

Estructura y función de los ecosistemas

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo el lector podrá:

- 1 ● definir un ecosistema.
- 2 ● definir una comunidad biótica y un bioma.
- 3 ● explicar la forma en la que los biólogos clasifican las áreas terrestres y oceánicas en provincias bióticas.
- 4 ● explicar la relación entre la diversidad de especies y la estabilidad del ecosistema.
- 5 ● explicar la estratificación espacial (vertical/horizontal) y temporal.
- 6 ● explicar la importancia de la estratificación.
- 7 ● explicar el proceso de la sucesión ecológica.
- 8 ● identificar varios tipos y etapas de la sucesión ecológica.
- 9 ● indicar algunas de las características principales de un ecosistema maduro.

Si ha logrado estos objetivos y piensa que puede omitirse total o parcialmente este capítulo, pase a la página 263 resuelva el autoexamen. Los resultados le permitirán evaluar su conocimiento con respecto al contenido de este capítulo. Si todas las contestaciones son correctas, podrá empezar el siguiente. Si algunas respuestas están equivocadas deberá estudiar los cuadros que se indican después de las respuestas del autoexamen.

Si el material es nuevo para Ud., o si decide no realizar el autoexamen, principie con el cuadro 1.

1. Un ecosistema se compone de poblaciones que actúan entre sí y con el ambiente abiótico, en una área determinada. Los ecosistemas poseen mecanismos cibernéticos que mantienen ciertas características a nivel de ecosistema (del tipo de las clasificaciones, los biomas y las sucesiones).

Así como las poblaciones exhiben características que no están presentes en los organismos individuales, los ecosistemas tienen atributos que no muestran las poblaciones individuales que los componen. Todos los ecosistemas son sistemas abiertos; dependen de la entrada de energía y ellos mismos producen salidas de calor (energía). Los ecosistemas dependen también de los ciclos biogeoquímico, del agua y otros, para obtener sus nutrientes, agua, etc., produciendo salida de nutrientes y de agua. Además, en la mayoría de los ecosistemas están entrando y saliendo: vegetales, animales y microorganismos.

A pesar de ser sistemas abiertos y dinámicos, los ecosistemas poseen ciertas estructuras y funciones características, que son el resultado de la operación de varios sistemas cibernéticos que actúan a nivel de ecosistema. Entre ellos están las estratificaciones, las comunidades bióticas, los biomas y las sucesiones ecológicas. Definamos brevemente estos términos:

- **Comunidades bióticas:** Todas las poblaciones vegetales y animales que interactúan en una área determinada, constituyen una comunidad biótica. La mayoría de los análisis de las comunidades representan una descripción detallada, o bien una clasificación, de los organismos que existen reunidos en un momento dado. Se denomina *biomas* a las comunidades que abarcan grandes áreas geográficas y que exhiben asociaciones similares de plantas y animales, así como una estructura semejante.
- **Estratificación:** es una distribución en capas, o bien, una serie de separaciones, que distribuye diferencialmente a los organismos que aparecen dentro de un ecosistema. Las estratificaciones pueden describirse en términos de separación espacial entre los organismos (estratificaciones vertical y horizontal), o bien, en términos de separaciones en el tiempo (periodicidad).
- **Sucesión ecológica:** el proceso dinámico mediante el cual los ecosistemas modifican su orden para desarrollar una mayor estabilidad, en el curso del tiempo.

2. Constituyen una *comunidad biótica*, todos los organismos vivos que interactúan en una área dada. Los ecólogos han desarrollado esquemas elaborados de clasificación de las comunidades, que les permiten predecir qué organismos se encontrarán reunidos.

La composición de especies de cualquier comunidad se determina, tanto por el tipo de acción entre las especies, como por las condiciones ambientales presentes. Por ejemplo, varios tipos de semillas pueden ser transportados por el viento y por los animales hasta un habitat específico, pero solamente sobrevivirán y se desarrollarán, aquéllas que sean capaces de dominar (o coexistir con) las especies presentes en la comunidad. Una especie puede habitar una área, tornarse dominante y evitar la entrada de otras especies menos dotadas. Asimismo, las condiciones ambientales abióticas también limitan el número de miembros de un ecosistema particular. Una especie puede ser capaz de tolerar los límites de humedad, intensidad de la luz, velocidad del viento, composición del suelo y temperatura, de manera que permanece en una área particular.

La composición de especies varía considerablemente de un ecosistema a otro, debido al gran número de habitats diferentes¹ que pueden desarrollarse, aun cuando sus características sean muy similares (por ej., un madero podrido y un montón de helechos).

Históricamente, las *comunidades bióticas* han sido muy importantes para los biólogos. Los primeros naturalistas emplearon bastante tiempo, determinando el tipo de animales y de plantas que podían encontrarse reunidos, y desarrollaron varios sistemas de clasificación para identificar las diferentes comunidades bióticas. El concepto de comunidad biótica corresponde a un tipo de modelo que ayuda al ecólogo a hacer predicciones. Por ejemplo, si localiza un bosque con gran número de hayas y de arces, puede predecir razonablemente que existen en la misma área venados y tordos.

¹ El lugar, o el área, que ocupa cualquier especie se denomina su *habitat*. Un ecosistema contiene varios habitats, determinados, en parte, por la estructura de la comunidad biótica (es decir, por los otros organismos presentes en el ecosistema).

Una comunidad biótica es un ecosistema menos _____

los componentes abióticos.

3. A menudo, el mundo se divide en grandes comunidades denominadas *biomas*. Se denomina biosfera a la comunidad más grande posible, que comprende a todos los organismos vivos que se encuentran sobre, o alrededor, del planeta Tierra.

El término *bioma* se emplea para designar a comunidades bióticas terrestres muy grandes. Existen diversas clasificaciones de los biomas. Una de ellas, la desarrollaron los botánicos del siglo XIX y se basa en las especies vegetales dominantes. Esta clasificación se ilustra en la figura 11.1.

Otro sistema clasifica a los biomas de acuerdo a los factores abióticos del habitat físico (para propósitos prácticos, ésta es también una clasificación de ecosistemas).

El sistema de Holdridge (figura 11.2, página 241) sólo relaciona los gradientes de unos cuantos factores abióticos, pero puede emplearse para predecir un patrón vegetacional de extensión mundial. Se le puede denominar sistema de clasificación biogeofísica. (Note que este cuadro resulta menos confiable en las áreas donde el hombre tiene una mayor influencia agrícola o urbana). En la figura 11.2, los biomas terrestres se grafican contra el clima y los factores geográficos y latitudinales. Por ejemplo, el punto A de la figura 11.2, designa las siguientes condiciones: temperatura media: 17°C; lluvia anual: 125 milímetros; humedad: superárido (muy seco). Esta interacción particular de la humedad, la temperatura y la lluvia, determina un grupo de condiciones que corresponde casi seguramente, a un ambiente desértico. Por otra parte, cierto tipo de conífera (por ej., pino, abeto) aparece donde el ambiente es superhúmedo, las lluvias alcanzan 2 000 milímetros por año y la temperatura media es de aproximadamente 4°C (punto B).

Cada uno de los biomas que aparecen en la figura 11.2, ocupan límites específicos de los tres gradientes ambientales. Desde un punto de vista general, los límites de tolerancia de una especie (peculiar a uno de estos biomas) deberán corresponder a los del área que ocupa dicho bioma. En consecuencia, un bosque de arces (en el bioma caduco) y las especies que lo habitan, deberán tener muy poca dificultad para establecerse en una área que tenga las siguientes características:

temperatura: entre 4° y 24°C.
lluvia: entre 500 y 9 000 milímetros.
humedad: húmedo o perhúmedo.

Las plantas y animales que habitan el bioma correspondiente a un bosque caduco, pueden existir también en áreas cuyo mínimo de precipitación pluvial sea de 500 milímetros anuales, hasta áreas con 9 000 milímetros anuales. Sin embargo, para que exista un bosque caduco en estas condiciones extremas, deben cumplirse condiciones especiales de altitud y de temperatura. Es decir, para que aparezca un bioma correspondiente a un bosque caduco en un lugar de lluvia intensa, la humedad y la temperatura deben ser relativamente elevadas. Un bosque caduco que reciba pocas lluvias podrá existir solamente a temperaturas relativamente frías donde la humedad es más baja. Aun cuando este cuadro relaciona en forma general a la lluvia, temperatura y humedad (las cuales se ha demostrado que también se relacionan con la latitud y/o la altitud), recuerde que éstos no constituyen todos los factores abióticos.

Existen también otros biomas posibles que no aparecen en la figura 11.2. Por ejemplo, un clima con inviernos húmedos y fríos, y veranos secos, calientes y largos,

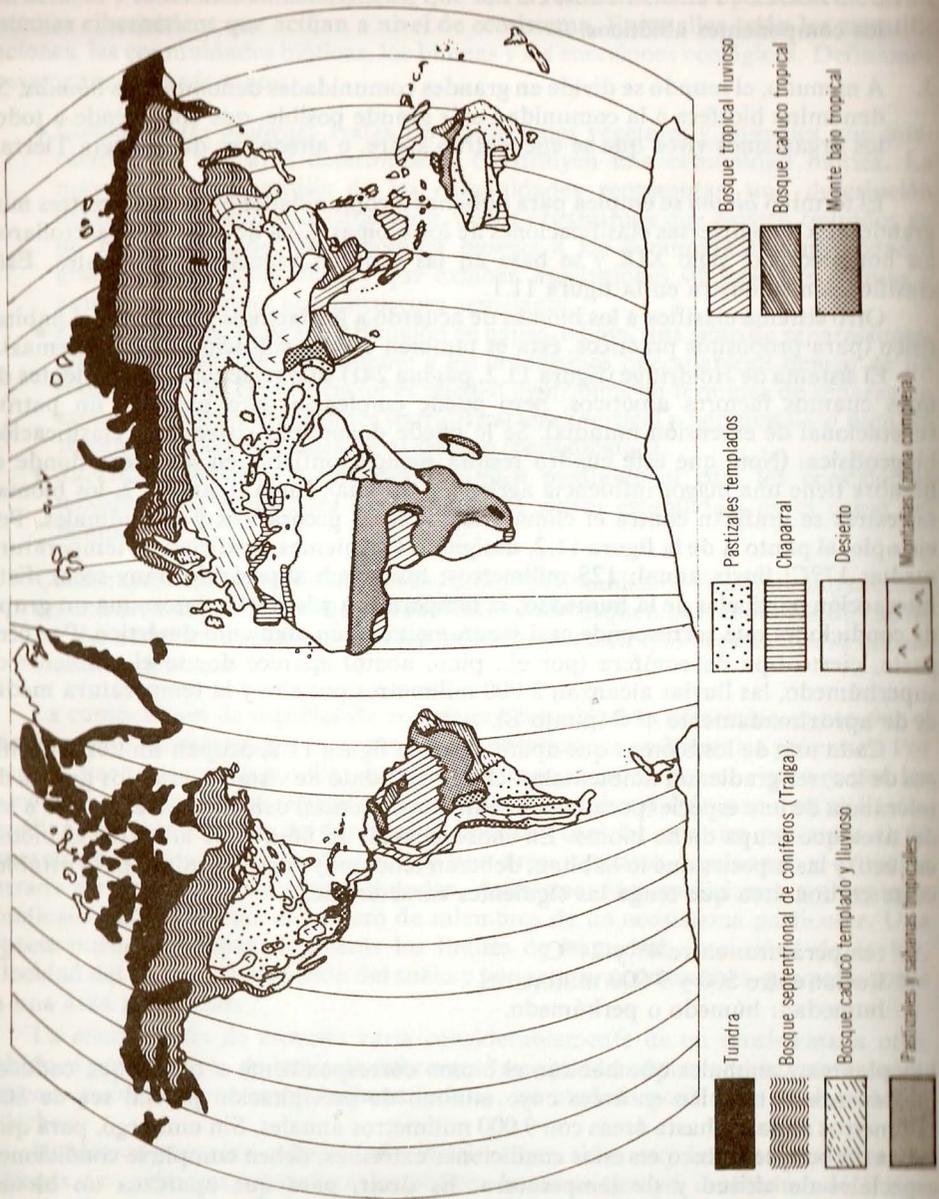


Figura 11.1 Principales biomas del mundo (Odum, 1971).

produce un bioma de bosques y arbustos distinto a cualquiera de los que muestra el diagrama.

En conjunto, todos los biomas constituyen la *biosfera*, la comunidad más grande posible que contiene a todos los organismos vivientes de la tierra.

Examine la figura 11.1 y determine en qué bioma vive usted. Con base en ello, utilice la figura 11.2 para definir los límites del área de precipitación anual me-

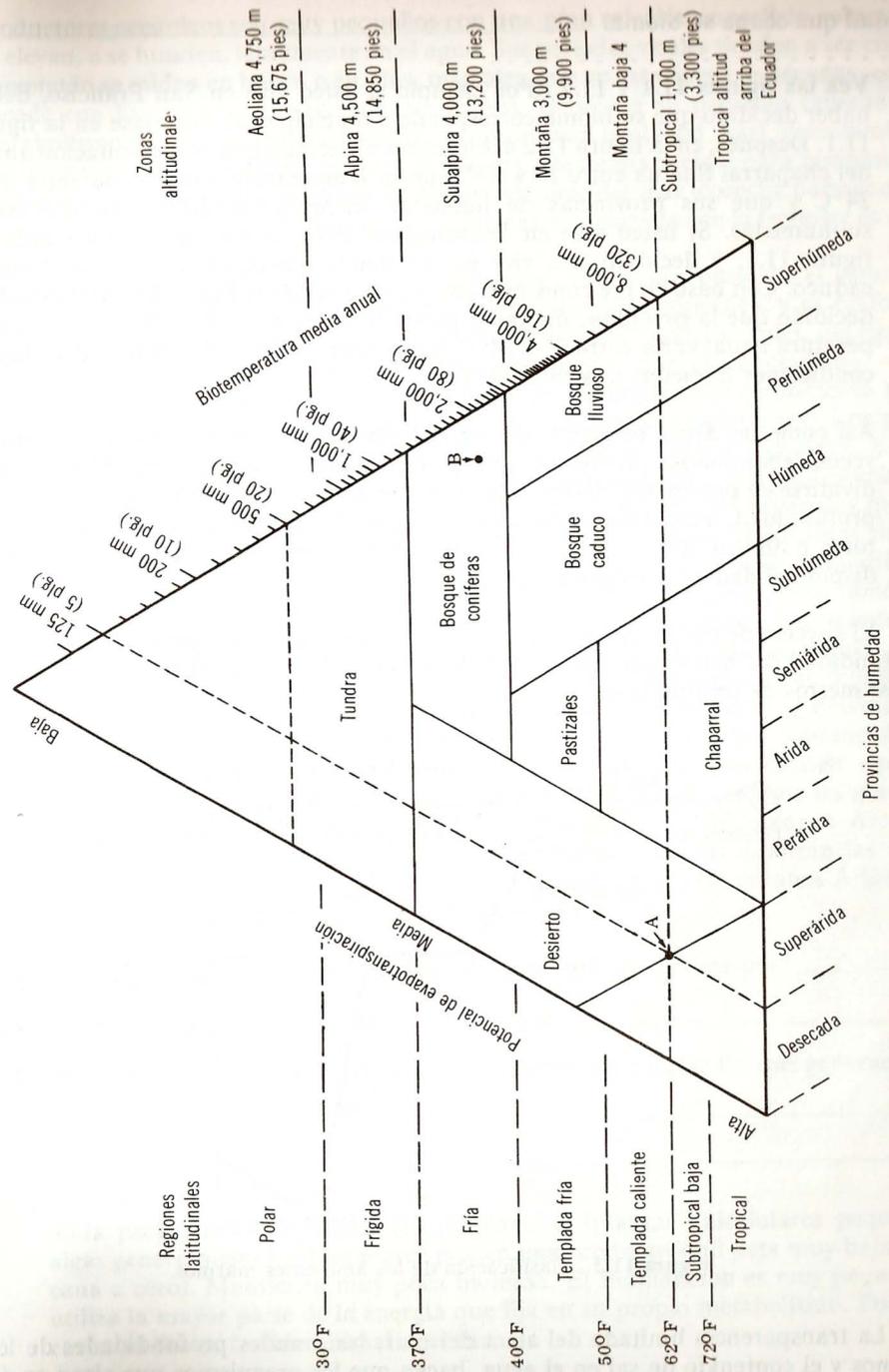


Figura 11.2 Modificación del sistema de Holdridge para la clasificación de las provincias bióticas terrestres del mundo (según Holdridge, 1947).

dia: _____ y la temperatura anual media: _____ . Indique la provincia de hu-

medad que ocupa su bioma: _____

Vea las figuras 11.1 y 11.2. (Por ejemplo si usted vive en San Francisco, debió haber decidido que su bioma corresponde a un chaparral, con base en la figura 11.1. Después, en la figura 11.2 debió haber observado que la precipitación anual del chaparral fluctúa entre 10 y 80", que su temperatura anual varía entre 9° y 24°C y que sus provincias de humedad incluyen las áridas, semiáridas y subhúmedas. Si usted vive en Washington, D.C., debió haber consultado la figura 11.1, y decidido que vive en un bioma correspondiente a un bosque caduco. Con base en ese conocimiento, y consultando la figura 11.2 debió haber decidido que la precipitación anual puede fluctuar entre 2 y 160", que la temperatura anual varía entre 5° y 24°C, y que las provincias de humedad incluyen condiciones húmedas y perhúmedas).

4. Así como las áreas terrestres del mundo pueden dividirse en biomas (algunas veces denominadas provincias bióticas terrestres), los océanos también pueden dividirse en provincias bióticas. Las zonas marítimas se clasifican con base en la profundidad, temperatura, densidad del agua, disponibilidad de luz y en los factores químicos del tipo del contenido salino, cantidad de oxígeno disuelto y disponibilidad de nitrógeno y de fosfato.

El sistema de clasificación de las provincias oceánicas más común se basa en la profundidad del mar —ver figura 11.3. Más del 77% del mar tiene, por lo menos, 3 000 metros de profundidad.

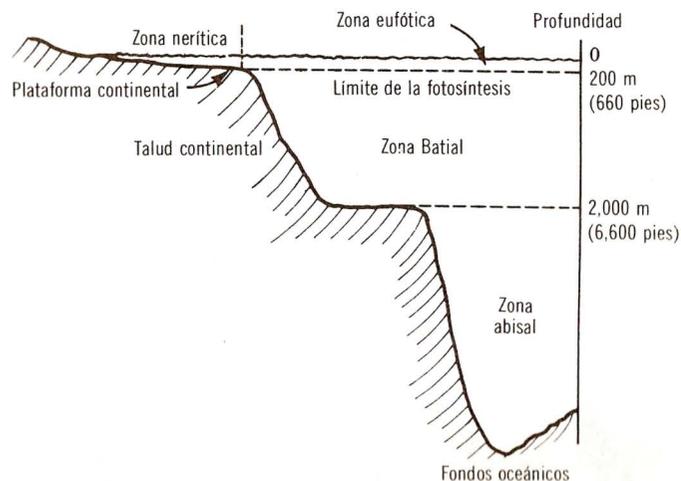


Figura 11.3 Clasificación de los ambientes marinos.

La transparencia limitada del agua del mar, las grandes profundidades de los océanos y el contenido de sal en el agua, hacen que los organismos que viven en él, sean bastante diferentes de los que habitan la tierra. La fotosíntesis sólo puede realizarse cerca de la superficie oceánica, ya que la energía lumínica penetra únicamente hasta una distancia corta. (El 98% de la energía solar que entra en el agua del mar se absorbe en los primeros 2.4 metros de profundidad). Debido a ello, las plantas marinas oceánicas no tocan el fondo del océano. La mayor parte de los

productores oceánicos son muy pequeños con una gran relación superficie-volumen y se elevan, o se hunden, lentamente en el agua. Sus periodos vitales tienden a ser cortos (a menudo se miden en horas, o en días, más bien que en estaciones, o décadas, como sucede con los grandes productores terrestres). Debido a su pequeño tamaño, su metabolismo es muy alto (y por lo tanto, la producción bruta del mar). Pero también debido a ese pequeño tamaño, utilizan la mayor parte de sus energía para permanecer vivos y reproducirse, de manera que la producción neta del mar (cosecha permanente) resulta mucho muy baja. La biomasa total del mar, comparada con la terrestre es muy pequeña.

La distribución básica de los organismos en los océanos presenta el siguiente patrón general. La producción primaria ocurre cerca de la superficie y es realizada por el *fitoplancton* (generalmente organismos unicelulares, o muy simples, del tipo de las algas). El fitoplancton es consumido usualmente por el zooplancton —los herbívoros unicelulares del océano. A su vez, el zooplancton sirve de alimento a los carnívoros primarios como los *crustáceos* (por ej., cangrejos y camarones). Los peces representan a los carnívoros secundarios. El pez grande se come al pez chico. Como cada organismo se come a otros, las partículas de las presas, así como los desechos de los depredadores, se unen para constituir una "lluvia" de detritus orgánicos que se depositan, lenta y constantemente en el fondo del mar. Varios organismos de las grandes profundidades viven como carroñeros, alimentándose de estos desperdicios. Los reductores oceánicos viven en dos lugares: entre los organismos vivos donde se originan los detritus y en el fondo, donde se asientan eventualmente y finalmente son reducidos. Las diferentes corrientes oceánicas regresan algunos nutrientes a la superficie donde son empleados por el fitoplancton. Asimismo, el fitoplancton recibe alimentos y nutrientes procedentes de aportes fluviales y detritus de la rica flora litoral que posteriormente son transportados a las profundidades oceánicas. Generalmente, el océano es más productivo donde existen aportes fluviales, o bien, surgencias procedentes de niveles inferiores. Puesto que las mayores surgencias de material oceánico profundo se presentan en los océanos Ártico y Antártico (causadas por el enfriamiento del agua), estos océanos soportan las redes alimenticias más grandes y complejas. Las áreas centrales de los océanos Atlántico, Pacífico e Indico, tienen una productividad cercana a cero.

- a) Las provincias bióticas oceánicas se clasifican principalmente por _____
- b) Los productores primarios de los océanos son _____
- c) El mar no podrá ser probablemente un almacén del cual las futuras generaciones obtengan sus alimentos. ¿Por qué? _____

(a) la profundidad del agua. (b) fitoplancton (plantas unicelulares pequeñas, algas generalmente). (c) los mares poseen una productividad neta muy baja (cercana a cero). Mantienen muy poca biomasa. El fitoplancton es muy pequeño y utiliza la mayor parte de la energía que fija en su propio metabolismo. Por esta razón se limita la vida animal marítima.

Si se está considerando un descanso, éste es un buen punto para hacerlo.

5. El estudio de las comunidades bióticas ha permitido hacer una generalización que establece que la diversidad de las especies alienta la estabilidad de los ecosistemas. Como sucede con todas las generalizaciones, existen indudablemente

varias excepciones a esta regla. Sin embargo, se cuenta con suficientes pruebas para considerarla un principio válido de la ecología de las comunidades.

Los ecosistemas que poseen muchas especies presentan relaciones alimenticias más complejas. Las cadenas alimenticias individuales se vuelven parte de una red alimenticia multidimensional de la comunidad. En ella existen más alternativas de alimentación, para cada una de las especies. Al existir mayor número de éstas (diversidad de especies) se presentan más interconexiones, las cuales unen íntimamente a todos los elementos del sistema. Esencialmente surge un sistema de múltiples ciclos de retroalimentación, ya que una alteración en una parte del sistema se amortigua por la acción producida en otra. El concepto de diversidad debería incluir también la variedad de estructuras físicas del ambiente, así como las diferencias entre las especies individuales (por ej., edad). Note que estos tipos de *diversidad ecológica* se refuerzan mutuamente. Por ejemplo, el aumento en el número de especies vegetales determina la creación de más habitats, lo cual, a su vez, estimula su ocupación por nuevas especies.

Con base en los conocimientos adquiridos sobre las relaciones entre la diversidad de especies y sobre la estabilidad de los ecosistemas, califique los siguientes ecosistemas. Utilice la puntuación de uno para el más estable y de tres para el menos estable.

- Una granja agrícola de gran extensión en Iowa —con muchas hectáreas sembradas de una sola variedad de trigo sin admitir ninguna otra planta.
- un pastizal silvestre de Iowa.
- una granja pequeña en Iowa —campos pequeños de diferentes cultivos con un pequeño bosque intercalado.

(a) 3; (b) 1; (c) 2.

6. Todos los ecosistemas se estratifican en cierto grado. La *estratificación* se refiere a las separaciones entre organismos en el espacio, o bien, en el tiempo. Un ecosistema puede estratificarse en el espacio, ya sea verticalmente (capas), o bien, horizontalmente (círculos concéntricos). Los organismos que se hallan dentro de los ecosistemas pueden presentar también patrones diarios, lunares, estacionales o irregulares, que los separan en el tiempo. En los ecosistemas terrestres, la estratificación espacial se determina principalmente por las formas vegetales presentes. En los ecosistemas acuáticos, la estratificación espacial se determina generalmente por la profundidad del agua, la penetración de la luz y la temperatura.

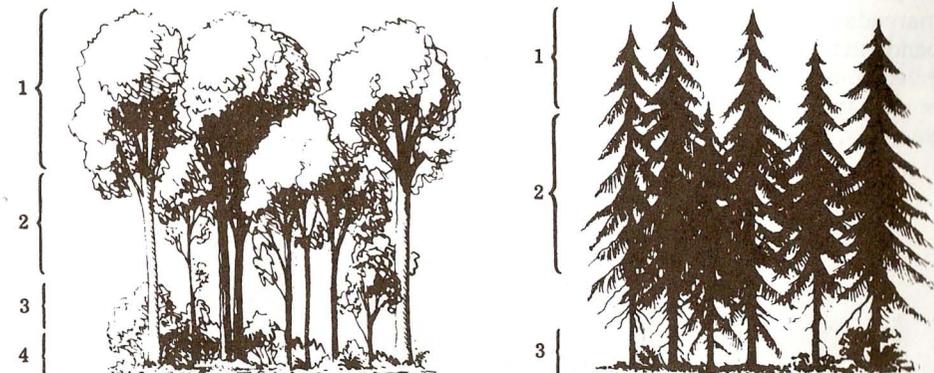
Las comunidades (tanto acuáticas como terrestres) presentan alguna forma de estratificación. Este tipo de diversidad ambiental aumenta el número de microhabitats, y permite que haya un mayor grado de diversidad en la comunidad, y, por lo tanto, de estabilidad. A continuación, se analizan las diferentes formas en que una comunidad puede estructurarse, o bien, subdividirse temporalmente.

● *Estratificación vertical.* Comúnmente se distinguen dos capas de estratificación vertical: un *estrato superior* en que existe penetración de la luz, y un *estrato regenerativo inferior* donde se acumula la materia orgánica.

En el estrato superior, donde hay penetración lumínica, dominan los organismos autotróficos. En un ecosistema terrestre el estrato superior está representado a menudo, por la vegetación del bosque; en uno acuático, por la capa superior del mar, lago o estanque. El estrato regenerativo inferior, donde se acumula la materia orgánica, aparece dominado por los reductores. En los ecosistemas terrestres este estrato corresponde al suelo; en el acuático al sedimento. Tanto el estrato superior como el inferior pueden dividirse en substratos.

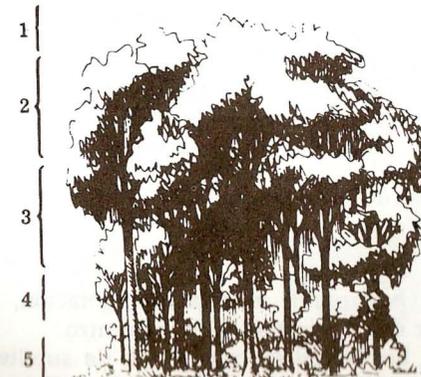
El *estrato superior* de un ecosistema terrestre, del tipo de un bosque, puede dividirse verticalmente en varias capas, de acuerdo con las diferentes alturas de su vegetación. La gran variedad de formas de vida en un bosque indica generalmente, que éste, está estratificado. Por ejemplo, un bosque caduco posee cuatro capas principales:

- Los árboles más altos (*sobrepiso*), que constituyen el *dosel* y que reciben la luz solar en forma completa. El follaje de estos árboles puede absorber y difundir más de la mitad de la luz solar disponible.
- Los árboles menos altos (*subpiso*), los cuales tienen algunos de los individuos más jóvenes de las especies que forman el dosel, así como también otras especies maduras que no alcanzan esa altura. Este tipo de árboles prefieren disponer de cierta cantidad de sombra.



Perfil de un bosque caduco

Perfil de un bosque conífero



Perfil de un bosque lluvioso

Figura 11.4 Estratificación en los principales tipos de bosques.

3. Los arbustos, que reciben solamente cerca del 10% de la luz del sol que se ha filtrado a través del sobrepiso y del subpiso.
4. Las hierbas, helechos y musgo (*capa terrestre*), los cuales necesitan muy poca luz para existir (generalmente, del uno al cinco por ciento). En un bosque denso, menos del uno por ciento de la luz del sol llega al suelo.

El número de capas de vegetación que hay sobre el suelo, y el grado en que éstas se desarrollan, varía con el tipo de bosque. Los bosques de lluvia tropical son los más estratificados, con cinco y seis capas. El siguiente está representado por los bosques caducos bien desarrollados, generalmente con cuatro capas. Y el menos estratificado corresponde a los bosques de coníferas, que presentan usualmente tres capas. La figura 11.4 ilustra los perfiles de estos tipos de bosques.

Junto a la estratificación de la vegetación en un bosque, existe la estratificación de la temperatura, de la luz y de la humedad. El dosel del bosque desempeña un papel principal en el proceso de esta estratificación, ya que recibe la fuerza íntegra del clima. El dosel sirve para modificar la intensidad de la luz, la temperatura, la velocidad del viento y la humedad, hacia el estrato regenerativo inferior.

El *estrato regenerativo inferior* constituye el suelo del bosque. Está compuesto de tres capas básicas, u horizontes: el suelo, el subsuelo y el material madre.

El perfil del suelo y el grosor relativo de los horizontes varía significativamente, dependiendo del clima, la topografía, la vegetación y el material original de una región particular. El examen de los horizontes correspondientes a niveles del tipo de un pastizal, de un bosque de coníferas y de un bosque caduco indicarán diferencias marcadas en los perfiles del suelo, debido a las grandes diferencias en el drenaje, la pendiente, el viento, la vegetación, etc., (figura 11.5). El suelo es importante para la determinación de la densidad y los tipos de vida vegetal en el área. A su vez, la vida vegetal influye sobre la existencia de los organismos del suelo (bacterias, lombrices, ciempiés, ácaros y topos).

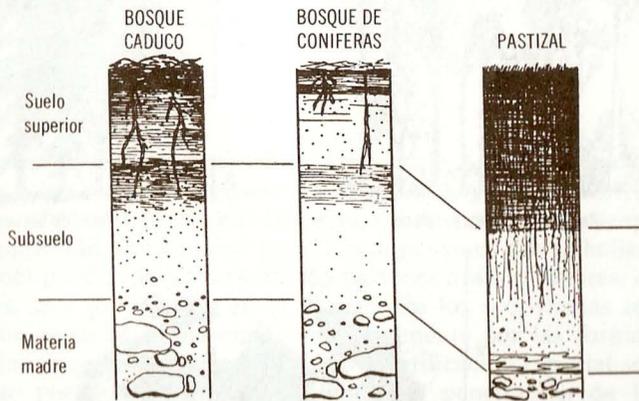


Figura 11.5 Perfiles del suelo característicos de los tres biomas principales (Odum, 1971).

La *estratificación horizontal*: estudia la vegetación, en anillos concéntricos, desde el límite exterior del ecosistema hacia el centro.

La estratificación horizontal es otra forma de subdividir un ecosistema. Las diferencias en la vegetación son producidas primordialmente por el clima y las condiciones locales. Este tipo de estratificación es más notable en las cercanías de los estanques y ciénagas.

Los cambios horizontales en las principales comunidades no empiezan y terminan en forma abrupta. Algunas veces las comunidades se separan mediante límites bastante claros. Por ejemplo, un estanque que limita a un bosque. Pero generalmente, las comunidades se mezclan entre sí de manera que es difícil determinar dónde comienza una y dónde termina otra. Las áreas de transición en las que se mezclan dos grandes comunidades bióticas se denominan *ecótonos*. Por ejemplo, una playa constituye el ecótono entre las comunidades terrestre y marina. Los ecótonos contienen generalmente organismos de ambas comunidades, así como también especies adaptadas específicamente al propio ecótono. Algunas veces se denomina *efecto marginal* a esta diversidad de especies en un ecótono. Por ejemplo, las aves existen a menudo en mayor variedad y densidad en el límite de un bosque que en el interior de éste, o en el campo mismo.

Cada uno de los sustratos de un ecosistema posee su propio tipo de alimentos, abrigo, temperatura, luz y condiciones de humedad. Por ello, cada uno resulta adecuado para organismos particulares. La diversidad de la vida animal depende de la estratificación de la vida vegetal. Aun cuando ocurre un cierto intercambio en las diferentes capas, muchos de los animales de gran movilidad permanecen más tiempo en una sola capa. Por ejemplo, la figura 11.6 muestra los nichos alimenticios de algunos pájaros de un bosque de pinos y abetos de Wyoming.

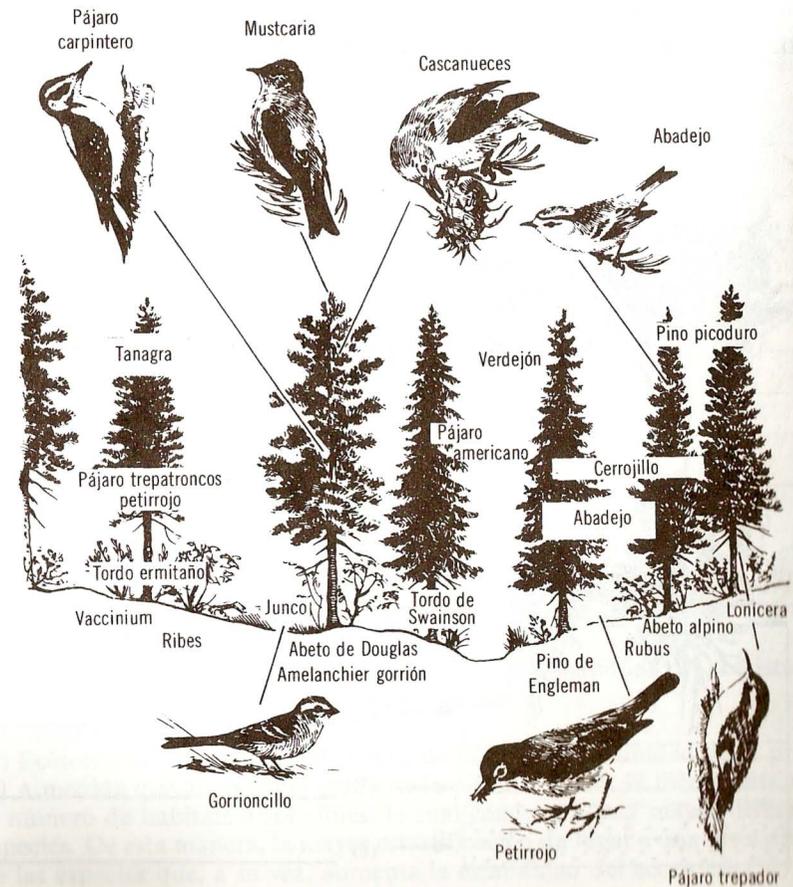


Figura 11.6 Nichos de alimentación para algunos pájaros de un bosque de pinos y abetos de Wyoming (Smith, 1966).

Si se estudia el bosque caduco mencionado anteriormente, se encuentra que la mayor diversidad y densidad de la vida animal se localiza sobre, o inmediatamente debajo del suelo, donde el clima es más constante. Una gran cantidad de animales viven en la capa regenerativa más baja, es decir, debajo de la superficie del suelo (bacterias, lombrices, topos, insectos y ácaros). Otros animales cavan túneles en el suelo para construir sus refugios, y también para buscar sus alimentos, pero pasan la mayor parte de su tiempo sobre la capa superficial (ratones, ardillas, terrestres y zorros). Los grandes mamíferos como el venado cola blanca, alce y oso negro, viven sobre la superficie y se alimentan de hierbas, arbustos y el subpiso del bosque. Los tres estratos superiores, están ocupados por varias especies de pájaros, así como por insectos herbívoros ranas arbóreas (galanitas), culebras negras y algunos mamíferos pequeños.

La estratificación dentro de una comunidad principal puede fluctuar desde una capa de alimentación arriba de la superficie (césped) hasta seis capas de alimentación (en los bosques lluviosos tropicales). A medida que aumenta el grado de estratificación, se incrementa también el número de habitats disponibles, lo cual conduce a una mayor diversidad de las especies. De esta manera, la mayor estratificación da lugar a redes alimenticias más complejas, las cuales a su vez, determinan una mayor estabilidad de la comunidad.

a) Utilice la figura 11.7 para llenar los espacios en blanco.

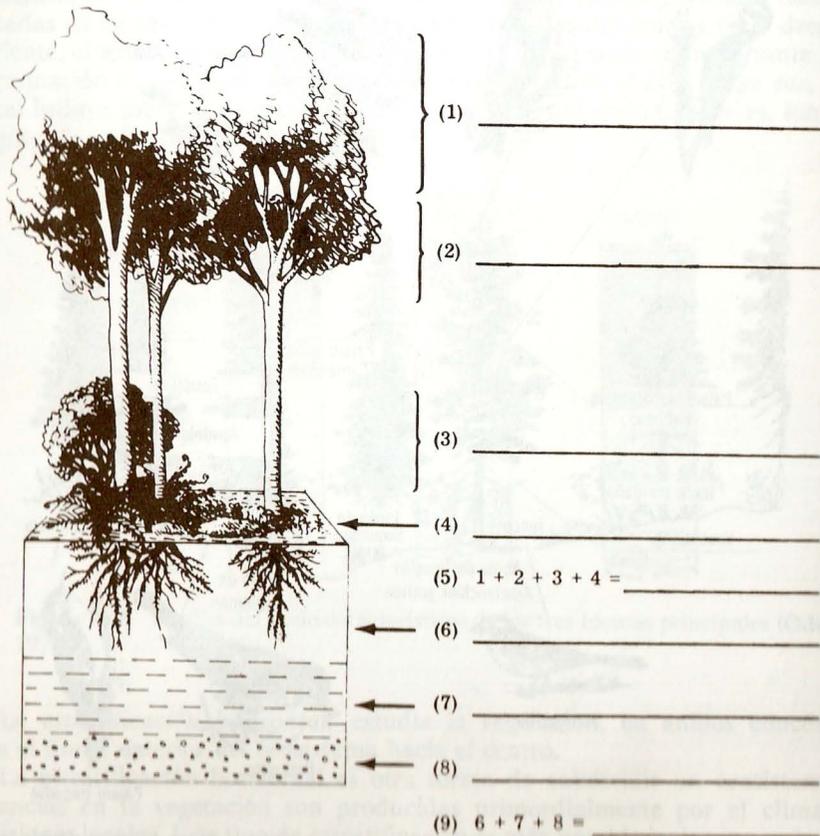


Figura 11.7

b) ¿Cuál es el efecto principal de la estratificación vertical? _____

c) La figura 11.8 muestra los resultados de un estudio de las diversas especies de insectos en tres áreas adyacentes de vegetación —un cultivo de frijol, un zarzal y una pradera.

¿Qué demuestra gráficamente la figura? _____

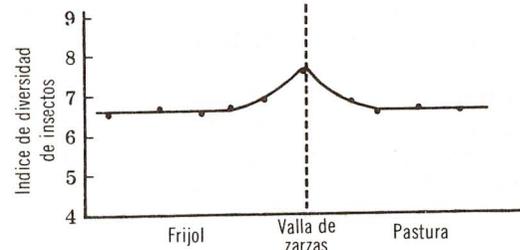


Figura 11.8 Distintas especies de insectos en tres zonas de vegetación adyacentes.

d) Podemos decir que la pradera es un _____ entre dos comunidades. ¿Cuáles son éstas? _____

e) Se ha mencionado anteriormente que, por regla general, la diversidad de especies aumenta la estabilidad de un ecosistema. Amplíe esta aseveración incluyendo sus conocimientos acerca de la estratificación. _____

(a) (1) sobrepiso, (2) subpiso, (3) arbustos, (4) superficie del suelo, (5) estrato superior, (6) suelo, (7) subsuelo, (8) materia madre, (9) estrato regenerativo inferior.

(b) aumenta el número de subcomunidades, o microhabitats, del ecosistema, por lo que incrementa la diversidad de las especies.

(c) El efecto marginal.

(d) Ecótono, la comunidad del cultivo de frijol y la comunidad de la pradera.

(e) A medida que aumenta el grado de la estratificación, se incrementa también el número de habitats disponibles, lo cual conduce a una mayor diversidad de especies. De esta manera, la mayor estratificación da lugar a una gran diversidad de las especies que, a su vez, aumenta la estabilidad del ecosistema.

7. Las estratificaciones vertical y horizontal constituyen conceptos espaciales. La *periodicidad* es otro tipo de estratificación —estratificación temporal (tiempo).

La periodicidad se refiere a los cambios recurrentes regulares que son el resultado, en cierta medida, de los cambios rítmicos o cíclicos en las actividades de los organismos del ecosistema.

La mayor parte de las actividades de las comunidades tienen carácter periódico. Están sincronizadas con las influencias físicas tales como la duración del día y de la noche (fotoperiodicidad), la intensidad lumínica, la humedad, la temperatura y las mareas. La existencia de cualquier comunidad depende de esta sincronización de sus actividades con su ambiente.

La periodicidad del ecosistema es producida por los cambios en las plantas y en los animales que resultan de los ritmos diarios, lunares y estacionales. Los investigadores han encontrado que esta sincronización —especie de reloj biológico— constituye virtualmente una característica universal de las plantas y de los animales. Esta función biológica puede controlarse químicamente a nivel celular. Las hormonas —sustancias químicas transportadas en la sangre y los fluidos corporales controlan frecuentemente la periodicidad en los animales. El mecanismo interno para la inmediata liberación de las hormonas es el resultado de cierta acción sobre el cerebro y el sistema nervioso central. Generalmente, este mecanismo funciona durante las 24 horas del día a través de los estímulos externos como la luz, la humedad y la temperatura, los cuales sincronizan las actividades de los organismos con su ambiente físico.

- **Ritmos diarios:** La mayoría de las plantas y de los animales, coordinan sus actividades dentro del fotoperiodo de 24 horas representado por el día y la noche. La *fotoperiodicidad* es la respuesta de un organismo a la duración de las condiciones de luz y oscuridad.

La aurora y el crepúsculo señalan el principio, o el final, de la actividad de los organismos, dependiendo del carácter de éstos: *diurnos* (activos en la luz), o *nocturnos* (activos en la oscuridad). Estos ritmos diarios se denominan a menudo ritmos *circadianos*. Aun cuando el reloj biológico se acciona generalmente mediante los estímulos externos de tiempo, los ritmos de las 24 horas continuarán, por lo menos por cierto tiempo, aun cuando estén ausentes dichos estímulos externos día/noche.

La fotosíntesis es un buen ejemplo de la periodicidad diaria. Para poder elaborar los carbohidratos las plantas necesitan la luz. Por tanto, la aurora señala el principio del proceso de elaboración de alimentos. El crepúsculo termina el proceso de la fotosíntesis, pero durante las horas de oscuridad los carbohidratos se distribuyen en todo el vegetal. Otro ciclo se inicia con la siguiente aurora.

La migración vertical de varios animales planctónicos de aguas costeras poco profundas, ilustra un ritmo diario y una fotoperiodicidad. En la noche, el zooplancton emigra hacia la superficie del agua, y cuando llega el día se moviliza hacia el fondo. Parte del fitoplancton (diátomos) siguen un procedimiento inverso. Es decir, emigran a la superficie durante el día para realizar la fotosíntesis y durante la noche se mueven hacia abajo. Vea la figura 11.9. Esta actividad migratoria es el resultado de la respuesta del plancton a la intensidad luminosa, así como a las corrientes diarias y al oleaje.

Muchos mecanismos determinan el carácter diurno o nocturno de una especie. Cada una de éstas posee diferentes requerimientos de luz, humedad y temperatura.

A medida que se aproxima la noche, la humedad aumenta y la temperatura descende. Los organismos como el ciempiés y mil pies no se adaptan bien al aire seco del día, por lo tanto, suelen buscar refugio debajo de los troncos y piedras y salen solamente hasta que la noche produce una humedad relativa más elevada. Las abejas son activas cuando las flores están abiertas. Los depredadores deben movilizarse

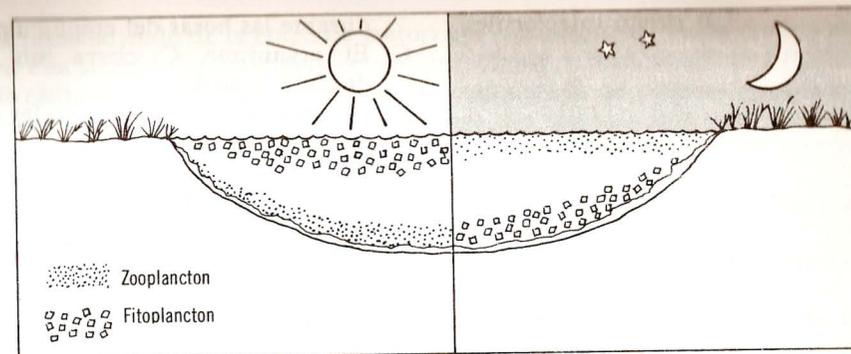


Figura 11.9 Movimientos planctónicos durante un periodo de 24 horas.

cuando las presas estén disponibles. El ajuste del ciclo de actividad de cada organismo al ciclo día/noche, es un proceso complicado que ha evolucionado a través del tiempo, hasta llenar las necesidades particulares de los organismos.

También el hombre ha estado sujeto a estos ritmos a través de su evolución, por lo que es probable que también posea ritmos diarios. La investigación ha demostrado que éste es el caso. El hombre es un animal diurno cuya actividad máxima se presenta durante el día. Los trabajos de investigación al respecto, indican que el hombre no funciona tan eficientemente si sus actividades son cambiadas a la noche. Esto ayuda a explicar ciertos problemas por ejemplo, a descompensación en las actividades de una persona que viaja en los aviones "jet", la cual modifica su horario normal lo que puede determinar alteraciones psicológicas y físicas.

- **Ritmos lunares:** Son los ritmos que corresponden a los periodos lunares o mensuales.

La mayor parte de los organismos que muestran una periodicidad lunar son marinos. Esto no es sorprendente si se toma en cuenta el fuerte efecto de la luna sobre las mareas.

- **Ritmos estacionales:** Ritmos que corresponden a las estaciones del año.

El reloj biológico resulta también útil para sincronizar las actividades de las comunidades con las estaciones del año. Comparando sus ritmos internos con los del ambiente, los organismos de una comunidad se preparan para las situaciones venideras como la primavera o el invierno. Por lo tanto, como resultado de generaciones de selección evolutiva, los animales y las plantas se reproducen generalmente en el periodo del año en que las oportunidades de supervivencia son óptimas. Las actividades estacionales incluyen la etapa de crecimiento de las plantas, el apareamiento y la migración de los animales, la floración y el letargo de las plantas y la hibernación de los animales.

- a) ¿Cuáles son los dos estímulos principales que originan los cambios estacionales de la mayoría de los animales terrestres?

- b) Relacione los siguientes conceptos:
- | | |
|--------------------|--|
| 1) ritmos diarios. | A. El organismo A sale únicamente en la noche y duerme durante el día. |
| 2) ritmos lunares. | B. El organismo B se alimenta solamente |