BIODIVERSIDAD »

La ley de la selva sigue siempre las mismas reglas matemáticas

Los grandes ecosistemas del planeta repiten el mismo patrón que relaciona la biomasa de depredadores y presas

MIGUEL ÁNGEL CRIADO | 3 SEP 2015 - 20:15 CEST

Archivado en: Ecología Plantas Matemáticas Flora Ciencias exactas Biología Animales Ciencias naturales Fauna Ciencia Especies Medio ambiente

En todos los ecosistemas donde el león es el rey, existe la misma proporción de leones y presas, como éste búfalo. / AMAURY LAPORTE

Las matemáticas son una abstracción humana, pero gobiernan la vida salvaje del planeta. Ya sea en la sabana o en las profundidades del mar, los ecosistemas muestran siempre los mismos patrones matemáticos que relacionan la biomasa de depredadores con el de presas. Un monumental estudio con miles de especies demuestra cómo el aumento de comida disponible (presas) no lleva aparejado un aumento igual del número de depredadores. Y el patrón se reproduce casi de manera universal.

En la Tierra hay una gran variedad de ecosistemas marinos, terrestres, lacustres, de montaña, selváticos o desérticos. Unos están integrados por unas pocas especies, como en las cumbres alpinas o las fumarolas de las simas atlánticas. Otros son exuberantes, como la Amazonia brasileña o la reserva del Ngorongoro, en Tanzania. A pesar de tanta diversidad, todos pueden representarse en forma de pirámide, con una base, generalmente biomasa vegetal, y sucesivas capas que se alimentan de la precedente, como los herbívoros de aquella base y los grandes depredadores felinos de estos últimos.

La lógica y buena parte de las investigaciones en ecología dicen que a más biomasa en la base, más cantidad de energía en forma de comida para los de arriba: si hay más pasto en la sabana, habrá más gacelas y ñus, y si hay más gacelas y ñus, habrá más leones. Es decir, el tamaño de la pirámide puede aumentar, pero no cambia su forma. Sin embargo, no es así. La relación no es lineal, sigue en realidad una ley de potencia que es sublineal: a más gacelas y ñus, habrá 0,74 (o 3/4) más de leones. Y se ha comprobado en todos los ecosistemas donde ambos conviven. Desde el secarral del desierto del Kalahari hasta el rico cráter del Ngorongoro, pasando por el delta del Okavango o la reserva Kruger, siempre se repite esa ley de potencia.

"Una ley de potencia es una función matemática simple", dice el investigador de la Universidad McGill (Canadá) y principal autor del estudio, Ian Hatton. En ecología, se asumía que el exponente de esa ley de potencia era 1, lo que significa que cuando se dobla las presas [en número o densidad], también se dobla el de los depredadores. "Sin embargo, hemos comprobado un exponente cercano a los 3/4, lo que es menos que 1", añade el científico canadiense. Esto supone que si aumentan las gacelas, también lo harán los leones pero no en la misma proporción.

> La mayor disponibilidad de ñus y gacelas no aumenta por igual el número de leones

Lo que han descubierto Hatton y sus colegas es que esta ratio no es solo cosa de los leones. En el caso de las hienas y sus presas es de 0,74. En el de los tigres del sudeste asiático, también del 0,74. De los lobos de norteamericana, del 0,72... y así hasta una treintena de grandes depredadores y los centenares de especies de las que se alimentan. Tal y como muestran en un artículo publicado en *Science*, allí donde aumenta la biomasa de presas, la ratio depredador-presas disminuye.

El fenómeno, además, no es exclusivo de los grandes depredadores. Los investigadores repasaron

más de 1.000 estudios sobre poblaciones ecológicas, densidad de especies, número de ejemplares, relaciones entre depredadores y presas... En total obtuvieron datos de 2.260 ecosistemas y unas 1.500 áreas geográficas. Hay estudios sobre grandes mamíferos, invertebrados, zooplancton que depreda el fitoplancton, invertebrados y plantas... En la práctica totalidad, a excepción de algunas comunidades de peces y protistas, la relación entre depredadores y presas siempre sigue esa ley de potencia elevado a 3/4.

"Estamos impresionados. Se trata de un patrón asombroso", dice en una nota el investigador de la Universidad de Guelph, Kevin McCanny, coautor del artículo. Sea el ecosistema que sea el observado, la cantidad relativa de biomasa de presas y depredadores puede ser predicha "por una simple función matemática", comenta.

Pero aquí no acaba la relación de la naturaleza con las matemáticas. En la base de toda pirámide están los productores primarios de energía, generalmente las plantas, algas marinas o invertebrados. Pues bien, los bosques de hoja caduca, los pastizales, los ecosistemas de coníferas, las praderas marinas y las algas muestran un proceso de escalado similar, con ratios de producción per cápita en relación con la biomasa total entre el 0,74 y el 0,81. De nuevo, el intrigante exponente de los 3/4. Eso implica que, en ausencia de depredadores, las poblaciones de presas aumentan si hay más producción primaria, pero con una tendencia a la baja.

Casi todos los ecosistemas estudiados (2.260) muestran la misma ley de potencia

Para los investigadores no está del todo claro a qué se debe esta ley casi universal de potencia pero deber ser clave para la estabilidad de los ecosistemas. Entre los elementos que entrarían en una futura teoría que explique el reinado de las matemáticas en la vida salvaje, ellos mencionan los límites que impone el metabolismo de cada especie, la ralentización de la reproducción y cría entre las presas ante una menor presión de los depredadores, la competencia por los recursos o las interacciones entre distintas especies de presas.

"Da la impresión de que las especies se reproducen a ratios menores cuando abundan. Cuantos más animales y plantas hay, menos crías tienen. Para que el balance del ecosistema se mantenga, los depredadores están limitados por la cantidad de crías disponibles", razona Hatton. Pero esto no explica el patrón en todos los sistemas. "Aunque podemos sugerir otras razones para explicar este patrón que vemos entre los grandes mamíferos, bosques o el plancton, no sabemos porqué los diferentes ecosistemas siguen el mismo patrón", añade.

Relación entre el metabolismo y tamaño

Una posible explicación, casi metafísica, relaciona este patrón observado en los grandes ecosistemas como el comprobado a nivel individual. La misma ley de potencia con exponente a 3/4 que rige lo global, también gobierna la fisiología de los organismos. En estos, la ratio de reproducción, crecimiento y metabolismo cambia en función de la masa corporal y se conoce desde los años 30 del siglo pasado como la Ley de Kleiber, en honor al químico que la postuló. "Es lo que algunos llaman la *curva de ratón a elefante*, porque, todas las especies, incluidos los humanos, siguen esta ley de potencia cercana a 3/4", comenta Hatton. Aunque un elefante sea, por ejemplo, 1.000 veces más grande que un ratón, no necesita comer 1.000 veces más. De hecho, cuanto mayor es el animal, consume proporcionalmente menos que un animal pequeño. Y esa ratio entre metabolismo y tamaño tiende, de nuevo a 3/4 o la 0,75 potencia.

"Estos resultados son sorprendentes porque indican que la cantidad de depredadores aprovechables, como las especies de pesca comercial que se alimentan de otras presa marinas, apenas aumenta aunque lo hagan en gran medida las presas", comenta el profesor de la Universidad del Sur de Alabama, el español Just Cebrián. Este biólogo marino, que no ha participado en el estudio aunque lo ha revisado, considera que los ecosistemas más productivos son ineficientes cuando se trata de transferir la energía a lo largo de la cadena alimenticia. "El trabajo de Hatton y sus colegas generaliza este hecho a todos los ecosistemas de la Tierra".

Estamos impresionados. Se trata de un patrón asombroso"

Para Cebrián, Hatton ha culminado de forma elegante una década de investigaciones por parte de muchos ecólogos con una fórmula muy sencilla y prácticamente universal por la que la producción de comida por parte de las presas aumenta la cantidad de depredadores elevado a 0,75. "Estos resultados sugieren lecciones importantes para la gestión y protección de ecosistemas en peligro, tal

como las sabanas del Serengeti o las junglas de Indonesia: a medida que aumentamos la presa, la cantidad de depredadores aumentará solo ligeramente", sostiene el biólogo español.

© EDICIONES EL PAÍS S.L.