

Plan pedagógico: Profesorado de Educación Secundaria en Biología

Fecha: 13 y 15 /05/2020; 20 y 22/05/2020

Asignatura: Ecología y Etología

Docente: Prof. Y Lic. Florencia E. Román (florenciaemanuela@yahoo.com.ar)

- **Actividades para 13 y 15/05/2020 4 Hs. Cátedra**
- **Actividades para 20 y 22/04/2020 4 Hs. Cátedra**

Contenido o tema a desarrollar: Unidad 2. Condiciones.

Bibliografía:

- Alonso, R. N. 2010. *Minería para no mineros. Lecciones básicas sobre minería y medio ambiente*. Ed. Mundo. Salta. Argentina. 166pp.
- Begon, M., Harper J. L. & C. R. Townsend. 1997. *Ecología Individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega, S.A. Barcelona. 886 pp.
- Miserendino, M.L. 2008. *Invertebrados acuáticos y ecología de ríos*. Cartilla del curso de posgrado dictado en la Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Salusso, M.M.; L.B. Moraña. 2003. *Manual de Calidad de Aguas*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- <http://www.tucuman-conicet.gov.ar/estrematolitos.html>

Guía de Actividades:

- 1- ¿Qué relación hay entre temperatura y las tasas de reacción?
- 2- Explique el concepto de tiempo fisiológico. Ejemplifique.
- 3- ¿Qué consecuencias trae sobre los ectotermos el aumento y la disminución de la temperatura?
- 4- Lea atentamente el siguiente texto y responda las consignas:

El calentamiento global es el gran responsable de la extinción de lagartijas en todo el planeta

(www.neomundo.com.ar) / Conicet) Un estudio publicado esta semana en la revista Science, en el cual participaron investigadores del Conicet de Argentina, y expertos de Francia y de México, demuestra que el calentamiento global está llevando a la extinción muchas especies de lagartijas.

El estudio, liderado por Barry Sinervo, de la Universidad de California en Santa Cruz, y en el que participaron 26 científicos de 12 países (Estados Unidos, México, Colombia, Brasil, Perú, Chile, Argentina, Finlandia, Francia, España, Sudáfrica y Australia), concluye con la alarmante predicción de que si no disminuimos la actual tasa de emisiones de CO2, para el años 2080 se habrá extinguido un 20 % ciento de las especies de lagartijas del planeta.

Esto representa cerca de 1300 especies sin tener en cuenta las que aún no han sido formalmente descritas y nombradas, y que podrían desaparecer incluso antes de ser conocidas por la ciencia.

El trabajo se titula: "Erosión de la diversidad de lagartijas por el cambio climático y nichos térmicos alterados". En inglés: "Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches".

Aporte argentino

Mariana Morando, Luciano Javier Ávila y Nora Ibargüengoytia, investigadores del Conicet, participaron del estudio publicado en Science. Los dos primeros trabajan en el Centro Nacional Patagónico (CENPAT) de Puerto Madryn. Nora Ibargüengoytia, por su parte, es investigadora en el Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) y en el Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB) de la Universidad Nacional del Comahue.

Antecedentes

El estudio de las lagartijas se suma a otro caso documentado de disminución y extinción de poblaciones a gran escala y con independencia del nivel de protección de los hábitats, que es el de los anfibios.

Estos últimos están afectados principalmente por la expansión de un hongo patógeno que causa una enfermedad mortal para muchas especies, y cuya relación con el cambio climático es todavía tema de debate entre los científicos.

También murciélagos, aves y muchos otros tipos de organismos terrestres y acuáticos están siendo afectados, directa o indirectamente, por el rápido calentamiento global. Las estrategias para adaptarse pasan por cambios en la distribución geográfica de las especies, sea por medio de desplazamientos latitudinales o altitudinales. Así ha sido siempre durante los cambios climáticos acaecidos a lo largo de la historia de la vida.

No obstante, la intervención humana del paisaje hace tales movimientos más difíciles, cuando no imposibles. Otra estrategia de las especies es introducir cambios en sus ritmos y épocas de ciclos vitales como la reproducción, o en el comportamiento.

Pero las especies incapaces de adaptarse en una u otra forma están destinadas a extinguirse. Este es el caso de un gran número de lagartijas de los cinco continentes: las limitaciones intrínsecas de su fisiología y comportamiento les impiden responder con celeridad al ritmo actual del incremento de las temperaturas.

Aunque poco populares en comparación con osos panda, ballenas o elefantes, dentro del campo de la zoología de vertebrados, las lagartijas son organismos modelo por su capacidad de adaptación a diferentes ambientes y su gran dependencia de la temperatura y radiación solar, por lo que son utilizados habitualmente en estudios ecológicos y fisiológicos.

Hasta el momento se han descrito más de 5100 especies en todo el mundo, y en algunos ambientes áridos y semiáridos forman una gran parte de la biomasa, jugando un papel importante en las redes tróficas como presas y depredadores.

*El estudio publicado por Science comenzó cuando Sinervo detectó, en colaboración con Benoit Heulin y Jean Clobert (CNRS, Francia) y Donald Miles (Universidad de Ohio, USA), que ciertas poblaciones de la lagartija de turbera (*Zootoca vivipara*) de Francia habían desaparecido.*

*Igualmente, al estudiar con otros investigadores 48 especies de lagartijas mexicanas del género *Sceloporus*, con las que otros científicos habían trabajado anteriormente, descubrió que muchas especies habían desaparecido local o completamente, pese a que su hábitat permanecía aparentemente intacto.*

*Entre los años 2006 y 2009 comprobaron que en 200 localidades estudiadas en México, entre los años 1975 y 1995, el 12 % de las poblaciones locales de *Sceloporus* se había extinguido y en algunas zonas este valor llegaba al 80 % .*

Desarrollaron entonces un modelo artificial de lagarto con microchips para medir la temperatura operativa en diferentes condiciones durante cuatro meses, tanto en localidades donde las poblaciones habían sobrevivido como donde se habían extinguido, obteniendo resultados concluyentes: en los lugares donde se habían producido extinciones, los lagartos no habrían tenido tiempo de alimentarse ni reproducirse adecuadamente, dado que las altas temperaturas los obligarían a pasar la mayor parte del tiempo en sus refugios. El siguiente paso fue desarrollar un modelo matemático de riesgo de extinción en el que intervenían, por un lado, variables climáticas y, por otro, variables fisiológicas relacionadas con la regulación térmica de los reptiles. Los resultados fueron extensamente validados con trabajo de campo posterior en Francia y México, viéndose que el modelo predecía perfectamente lo que ya era posible comprobar empíricamente. En algunos casos, la extinción era más rápida de lo esperado porque una especie capaz de adaptarse eliminaba por competencia a la que no lo era.

Por último, quedaba recopilar datos de temperaturas y de fisiología térmica de saurios abarcando el mayor número posible de sitios y de especies, para así poder hacer predicciones globales.

Se utilizaron mapas detallados de distribución de las especies y de temperaturas máximas del aire presentes y pasadas, así como proyecciones futuras basadas en modelos climáticos, asumiendo que la tasa actual de emisiones de CO₂ debida a actividades humanas continuará.

Las predicciones se validaron con observaciones de extinción local de poblaciones en cuatro continentes, con datos para 1216 poblaciones de 587 especies repartidas en 34 familias de saurios. Madagascar parece ser un punto caliente de extinción, con un 21% de poblaciones extintas en reservas naturales.

Lo que viene

Se prevé que las especies que ya están experimentando pérdida de poblaciones locales son las más proclives a extinguirse. Muchas de las extinciones que el modelo predice para 2080 una gran parte en las regiones montañosas tropicales podrían ser evitadas si se tuviera éxito en reducir la emisiones globales de CO₂, pero el escenario para 2050 es seguramente inevitable.

Sinervo y sus colaboradores están siendo testigos de extinciones locales cada año. Así, el mensaje de este estudio es grave e incómodo: las extinciones debidas al cambio climático no son cosa del futuro, están ocurriendo ya.

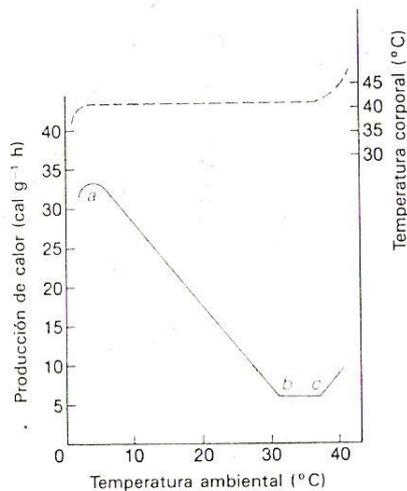
La pérdida de diversidad de lagartijas tendrá consecuencias en cascada para toda la cadena alimentaria, dado que estos reptiles son presa frecuente de un gran número de depredadores

(mamíferos, aves, otros reptiles), y a su vez ellos depredan activamente sobre invertebrados y pequeños vertebrados.

Es lamentable que, cuando aún no se conocen bien las relaciones evolutivas de *Liolaemus* y quedan muchas especies por descubrir y describir, estas lagartijas podrían estar experimentando ya una pérdida importante de su diversidad, al igual que ocurre con los anfibios. Además, el modelo predice el doble de riesgo de extinción para las especies de saurios vivíparas frente a las ovíparas.

Naturalmente, los modelos como el presentado en este estudio tienen sus limitaciones y están sujetos a una serie de presupuestos de partida, pero no son especulativas, pues se basan en datos empíricos, con predicciones validadas y, si bien en muchos casos las especies podrían no ajustarse a él por diversas razones, en otros casos, otras fuerzas actuando indirectamente y no consideradas podrían dejar cortas las predicciones.

- a) ¿Cuál problemática plantea el texto? ¿Por qué cree que eligieron el siguiente título para el trabajo de Investigación: "Erosión de la diversidad de lagartijas por el cambio climático y nichos térmicos alterados"?
 - b) ¿Cuáles condiciones generan presiones selectivas sobre algunas especies de lagartijas? ¿Cuáles son las consecuencias de esta situación?
 - c) ¿Cuáles respuestas adaptativas presentan las lagartijas a las condiciones extremas?
 - d) De acuerdo a la capacidad de generar calor, ¿dentro de que grupo ubicaría a las lagartijas? ¿Qué características presentan estos organismos? ¿Cuáles costes trae asociados?
- 5- ¿Cuáles mecanismos y propiedades confieren a los endotermos una capacidad para regular su temperatura?
- 6- Analice y explique el gráfico de la producción termostática de calor de los endotermos.



- 7- A) Lea el texto "¿Qué son los estromatolitos?"
- b) ¿Qué son los estromatolitos?
 - b) Identifique las condiciones a las cuales están adaptados dichos organismos

¿Qué son los Estromatolitos?

Los estromatolitos son agrupaciones de microbios fotosintéticos asociados a distintos grupos bacterianos y concreciones calcáreas que forman rocas orgánicas. Aparecen, aproximadamente, de forma coetánea, con la aparición en la Tierra hace unos 3.500 millones de años (la edad de la aparición de los estromatolitos en la faz de la tierra es discutida). Ellos liberaron O₂ a la atmósfera transformaron un planeta hostil en un ambiente apto para la vida como la conocemos hoy. Por otro lado los Estromatolitos presentan un particular interés en lo que es el estudio de la vida en otros planetas ya que se intuye que esta se iniciaría desarrollando este mismo tipo de estructuras de la tierra arcaica. A pesar que hace 3.500 millones años cubrieron la tierra, hoy solo quedan unos pocos fósiles vivientes distribuidos en lugares remotos del planeta, principalmente en zonas marinas y lagunas saladas en Australia, Bahamas y México respectivamente, pero todos al nivel del mar. Ellos son de gran relevancia científica por que permiten estudiar el origen de la vida y los ciclos geoquímicas de los elementos que la sostienen. Nuestros estromatolitos ubicados en la puna salteña (Tolar Grande) serían los primeros reportados en ambientes de altura. Esto tiene una relevancia especial porque en estos ambientes la altísima exposición a UV, bajo aporte de nutrientes, mucha sal, y la presencia de carbonato de calcio, es lo más parecido que hay en la tierra a los ambientes de la tierra arcaica sin capa de ozono, donde se desarrollaron los estromatolitos primigenios.

Condiciones

Condiciones:

- Características físico químicas del ambiente que determinan donde puede vivir un individuo: sobrevivir, crecer o reproducirse
- Factores del medio ambiente que influyen el desenvolvimiento de los individuos.
- Factor ambiental abiótico que varía en el espacio y tiempo, y al que los organismos responden de modos distintos (Begon, 1997).
 - ✓ No son consumidas o agotadas por un organismo.
 - ✓ No pueden resultar menos asequibles o inasequibles para un organismo a causa de la presencia de otro.
 - ✓ Pueden ser modificadas por la presencia de otros organismos → Comportamiento, Desechos.
 - ✓ Ej. Temperatura, pH, salinidad, humedad relativa, velocidad de la corriente, y la concentración de contaminantes.

Idealmente, para una determinada especie se podría definir una concentración a nivel óptimo de una condición, en el que se desarrolla mejor y para cuyos valores superiores o inferiores muestra un descenso de su actividad biológica (Fig. 2.1).

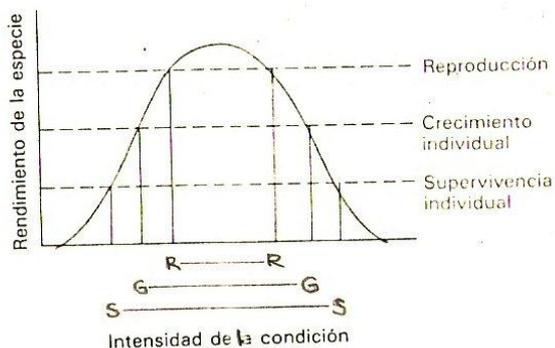


Figura 2.1 Representación gráfica generalizada del modo en que el rendimiento de una especie está relacionado con la intensidad de una condición ambiental. La estrecha franja por encima de la cual se puede producir la reproducción (R-R) suele determinar dónde es posible la existencia continuada de la especie (aunque algunas plantas pueden persistir, de modo aparentemente indefinido, tan sólo con crecimiento vegetativo).

La temperatura y los individuos

Al examinar las relaciones entre los organismos y la temperatura ambiental, es habitual dividir a los organismos en dos tipos:

Homeotermos y poiquilotermos: Cuando la temperatura ambiental varía, los homeotermos mantienen una temperatura corporal aproximadamente constante, mientras que los poiquilotermos muestran una temperatura corporal variable.

Problema: incluso los *homeotermos* clásicos (aves y mamíferos) reducen su temperatura durante los períodos de hibernación, mientras que algunos *poiquilotermos* (e.j. peces antárticos) experimentan una variación de tan sólo décimas de grado ya que la temperatura de su ambiente apenas si varía.

Además algunos poiquilotermos poseen ciertos poderes de regulación, incluso si estos implican sólo la respuesta de comportamiento de desplazarse en la dirección apropiada a lo largo de un gradiente de temperatura.

Una distinción más satisfactoria es la que divide a los organismos en endotermos y ectotermos.

Ectotermos:



- a) Dependen de fuentes externas de calor.
- b) La temperatura corporal de un ectotermo varía significativamente con la de su ambiente, ya que el poder de regulación es muy limitado
- c) Los ectotermos tienen una temperatura ambiental óptima, y tienen límites letales superior e inferior de temperatura.
- d) La regulación de la temperatura va asociada a ciertos costes:
 - Gasto de energía (Ej. para conseguir un lugar apropiado).
 - Exposición a depredadores.
- d) El grado en que un organismo regula su temperatura es un compromiso entre costes y beneficios.
- e) Los ectotermos modifican el calor que es intercambiado por las siguientes vías:
 - ✓ Respuestas *comportamentales* (búsqueda de sombra, posturas adoptadas en saltamontes para aprovechar el calor del sol).
 - ✓ Presentando *estacionalidad en el ciclo*.

- ✓ Aspectos complejos de su *fisiología* (estremecimiento de músculo de vuelo de los abejorros).
- ✓ *Propiedades fijas* de determinadas especies (hojas reflejantes, lustrosas o plateadas de plantas de desiertos).

Ejemplos: plantas, hongos, protistas, peces, reptiles, anfibios, insectos.

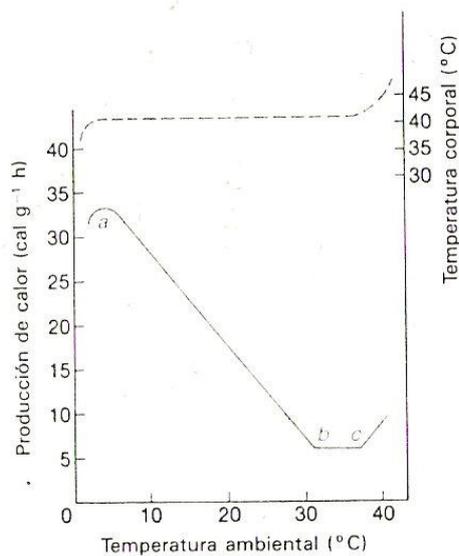


Endotermos:



- a) Tienen la capacidad de regular su temperatura mediante la producción de calor dentro de su propio cuerpo.
- b) Logran mantener una temperatura corporal constante independientemente del ambiente.
- c) Mamíferos, aves
- d) La producción termostática de calor por parte de un endotermo aumenta entre la temperatura crítica inferior (b) y la tasa máxima posible de producción de calor (a). A temperaturas ambientales superiores a la temperatura crítica inferior, la tasa metabólica es constante en la zona térmicamente neutra (hasta c). Por encima de esta zona térmicamente neutra, aumenta la tasa metabólica y la temperatura corporal.

Los endotermos mantienen la temperatura corporal constante entre los 35 y 40°C, y por consiguiente tienden a perder calor hacia el ambiente; esta pérdida es aminorada por el aislamiento en forma de pelaje, plumas y grasa, por el control del flujo sanguíneo cerca de la superficie cutánea, etc. Cuando necesitan aumentar la tasa de pérdida de calor mediante el jadeo o elección del hábitat. Los beneficios de regular la temperatura corporal son la constancia de su rendimiento, pero el precio que pagan por esta capacidad es el gran gasto de energía y una necesidad grande de alimentos.



A pesar de estas reservas, las distinciones entre endotermos y ectotermos, y entre homeotermos y poiquilotermos, pueden ser útiles, y en conjunto representan una base de trabajo.

Temperatura y metabolismo

Los organismos ectotérmicos absorben y metabolizan los recursos con lentitud a bajas temperaturas, y con mayor rapidez a altas temperaturas; mientras que ciertos procesos, como la respiración, continúan a lo largo de una gama de temperaturas (aunque con tasas variables).

Tiempo fisiológico: Concepto grados - días

Uno de los efectos más importantes de la temperatura sobre los ectotermos es su efecto sobre las tasas de desarrollo y crecimiento.

La tasa de desarrollo, usualmente, aumenta linealmente con la temperatura por encima de un umbral de desarrollo.

Por ejemplo, el desarrollo hasta la eclosión del huevo del saltamontes *Austroicetes cruciata*, requiere 70 grados - días por encima de un umbral de desarrollo de 16 °C. Su desarrollo durará 17,5 días a 20 °C (4°C por encima del umbral), pero sólo 5 días a 30°C (14 °C por encima del umbral); es decir: $17,5 \times 4 = 70$ y $5 \times 14 = 70$.

A diferencia de los endotermos (los cuales necesitan un cierto tiempo para su desarrollo), los ectotermos necesitan una combinación de tiempo y temperatura, y esta combinación recibe el nombre de **tiempo fisiológico**.

La importancia de este concepto grados - día se halla en la capacidad que nos proporciona de comprender el ritmo de los acontecimientos y con ello la dinámica de las poblaciones de los ectotermos. Por consiguiente su aparición puede ser comprendida y predicha sobre una escala de tiempo fisiológica.

Temperatura como estímulo

La temperatura puede actuar como estímulo, determinando si un organismo empezará o no a desarrollarse. Ej, algunas plantas herbáceas de zonas frías necesitan un período de heladas para que se produzca la germinación; la temperatura en algunos casos puede actuar junto con otros estímulos (p.e. fotoperíodo) para romper el letargo e iniciar el crecimiento.

Aclimatación

La exposición de un individuo a temperaturas relativamente elevadas durante varios días puede desplazar toda su respuesta a la temperatura hacia la parte superior de las escalas de temperatura; y la exposición a temperaturas relativamente bajas puede desplazar su respuesta a hacia la parte inferior de la escala. Este proceso recibe el nombre de aclimatación.

Un organismo que ha alterado sus tolerancias tras un período de clima cálido, puede sufrir luego a consecuencia de ello si se presentan bruscamente días fríos.

Temperatura ambiental

Las variaciones de temperatura y sus efectos definen el papel potencial que desempeña la temperatura en la determinación de la distribución y abundancia de los organismos.

Las variaciones pueden describirse bajo los siguientes títulos:

- ❖ Latitudinales
- ❖ Altitudinales
- ❖ Continentales
- ❖ Estacionales
- ❖ Diurnas
- ❖ Microclimáticas
- ❖ Variaciones asociadas a la profundidad
- ❖

Variaciones *latitudinales* y *estacionales*: El ángulo que forma el eje de la Tierra con la dirección de los rayos del sol varía con las estaciones.

La *altitud*: Se registra un descenso de 1°C por cada 100 m de altitud con aire seco y 0,6 °C con aire húmedo.

La *continentalidad*: Los efectos de la continentalidad pueden ser atribuidos a las diferentes tasas de calentamiento y enfriamiento de la tierra y el mar.

Las variaciones de temperatura, tanto *diarias* como *estacionales* son mucho mas acentuadas en las zonas del interior de los continentes que en islas de la misma latitud.

Las variaciones *microclimáticas* como por ejemplo la temperatura del aire en una mancha de vegetación puede presentar una variación de 10 °C en una distancia vertical de 2,6 m, desde la superficie del suelo hasta la parte alta de las plantas.

Efectos de la *profundidad* sobre la temperatura: por ejemplo, a un metro por debajo de la superficie del suelo, las fluctuaciones diarias de la temperatura del aire son prácticamente eliminadas, e incluso las fluctuaciones anuales son amortiguadas y desaparecen a una profundidad de pocos metros.

Temperatura, distribución y abundancia

- Las distribuciones de los **biomas** son un reflejo de las zonas principales de temperatura.
- **Zonación altitudinal** como reflejo del descenso gradual de la temperatura y la alteración del clima en general.
- **Temperatura letal** que marca los límites de distribución de una especie. Ej. cacto saguaro muere si las temperaturas permanecen inferiores al punto de congelación durante 36 hs., pero esta amenaza desaparece si se produce un deshielo diario. En Arizona, los límites de distribución del cacto están limitadas a zonas donde no se producen estas condiciones letales.
- Los límites naturales de la distribución de algunas plantas están determinados por unas **condiciones combinadas** (temperatura e interacciones biológicas) que las convierten en competidores ineficaces. Ej. la polilla *Coleophora alticolella* (Inglaterra) se alimenta, de las semillas del junco *Juncus squarrosa*, pero se halla ausente en zonas de una altitud superior a los 600 m. Por encima de esta altura, *Juncus* crece y produce flores, y la hembra adulta de la polilla pone sus huevos sobre las flores; pero las temperaturas son allí demasiado bajas para que se desarrollen las semillas de la planta, con lo que las larvas de las polillas mueren de hambre después de salir del huevo (Randall, 1982).
- Las variaciones de temperatura están íntimamente relacionadas con variaciones de otra condición ambiental u otro recurso. Ej. relación entre temperatura y concentración de oxígeno disuelto en los ríos: La solubilidad del oxígeno en agua disminuye al aumentar la temperatura, hecho que influye sobre la presencia de algunas especies.

Ejemplar	Distribución	Necesidades de OD para sobrevivir (ml/L)	Límite superior letal de T (°C)	T (°C) óptima para el desarrollo
Trucha	Curso alto	5 - 11	< 28	7 - 17
Lucio	Curso medio	4	28 - 34	14 - 23
Carpa	Curso bajo	0,5	> 34	20 - 28

Humedad relativa

Cuanto más elevada sea la humedad relativa del ambiente, menor será la diferencia entre el animal y su ambiente; y cuanto más baja sea esta diferencia, tanto menor será la necesidad del animal de reducir o compensar sus pérdidas de agua. El punto esencial estriba en que los animales difieren de sus capacidades para reducir y compensar estas pérdidas, y en que por consiguiente, se diferencian en cuanto a la humedad relativa que permite o favorece su existencia.

- Los efectos de la **humedad relativa** resultan difíciles de separar de los de la **temperatura**. Esto se debe a que un aumento de la temperatura conduce a un incremento en la tasa de evaporación. Una humedad relativa que resulta aceptable para un organismo cuando la temperatura es baja puede llegar a ser inaceptable a una temperatura más elevada.
- La **temperatura** y la **humedad relativa** pueden actuar también junto con la **velocidad del viento**; el movimiento rápido del aire sobre una superficie de evaporación mantiene el gradiente de humedad e incrementa la tasa de evaporación.
- Los anfibios, los nemátodos, las lombrices de tierra y los moluscos están confinados, por lo menos en sus fases activas, a microambientes en los que la humedad relativa es del 100% o muy próxima a este valor.

pH

El pH ya sea en ambientes acuáticos o terrestres, es una condición que ejerce una poderosa influencia sobre la distribución y abundancia de los organismos.

- El protoplasma de las células radiculares en la mayoría de las plantas vasculares queda lesionado como resultado de las concentraciones tóxicas de iones H^+ o OH^- en el suelo (valores aceptables $3 < pH < 9$).
- Se producen efectos indirectos, debido a que el pH del suelo influye sobre la disponibilidad de los nutrientes y/o sobre la concentración de las toxinas. Ej . a) valores inferiores a pH 4 - 4,5, los suelos contienen elevadas concentraciones de Al^{3+} , que resulta tóxico para la mayoría de las plantas; b) el Mn^{2+} y el Fe^{3+} pueden hallarse en concentraciones tóxicas si el pH es bajo; c) en suelos alcalinos, el Fe, Mn, los PO_4^{3-} y ciertos elementos traza se hallan fijados en compuestos insolubles y por lo tanto no están disponibles para ser usados por las plantas.

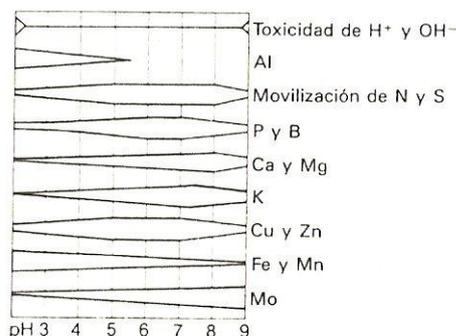


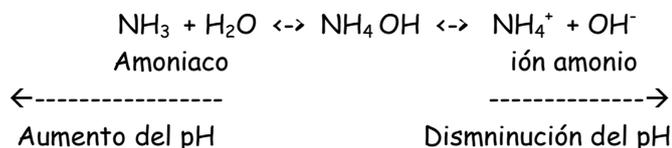
Figura 2.18 El pH del suelo influye sobre la disponibilidad de los minerales para las plantas (indicada por la anchura de las bandas) (de Larcher, 1975).

- Para los animales que viven en medios acuáticos, el aumento de la acidez puede actuar de tres modos:
 - I) Trastornando la regulación osmótica, la actividad enzimática o el intercambio gaseoso a través de superficies respiratorias.
 - II) Incrementando las concentraciones de metales pesados tóxicos (ej. Al^{3+}) a través de intercambio catiónico con el sedimento.
 - III) Reduciendo la calidad y variedad de fuentes de alimento disponibles para los animales.

El papel del pH en el suelo y en los sistemas acuáticos puede presentar efectos directos (concentraciones tóxicas de H^+ o de OH^-), o indirectos los cuales implican una interacción entre dos condiciones diferentes (pH y

concentraciones de un producto químico tóxico) o bien una interacción entre una condición (pH) y la disponibilidad de un recurso (menos fosfato a pH alto para una planta terrestre).

- Si el agua no está poluída el pH está controlado por el balance CO_2 , HCO_3^- , y CO_3^{2-} . Si el agua está poluída, la acción antrópica influencia los procesos geoquímicas, y esta influencia es de largo plazo y a gran escala.
- El pH influye en la convertibilidad del amonio:



La relaci3n Hidr3xido de amonio : Amonio varía seg3n el pH:

- pH= 6; 3000: 1
- pH= 7; 300:1
- pH= 8; 30:1
- pH= 9,5; 1:1
- Cuando hay mayor actividad de los productores incrementa el pH y aumenta la toxicidad del amonio. Se estima que a 0,3 mg/L de NH_3 a pH > 9 y a $T^\circ C > 26^\circ C$ es t3xica para los animales (peces en particular).

EFFECTOS DEL PH SOBRE LA VIDA ACUÁTICA:

PH	EFFECTO SOBRE LA VIDA ACUÁTICA
3 – 3.5	Supervivencia de pocas especies de invertebrados y plantas. Peces s3lo viven pocas horas.
3.5 – 4.0	Letal para Salm3nidos.
4.0 – 4.5	Peces, anfibios e insectos ausentes.
4.5 – 5.0	Huevos de peces no eclosionan
5.0 – 5.5	Bacterias descomponedoras que viven en el lecho comienzan a morir. Acumulaci3n de detritus, interrupci3n de ciclos químicos, desaparici3n del plancton. Ausencia de Caracoles y almejas. Hongos reemplazan a Bacterias en el sustrato. Metales (Al, Pb) de los sedimentos son liberados al agua y son t3xicos para la vida acuática.
6.0 – 6.5	Puede ser perjudicial para peces si el CO_2 no es alto (100 ppm).
6.5 – 8.2	Rango 3ptimo para la mayoría de los organismos
8.2 – 9.0	Efectos indirectos por elevaci3n de la concentraci3n de Amonio a3n en un peque3o rango de variaci3n de pH.
9.0 – 10.5	Perjudicial para salm3nidos y percas
10.5–11.0	Letal rapidamente para salm3nidos, exposici3n prolongada letal para carpas, percas.
11.0–11.5	Letal r3pidamente para todas las especies de peces

- El drenaje ácido, fen3meno natural que se da en raz3n de rocas enriquecidas en sulfuros que lavadas por aguas de lluvia, o disueltas por aguas subterráneas frías o termales, dan lugar a la generaci3n de soluciones ácidas (Alonso, 2010).
- Cuando se sacan los sulfuros del interior de las montañas y se dejan expuestos en la superficie, pueden incrementar notablemente la generaci3n de esas soluciones ácidas (Alonso, *op cit.*). Los drenajes de los desechos o las colas minerales provenientes de los tratamientos metalúrgicos o de los minerales extraídos del

interior de la mina y expuestos al aire libre representan uno de los principales problemas ambientales que tuvo que enfrentar la minería. Estos drenajes ácidos ocurren cuando los minerales que contienen sulfuros presentes en la roca se exponen al aire o al agua, convirtiendo el sulfuro en ácido sulfúrico. Este ácido puede disolver metales pesados (Pb, Zn, Cu, As, Cd, Hg) presentes en las rocas y en los residuos, hacia el agua superficial o subterránea. Esto puede provocar impactos significativos sobre la comunidad bentónica, y la pérdida total de macroinvertebrados.

- Por esta razón, con las nuevas leyes ambientales, se trabaja en la creación de espacios protegidos, aislados del suelo por geomembranas o geotextiles, que impiden que las soluciones percolen hacia el subsuelo o escapen de esos lugares, o bien es aprovechado en lo que se conoce como sistema de lixiviado en pilas.

Salinidad

- En los hábitats de agua dulce existe una tendencia de que el agua pase por ósmosis desde el ambiente al interior de los organismos, y estos pueden impedir o compensar esta tendencia. En los hábitats marinos, la mayoría de los organismos son isotónicos con su ambiente, de modo que no existe un flujo neto de agua; pero existen muchos organismos que son hipotónicos, por lo que el agua sale del organismo hacia el ambiente. Así, para muchos organismos acuáticos, la regulación de la concentración de los líquidos corporales constituye un proceso vital y a veces energéticamente caro; y la salinidad de un ambiente acuático puede ejercer una importante influencia sobre la distribución y abundancia.
- La salinidad ejerce un importante efecto sobre la distribución de los hábitats terrestres cercanos al mar, sobre todo en el caso de las plantas (Ranwell, 1972).
- La salinidad de una determinada localidad varía con los ciclos estacionales y diarios de las mareas, por lo que las especies pueden estar limitadas por valores máximos (o mínimos) ocasionales, más que por los valores promedio.

Corriente

- En los ríos la corriente influye sobre la distribución de los animales y las plantas. La velocidad media de flujo aumenta en dirección al curso bajo del río, pero la mayor influencia sobre la comunidad bentónica se produce en las regiones de curso alto, ya que el agua es allí turbulenta y poco profunda, y los organismos se hallan expuestos a un mayor riesgo a ser arrastrados.
- En las corrientes extremas se encuentran algas incrustantes y filamentosas, musgos y hepáticas. Los invertebrados de aguas turbulentas presentan un aplanamiento extremo del cuerpo que les permite vivir sobre el sustrato del lecho del río o vivir en grietas debajo de las piedras. Algunas especies pueden mantener su posición mediante ganchos o ventosas.
- Donde la corriente es algo menos extrema se encuentran plantas como el ranúnculo acuático, de forma aerodinámica que ofrece poca resistencia a la corriente y que se fija a un sustrato mediante una densa masa de raíces adventicias.
- Las plantas como la lenteja de agua, que flotan libremente se suelen encontrar en los lugares en que la corriente es baja o despreciable.

Estructura del suelo y sustratos

- Entre los invertebrados de los ríos, por ej. las especies que habitan en las grietas de las rocas o debajo de estas, sólo pueden vivir en tramos del río en que el sustrato es pedregoso; otras especies que necesitan una base firme para su tipo de vida sedentario, como algunas larvas no pueden subsistir en el sustrato inestable o de grano fino. En cambio, la ninfa excavadora de la efímera *Ephemera simulans* necesita un sustrato de partículas finas en donde poder excavar (Townsend, 1980).
- La naturaleza del sustrato es también importante para las plantas terrestres y para los animales que viven en el suelo. Para que las semillas germinen, las probabilidades de que lo consigan dependen de la microtopografía.
-

Zonación costera

Las especies que viven en las costas rocosas se hallan influidas por las condiciones ambientales de un modo muy profundo.

Zonación de los organismos: las diferentes especies se encuentran a una altura distinta en el perfil de la costa. La naturaleza de la zonación depende en gran medida de las características físicas de la costa en cuestión.

- Zonación como resultado de la exposición: desecación, extremos de temperatura, cambios de salinidad, iluminación excesiva, etc.
- Es posible que la exposición prepare el terreno para una interacción biológica en lugar de ser limitante por sí misma (Ej. Las algas rojas que habitan la parte inferior de las costas británicas, presentan una frondosidad inhabitual en la parte media de la costa siempre que se eliminen experimentalmente las especies competitivas *Fucus serratus* y *Ascophyllum* (Lewis, 1976).
- La zonación muestra límites inferiores. Las zonas inferiores pueden mostrar una exposición demasiado reducida. Las algas verdes sufrirán la privación de la luz azul y la luz roja si quedan sumergidas durante períodos largos en una zona muy baja de la costa. En otras muchas especies, el límite inferior de la distribución es establecido por la competencia y la predación.

Contaminantes

La concentración en el medio ambiente de los productos residuales tóxicos de las actividades humanas como ser anhídrido sulfuroso emitido por las centrales eléctricas, metales como Cu, Zn, Pb acumulados alrededor de las minas, entre otros limitan la distribución de los organismos.