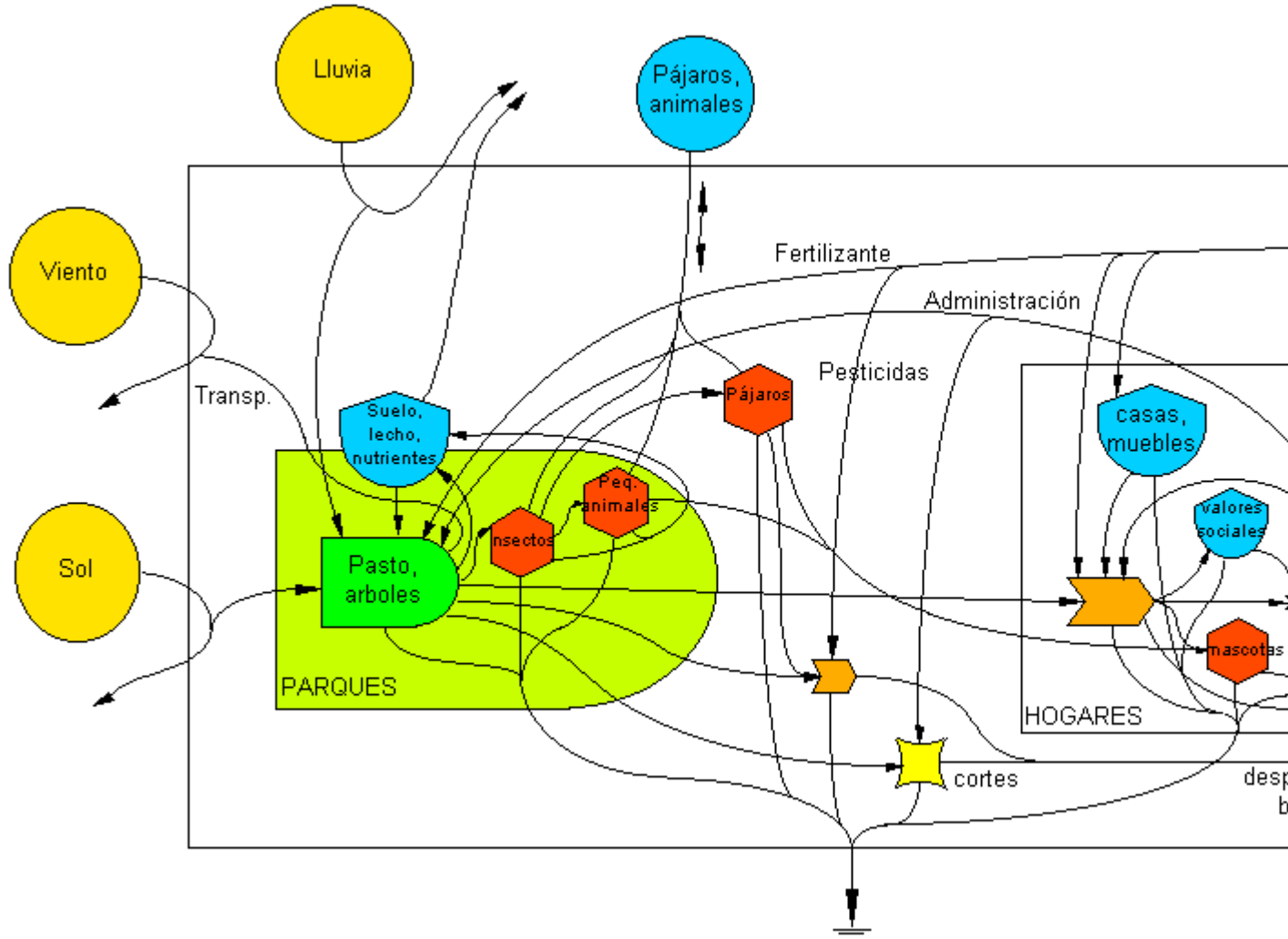


Figura 20.5. Sistema vecinal de tipo residencial con casas y áreas verdes.

Las áreas residenciales al rededor de las ciudades son sistemas consumidores de electricidad, agua, bienes y servicios; que utilizan como pago el dinero recibido a cambio de los servicios prestados por las personas. Todos los días, por lo menos un miembro, a veces dos o tres de cada familia, trabaja en la industria, comercio o gobierno. Así, la zona residencial provee la mano de obra para otros procesos productivos en el sistema de economía moderna. Su principal producto es, por tanto, el servicio.

Otros "productos" son las aguas servidas, el drenaje urbano y la basura. Las aguas servidas, cuando están muy concentradas y se colocan en lugares errados, se consideran como poluyentes y pueden ser nocivas para el medio ambiente. El drenaje urbano generalmente lleva consigo restos de pesticidas, fertilizantes y otros productos químicos, que causan tensión en algunos ecosistemas de los alrededores. Y la basura, cuando se colecta y se deja en locales

centrales como depósitos y rellenos sanitarios, presenta problemas debido a la concentración de productos químicos **tóxicos** que penetran en mantos acuíferos.

Compare el diagrama de la zona residencial en la Figura 20.5 con aquel de la granja de los Taylor en la Figura 18.3. La granja no necesita tanto la economía vecina como una típica casa en una comunidad residencial. Cuando los combustibles escaseen, y los bienes y servicios comprados, en áreas urbanizadas, encarezcan, la granja de los Taylor se convertirá en un modelo a seguir. Las gramíneas pueden sufrir una transformación radical, y la vegetación exótica y de los jardines podrá ser reemplazada por plantas nativas.

### **Preguntas y actividades para el Capítulo 20.**

1. Definir:

- a. convergencia
- b. jerarquía
- c. pagos de transferencia
- d. micro-clima
- e. circulación de dinero
- f. polución
- g. sustancias tóxicas

2. Cuales son los factores que determinan la localización de una población o ciudad?

3. Describa la jerarquía espacial de una ciudad dentro de una región.

4. Describa los materiales que se retroalimentan desde las grandes ciudades hacia las pequeñas.

5. Por qué está previsto que en el futuro las ciudades se descentralizarán?

6. Por qué las zonas residenciales son generalmente consideradas consumidoras?

7. En la Figura 20.2 cuente el número de ciudades de los cuatro tamaños diferentes. Haga un gráfico Tamaño vs. Número para mostrar la jerarquía (coloque el tamaño de la ciudad en el eje X, y el número en el eje Y).



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

---

"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum et al.  
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.  
Dudas? Sugestiones? Escriba para [leia@fea.unicamp.br](mailto:leia@fea.unicamp.br)  
Última revisão: 09 de janeiro de 1998.