

**UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
CÁTEDRA DE ECOLOGÍA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**



**GUÍA DE ESTUDIO PARA
LA ASIGNATURA**

ECOLOGÍA GENERAL

Código: 869

PAUL EDUARDO OVIEDO PÉREZ

2010

Productora académica:
Patricia Gómez Figueroa



Encargada de cátedra:
Rose Marie Menacho Odio

Revisión filológica:
Alejandro Lizano Fernández
Fiorella Monge Lezcano

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. Presentación	4
2. Propósito del curso	4
3. Orientaciones generales	4
4. Recomendaciones	6
5. Capítulo 1. Naturaleza de la ecología	7
6. Capítulo 3. Clima	9
7. Capítulo 4. Ambiente acuático	11
8. Capítulo 5. Ambiente terrestre	13
9. Capítulo 6. Adaptaciones vegetales al ambiente	15
10. Capítulo 7. Adaptaciones animales al ambiente	16
11. Capítulo 9. Propiedades de las poblaciones	18
12. Capítulo 10. Crecimiento poblacional	22
13. Capítulo 11. Regulación intraespecífica de la población	24
14. Capítulo 13. Competencia intraespecífica	26
15. Capítulo 14. Depredación	27
16. Capítulo 15. Parasitismo y mutualismo	28
17. Capítulo 16. Estructura de las comunidades	31
18. Capítulo 18. Dinámica de las comunidades	33
19. Capítulo 20. Energética del ecosistema	36
20. Capítulo 21. Descomposición y circulación de nutrientes	38
21. Capítulo 22. Ciclos biogeoquímicos	39
21. Capítulo 23. Ecosistemas terrestres	41
22. Capítulo 24. Ecosistemas acuáticos	42
23. Capítulo 25. Transiciones tierra-agua	43

PRESENTACIÓN

Esta guía de estudio es para el curso del libro *Ecología* (2007). El libro fue escrito por Smith & Smith, de la Editorial Pearson. La presente guía y el texto serán utilizados en el curso *Ecología General* de la Universidad Estatal a Distancia (UNED).

El propósito de la guía de estudio consiste en orientar a los estudiantes en la consulta de los diferentes temas del libro de texto para que puedan construir su aprendizaje de forma ordenada e independiente.

PROPÓSITO DEL CURSO

El curso de *Ecología General* tiene como propósito principal que los estudiantes de bachillerato de la carrera de Manejo de Recursos Naturales (UNED) adquieran conocimientos sobre los principales conceptos, leyes y teorías ecológicas para que, con esta información, puedan comprender las interacciones que se presentan entre los seres vivos y el ambiente así como discutir sobre las principales actividades que deterioran los ecosistemas, para que mediante este aprendizaje sean capaces de participar en estrategias relacionadas con el manejo de los recursos naturales.

ORIENTACIONES GENERALES PARA EL ESTUDIO DE LOS CAPÍTULO DEL LIBRO DE ECOLOGÍA¹

El libro consta de 29 capítulos y de 682 páginas, pero en la evaluación del curso solamente serán incluidos 20 capítulos. Además, solo se han seleccionado ciertos temas de cada capítulo; el estudiante deberá leer menos de 200 páginas. Los capítulos que fueron excluidos por completo de la evaluación son los siguientes: 2, 8, 12, 19, 26, 27 y 28. Sin embargo, los temas desarrollados en los capítulos excluidos serán estudiados en otros cursos, por lo que el libro servirá como material de consulta a lo largo de la carrera de Manejo de Recursos Naturales.

La guía está estructurada de la siguiente forma:

- Título del capítulo
- Breve introducción

¹ Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología*. Madrid: Pearson.

- Objetivos específicos
- Indicación de resúmenes
- Respuestas a las preguntas de estudio
- Lecturas complementarias (en algunos casos)

A continuación se presenta el título de cada capítulo en estudio, seguido por la enumeración de los objetivos específicos que deben ser adquiridos por el estudiante. Para cada objetivo, se indica entre paréntesis el número de página o de páginas, que son de lectura obligatoria para lograr abarcarlo. Lea con atención los siguientes ejemplos:

- a) Definir el concepto de respiración celular y conocer su importancia (pp. 109-112).
- b) Diferenciar entre sucesión y zonación (pp. 344 y 347).
- c) Diferenciar entre mareas vivas y mareas muertas (pp. 82-83 y Figura 4.11).

En ocasiones, además de la lectura del texto, se deberá analizar las figuras relacionadas con el tema de estudio. En el ejemplo anterior, el estudiante necesita leer las páginas 82-83 y analizar la Figura 4.11 de ese capítulo.

- d) Explicar los métodos para determinar el tamaño de una población mediante muestreos (pp. 202-203). Véase “Cuantificando la ecología” sección 9.1 del libro y la lectura complementaria *Abundancia y Densidad*.

Son pocos los casos que requieren lecturas complementarias, como en el objetivo anterior que, además de las páginas 202-203, se debe leer un pequeño texto que se ha incorporado en esta guía de estudio.

Al final de cada capítulo, hay resúmenes de los temas desarrollados. Después de la lista de objetivos, se le indican cuáles resúmenes puede leer a manera de repaso o refuerzo del conocimiento aprendido.

Finalmente, cada capítulo cierra con una serie de preguntas de estudio. Como en la mayoría de los casos, algunos de los temas son eliminados de la evaluación, también se han descartado esas interrogantes. Se presentan las respuestas a las preguntas que sí son relevantes para el aprendizaje en este curso, mientras que en el espacio de las respuestas de las preguntas descartadas solo aparece la frase “**no aplica**”.

RECOMENDACIONES

- Lea cada objetivo en esta guía y busque la página indicada entre paréntesis en el libro de texto.
- Lea todo el texto y no solamente la definición.
- Subraye el párrafo donde se desarrolla el objetivo.
- Anote en un cuaderno las dudas para su aclaración en las tutorías o por vía PADD.
- Repase los resúmenes al final de cada capítulo.
- Resuelva individualmente las preguntas de estudio y compare sus respuestas con las que aparecen en la guía de estudio.

Capítulo 1

NATURALEZA DE LA ECOLOGÍA

La Ecología es una ciencia biológica, que centra su estudio en la interacción entre organismos y el ambiente físico. El objetivo de la ecología es comprender, describir y cuantificar los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos así como las interacciones entre ser vivo - ser vivo y ser vivo - medio físico.

En este primer capítulo se definirá el término de Ecología como ciencia que estudia la casa de los organismos vivientes y todas las interacciones que ahí acontecen. También se definirá el concepto de ecosistema y sus componentes (Figura 1). Finalmente, se explicará el contexto en el cual se desarrollan los estudios ecológicos y las herramientas científicas que se utilizan.

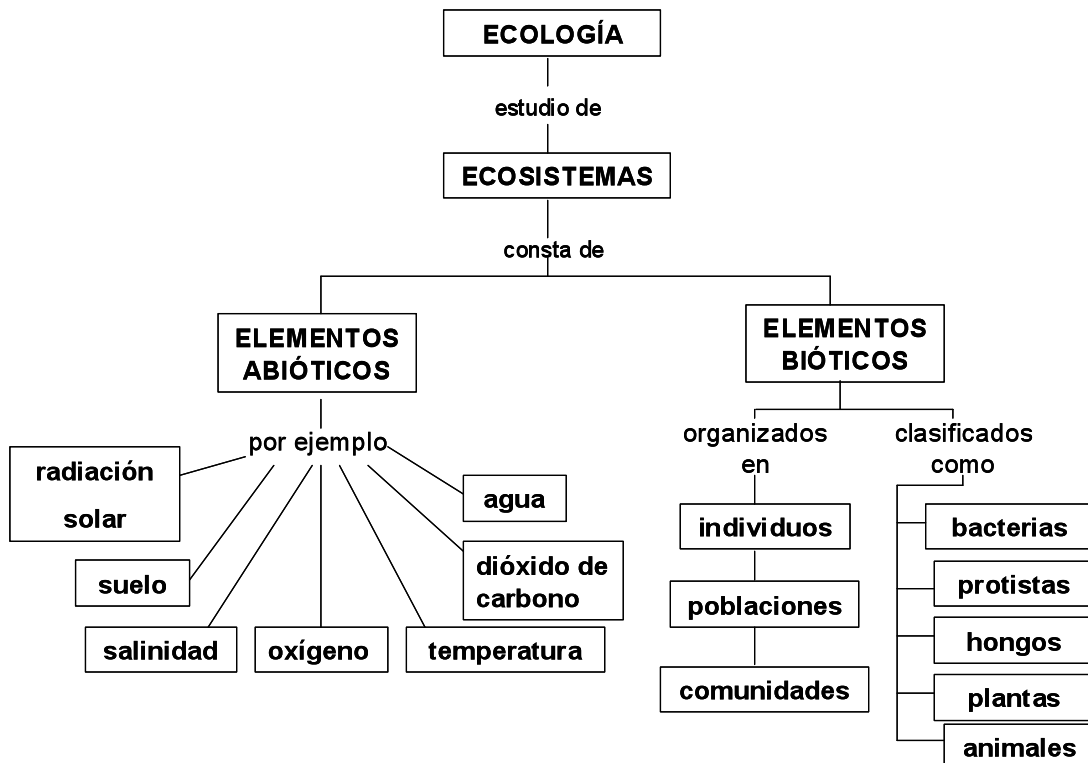


Figura 1. La Ecología y sus interacciones.

Objetivos específicos

- 1.1 Definir el concepto de ecología (p. 3), ecosistema, componentes bióticos y abióticos (p. 4).
- 1.2 Distinguir entre población y comunidad ecológica (p. 5).
- 1.3 Reconocer las disciplinas científicas vinculadas con la ecología (p. 7).
- 1.4 Describir los métodos científicos utilizados por los ecólogos y la importancia de la hipótesis (p. 9).
- 1.5 Explicar los pasos del método científico y su relación con los modelos (Figura 1.6).
- 1.6 Explicar las ventajas y desventajas (incertidumbre) de usar modelos en la ciencia (pp. 13 -14).

El estudiante podrá reforzar las ideas con los resúmenes 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6 y 1,7.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. El ecologismo es un movimiento de un sector de la población humana, cuyos ideales pretenden mejorar la calidad ambiental y mitigar o revertir los daños ocasionados al ambiente. El ecologismo basa sus acciones en estudios ecológicos.
2. Población es el conjunto de individuos, de la misma especie, que conviven en mismo espacio y tiempo. La comunidad incluye a las poblaciones de todas las especies, que interactúan en una misma región.
3. Los componentes físicos del ambiente tales como luz, temperatura y humedad provocan gran variedad de respuestas fisiológicas y conductuales tanto en plantas como en animales.
4. Una hipótesis es una posible solución a un problema, una respuesta probable a una interrogante que puede comprobarse mediante la experimentación. Las hipótesis llevan al científico a proponer predicciones. Luego, el científico utiliza la experimentación para demostrar el cumplimiento de la predicción. En caso de que la predicción no se cumpla, entonces el científico rechaza su hipótesis y deberá plantearse una nueva.

5. **No aplica**

6. Los modelos son representaciones gráficas o funciones matemáticas que simplifican la realidad y permiten hacer predicciones. Cada modelo se construye a partir de una hipótesis.

7. **No aplica**

Capítulo 3

CLIMA (factores abióticos)

En este capítulo se definen conceptos relacionados con el clima tales como radiación solar y longitud de onda. Posteriormente, se explica la distribución de la radiación solar a través de la atmósfera y según la latitud. Luego se analiza la circulación de las masas de aire alrededor del planeta y el patrón global de las precipitaciones. También se explica la relación entre topografía, vientos y precipitación. Finalmente se estudiará El Niño Oscilación Sur (ENOS) como una irregularidad del clima.

Objetivos específicos

- 3.1. Definir los conceptos de radiación solar, fotón, longitud de onda, luz visible, radiación fotosintética activa (PAR) (pp. 46-47).
- 3.2. Explicar la distribución de la radiación solar en la atmósfera (radiación de onda corta y larga), p. 47 y Figura 3.3.
- 3.3. Explicar cómo influye la curvatura de la Tierra y sus movimientos de rotación y traslación sobre la distribución de la radiación solar alrededor del globo (p. 49 y p. 51).
- 3.4. Reconocer los dos factores que explican la disminución de la temperatura con la altitud (p. 51).
- 3.5. Explicar cómo se forman los vientos y los factores que provocan su circulación en el planeta (pp. 54-55 y Figura 3.11 y Figura 3.12).
- 3.6. Relacionar la topografía con la dirección de los vientos y el patrón de distribución de las precipitaciones (p. 60 y Figura 3.20).

- 3.7 Explicar la formación del fenómeno El Niño Oscilación Sur (pp. 60-62 y Figura 3.22).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.8, 3.9.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Porque los rayos solares interceptan perpendicularmente esa región. La consecuencia de los patrones latitudinales de la temperatura permite la formación de una región tropical, otra templada y otra polar, así como el desarrollo de las estaciones astronómicas.
2. **No aplica.**
3. La duración de horas luz sería similar independientemente de la latitud.
- 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 **no aplican.**

PREGUNTAS Y RESPUESTAS POR EVALUAR EN RELACIÓN CON ESTE CAPÍTULO

1. ¿Qué es la zona de convergencia intertropical y cómo influye en el clima de Costa Rica?

Se llama zona de convergencia intertropical a una región cercana a la línea ecuatorial, que se caracteriza por baja presión atmosférica y es resultado de la convergencia y debilitamiento de los vientos alisios. La zona de convergencia se desplaza sobre Costa Rica a lo largo del año y es la principal responsable de la época lluviosa tanto en el Pacífico como en el Caribe.

2. Explique el patrón de distribución de las lluvias en la costa del Caribe de Costa Rica utilizando el modelo topografía-vientos-precipitación.

Las nubes se forman en el mar Caribe por la evaporación proveniente del agua de mar. Los vientos alisios del noreste de América empujan las nubes hasta la costa caribeña de Costa Rica. Las masas de aire caliente se condensan al chocar con la Cordillera Volcánica Central y la Cordillera de Talamanca, lo que provoca una alta precipitación en las llanuras del Caribe (zona de

barlovento). El viento continúa su paso y pasa sobre la cordillera llevando consigo aire más seco y con menos nubes, por lo que la probabilidad de lluvia disminuye en el Valle Central (zona de sotavento).

3. Explique lo que sucede con el movimiento de los vientos, la temperatura del Océano Pacífico y las corrientes marinas durante el fenómeno de El Niño Oscilación Sur. ¿Qué repercusiones tiene este fenómeno sobre Costa Rica?

En condiciones normales, el viento con poca humedad se mueve desde el este del Océano Pacífico (costas tropicales de América) hacia el oeste y lleva agua fría a Indonesia. En el Pacífico oeste el agua se calienta, forma vapor y altas precipitaciones. Los vientos con menos humedad se mueven hacia América y se mezclan con los alisios del norte Caribeño, que entran con fuerza a la región tropical. Sin embargo, durante el fenómeno del El Niño Oscilación Sur, aún no está claro cómo, los vientos alisios se debilitan y las masas de aire se mantiene girando sobre América. El agua oceánica, que era empujada por los vientos hacia Indonesia, ahora pierde fuerza. Como consecuencia, el agua se calienta en el centro del Pacífico, lo que provoca una precipitación abundante en esa región y sequías tanto en Indonesia como en la costa pacífica de América tropical, incluyendo Costa Rica (Ver Figura 3.22).

Capítulo 4

AMBIENTE ACUÁTICO

El agua es uno de los componentes abióticos más importantes de los ecosistemas. Los seres vivos están constituidos, en su mayoría, por esta sustancia y sus ciclos vitales dependen de una u otra manera de la presencia o ausencia del agua.

En este capítulo se explican con detalle muchas propiedades del agua y describe diferentes ambientes acuáticos. Para este curso, se dará énfasis en los temas relacionados con el ciclo hidrológico, el perfil de temperaturas con la profundidad, la formación de mareas y la descripción de los estuarios.

Objetivos específicos

- 4.1 Describir las etapas del ciclo del agua: precipitación, interceptación, infiltración, transpiración, evapotranspiración y agua subterránea (pp. 68-69 y Figura 4.1 y Figura 4.2).
- 4.2 Definir los conceptos de epilimnion, termoclina e hipolimnion (p. 74 y Figura 4.5).
- 4.3 Mencionar los factores que provocan los cambios de las mareas (p. 82).
- 4.4 Diferenciar entre mareas vivas y mareas muertas (pp. 82-83 y Figura 4.11).
- 4.5 Definir el concepto de estuario (p. 83).
- 4.6 Explicar las fluctuaciones de temperatura y salinidad en los estuarios (pp. 83-84 y Figura 4.12).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 4.1, 4.4, 4.9 y 4.10.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. El agua líquida de los océanos y las superficies terrestres es calentada por la radiación solar y convertida en vapor. Las plantas, mediante el proceso de fotosíntesis, también liberan vapor mediante la evapotranspiración. El vapor de agua se enfría mientras asciende en la atmósfera y se condensa formando algún tipo de precipitación: lluvia, granizo o nieve. El agua que precipita interceptada por los océanos, el suelo y la vegetación; algún porcentaje se evapora rápidamente y otro porcentaje escurre sobre la superficie terrestre forman cuencas. Se infiltra en el suelo para ser absorbida por las plantas o para acumularse en aguas subterráneas.
- 2, 3 y 4 **no aplican.**
5. Una termoclina es la zona de la columna de agua en donde la temperatura disminuye rápidamente. La termoclina se desarrolla por la diferencia de temperatura del agua, cálida en el epilimnion y fría en el hipolimnion.
- 6 y 7 **no aplican.**

8. La salinidad se define con base en la concentración de sales disueltas, principalmente cloruro de sodio (NaCl).
9. **No aplica.**
10. Las mareas se forman como consecuencia de la fuerza gravitacional del Sol, la fuerza gravitacional de la Luna y el movimiento de rotación de la Tierra.

Capítulo 5

AMBIENTE TERRESTRE

La conquista de los ambientes terrestres requirió nuevas adaptaciones de los organismos para superar condiciones de desecación, gravedad y fluctuaciones drásticas en la humedad y la temperatura; es decir, constricciones que no existían en el medio acuático. El suelo es el componente abiótico que determina la variación en la distribución y la cantidad de especies de plantas y animales en el medio terrestre. A pesar de que el propósito de este capítulo es explicar las propiedades químicas y físicas del suelo, solo se incluirán en la evaluación del curso los apartados 5.1 y 5.2.

Objetivos específicos

- 5.1 Mencionar las tres constricciones que impone el ambiente terrestre a los seres vivos (p. 88).
- 5.2 Explicar las adaptaciones con las que los organismos responden a cada restricción (p. 88).
- 5.3 Describir la variación vertical de la radiación solar desde la bóveda superior hasta el piso de un bosque (p. 89 y Figura 5.2).
- 5.4 Explicar la manera en que la superficie foliar disminuye la cantidad de luz disponible en el bosque (p. 89).
- 5.5 Explicar cómo influye el ángulo foliar en la distribución vertical de la luz en el bosque (pp. 89-90 y Figura 5.4).
- 5.6 Describir la importancia que juegan los claros de bosque en la distribución vertical de la luz en el bosque (p. 90).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 5.1 y 5.2.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Desecación, gravedad, fluctuaciones en humedad y temperatura.
2. La disponibilidad de luz será menor en el suelo del bosque en donde las hojas tienen disponibilidad horizontal, debido a que estas absorben y reflejan más radiación. Las plantas ubicadas en el fondo del sotobosque en el bosque, cuyas hojas tienen un ángulo de inclinación de 60°, reciben mayor radiación, ya que este tipo de inclinación ocasiona que las hojas de la bóveda superior (dosel) absorban menos fotones y permiten una mayor penetración de los rayos solares hacia el piso del bosque.

Las preguntas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 **no aplican**.

Lectura complementaria: *Distribución vertical de la luz en el bosque*

La luz solar es la fuente energética que mantiene en funcionamiento los bosques tropicales. La luz, que reciben las selvas tropicales, varía a lo largo del día tanto en cantidad como en calidad. La cantidad se mide en fotones y la calidad se percibe como color. En este tipo de bosque, la vegetación se distribuye verticalmente por capas de diferentes alturas en dirección al suelo. Cada una de estas capas se conoce como bóvedas o estratos. El dosel es la bóveda superior que intercepta, absorbe y refleja la mayor cantidad de radiación solar. Debido a esto la cantidad de luz que desciende por los estratos inferiores disminuye, provoca ambientes de poca luminosidad en la bóveda inferior o sotobosque. Apenas un 1% de la luz solar que llega al dosel logra descender hasta el sotobosque. Esta poca radiación llega en forma de destellos; es decir, rayos de poca duración que atraviesan el dosel cuando las copas de los árboles se mueven. Existen también claros o aperturas en el dosel provocadas por la caída de ramas o árboles completos, que dejan espacios de larga duración, que permiten que la bóveda inferior intercepte directamente la radiación solar (Hogan y Machado, 2002).

Fuente:

Hogan, K. y J. Machado. (2002). "La luz solar: consecuencias biológicas y medición". En: M. R. Guariguata y G. H. Kattan (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales* (pp. 119 – 143). Cartago, Costa Rica: LUR.

Capítulo 6

ADAPTACIONES VEGETALES AL AMBIENTE

La energía solar es captada por las plantas y transformada en carbohidratos (azúcares) y otras moléculas orgánicas, las cuales pasan a los animales y otros organismos mediante la alimentación. Por consiguiente, la fotosíntesis es el proceso bioquímico que hace posible la mayoría de formas de vida en el planeta. De este capítulo, se evaluarán los apartados relacionados con la definición de la fotosíntesis y las respuestas de las plantas a los ambientes con elevada y baja luminosidad.

Objetivos específicos

- 6.1 Definir los conceptos de fotosíntesis, radiación fotosintéticamente activa, punto de compensación de la luz, punto de saturación de la luz, fotoinhibición (pp. 109 – 110).
- 6.2 Definir el concepto de respiración celular y conocer su importancia (pp. 109- 110).
- 6.3 Caracterizar las plantas según sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas para sobrevivir en ambientes con baja luminosidad (pp. 119 – 121 y Figuras 6.11 y 6.12).
- 6.4 Definir área foliar específica (p. 120).
- 6.5 Definir especies intolerantes a la sombra y especies tolerantes a la sombra (p. 120).

El estudiante podrá reforzar el aprendizaje adquirido con los resúmenes 6.1, 6.2 y 6.9.

Las preguntas de estudio al final de este capítulo no serán evaluadas en este curso.

Capítulo 7

ADAPTACIONES ANIMALES AL AMBIENTE

Todos los animales son heterótrofos porque necesitan ingerir a otros organismos para obtener energía. Según sea la forma de alimentarse y las necesidades nutricionales, los animales pueden clasificarse como herbívoros, carnívoros, omnívoros, detritívoros, parásitos. Después de que obtienen la energía, los animales poseen diferentes mecanismos para regular su temperatura corporal. Este capítulo define cada una de esas clases en que se agrupan los animales, de acuerdo con la manera de obtener energía y de regular la temperatura. También se explica la influencia de los ciclos diarios y estacionales de luz y oscuridad sobre la actividad animal.

Objetivos específicos

- 7.1 Definir los conceptos de herbívoro, carnívoro, omnívoro y detritívoro (pp. 141-143).
- 7.2 Clasificar a los herbívoros según el tipo de alimento que ingieren (p. 141).
- 7.3 Describir el problema de ser herbívoro y la estrategia con que estos animales lo solucionan (p. 141).
- 7.4 Definir los conceptos de endotermia, homeotermia, ectotermia y poiquilotermia (p. 149).
- 7.5 Distinguir entre animales homeotermos y poiquilotermos (p. 149).
- 7.6 Definir rango operativo de temperatura (p. 154).
- 7.7 Mencionar los mecanismos utilizados por los poiquilotermos para mantenerse dentro del rango operativo de temperatura (pp. 154-155).
- 7.8 Comparar las ventajas y desventajas de la endotermia y ectotermia. (pp. 157-158).
- 7.9 Diferenciar el torpor de la hibernación (p. 159).
- 7.10 Ejemplificar animales que realizan torpor e hibernación (p. 159).
- 7.11 Definir el concepto de reloj biológico interno y ritmo circadiano (p. 164).

7.12 Mencionar procesos biológicos que quedan definidos por los relojes biológicos (p. 164).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 7.1, 7.2, 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.12 y 7.17.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. La limitación de una dieta basada en vegetales es el costo de degradar la celulosa. Para esto, lo cual los herbívoros se han asociado con microorganismos intestinales, que descomponen este polisacárido en azúcares más pequeños mediante la fermentación.

2 y 3 **no aplican.**

6. Las especies más grandes de poiquiloterms se ubican en las zonas tropicales y subtropicales porque en esa región la temperatura promedio se mantiene relativamente constante a lo largo del año. Debido a la relación área superficial/volumen, los animales grandes necesitan más tiempo de exposición al Sol para calentar toda su biomasa.

7. El tamaño corporal de los mamíferos tiende a aumentar hacia las zonas polares, debido a que estos animales necesitan mayor biomasa (músculos y grasas) para aislar los órganos internos de las bajas temperaturas del ambiente exterior.

8. Es más fácil capturar una serpiente por la mañana porque este es un animal poiquiloterms: necesita exponerse a la radiación solar en las primeras horas del día para iniciar con su metabolismo.

9. Porque los homeoterms necesitan generar mayor calor metabólico, mediante la respiración celular para conservar la temperatura corporal, dentro del rango operativo de temperatura; este calor se puede perder sin el aislamiento corporal.

10. Exponerse directamente a la radiación solar o buscar sombra, baños de agua y lodo, subir y bajar el cuerpo sobre rocas o tierra caliente, expandir o contraer el cuerpo para aumentar o disminuir la conducción, enterrarse, subir o bajar las patas.

11. Los animales de cuerpo pequeño intercambian más rápido el calor con el ambiente circundante.

10, 11 y 12 **no aplican.**

13. El torpor consiste en disminuir la temperatura corporal a un nivel que la actividad metabólica, principalmente el ritmo cardíaco y la respiración, mientras pasa el periodo del día en donde la temperatura ambiental es crítica. Durante la hibernación, la temperatura corporal y la actividad metabólica también se reducen mucho pero por periodos más largos, por ejemplo los meses de invierno.

14. **No aplica.**

15. Un ritmo circadiano es una función fisiológica que oscila en periodos (horas o meses) definidos, según variaciones en un parámetro ambiental. Por ejemplo, los animales definen su periodo de sueño con base en las horas de luz y oscuridad. La apertura y el cierre de la corola, a lo largo del día, según la actividad de los polinizadores.

16. La duración de horas luz determina la migración de muchas aves, la hibernación de mamíferos y la floración de las especies en las zonas templadas.

17. **No aplica.**

Capítulo 9

PROPIEDADES DE LAS POBLACIONES

Se define una población ecológica como el grupo de individuos de la misma especie que están procreando en una región y momento específico. Cada población posee propiedades muy particulares en cuanto a su tamaño, sus proporciones de individuos adultos, juveniles, machos y hembras. Esta estructura de individuos depende de los nacimientos, las defunciones y la dinámica de la dispersión de los individuos. El capítulo 9 define el concepto ecológico de población y explica detalladamente sus propiedades.

Objetivos específicos

- 9.1 Definir el concepto de población ecológica (p. 196).
- 9.2 Definir el concepto de distribución espacial y rango geográfico (p. 198 y Figura 9.3).
- 9.3 Mencionar los factores que delimitan la distribución de una población (p. 198).
- 9.4 Comprender el concepto de abundancia (pp. 199-200 y Figura 9.3).
- 9.5 Explicar los factores que influyen en la abundancia (p. 200).
- 9.6 Distinguir entre abundancia y densidad absoluta (pp. 200-201).
- 9.7 Cuantificar densidades absolutas (Figura 9.6).
- 9.8 Distinguir los tres patrones de distribución espacial de los individuos dentro de una población (p. 201, Figura 9.7 y Figura 9.8).
- 9.9 Justificar las razones por las cuales la distribución agregada es la más común (p. 201).
- 9.10 Explicar los métodos para determinar el tamaño de una población mediante muestreos: cuadrículas, captura – recaptura, índices de abundancia de vocalizaciones o excretas o huellas (pp. 202-203 y véase Cuantificando la ecología 9.1 y lectura complementaria *Abundancia y densidad*).
- 9.11 Decidir el método de estimación poblacional según el tipo de organismo (Cuadro lectura complementaria).
- 9.12 Calcular el tamaño de una población mediante el método captura – recaptura (p. 203).
- 9.13 Definir el concepto de estructura de edad o etaria (p. 204).
- 9.14 Citar las clases de edad de importancia ecológica (p. 204).
- 9.15 Mencionar los métodos para determinar la edad de los animales (pp. 205-206 y Figura 9.11).
- 9.16 Describir la importancia de las pirámides de edad (p. 207).
- 9.17 Diferenciar las pirámides de una población en crecimiento y una población de decline (Figura 9.13).
- 9.18 Reconocer la proporción sexual de las poblaciones silvestres (p. 208).
- 9.19 Definir los conceptos de dispersión, emigración e inmigración (p. 208).
- 9.20 Distinguir entre dispersión y migración (p. 209).

Las preguntas de estudio de este capítulo no forman parte de la evaluación del curso de *Ecología General* de la UNED.

Lectura complementaria: *Abundancia y densidad*

La población se expresa en términos absolutos, ya sea contando el número de todos los individuos de la población o por medio de la densidad poblacional ($D = \text{número de individuos por unidad de área}$). Pero es más frecuente expresar el tamaño de la población mediante índices de abundancia relativa.

Estos índices señalan el número de individuos o rastros detectados por unidad de esfuerzo muestral (kilómetros o minutos). La desventaja es que el índice solo es una estimación de la densidad y es válido únicamente para el momento en que se realizó el muestreo. La ventaja de un índice de abundancia consiste en que puede ser comparable con próximos muestreos en ese mismo lugar, lo que permite describir tendencias en los cambios en el tamaño de la población.

Los índices de abundancia se clasifican en directos e indirectos. El principal índice de abundancia directo se calcula al dividir el número total de individuos detectados por especie entre la longitud total del recorrido en un ambiente dado. Por ejemplo, un investigador recorrió un sendero de 2,7 km y en esa ruta observó 12 ranas rojas (*Dendrobates pumilio*); por consiguiente, la abundancia relativa de ranas rojas será $12 \text{ individuos}/2,7 \text{ km}$ y el resultado es 4,4 individuos/km. Otro índice directo es el de captura, en el cual se atrapan algunos individuos de la población mediante trampas o redes, que suelen ser colocadas sobre una línea recta separadas cada 20, 50 ó 100 m. Con este índice se reporta el tamaño de la población como el número de animales capturados dividido por el número de trampas o número de horas red. Por ejemplo, se extiende una red de niebla en la parte baja de un bosque por 5 horas en una noche. En ese periodo caen 9 murciélagos candeleros (*Carollia perspicillata*); por lo tanto, la abundancia será $9 \text{ individuos}/5 \text{ h/red}$, lo que da como resultado 1,8 individuos/hrs/red. En los casos en que los animales dejan señales de actividad, se utilizan los índices indirectos en los que se incluyen el conteo de huellas, excretas, nidos y madrigueras por una longitud recorrida (Ojasti & Dallmeier, 2000).

A continuación se presenta un cuadro con los estimadores del tamaño poblacional, los métodos y los grupos de organismos más indicados para utilizar cada método.

Tipo de estimador	Método de conteo	Unidades	Grupo de organismo	Factibilidad
Densidad absoluta	Cuadrantes	Individuos/ha Individuos/m ²	Árboles Animales sésiles o de movimiento lento	Requiere mucho trabajo, pero es muy preciso
	Captura - recaptura	Individuos	Aves y mamíferos	Limitado a fauna de los estratos inferiores del bosque. Trampas y materiales de marcado tienen un costo elevado
Abundancia relativa	Índice de abundancia	Individuos/km	Aves, anfibios, reptiles, mamíferos	Es fácil y barato. A veces la accesibilidad a todo el ambiente es limitado
	Índice de captura	Individuos/trampa Individuos/h/red	Aves, mamíferos pequeños e insectos	Trampas costosas. Acceso limitado
	Huellas o excretas	Huellas/km Excretas/km	Mamíferos grandes	Poco preciso. Requiere huellas o excretas frescas

Fuente:

Ojasti, J. y F. Dallmeier. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series. Washington, D. C. pp. 73 – 80.

Capítulo 10

CRECIMIENTO POBLACIONAL

El tamaño de una población cambia a lo largo del tiempo como consecuencia de los eventos de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración. Estos cambios en la cantidad de individuos que puede tener una población, son explicados por medio de funciones matemáticas. El capítulo 10 explica con detalle la manera en que se construyen dichos modelos; sin embargo, para este curso la aplicación de estas ecuaciones matemáticas, no forma parte de la evaluación. Más bien se dará énfasis a la definición de conceptos básicos.

Objetivos específicos

- 10.1 Distinguir una población cerrada de una población abierta (p. 215).
- 10.2 Definir los conceptos de tabla de vida y cohorte (pp. 218-219).
- 10.3 Explicar el significado de los símbolos l_x , n_x , d_x , q_x , e_x (pp. 220-221).
- 10.4 Citar la importancia de la tabla de vida en los estudios demográficos (p. 222).
- 10.5 Explicar los tres tipos de curvas de sobrevivencia (pp. 223-224 y Figura 10.9).
- 10.6 Definir el concepto de tasa de natalidad, tasa de fecundidad y tasa reproductiva neta R_0 (p. 225).
- 10.7 Reconocer los factores que pueden conducir a la extinción de una población.
- 10.8 Justificar por qué las poblaciones pequeñas son propensas a extinguirse (pp. 230-232).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 y 10.10

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. **No aplica.**
2. Un cuadro de vida es una manera esquematizada de presentar numéricamente las características específicas de la mortalidad y supervivencia por edades de una población. La construcción de una tabla de vida se basa en el número de individuos, que se observan en un muestreo en un tiempo determinado.
3. La tasa bruta de reproducción incluye el promedio de toda la cantidad de prole nacida de una hembra, mientras que la tasa reproductiva neta incluye únicamente a la cantidad promedio de hembras nacidas de una hembra.
4. Cuando la tasa neta de reproducción es inferior a 1 ($R_0 < 1$), la población está en declive debido a que las hembras no se reemplazan por otras mediante la natalidad. Por el contrario, si la tasa neta de reproducción es superior a 1 ($R_0 > 1$), las hembras en reproducción son reemplazadas por otras y esto permite que la población continúe en crecimiento.

- 5, 6, 7 y 8 **no aplican.**
9. Las condiciones ambientales, que cambian de forma repentina, pueden provocar la muerte de aquellos individuos menos adaptados fisiológicamente. También generan la disminución en los recursos alimenticios, la introducción de especies exóticas y la pérdida de hábitat.
10. Las poblaciones pequeñas son más propensas a extinguirse porque pocos individuos disminuyen la probabilidad de encontrar pareja en época reproductiva. También pueden romper las estructuras sociales y la proporción de sexos ya que al haber pocos individuos, aumenta la probabilidad de ser depredado. La diversidad de genes disminuye en poblaciones de baja densidad, lo que ocasiona deriva genética. Finalmente, en las poblaciones pequeñas es común la endogamia, que provoca infertilidad y malformaciones en las futuras generaciones.

Capítulo 11

REGULACIÓN INTRAESPECÍFICA DE LA POBLACIÓN

Las poblaciones no crecen indefinidamente debido a que existen factores limitantes impuestos por el ambiente que provocan que la natalidad y la mortalidad lleguen a un equilibrio.

Objetivos específicos

- 11.1 Definir el concepto de capacidad de carga K (p. 236).
- 11.2 Explicar el modelo logístico de crecimiento poblacional (p. 237 y lectura complementaria *Curva sigmoidea*).
- 11.3 Citar los efectos dependientes de la densidad (pp. 237-240).
- 11.4 Definir los conceptos de competencia intraespecífica, de pelea, de torneo, de explotación y de interferencia (p. 240).
- 11.5 Definir los conceptos de área de acción y territorio (p. 246).

Lectura complementaria: *La curva de crecimiento Sigmoidea o en forma de S*

La curva en forma de S describe el crecimiento de una población en un ambiente nuevo y favorable (Sutton, 2000). La curva presenta tres fases claramente:

- a) Fase demorada: fase inicial, caracterizada por un lento crecimiento en la que los organismos se aclimatan al nuevo ambiente.
- b) Fase logarítmica: período de crecimiento exponencial rápido, la natalidad incrementa.
- c) Nivel de equilibrio: la población alcanza la capacidad de carga, los factores denso-dependientes impiden que la población siga creciendo. Un incremento de la población, en este punto, producirá que la mortalidad supere a la natalidad.

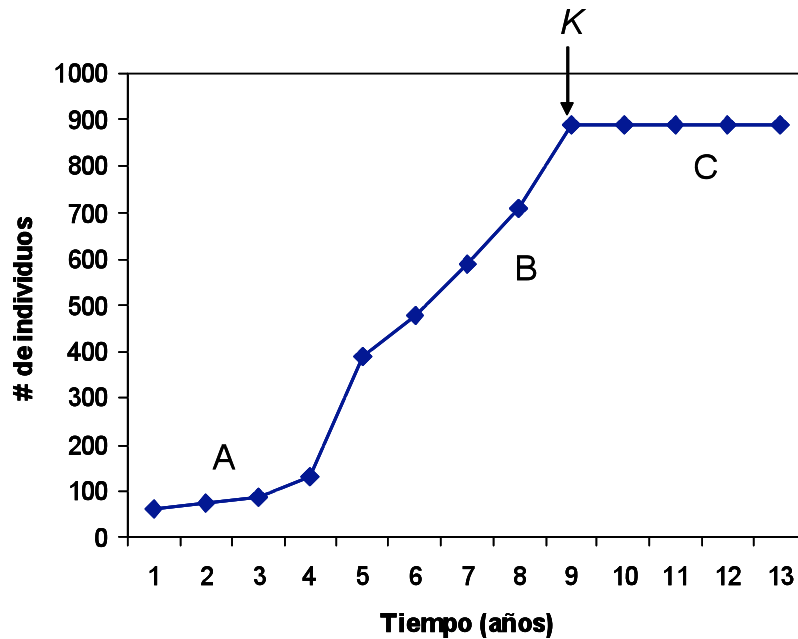


Figura 2. Curva sigmoidea de crecimiento poblacional en donde A representa la fase demorada, B es la fase logarítmica y C corresponde al nivel de equilibrio impuesto por la capacidad de carga (K).

Fuente:

Sutton, D. (2000). *Fundamentos de ecología*. México: Limusa.

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 11.1, 11.2 y 11.3.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. En el modelo exponencial, la población crece indefinidamente; mientras que en el modelo logístico, la capacidad de carga marca el fin del crecimiento exponencial, lo provoca que la población alcance un nivel de equilibrio con el ambiente.
2. La capacidad de carga es el tamaño máximo de población que el ambiente puede soportar. Mientras más cerca esté el tamaño poblacional de la capacidad de carga, menor será su crecimiento.
3. **No aplica.**

4. En la competencia de pelea se supone que los recursos son limitados para todos los individuos por igual; mientras que en la competencia de torneo habrá individuos que posean los recursos y se nieguen a compartirlos con los otros.
5. El área de acción corresponde a la que un animal se desplaza durante un año en busca de alimento, pareja y refugio; el territorio es una porción del área de acción que el animal defiende en un momento determinado.
- 6, 7, 8 y 9 **no aplican.**

Capítulo 13

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

La competencia interespecífica se puede definir como una interacción biológica entre organismos de diferentes especies que requieren una misma fuente de alimento o un mismo sitio para refugiarse o reproducirse. La competencia se presenta cuando los elementos del hábitat escasean y no son suficientes para sostener a ambas especies.

Objetivos específicos

- 13.1 Definir el concepto de competencia interespecífica (p. 272).
- 13.2 Comprender los seis tipos de interacción competitiva (pp. 272-273).
- 13.3 Explicar el principio de exclusión competitiva (p. 276).
- 13.4 Distinguir entre nicho fundamental y nicho efectivo de una especie (p. 287).
- 13.5 Comprender el concepto de solapamiento de nicho (p. 288).
- 13.6 Explicar el concepto de repartición de recursos en especies coexistentes (pp. 289-291).
- 13.7 Definir el concepto de hábitat (lectura complementaria: *Concepto de hábitat*).

El estudiante puede reforzar los conocimientos con los resúmenes 13.1, 13.9 y 13.10

Las preguntas de estudio de este capítulo no forman parte de la evaluación del curso.

Lectura complementaria: *Concepto de hábitat*

Los animales y otros organismos no están distribuidos de forma homogénea o aleatoria sobre los ambientes acuáticos o terrestres, sino que parecen seleccionar sitios con características físico-químicas particulares para vivir. Según Treffthen (1964), el hábitat es la suma de los factores del ambiente (alimento, refugio y agua), que una especie dada requiere para poder sobrevivir y reproducirse en un área. En pocas palabras, el hábitat es el lugar donde vive una especie; pero el hecho de que un lugar no esté habitado por una población no significa necesariamente que esa área no es apta para la sobrevivencia de la especie, ya que puede ser que los individuos no puedan colonizar ese hábitat potencial debido a barreras geográficas o ambientales.

Capítulo 14

DEPREDACIÓN

La depredación es un tipo de relación interespecífica que consiste en la caza y muerte que sufren algunas especies (presa) a causa de otras que se las comen, llamadas depredadores.

La depredación ocupa un rol importante en la selección natural e influye en la evolución tanto del depredador como de la presa.

Objetivos específicos

- 14.1 Identificar los tipos de depredación (p. 300).
- 14.2 Definir el concepto de respuesta funcional (p. 303).
- 14.3 Explicar la respuesta funcional tipo I, II y III (pp. 303-305 y Figura 14.3).

- 14.4 Mencionar las respuestas numéricas que dan las poblaciones de depredadores ante los cambios en la densidad de las presas (pp. 306-307).
- 14.5 Explicar la teoría de aprovisionamiento óptimo (p. 308).
- 14.6. Explicar e identificar las defensas que han desarrollado los animales presa contra los depredadores (pp. 313-315).
- 14.7 Mencionar las defensas de las plantas contra los herbívoros (pp. 319-321).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 14.1, 14.4, 14.5, 16.6, 14.10, 14.12 y 14.13.

Las preguntas de estudio de este capítulo no forman parte de la evaluación del curso.

Capítulo 15

PARASITISMO Y MUTUALISMO

El parasitismo es aquella interacción en la que una especie (el parásito) consigue un beneficio nutricional o energético de una relación estrecha con otra especie llamada hospedero. Esta última es afectada negativamente.

El mutualismo es la interacción entre dos especies. Ambas se benefician y garantizan su sobrevivencia. En algunos casos el grado de dependencia entre las dos especies es tan alto que una no podría perpetuarse sin la presencia de la otra.

Objetivos específicos

- 15.1 Definir el concepto de parasitismo (p. 328).
- 15.2 Distinguir entre ectoparásito y endoparásito (p. 328).
- 15.3 Identificar la transmisión de parásitos de forma directa y por medio de un vector (pp. 228-229).
- 15.4 Definir los conceptos de comensalismo y mutualismo (p. 335).

- 15.5 Distinguir entre mutualismo simbiótico y asimbiótico (pp. 335-336).
- 15.6 Reconocer la polinización como un tipo de mutualismo (p. 341).
- 15.7 Citar las recompensas que ofrecen las plantas a los polinizadores (p. 341).
- 15.8 Mencionar las estrategias que utilizan las plantas para impedir el consumo de frutos inmaduros (p. 344).
- 15.9 Indicar las estrategias de las plantas para atraer a los animales frugívoros (p. 344).
- 15.10 Explicar los beneficios que obtienen las semillas consumidas por frugívoros (p. 344).
- 15.11 Distinguir los diferentes tipos de síndromes de polinización (Lectura complementaria: *Síndromes de polinización*).

El estudiante puede reforzar su conocimiento con los resúmenes 15.1, 15.3, 15.4, 15.9, 15.13 y 15.14

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. En la depredación ocurre la muerte inmediata de la presa, mientras que en el parasitismo la especie afectada interactúa con el parásito por un periodo más prolongado y no necesariamente morirá como consecuencia de esa interacción. Además, el depredador suele ser más grande que la presa, mientras que el parásito es más pequeño en comparación con su hospedero.
- 2 y 3 **no aplican.**
4. El mutualismo es una interacción positiva entre dos especies (+/+), en la que ambas se benefician. Algunos ejemplos de mutualismo son los líquenes: una microalga provee de azúcar a un hongo que la rodea y la protege de la desecación. También está la interacción entre los arbustos cornizuelos (*Acacia sp*) del bosque seco, que le ofrecen refugio y néctar a una colonia de hormigas que la defienden de los herbívoros. Otro caso son las bacterias *Rhizobium* que forman nódulos en las raíces de las leguminosas. Estas bacterias transforman el nitrógeno gaseoso a amoníaco, el cual puede ser absorbido por las raíces, mientras que la planta le ofrece carbono a las bacterias. Otro ejemplo es la cooperación que existe entre plantas – polinizadores y plantas – dispersores de semillas.

5. El mutualismo simbiótico forzoso implica una dependencia obligada entre ambas especies, al punto que la extinción de una especie provocaría la extinción de la otra. Por el contrario, en el mutualismo no forzoso no existe fidelidad entre ambas especies; es decir, una especie interactúa con dos o más especies para obtener el mismo beneficio.
6. La frugivoría se trata de un mecanismo muy eficiente para dispersar las semillas porque estas viajan distancias considerables en el tracto digestivo, desde la planta madre; entonces, disminuye la competencia. Igualmente, las semillas son escarificadas en el tracto digestivo, lo que facilita la germinación del embrión.
7. En las estrategias mutualistas no siempre las dos especies son beneficiadas. Tal es el caso de la polinización: hay casos en que los animales visitan las flores y sustraen el néctar o el polen pero no polinizan la planta.

Lectura complementaria: *Síndromes de polinización*

Las interacciones planta-polinizador suponen cierto grado de correspondencia entre diferentes caracteres morfológicos de las flores y tipos de visitante. Esta correspondencia específica entre las flores y los visitantes es conocida como síndrome de polinización y se basa en una visión co-evolucionista (Faegri y van der Piel, 1971). Es decir, la teoría de los síndromes de polinización postula que los polinizadores visitarán una determinada flor si cumple con ciertas características; de esta manera, habrá flores que solo son polinizadas por aves (ornitofilia), otras solo por mariposas (lepidopterofilia), otras por abejones y escarabajos (coleopterofilia), otras por abejas y abejorros (himenopterofilia). Sin embargo, esta especificidad entre planta-polinizador ha sido cuestionada, debido a que la mayoría de interacciones ocurren entre grupos muy variados de plantas y animales (Feinsinger, 1983).

A continuación se presenta un cuadro, que resume los principales síndromes de polinización:

Característica de la flor	<u>Tipo de síndrome</u>			
	Himenopterofilia	Ornitofilia	Coleopterofilia	Lepidopterofilia
Color de corola	Amarillas y azules	Rojas y anaranjadas	Crema y amarillas	Rojas, anaranjadas y amarillas
Forma de corola	Muy compleja y con plataforma de aterrizaje	Tubular	Plana o copa	Plana o tubular
Posición de la flor	Cualquiera	Horizontal o pendulada	Erecta	Horizontal o erecta

Fuentes:

Faegri, K. y L. van der Pijl. (1971). *The Principles of Pollination Ecology*. UK: Pergamon Press.

Feinsinger, P. (1983). "Coevolution and Pollination". En: D. Futuyma y M. Slatkin (eds). *Coevolution*. Estados Unidos: Sinauer Associates, pp. 282-311.

Capítulo 16

ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES

El grupo de especies que ocupan un área determinada y que interactúan tanto directa o indirectamente se llama comunidad. El uso de este término sugiere una diversidad biológica, una estratificación y organización de las especies y el flujo de energía de una especie a otra.

Objetivos específicos

- 16.1 Definir los conceptos de comunidad, riqueza de especies, abundancia relativa y equitatividad de especies (pp. 350-351).
- 16.2 Comprender la importancia de los índices de diversidad (p. 351).
- 16.3 Explicar la utilidad del índice de Simpson (p. 351).

- 16.4 Explicar el concepto de dominancia ecológica y especie clave (p. 353).
- 16.5 Describir e identificar una cadena trófica o alimenticia (p. 356).
- 16.6. Definir el concepto de niveles tróficos (p. 357).
- 16.7 Diferenciar entre gremio y grupo funcional (p. 358).
- 16.8 Caracterizar la estructura vertical de un bosque (pp. 359-360 y Figura 16.4).
- 16.9 Caracterizar la estructura vertical de una comunidad acuática (p. 360).
- 16.10 Definir el concepto de zonación (p. 361).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6 y 16.7

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. La riqueza de especies es el número de especies presentes en una comunidad; la equitatividad hace referencia a la abundancia relativa que aporta cada especie a esa comunidad; así, una comunidad será más equitativa cuando la mayoría de las especies posea una abundancia relativa similar.
2. La especie dominante es aquella que posee la abundancia relativa más alta y la especie clave representa aquella que juega un papel importante en mantener el equilibrio de la comunidad, sin importar la abundancia.
3. Las plantas son especies basales, porque forman el primer nivel trófico; es decir, todos los otros niveles tróficos dependen directa o indirectamente de las especies basales.
4. La estratificación vertical, en ambientes terrestres, está basada en el hábito de crecimiento de las plantas (hierbas, arbustos, árboles, bejucos) y la distribución de la luz; la estratificación vertical acuática se basa en la distribución de componentes abióticos, como temperatura y luz, en la columna de agua.
5. La zonación es el cambio en la estructura horizontal desde el borde hasta el interior del paisaje.
6. **No aplica.**

Capítulo 18

DINÁMICA DE LAS POBLACIONES

En el capítulo anterior se definió el concepto de comunidad y se describieron sus características. Sin embargo, tanto la riqueza como la dominancia y la estructura de una comunidad cambia a lo largo del tiempo. Dicho proceso de cambio de una comunidad se denomina sucesión y es explicado en el presente capítulo.

Objetivos específicos

- 18.1 Definir el concepto de sucesión (p. 392 y Figura 18.1).
- 18.2 Caracterizar las especies pioneras (heliófitas) y las especies tardías (esciófitas) de la sucesión (pp. 393-394, Lectura complementaria. *Tipos ecológicos de plantas*).
- 18.3 Diferenciar entre sucesión primaria y sucesión secundaria (pp. 396-398).
- 18.4 Distinguir entre cambios autogénicos y alogénicos (p. 400).
- 18.5 Explicar la manera en que la sucesión produce cambios en la diversidad de la comunidad (pp. 404-405).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 18.1, 18.2, 18.3, 18.5 y 18.6.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. La zonación describe la manera en que cambia una comunidad a lo largo del paisaje, en un mismo periodo; la sucesión describe la manera en que una población reemplaza a otra a lo largo del tiempo (años o siglos).
2. La sucesión primaria inicia cuando un sustrato es provisto para ser colonizado por primera vez por los organismos; en la sucesión secundaria el sustrato fue durante un tiempo colonizado por organismos y vuelve a

quedar expuesto después de una perturbación como inundaciones, deslizamientos o deforestación.

3, 4, 5, 6, 7 y 8 **no aplican.**

Lectura complementaria: *Tipos ecológicos de plantas*

Las especies pioneras son un tipo ecológico de plantas, que germinan en un claro de bosque después de la caída de un árbol. Ellas crecen rápido en altura y su crecimiento se mantiene suprimido por las especies del dosel. También son llamadas especies intolerantes a la sombra, ya que sus plántulas requieren alta radiación solar y mueren debajo del dosel. Algunas veces, las pioneras reciben el nombre de heliófitas, debido a que colonizan campos abiertos o superficies deforestadas. Estas especies caracterizan los bosques secundarios, pronto alcanzan el estadio reproductivo, producen cosechas (frutos) abundantes y semillas livianas, dispersadas por el viento o animales. Entre las heliófitas se diferencian dos grupos: las efímeras y las durables. Las heliófitas efímeras son hierbas o árboles de madera suave que viven hasta 15 años. Las heliófitas durables son árboles de estaturas grandes, que reemplazan a las efímeras, las semillas pueden ser pequeñas o medianas y pasan más tiempo en el banco de semillas del suelo (Whitmore, 1990).

Las especies tardías, también llamadas especies clímax, usualmente germinan y forman el dosel. Son comunes en bosques maduros o primarios. Otros nombres que reciben son especies tolerantes a la sombra y especies esciófitas. Las plántulas crecen lentamente en sitios con poca radiación, después de establecido el bosque secundario y la mayoría muere antes de alcanzar 1 m de altura. La madera de las esciófitas frecuentemente es oscura, dura, pesada y a veces contiene silicio.

Las hojas tienen larga vida y baja tasa de renovación. La producción de frutos es muy espaciada entre una fructificación y otra. Las semillas suelen ser grandes, no toleran altas temperaturas ni sequedad, pueden permanecer en estado latente por mucho tiempo y son dispersadas primero por gravedad y luego por mamíferos de sotobosque como saínos y roedores. Estos árboles son los más altos y longevos de un bosque con más de 30 años de edad (Whitmore, 1990).

Ejemplos de especies heliófitas y esciófitas de los bosques de Costa Rica

Nombre vernáculo	Nombre científico	Tipo ecológico de planta
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Heliófito
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Heliófito
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	Heliófito
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Heliófito
Lengua de vaca	<i>Conostegia sp.</i>	Heliófito
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Heliófito
Guachipelín	<i>Diphysa americana</i>	Esciófito
Targua	<i>Croton draco</i>	Heliófito
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Heliófito
Higuerón	<i>Ficus sp</i>	Heliófito
Anisillo	<i>Piper sp.</i>	Heliófito
Botarrama	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Heliófito
Fruta dorada	<i>Virola sebifera</i>	Esciófito
Huevos de caballo	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Esciófito
Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i>	Esciófito
Olla de mono	<i>Lecythis sp.</i>	Esciófito
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Esciófito
Aguacatillo	<i>Cinnamomum sp</i>	Esciófito

Fuente:

Whitmore, T. C. (1990). *An introduction to Tropical Rain Forest*. New York: Clarendon press, pp. 102-107.

Capítulo 20

ENERGÉTICA DEL ECOSISTEMA

Una de las funciones primarias del ecosistema es distribuir el flujo de energía, proveniente del Sol, entre varios consumidores, hasta la disipación final, mediante una serie de transformaciones energéticas conocida como cadena trófica. La cadena trófica o cadena alimenticia es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.

Objetivos específicos

- 20.1 Reconocer la primera y segunda ley de la termodinámica (p. 445).
- 20.2 Distinguir entre producción primaria bruta y producción primaria neta (p. 445).
- 20.3 Relacionar la temperatura y la radiación solar con la producción primaria en ecosistemas terrestres (p. 446).
- 20.4 Explicar el flujo de energía en las cadenas tróficas de los herbívoros y de los descomponedores (pp. 462-463).
- 20.5 Comparar el flujo de energía entre los niveles tróficos de las cadenas de herbívoros y detritívoros (p. 463 y Figura 20.18).
- 20.6 Explicar la disminución de energía en los niveles tróficos en base a la Ley de Diezmo Ecológico (p. 465).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 20.1, 20.2, 20.3, 20.9 y 20.12

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. La comunidad incluye las interacciones entre las poblaciones, mientras que el concepto de ecosistema incluye las interacciones de las poblaciones con los componentes abióticos.
 2. La producción primaria bruta es la energía fijada por los autótrofos mediante la fotosíntesis. La energía es transformada en biomasa; sin embargo, parte de la biomasa debe ser metabolizada mediante la respiración celular, debido a que los autótrofos también requieren energía para sus funciones vitales. La energía que queda disponible después de la respiración celular es lo que se conoce como producción primaria neta.
 3. En los ecosistemas terrestres, la producción primaria neta está directamente relacionada con la temperatura y la precipitación; es decir que la producción primaria aumenta con el incremento de la temperatura y la precipitación media anual. La región tropical cuenta con alta radiación solar, por lo que la temperatura es mayor en ese sitio en comparación con otras latitudes. A mayor temperatura hay más evaporación y por ende abundantes precipitaciones todo el año. Estos tres parámetros abióticos combinados mantienen mayores tasas fotosintéticas.
- 4, 5, 6, 7 y 8 **no aplican.**
8. Las dos cadenas tróficas principales son la cadena trófica de los herbívoros y la cadena trófica de los detritívoros. La cadena de los herbívoros provee materia prima a la cadena de los detritívoros en forma de excrementos y de materia orgánica de animales y plantas muertos.
- 10 **No aplica.**

Capítulo 21

DESCOMPOSICIÓN Y CIRCULACIÓN DE NUTRIENTES

En un ecosistema la mayoría de los nutrientes se reciclan, incluyendo el carbono. Entre los procesos implicados en el reciclado de nutrientes en un ecosistema, están los de descomposición y mineralización de nutrientes; los factores ambientales controlan el ritmo con el que ocurren dichos procesos. Los cuales varían entre los ecosistemas terrestres y los ecosistemas acuáticos.

Objetivos específicos

- 21.1 Definir el concepto de descomposición (p. 472).
- 21.2 Reconocer los grupos de los organismos que realizan descomposición (p. 472).
- 21.3 Enumerar los factores que influyen en la tasa de descomposición (p. 474).

El estudiante puede reforzar el conocimiento con los resúmenes 21.2 y 21.4,

Las preguntas de estudio no forman parte de la evaluación de este curso.

Todos los nutrientes fluyen desde los componentes no vivos del ecosistema a los vivos. Luego vuelven a los elementos abióticos mediante una ruta conocida como ciclo biogeoquímico.

Capítulo 22

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Se denomina ciclo biogeoquímico al intercambio de cantidades masivas de carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, y otros elementos, entre los componentes vivientes y no vivientes del ambiente (atmósfera, tierra y agua). El proceso ocurre mediante una serie de procesos de producción y descomposición.

Objetivos específicos

- 22.1 Definir el concepto de ciclo biogeoquímico (p. 496).
- 22.2 Establecer diferencias y similitudes entre los ciclos gaseosos y los sedimentarios (p. 497).
- 22.3 Reconocer las vías por las cuales entran los nutrientes a los ecosistemas (p. 498).
- 22.4 Explicar las etapas del ciclo del carbono incluyendo la fotosíntesis, cadena trófica y respiración celular (pp. 500-501 y Figura 22.2).
- 22.5 Explicar las etapas del ciclo del nitrógeno incluyendo deposición húmeda, fijación cósmica y biológica, procesos bacterianos, amonificación, nitrificación, desnitrificación (pp. 504-507 y Figuras 22.7 y 22.8).
- 22.6 Explicar la importancia de la meteorización y sedimentación en el ciclo del fósforo (pp. 507 y 510).
- 22.7 Explicar las fases del ciclo del azufre incluyendo las fuentes de entradas a la atmósfera, transformaciones de sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y ácido sulfúrico, aminoácidos, cadenas tróficas, bacterias sulfurosas incoloras, bacterias verdes y púrpuras y rocas piríticas (pp. 511-512).

El estudiante puede reforzar sus conocimientos con los resúmenes 22.1, 22.2, 22.3, 22.5, 22.7, 22.8, 22.9, 22.10 y 22.11.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. El carbono permanece en la atmósfera en forma de CO_2 , el cual es absorbido por los productores durante la fotosíntesis y transformado en moléculas orgánicas. Las moléculas orgánicas pasan a todos los seres vivos a través de las cadenas tróficas. Todos estos organismos degradan las moléculas orgánicas mediante la respiración celular y liberan CO_2 nuevamente a la atmósfera.
2. **No aplica.**
3. Fijación es el proceso por el cual el N_2 gaseoso se combina con el agua para transformarse en amonio y nitrato, ya sea por la vía cósmica o biológica. Amonificación consiste en la transformación de la materia orgánica en amonio por la acción de las bacterias. Nitrificación es el proceso aeróbico por el cual las bacterias nitrificantes transforman el amonio en NO_2 y NO_3 . Desnitrificación constituye un proceso anaeróbico en el que las bacterias desnitrificantes transforman el NO_2 en nitrógeno gaseoso, que regresa a la atmósfera.
4. El nitrógeno gaseoso puede ser fijado por la vía cósmica mediante los rayos eléctricos o por medio de la acción de bacterias y cianobacterias. Estas se encuentran presentes en los nódulos de las raíces de las legumbres o de vida libre en el suelo y agua.
5. Las fuentes de azufre son los depósitos orgánicos e inorgánicos del suelo y los fondos oceánicos. Además de la descomposición y erosión de los depósitos, el azufre puede llegar a la atmósfera en forma gaseosa por acción de las erupciones volcánicas o la combustión de fósiles.
6. La fuente de fósforo está constituida por las rocas sedimentarias.
7. Los fosfatos son la principal fuente de fósforo en ecosistemas acuáticos.
8. **No aplica.**

Capítulo 23

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Los ecosistemas terrestres son aquellos que se encuentran sobre la capa de la Tierra superficial de la biosfera. Se clasifican en categorías llamadas biomas. Los principales biomas terrestres son los siguientes: bosque tropical, bosque templado, bosque de coníferas, sabana tropical, praderas templadas, chaparral, tundra y desierto.

Objetivos específicos

23.1 Caracterizar la selva tropical incluyendo los componentes abióticos y bióticos (pp. 524-526 y Figura 23.6).

Resumen 23.2.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. La principal diferencia es que en la selva lluviosa tropical, la precipitación se mantiene constante a lo largo del año y la vegetación es perennifolia con muchas especies de hojas anchas; y en el bosque seco tropical hay una marcada estación seca que dura de 5 a 8 meses además, la mayoría de la vegetación es caducifolia, ya que pierde las hojas durante la sequía.
2. Los estratos de la selva lluviosa tropical, partiendo desde el suelo, son los siguientes: las hierbas y los helechos, el sotobosque, el estrato medio con árboles de porte bajo a mediano, el dosel o bóveda superior y los árboles emergentes.
3. La tasa de producción primaria neta y de descomposición son influenciadas positivamente por el ambiente cálido de la selva tropical; es decir, las tasas tienden a ser más altas en estos tipos de ambientes.
4. Los árboles de las selvas lluviosas tropicales poseen hojas siempre verdes, generalmente anchas y con el ápice alargado para decantar con rapidez el exceso de agua.

Las preguntas de la 5 a la 18 no aplican en este curso.

Capítulo 24

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Se entiende por ecosistemas acuáticos a todos aquellos ecosistemas que tienen por biotopo algún cuerpo de agua como: mares, océanos, ríos, lagos y demás fuentes. Los dos tipos más destacados son los siguientes: los ecosistemas marinos y los ecosistemas de agua dulce.

Objetivos específicos

- 24.1 Describir los componentes abióticos y bióticos de los arrecifes de coral (pp. 563-564).
- 24.2 Explicar el factor abiótico limitante para la sobrevivencia de un arrecife (p. 564).

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ESTUDIO

De la 1 a la 8 **no aplican.**

- 9. Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos muy complejos, formados principalmente por corales y macroalgas. Se desarrollan en el litoral costero, donde el agua es poco profunda y la luz resulta abundante.

Capítulo 25

TRANSICIONES TIERRA-AGUA

Entre el agua dulce y la tierra existen zonas de transición caracterizadas por la presencia de pantanos terrestres habitados por plantas especializadas, las cuales aparecen en ciertas épocas del año o todo el año. Estas zonas son las siguientes: las marismas, las ciénagas, las turberas ácidas y las zonas de vegetación presentes en ríos y lagos.

Objetivos específicos

- 25.1 Describir los componentes abióticos necesarios para que se desarrolle un bosque de manglar (p. 575).
- 25.2 Mencionar las adaptaciones de la vegetación que constituye un manglar (p. 575).
- 25.3 Explicar la importancia de los manglares para el ciclo de vida de crustáceos y peces (p. 576).

Resumen 25.5

Las preguntas de estudio no aplican para la evaluación de este curso.