

CLASIFICACION DE ECOSISTEMAS

Lic. Verónica Labourdette

El estudio de los ecosistemas ha adquirido una especial relevancia ya que en la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) (o en inglés “Convention on Biological Diversity”) —ratificado por más de 175 países en Río de Janeiro en junio de 1992— se estableció **“la protección de los ecosistemas, los hábitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales”** como un compromiso de los países ratificantes. Esto ha creado la necesidad de identificar espacialmente los ecosistemas y clasificarlos.

Los ecosistemas pueden clasificarse por sus características estructurales o bien por las funcionales.

Según características estructurales:

Las características físicas y la vegetación son los determinantes para este tipo de clasificación.

Los ecosistemas pueden ser marinos, de agua dulce y terrestres.

En los **ambientes terrestres la vegetación suele suministrar una macro-característica** que integra a la flora y a la fauna con las condiciones de clima, agua y suelo. En este sentido, se estudian los principales biomas: tundras, bosques templados y tropicales, praderas templadas, sabanas, desiertos, y todas sus subclasificaciones.

En los **ambientes acuáticos**, donde las plantas a menudo suelen ser poco conspicuas, se usa otra macro-característica, la estructura física dominante, como “agua estancada”, “agua corriente”, “plataforma continental marina”, etcétera, suele suministrar una base para reconocer los principales tipos de ecosistemas. Los ecosistemas acuáticos incluyen las aguas de los océanos y las aguas continentales dulces o saladas, entre los de agua dulce algunos de los que se estudian son los lagos, estanques, ríos, arroyos y humedales; y entre los marinos, el de playa o costero, estuarios, plataforma continental, mar abierto, mar profundo, mar abisal, etc.

Según características funcionales:

Los ecosistemas pueden clasificarse según el origen y la calidad de la energía disponible.

En la siguiente tabla se describen, según la fuente, el nivel y la cantidad de energía que utilizan, cuatro tipos principales de ecosistemas. Los ecosistemas utilizan dos fuentes principales de energía diferentes: energía solar y energía no solar, que puede ser química o nuclear. En consecuencia, se puede notar la diferencia entre los sistemas que funcionan **con energía solar y los sistemas que funcionan con aporte de otro tipo de energía o combustible**, reconociendo que en algunos casos es posible usar energía de ambas fuentes. Al comparar estos principales tipos de ecosistemas, se puede hablar del flujo de energía por unidad de área, medida que representa la cantidad de desorden o entropía del sistema.

Categoría	Ejemplo	Flujo anual de energía (kcal/m ²)
1. Ecosistemas naturales que funcionan con energía solar (solares) y sin subsidios de energía	Mar abierto, bosques de tierras altas	1.000-10.000
2. Ecosistemas naturales que funcionan con energía solar (solares) y están subsidiados por otras energías naturales	Estuarios en zonas de mareas	10.000-40.000
3. Ecosistemas que funcionan con energía solar (solares) y están subsidiados por el hombre	Agricultura, acuicultura	10.000-40.000
4. Tecnoecosistemas o urbanos industriales que funcionan con combustible (energía de combustibles fósiles u otros combustibles orgánicos o nucleares)	Ciudades, suburbios, parques industriales	100.000-3.000.000

Categoría 1: Ecosistemas naturales que funcionan con energía solar (solares) y sin subsidios de energía

Los sistemas de la naturaleza que dependen en su mayor parte o totalmente de los rayos solares pueden denominarse ecosistemas solares sin subsidios (categoría 1). Se dice que no están subsidiados hablando en el sentido de que tienen muy pocas, en caso de tener, fuentes de energía auxiliar para incrementar o complementar la radiación solar. Los humanos deben ser alentados para proteger y comprender los beneficios de los sistemas que pertenecen a esta

categoría. El mar abierto, los grandes trechos de bosques de las tierras altas, las praderas y los lagos profundos de gran tamaño son algunos ejemplos de ecosistemas solares sin subsidios. Estos ecosistemas a menudo se encuentran sujetos también a otras limitaciones, como la escasez de nutrientes o de agua. En consecuencia, los ecosistemas de esta amplia categoría varían mucho, pero en general son sistemas de baja energía y productividad o capacidad para realizar trabajo. Los organismos que habitan dichos sistemas han evolucionado por selección natural. La importancia de estos sistemas reside en que purifican a diario grandes volúmenes de aire, se recicla el agua, se controla el clima: al tiempo que los cambios climáticos se moderan y se realizan muchas otras tareas que resultan de gran utilidad. Estos procesos y servicios se denominan capital natural. Una porción de la necesidad de alimentos y fibras de los humanos se produce como un subproducto sin costo económico o esfuerzo de administración humana.

Categoría 2: Ecosistemas naturales que funcionan con energía solar (solares) y están subsidiados por otras energías naturales

Cuando es posible usar fuentes auxiliares de energía para incrementar la radiación solar, la densidad potencial puede elevarse considerablemente, tal vez hasta en un orden de magnitud. Recordemos que un **subsidio energético constituye una fuente auxiliar de energía que reduce el costo unitario del auto mantenimiento en el ecosistema y por lo tanto aumenta la cantidad de energía solar que puede transformarse en producción orgánica**. En otras palabras, la energía solar se aumenta por energía de otro tipo, liberándola así para la producción orgánica. Este tipo de subsidios pueden ser naturales o sintéticos o una combinación de ambos). Un estuario costero constituye un ejemplo de ecosistema natural subsidiado por la energía auxiliar de las mareas, las olas y las corrientes. Como el cambio del nivel del agua permite un reciclaje, por lo menos parcial, de nutrientes minerales y transporta alimentos y desechos, los organismos del estuario pueden concentrar sus esfuerzos, por decirlo de una manera sencilla, en lograr una conversión más eficaz de la energía solar a materia orgánica. Realmente los organismos del estuario están adaptados a usar la potencia de las mareas. En consecuencia, los estuarios tienden a ser más fértiles que, por ejemplo, la tierra firme adyacente o un estanque que recibe la misma alimentación solar, pero que no cuenta con el beneficio del subsidio energético de las mareas. Los subsidios que incrementan la productividad también se presentan de formas diversas: el viento y la lluvia en una selva de lluvia tropical, el flujo de agua en un arroyo o la materia orgánica y los nutrientes que recibe un pequeño lago de su cuenca.

Categoría 3: Ecosistemas que funcionan con energía solar (solares) y están subsidiados por el hombre

Los seres humanos aprendieron desde hace mucho cómo modificar y subsidiar la naturaleza para obtener beneficios directos, y cada vez tienen más habilidades no sólo para incrementar la productividad, sino también para canalizarla de manera más específica hacia materiales alimenticios que resulten cosechados, procesados y utilizados de una manera más sencilla. La agricultura y la acuicultura (cultivos en agua) constituyen los principales ejemplos de la categoría 3, que refiere a los ecosistemas so lares que subsidia el hombre. **Se alcanza un alto rendimiento en alimentos mediante un gran suministro de combustibles fósiles** (y en la agricultura primitiva por la mano de obra humana y animal) **para el cultivo, la irrigación, la fertilización, la selección genética** (selección artificial) **y el control de plagas**. De este modo, el combustible para los tractores, como también el trabajo animal o humano, constituye un suministro de energía para los agroecosistemas equivalente a la luz solar y puede medirse en calorías gastadas no sólo en el campo, sino también al procesar y transportar los alimentos al supermercado.

La productividad de los ecosistemas solares subsidiados naturalmente y por el hombre son semejantes. La diferencia real entre estos dos, es la distribución del flujo de energía. Las personas canalizan toda la energía posible hacia los alimentos de uso inmediato, mientras que la naturaleza tiende a distribuir los productos de la fotosíntesis entre muchas especies y productos y almacenar energía de reserva para tiempos difíciles, conocida como estrategia de diversificación para la supervivencia.

Agroecosistemas

Los agroecosistemas o ecosistemas agrícolas difieren de los naturales en tres aspectos fundamentales: 1) la energía auxiliar que subsidia a la energía solar se encuentra bajo control humano y consta de mano de obra humana y animal, fertilizantes, pesticidas, agua de irrigación, maquinaria que funciona con combustible. etc., 2) la diversidad de los organismos y cosechas se ve grandemente reducida para maximizar el rendimiento de cosechas alimenticias específicas u otros productos, y 3) las plantas y animales fueron seleccionados por selección artificial en vez de por selección natural. En otras palabras, los agroecosistemas están diseñados y administrados para canalizar el máximo de la conversión de energía solar y subsidios energéticos hacia productos comestibles o comerciales por un proceso doble: 1) empleando energía auxiliar para realizar trabajo de mantenimiento, que en los sistemas naturales sería realizado mediante energía solar, permitiendo así la conversión de mayor cantidad de energía solar directamente a alimento; y 2) por selección genética de plantas alimenticias y animales domésticos para optimizar el rendimiento, en el ambiente especializado y con subsidio energético. Como en todo uso intensivo y especializado de la tierra hay costos además de beneficios, incluyendo erosión del suelo, contaminación de agua con pesticidas y fertilizantes, alto costo del

subsidio de combustible, reducción de la biodiversidad y aumento de vulnerabilidad a los cambios climáticos y las plagas.

Con el riesgo de simplificar de manera excesiva los agroecosistemas pueden dividirse en tres tipos generales:

1. **Agricultura preindustrial:** Autosuficiente y con mano de obra intensiva (el subsidio energético proviene de mano de obra humana y animal) suministra alimentos al granjero y a la familia y para vender o intercambiar en los mercados de la localidad, pero no rinde un gran exceso para exportación.
2. La agricultura intensiva mecanizada y subsidiada con combustible llamada **agricultura convencional o industrial**, la maquinaria y los productos químicos suministran el subsidio de energía; produce alimentos en exceso a las necesidades locales y para exportación y comercio, convirtiendo así los elementos en un artículo comercial y una fuerza importante de mercado en la economía, que suministrar bienes y servicios para el sustento de la vida.
3. **Agricultura sustentable de menor alimentación**, también llamada **agricultura alternativa** hace énfasis en sostener los rendimientos y utilidades de las cosechas reduciendo el uso de combustible fósil, pesticida y los subsidios de fertilizante.

La cantidad de animales de granja y los productos animales han aumentado de manera paralela al de las cosechas. De este modo, el ganado alimentado con grano, ha remplazado al ganado alimentado por pasto, y, por ejemplo, los pollos se reproducen y manejan como si fueran máquinas para producción de carne y huevos, encerrados en jaulas y bajo luz artificial. En muchos países, la mayor parte de la cosecha se utiliza para alimentar los animales domésticos (bovinos, porcinos, caprinos, equinos, ovinos y aves) los cuales sirven para alimentar (o sobrealimentar) a la población humana.

Para resumir, la agricultura industrial ha aumentado el rendimiento de alimentos por unidad de tierra. Más allá de este lado positivo, tiene dos aspectos oscuros: 1) muchas granjas pequeñas han dejado de funcionar en el mundo y estas familias migran hacia las ciudades, en donde se transforman en consumidores en vez de productores de alimentos: 2) la agricultura industrial ha aumentado considerablemente la contaminación y la pérdida del suelo. Para contrarrestar este último, se emplea cada vez más la **agricultura sustentable de menor producción alimentaria**.

Categoría 4: Tecnoecosistemas o urbanos industriales que funcionan con combustible (energía de combustibles fósiles u otros combustibles orgánicos o nucleares)

El ecosistema propulsado por combustible, categoría 4, conocido también como sistema urbano-industrial, es un logro muy grande de la humanidad. La energía

potencial altamente concentrada del combustible reemplaza (en vez de simplemente complementar) la energía solar, la cual casi nunca se emplea. Los alimentos (un producto de los sistemas solares) se consideran externos porque se importan a la ciudad en su mayoría.

A medida que el combustible se hace más costoso, las ciudades se interesan más en el uso de la energía solar o de otra energía renovable.

Quizá un nuevo tipo de ecosistema, la ciudad que funcione con energía de combustible, subsidiada con energía de tipo renovable (energía solar), se transforme a la larga en una categoría nueva y cada vez más común durante el siglo XXI.

Los Tecnoecosistemas

La sociedad urbana-industrial actual no sólo afecta a los ecosistemas que sustentan la vida, sino que han creado ordenamientos totalmente nuevos, lo que llamamos tecnoecosistemas, los cuales compiten con los ecosistemas naturales y los parasitan. Estos nuevos sistemas incluyen fuentes de tecnología avanzada y energía de proveniente de distintas fuentes, de combustibles fósiles y nuclear. Para que las sociedades urbanas-industriales sobrevivan, los tecnoecosistemas deberían formar una conexión con los ecosistemas naturales para que el sustento de vida sea de una manera más positiva o mutualista de la que tiene lugar en la actualidad.

Antes de la revolución agrícola e industrial, los humanos eran principalmente cazadores recolectores que vivían de los animales que lograban cazar y de las plantas que recogían de los sistemas naturales, eran parte de los ecosistemas natural en vez de estar separados de ellos. Los humanos primitivos estaban adaptados como predadores u omnívoros. La sociedad urbana e industrial moderna no sólo afecta y modifica a los sistemas naturales, sino que ha dado lugar a un arreglo totalmente novedoso al que llamamos tecnoecosistemas dominado por el hombre.

La agricultura temprana o preindustrial era compatible con los sistemas naturales, no sólo aportaba alimento, sino que también enriquecía el paisaje. Sin embargo, al incrementarse el uso de otras fuentes energéticas distintas del sol junto con el crecimiento de las ciudades y el aumento de la economía de mercado surgen los tecnoecosistemas, antes denominados ecosistemas humanos.

La ciudad moderna es el principal componente del tecnoecosistema fabricado, sitio crítico energético que requiere de amplias áreas de ecosistemas naturales, que mantienen la sustentabilidad en la atmósfera, el suelo, el agua dulce y el océano y agroecosistemas que suministran bienes y servicios para el sustento de la vida (respiración, bebida y comida). Las ciudades actuales cultivan poco o ningún alimento y generan un gran torrente de desechos que afecta grandes

áreas de paisajes rurales y/u océanos. La ciudad exporta dinero, el cual paga por algunos de los recursos naturales y por alimentos y además suministra muchas instituciones culturales deseables y no disponibles en zonas rurales.

Para describir el impacto y los recursos que necesita una ciudad con el fin de suministrar a sus ciudadanos recursos de forma sustentable, a partir de 1996, se emplea el término de **huella ecológica**.

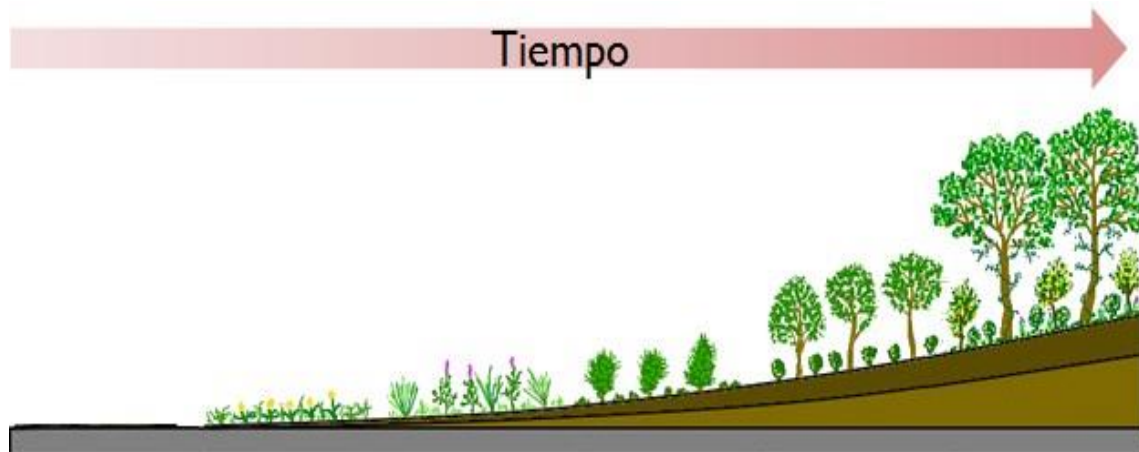
¿Al igual que las especies, los ecosistemas evolucionan?

La respuesta es que en cierto modo; desde luego, no es una evolución como tal, en los términos en los que se refiere a la evolución biológica de los organismos. Pero sí sufren procesos de cambio comparables a la evolución biológica, aunque con importantes diferencias. A eso se denomina sucesión ecológica.

La **sucesión ecológica** es un **proceso de cambio en los ecosistemas que tiene lugar en el tiempo**, y que podemos observar tanto en el tiempo como en el espacio. Supone una **sustitución de las comunidades de especies por otras, así, con el transcurso del tiempo el ecosistema se va volviendo más complejo, (aumentan los tipos de interacciones, y también suele aumentar la diversidad de organismos)**. Cuando algún fenómeno impulsa al ecosistema a simplificarse, se habla de regresión. Por lo que, tenemos a la sucesión ecológica y a la regresión como procesos opuestos.

El ambiente físico puede ser modificado gradualmente por el crecimiento de la comunidad biótica misma, de tal manera que el ecosistema se vuelve más favorable para otro grupo de especies y menos favorable para las especies presentes. Esto hace que haya un cambio gradual de la primera comunidad biótica, la cual será desplazada por una segunda y ésta por otra y así sucesivamente, hasta que alcance un equilibrio entre clima, suelo y vegetación donde la composición general de la comunidad ya no cambia.

Hay dos tipos de sucesión, la **sucesión primaria y la sucesión secundaria**. La primaria es aquella que comienza en un hábitat totalmente inhóspito, sin suelo y sin banco de semillas. "Suelo" hace referencia a que haya al menos una cierta capa de tierra donde algunas plantas puedan desarrollar raíces, y que además haya materia orgánica acumulada, con una comunidad de organismos (bacterias, microfauna, etc.). Ejemplos de situaciones en las que se dan esas condiciones inhóspitas son los hábitats de sustrato enteramente rocoso, cuando un volcán submarino crea una nueva isla, cuando una erupción volcánica destruye todo lo que había previamente en un lugar y deja roca al solidificarse la lava, o cuando un glaciar se retira dejando al descubierto tierra que tras miles de años ha quedado sin materia orgánica ni semillas.



Terreno sin poblar	Plantas pioneras (anuales)	Hierba y plantas perennes	Arbustos	Bosque joven	Bosque maduro
--------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------	-----------------	------------------

Cuando no hay nada de tierra, solo roca, el proceso es más lento ya que pocas especies pueden asentarse en semejantes condiciones, como ser líquenes y musgos. Poco a poco se van creando condiciones que facilitan el asentamiento de nuevas especies que antes no podían establecerse, modificando el hábitat, a crear suelo con materia orgánica y mayor profundidad. Así, las nuevas especies continúan ese proceso, facilitando a su vez que lleguen otras. El cambio de condiciones junto con la llegada de nuevas especies, provocan que las especies pioneras dejen de ser las más competitivas y muchas veces tienden a desaparecer. Así el ecosistema va cambiando, tanto en sus condiciones abióticas, como en el conjunto de especies y sus abundancias relativas. Si bien es un proceso continuo, se pueden identificar varias fases.

A modo de ejemplo, para llegar a un bosque las etapas serían: la primera, la de las **especies pioneras** que inician la sucesión, los líquenes (si nos centramos en la vegetación, que es lo habitual, al ser lo más evidente). Después llegarían **herbáceas anuales**, a las cuales se irían incorporando **herbáceas perennes** hasta hacerse dominantes. Tras las herbáceas irían estableciéndose **matorrales**. Y si transcurre suficiente tiempo llegan a establecerse **árboles**, generando así primero bosques jóvenes, y posteriormente bosques maduros. En otras palabras, las especies vegetales cambian de especies generalistas a especies especialistas. La fase o etapa más compleja que puede alcanzar un ecosistema se denomina etapa climácica, por ser el clímax de la sucesión.

Los cambios tienen lugar tanto en la vegetación como entre los microorganismos, los animales, y en definitiva en todos los componentes del ecosistema en cada una de las fases de la sucesión.

En el caso de la retirada de los glaciares: al retirarse un glaciar deja una parte del suelo disponible para comenzar el proceso de sucesión por lo que se inicia la

sucesión primaria. El glaciar se sigue retirando lentamente, de modo que cada vez que bandas de terreno quedan libres en su límite, se van iniciando sucesiones primarias en ellas. Con el paso de cientos o miles de años, si el glaciar ha ido retirándose progresivamente, se puede observar a medida que nos alejamos zonas que llevan más tiempo despejadas y han madurado más, mostrando, así, etapas más maduras y a medida que nos acercamos zonas más inmaduras, donde recién está comenzando la sucesión. Y todo de una forma gradual que hace que en el espacio veamos la ordenación temporal de las fases de la sucesión ecológica.

La regresión va en sentido opuesto, y suele ser mucho más rápida. No necesariamente es gradual como la sucesión, puede partir de cualquier fase. Puede degradarla a la fase anterior, o incluso a las etapas más tempranas. Las causas más comunes son por incendios, por deforestación, etc. Si bien, es un proceso natural, los seres humanos lo intensificamos excesivamente. Un ecosistema que sufre una regresión, o sea, que queda en **condiciones de menor complejidad** puede volver a desarrollar cambios para aumentar su complejidad, e iniciar el proceso de **sucesión secundaria**.

La gran diferencia entre la sucesión primaria y secundaria es, que la secundaria parte de condiciones ya facilitadas para desarrollar el proceso; habiendo ya suelo con materia orgánica y banco de semillas. Puede ser también muy lenta, pero tarda menos que la primaria en llegar a las etapas maduras, ya que se ahorra gran parte del proceso inicial.

Durante el proceso de sucesión o desarrollo del ecosistema se puede reconocer que:

- a) **cada etapa propicia el medio para la siguiente**, tornándolo impropio para sí misma,
- b) **las mismas etapas que se ordenan en secuencia temporal aparecen en zonación espacial**.

La etapa final de la sucesión o **etapa clímax**, se logra cuando la ocupación y reacción de **los dominantes** son tales que excluyen o **impiden el desarrollo de otros dominantes**.

Entre las características más importantes de esta teoría de la sucesión se mencionan:

1. Es relativamente **direccional**, es decir, los cambios y sustituciones parecen dirigidos hacia una comunidad final; una vez alcanzado este fin, ya no se observan nuevos cambios.
2. Es considerablemente **ordenada**, los cambios se van sucediendo y las comunidades remplazando por etapas que siguen un orden que no se puede alterar;

3. Conocido ese orden, se puede predecir los cambios que ocurrirán en el futuro de la sucesión, por eso se dice que **predecible**. La ecología de la restauración aplica muchos de los principios de la sucesión ecológica para **restaurar o recuperar sistemas naturales alterados**.

Bibliografía

1. Malacalza L. Ecología y ambiente. La Plata: AUGM & UNLP; 2013.
2. Odum EP, Barrett GW, Ortega MTA. Fundamentos de Ecología. 5°. Thomson Learning; 2006.
3. Margaleff R. Ecología. Barcelona- España: Editorial Planeta S.A; 1981.
4. Smith TM, Smith RL. Ecología. 6°. Ecología. Madrid: Pearson Educación; 2007.
5. Kormondy E. Conceptos de Ecología. Madrid: Editorial Alianza Universidad; 1985.