

Presentado en el Taller

"Conservación en Patagonia: integrando Ciencia y Gestión"

26 Sept 2012, Bariloche, Argentina

Ecología y biología de la conservación en Patagonia: explotación productiva, ciclos biogeoquímicos, ley de Liebig, y sostenibilidad biofísica.

Werner T. Flueck (1,2), Jo Anne M. Smith-Flueck (2), y J. Adrian Monjeau (1,3)

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

2 Instituto de Análisis de Recursos Naturales, Universidad Atlántida Argentina, C.C. 592, 8400 San Carlos de Bariloche

3 Programa de Ecofilosofía, Departamento de Filosofía, Fundación Bariloche, Av. Bustillo km 9.5, 8400 San Carlos de Bariloche

Objetivos

1. La Conservación en Patagonia debe apuntar a sostenibilidad para evitar problemas ambientales
2. "Sostenibilidad" es sujeto a la jerarquía irreversible impuesta por las leyes biofísicas que rigen al mundo natural:
[i.e. del punto de vista ecosistémica no existe la sostenibilidad 'social', o 'económica']
[e.g. la queja sobre falta de comida, o su precio, no cambiará el hecho que Argentina no tiene fuentes de fósforo comercialmente aprovechables, y depende de importarlo]
3. Si los primeros agricultores de hace 10000 años ya sabían de ésta realidad biofísica, y la estimación oficial para la región pampeana Argentina es una pérdida del 90% del fósforo que tenían estos suelos anteriormente:
¿podemos escapar en Patagonia esa jerarquía irreversible de las leyes biofísicas?
¿es válida la suposición que Patagonia es distinto y permite la exportación antrópica de biomasa ad perpetuum sin agotar los nutrientes claves para los seres vivos?

I. Introducción

El funcionamiento de ecosistemas y el mantenimiento de biodiversidad depende de la dinámica de los ciclos biogeoquímicos, o sea del ciclar de materia en el ecosistema:

TODO MATERIA CICLA ... NI SE CREA NI TAMPOCO SE DESTRUYE

La Tierra esencialmente es un sistema cerrado con respecto a materia, es decir:

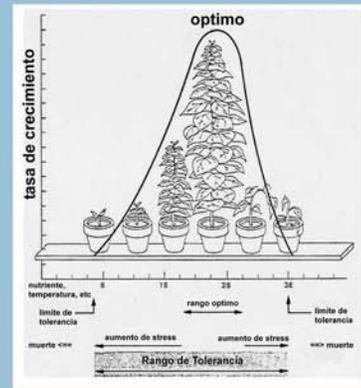
EN LA TIERRA TODA MATERIA CICLA

Seres Vivos: la mayor parte de biomasa consiste de solo 6 elementos ESENCIALES (de unos 26)

Para la continuidad de los seres vivos estos elementos deben ser reciclados constantemente en formas utilizables para plantas y animales.

La vida depende de estos elementos esenciales, pero sujeta a la **Ley del Mínimo de Liebig**:

- cualquier nutriente puede ser el factor limitante para la expresión máxima del potencial genético de una especie
- un nutriente limitante raramente causa una situación de vida o muerte a nivel individual al contrario, existe un gradiente de respuesta:

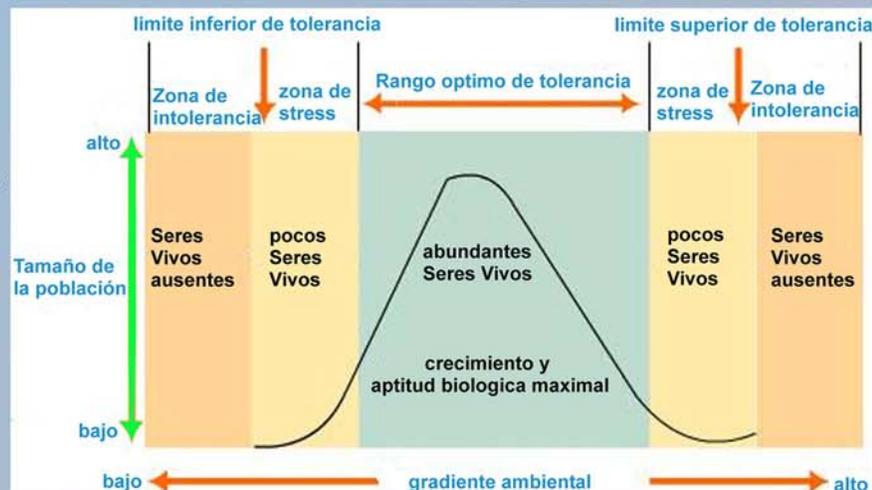


Un nutriente limitante afecta a la DISTRIBUCIÓN y ABUNDANCIA de las poblaciones:

Un nutriente limitante afecta a la DISTRIBUCIÓN y ABUNDANCIA de las poblaciones:

- en los paisajes, la distribución de nutrientes NO es homogénea.
- los "nutrient hotspots" son áreas fuentes, de donde se colonizan áreas marginales y sumideros

Si bien a nivel de individuo el efecto puede ser trivial, a escala de ecosistema o de poblaciones puede tener un efecto inmenso, que incluye la extinción local.



II. Nutrientes especiales

Varios nutrientes para funciones críticas de los organismos, cuyos disponibilidades están MUY BAJAS en los suelos, como el fósforo (P), selenio (Se) y el Yodo.

Hay nutrientes que son ESENCIALES para los animales superiores pero INNECESARIOS para las plantas, como el Se y el Yodo.

La sucesión biológica tiende a bioacumular estos elementos, con porcentajes muy altos de las reservas totales concentradas en la biomasa. Los organismos, al perecer en el lugar, reciclan los elementos al ecosistema, tal que el ciclo biogeoquímico natural es prácticamente CERRADO.

III. Fósforo

- por su función muy esencial en seres vivos, tienda a bioacumularse en biomasa



- casi no existe un componente aéreo del ciclo de fósforo
- lleva tiempos geológicos para su incorporación de roca a suelos
- el intercambio entre la biomasa y el suelo es rápido, con solo 13 años de tiempo residente en suelos
- el ciclo bioquímico de P es muchísimo más rápido que el ciclo geoquímico
- la contribución principal de P en mantener los seres vivos es por desechos/descomposición local de biomasa



IV. Selenio e Yodo

- por sus funciones muy esencial en seres vivos, tienda a bioacumularse en biomasa
- hay un componente fuerte de contribución por transporte aéreo al ciclo local
- la incorporación de roca a suelos es generalmente de poca relevancia
- el intercambio entre la biomasa y el suelo es rápido, cosechas de tres años ha disminuido la concentración de Se en casi 50%

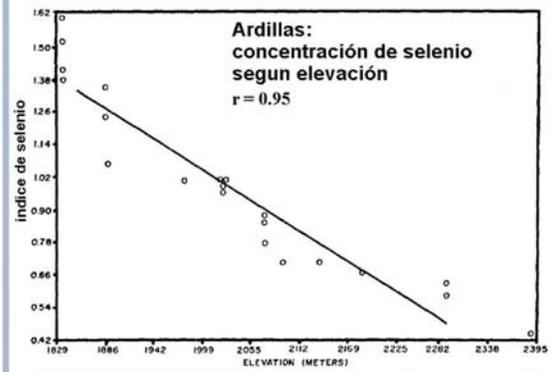
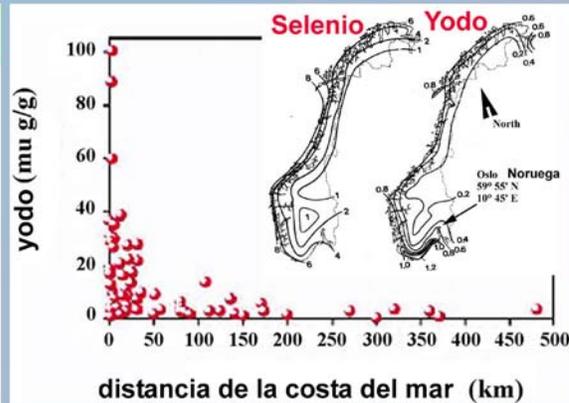
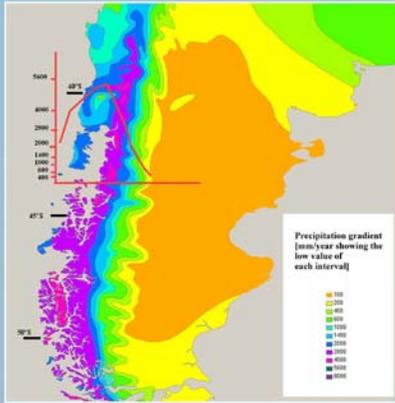
=> plantas NO necesitan ni Selenio ni Yodo, solo animales superiores están afectados

- los ciclos bioquímicos de Se e Yodo son muchísimo más rápidos que sus ciclos geoquímicos
- la contribución principal de Se e Yodo en mantener los seres vivos es por desechos/descomposición local de biomasa



V. Nutrientes en Patagonia

- tiene escaso P, Se e Yodo, por la geoquímica, patrón de precipitación, topografía y glaciación
- provisión subóptima de P, Se e Yodo en animales superiores ha sido registrada para Patagonia (Chile y Argentina)



VI. Uso de Recursos Naturales en Patagonia

- Sistemas de producción mayormente extensivos con exportación de productos de: ganadería, forestales, fauna silvestre y quemas, incluso en áreas protegidas fiscales
- Áreas fértiles: generalmente campos privados, que en la precordillera utilizan zonas de altura, incluso tierras fiscales, como veranadas para ganado y fuentes de productos madereros.
- Resulta en exportación de alto niveles de nutrientes, bioacumulados durante tiempos geológicos, sin reemplazo por fertilizantes como se hace en la agricultura intensiva (con N, K, y P).
- Ciclos biogeoquímicos quedan abiertos, resultando en insostenibilidad por la pérdida paulatina de esos elementos en el ecosistema.

VII. Efectos de la Producción Extensiva

- la vegetación no indica la paulatina disminución de reservas de Se e Yodo
- ganado se encuentra durante gran parte del año en zonas más fértiles y recibe atención veterinaria
- en contraste, cierta fauna silvestre es expulsada de las mejores zonas hacia áreas marginales o sumideros y con posibles consecuencias subclínicas y clínicas

Sumando a estos efectos ocultos, la ganadería extensiva impacta de otra manera sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos. En consecuencia, junto con la exportación de nutrientes conduce a un empobrecimiento del ecosistema y a la disminución del rendimiento de la propia actividad ganadera.

VIII. ¿Como ha sobrevivido la agricultura ANTES de los fertilizantes sintéticos?

Las civilizaciones tempranas se han apoyadas en la regeneración natural de nutrientes:

- instalándose en zonas riveras con fuentes regulares de cieno de los torrentes anuales
- despalar áreas de tierra y de bosques para usarlos hasta agotados, y mover a una nueva área
- rotación de tipo de plantas, intervalos sin plantar

=> el agotamiento de recursos naturales, particularmente de fertilidad de suelos mediante romper los ciclos naturales de nutrientes, ha resultado repetidamente en la desaparición de civilizaciones (Diamond 2005)

IX. Como se mantiene la alta tasa de exportación de biomasa en la actualidad?

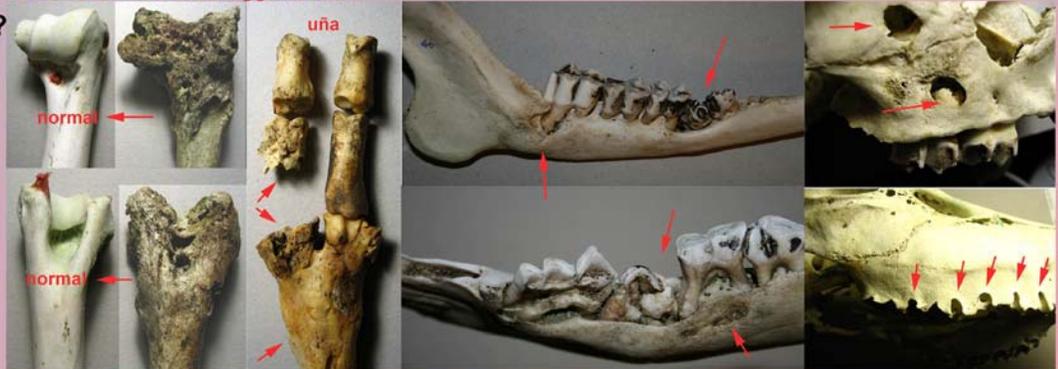
La entrega antrópica de P a suelos/plantas/ganado es +500% mayor que aquella de la erosión de roca.



- => el uso global de P aumentó MUCHO: en Argentina de 25000 T en 1993, a 307000 T en 2007, y a aprox. 460000 Toneladas en 2015
- => varios estudios estiman que pasamos la "Peak Production" de P y Se.
- => zonas de producción intensiva reciben la mayor parte antrópica de P en Argentina, mientras zonas de producción extensiva, incluyendo áreas protegidas, generalmente no reciben P para reemplazar la pérdida por la exportación de biomasa. Tampoco se reemplaza Yodo ni Se.

X. Efectos en el Ecosistemas de Patagonia?

- ganado y ciervos comiendo huesos?
- alta incidencia de quebraduras de las astas de ciervo?
- osteopatología en huemul?
- crecimiento anormal de astas de huemul?
- sin aumento numérico de huemul?



XI. Recomendaciones para la Conservación y Manejo

1. Tanto emprendimientos productivos como Áreas Protegidas deben conservar los procesos naturales que garanticen Sostenibilidad Biofísica
2. Implica la implementación de estudios y manejo biogeoquímico para evitar un empobrecimiento del ecosistema
3. En Áreas Protegidas hay que concentrar al ganado en sitios aptos para la fertilización con nutrientes

Debemos evitar extinciones y deterioro de servicios ecosistémicos. Sin embargo, decisiones de corto plazo y de escala local irán en sentido inverso a dicho camino y de beneficios colectivos para la economía humana y natural.

Ecología y biología de la conservación en Patagonia: explotación productiva, ciclos biogeoquímicos, ley de Liebig, y sostenibilidad biofísica.

Werner T. Flueck^{1,2}, Jo Anne M. Smith-Flueck², y J. Adrian Monjeau^{1,3}

1. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
2. Instituto de Análisis de Recursos Naturales, Universidad Atlántida Argentina
C.C. 592, 8400 San Carlos de Bariloche
3. Programa de Ecofilosofía, Departamento de Filosofía, Fundación Bariloche, Av. Bustillo km 9.5 (8400) San Carlos de Bariloche

Introducción- Una de las claves del funcionamiento de los ecosistemas y del mantenimiento de su biodiversidad es la dinámica de los ciclos biogeoquímicos, es decir, los patrones y procesos de interacción entre los ciclos geoquímicos y los seres vivos (Childers et al. 2011). La materia viva está compuesta por unos 26 elementos esenciales de los 92 que existen en la naturaleza, aunque la mayor parte de la biomasa está concentrada en solo 6 elementos (Sternner & Elser 2002).

La vida es dependiente de estos elementos esenciales, pero sujeta a la Ley del Mínimo de Liebig. Cualquiera de los elementos puede ser el factor limitante para la expresión máxima del potencial genético de una especie. La limitación de un nutriente (elemento) raramente llega al extremo de una situación de vida o muerte a nivel individual, al contrario, existe un gradiente de respuesta (p.ej. variación de actividad enzimática, o peso corporal). No obstante, incide en la distribución y abundancia de las poblaciones (Flueck 1994). Esto es debido a que en los paisajes, la distribución de nutrientes no es homogénea. Los “nutrient hotspots” tienden a ser áreas fuentes, en donde se produce el reclutamiento poblacional desde donde se colonizan áreas marginales y sumideros. Si bien a nivel de individuo el efecto puede ser trivial, a escala de ecosistema o de poblaciones puede tener un efecto inmenso, que incluye la extinción local (Moe et al. 2005).

Nutrientes Especiales- Nutrientes implicados en funciones críticas de los organismos, como el procesamiento de la energía, generalmente están en una concentración muy baja en los suelos. El fósforo (P), selenio (Se) y el yodo (I) son ejemplos. Hay nutrientes que son esenciales para los animales superiores pero innecesarios para las plantas, como el Se y el I. La sucesión biológica tiende a bioacumular estos elementos, lo que concentra porcentajes muy altos de los nutrientes de un ecosistema en la biomasa. Los organismos, al perecer en el lugar, reciclan los elementos al ecosistema. Es decir, en tal caso el ciclo biogeoquímico natural es prácticamente cerrado (Flueck et al. 2012).

Patagonia- La región se caracteriza por su escasez de P, Se y I. Esto es debido principalmente a la composición geoquímica de vulcanismo local, al patrón de precipitación determinado por la orografía y al efecto de la glaciación en la formación reciente de suelos en los valles cordilleranos. La topografía origina un gradiente altitudinal de nutrientes por transporte gravitacional. Evidencias de provisión subóptima de P, Se y I en animales superiores han sido registrados para la Patagonia en Chile y Argentina (Flueck & Smith-Flueck 2011).

Uso de Recursos Naturales en Patagonia- Los sistemas de producción en la Patagonia son mayormente extensivos, sea en producción ganadera, extracción de productos forestales o extracción de fauna silvestre. Las áreas más fértiles son generalmente campos privados, que forman la base de la producción agropecuaria. Buena parte de estos campos utilizan las zonas

altas de los valles, frecuentemente tierras fiscales, como veranadas para ganado y como fuentes de productos madereros. Dentro del amplio sistema de áreas protegidas también hay uso de gran parte de las zonas fiscales como veranadas para ganado. La fauna silvestre representa otra línea de producción con la caza de exóticos como ciervos, jabalíes, o liebres, lo que ocurre incluso dentro de las áreas protegidas. De este modo, una alta concentración de nutrientes, bioacumulados durante tiempos geológicos, es extraído de los ecosistemas sin ser reemplazados con la aplicación de fertilizantes que compensen los nutrientes exportados, como se hace en la agricultura intensiva (principalmente con N, K, y P). El ciclo biogeoquímico queda abierto, dando como resultado un escenario de insustentabilidad causado por la pérdida paulatina de esos elementos en el ecosistema (Flueck 2009a,b). Las quemadas de biomasa a partir de incendios de origen antrópico suman otro efecto de remoción de nutrientes, a través de la volatilización y la erosión.

Efectos de la Producción Extensiva- Los relevamientos satelitales o por medio de fotografías aéreas muchas veces muestran masas forestales continuas que dan la falsa apariencia de prístinidad o de baja huella humana (Redford 1992). La disminución de reservas de Se y I no es visible dado que no afecta a la vegetación. Generalmente tampoco es muy notable en el ganado, porque durante gran parte del año se encuentra en zonas más fértiles y porque, ante la detección de alguna falencia, recibe atención veterinaria. Esto no sucede con la fauna silvestre, que es expulsada de las mejores zonas hacia áreas marginales o sumideros y con posibles consecuencias subclínicas y clínicas.

Sumando a estos efectos ocultos, la ganadería extensiva impacta de otra manera sobre la biodiversidad. La biomasa terrestre, en la zona andino-patagónica, tiene un espesor de unos 40 metros, contando desde uno o dos metros por debajo del suelo hasta las copas de los árboles más altos. Los estratos más utilizados por gremios de vertebrados son los más bajos, desde el suelo hasta los arbustivos (Ubeda et al. 1990). También, la fijación de carbono es muy eficiente al nivel del suelo y el sotobosque, lo que aporta a la mitigación del efecto invernadero (Muraoka & Koizumi 2005). Por otra parte, esos estratos de biomasa contribuyen a la regulación de los caudales hídricos disminuyendo la velocidad de escurrimiento y, consecuentemente, la erosión (Gordon & Edwards 2006). La ganadería extensiva acciona sobre dicha capa, precisamente la más importante para la conservación de la riqueza de especies de bosque y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos locales (hidrología, geomorfología) y globales (clima). En el caso de las aves, las comunidades típicas de bosque son reemplazadas por comunidades de matorrales abiertos (Lantschner & Rusch 2007). Incluyen en ese deterioro, la pérdida de renovales de las especies arbóreas, la propagación de especies exóticas, la disminución de la capacidad de los suelos, tanto en términos físicos como biogeoquímicos. En consecuencia, junto con la exportación de nutrientes conduce a un empobrecimiento del ecosistema y a la disminución del rendimiento de la propia actividad ganadera (Monjeau & Pauquet 2008).

Recomendaciones para la Conservación y Manejo- Un objetivo en común a los emprendimientos privados y a las áreas protegidas es la conservación de los procesos naturales que garanticen la continuidad de sus metas a largo plazo. Esto implica la implementación de un plan de manejo biogeoquímico que estudie y monitoree los ciclos naturales de elementos nutricionales claves con el objetivo de evitar un empobrecimiento del ecosistema. O bien se reemplazan los nutrientes exportados o bien se minimiza la exportación de los mismos, o una combinación de ambas acciones tendiente a un balance similar al del ciclo natural cerrado. En áreas protegidas hay que manejar el ganado concentrándolo en sitios más aptos para este tipo de

producción, más accesibles, facilitando la fertilización de nutrientes y excluyendo la actividad ganadera de las áreas más sensibles (Flueck et al. 2011). Esto disminuirá la presencia humana en los últimos reductos de las áreas protegidas donde la fauna silvestre ha sido acorralada. Si bien el camino ecológicamente correcto para evitar la extinción de fauna y el deterioro de los servicios ecosistémicos está planteado claramente, la imposición de una política que priorice decisiones de corto plazo y de escala local irá en sentido inverso a dicho camino y se alejará de una solución profunda, de largo plazo y de beneficios colectivos para la economía humana y natural (Monjeau 2010).

Referencias

- Childers, D.L., J. Corman, M. Edwards y J.J. Elser. 2011. Sustainability challenges of phosphorus and food: Solutions from closing the human phosphorus cycle. *BioScience* 61: 117–124.
- Flueck, W.T., J.M. Smith-Flueck, J. Mionczynski y B.J. Mincher. 2012. The implications of selenium deficiency for wild herbivore conservation, a review. *Europ J Wildl Res*, Doi: 10.1007/s10344-012-0645-z
- Flueck, W.T., J.M. Smith-Flueck y J.A. Monjeau. 2011. Protected areas and extensive productions systems: a phosphorus challenge beyond human food. *BioScience*, 61(8):582.
- Flueck, W.T. y J.M. Smith-Flueck. 2011. Recent advances in the nutritional ecology of the Patagonian huemul: implications for recovery. *Animal Production Science*, 51:311-326.
- Flueck, W.T. 2009a. Evolution of forest systems: the role of biogeochemical cycles in determining sustainable forestry practices. *Ecology and Society* 14(2).
- Flueck, W.T. 2009b. Biotic Translocation of Phosphorus: The Role of Deer in Protected Areas. *Sustainability* 1(2):104-119.
- Flueck, W.T. 1994. Effect of trace elements on population dynamics: selenium deficiency in free-ranging black-tailed deer. *Ecology* 75:807-812.
- Gordon, S. y P. Edwards. 2006. Concepts about forests and water. *Northern Journal of Applied Forestry* 23:11-19.
- Lantschner, M.V. y V. Rusch. 2007 Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de *Nothofagus antarctica* en el NO Patagónico. *Ecología Austral* 17:99-112.
- Moe, S.J., R.S. Stelzer, M.R. Forman, W.S. Harpole, T. Daufresne y T. Yoshida. 2005. Recent advances in ecological stoichiometry: insights for population and community ecology. *Oikos* 109:29-29.
- Monjeau, J.A. 2010. Conservation crossroads and the role of hierarchy in the decision-making process. *Brazilian Journal of Nature Conservation* 8:112–119.
- Monjeau, J.A. y S. Pauquet. 2008. Estado de conservación, amenazas y prioridades de inversión en las áreas protegidas andino-patagónicas. Ediciones Atlántida Argentina. 165 pp.
- Muraoka, H. y H. Koizumi. 2005. Photosynthetic and structural characteristics of canopy and shrub trees in a cool-temperate deciduous broadleaved forest: Implication to the ecosystem carbon gain. *Agricultural and Forest Meteorology* 134:39–59.
- Redford, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42:412-422.
- Sterner, R.W. y J.J. Elser. 2002. *Ecological stoichiometry: the biology of elements from molecules to the biosphere*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Ubeda, C., D. Grigera y A. Reca. 1990. Guild structure of vertebrates in the Nahuel Huapi National Park and Reserve, Argentina. *Biological Conservation* 52:251-270.