



RECURSOS NATURALES Y SOCIEDAD

REVISTA DIGITAL DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Apuntes para incitar a pensar en (desde) el cambio en los análisis ecológicos

Pedro P. Garcillán

Resumen

Ante el creciente cambio antropogénico que está ocurriendo en los sistemas ecológicos a múltiples escalas espaciales y temporales, reflexionar sobre el concepto de cambio en ecología puede ser relevante. Se presenta una breve pincelada, parcial, de algunas dimensiones del concepto de cambio en el análisis ecológico. El propósito es incitar a profundizar en las implicaciones que tiene el concepto de cambio ecológico en nuestro conocimiento y uso de los sistemas ecológicos.

Palabras clave: cambio ecológico, equilibrio, sucesión ecológica

Abstract

In view of the growing anthropogenic change occurring in ecological systems at multiple spatial and temporal scales, reflecting on the concept of ecological change may be relevant. A brief and partial glance of some dimensions related to this concept are discussed in the ecological analysis. The aim is to urge thinking in depth about the implications of ecological change based on our knowledge and use of ecological systems.

Key words: ecological change, equilibrium, ecological succession.

Introducción

“Nada teme más el hombre que ser tocado por lo desconocido”. Con esta inquietante frase inicia Elías Canetti su monumental obra “Masa y Poder” (Canetti, 1960). Aunque este autor hace referencia a otros ámbitos del ser humano, tiene algo que ver con la dificultad, y quizá temor también, con que el hombre ha ido incorporando la noción de cambio en su interpretación del mundo que le rodea. En las ciencias naturales existen numerosos ejemplos de la reticencia con que fue recibida la propuesta de “teorías dinámicas” frente a “teorías inmovilistas” existentes. Se puede citar como dos ejemplos paradigmáticos de ello el cambio evolutivo de los seres vivos que sustentó Darwin (1859) proponiendo el mecanismo de la selección natural, y la idea de una corteza terrestre dinámica propuesta por Alfred Wegener (1922). Aunque la evolución por selección natural fue asumida por una buena parte del mundo científico ya en vida del propio Darwin, y no sufrió el ostracismo de casi cinco décadas que tuvieron las ideas de Wegener, en ambos casos su asimilación como paradigmas dominantes requirió vencer fuertes inercias. No deja de tener sentido, pues la interpretación del mundo natural desde una perspectiva de



cambio evolutivo biológico y/o de una corteza terrestre dinámica frente a sus respectivas versiones estáticas es *profundamente* diferente. Implica no sólo dos interpretaciones (resultado) diferentes, sino también dos maneras de pensar (proceso) completamente distintas.

En la disciplina de la ecología la incorporación del cambio y la naturaleza del mismo en los marcos de interpretación del funcionamiento de los sistemas ecológicos y sus distintos niveles de organización (población, comunidades, ecosistemas) también ha tenido que remar contra interpretaciones “estáticas” muy renuentes. La ecología es la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos con el ambiente físico y entre sí. Por tanto, es la ciencia que nos proporciona el conocimiento básico sobre el funcionamiento de los sistemas ecológicos que contienen los recursos naturales en los que se sostiene nuestra existencia. Desde esta perspectiva, el marco conceptual desde el que construimos el conocimiento ecológico del funcionamiento de estos sistemas es clave a la hora de establecer decisiones sobre el uso de los recursos naturales.

La idea del balance en la naturaleza (*balance of nature*) emergió en la antigüedad occidental, aunque también está presente en la oriental, y ha evolucionado en distintas formas desde entonces (Egerton, 1973). Darwin (1859) propuso la lucha por la existencia en el marco de la selección natural, pero no cómo de ésta se derivaba un mundo en aparente equilibrio. El soporte teórico para esta idea provino de Herbert Spencer, ingeniero de formación, que pensaba la naturaleza como un equilibrio móvil resultado de fuerzas opuestas, el incremento y disminución de poblaciones debido a un ajuste de la fertilidad frente a la mortalidad (Spencer, 1874 citado en Kingsland, 1991). Sin embargo, este escenario de sistema natural autorregulado y en armónico equilibrio de fuerzas fue poco a poco modificándose.

La sucesión ecológica: el inicio del cambio

Desde el temprano inicio de la ecología como ciencia, en los albores del siglo XX, el primer gran marco conceptual para analizar el cambio en los sistemas naturales, en concreto en la vegetación, fue la sucesión ecológica (McIntosh, 1980, 1985). La sucesión es el reemplazo secuencial (en el tiempo) de especies en un lugar determinado después de un disturbio, entendido éste como una pérdida relativamente abrupta de biomasa o estructura (Clements, 1916). Partiendo de esta definición, la pregunta siguiente fue ¿cómo ocurre este cambio? La interpretación de cualquier cambio en un sistema estará estrechamente relacionada con la idea del funcionamiento dinámico que se tiene del sistema y así ocurrió en gran medida con la interpretación del cambio sucesional. Se establecieron dos posturas sobre la naturaleza de este proceso. Por un lado, Clements (1916) trasladó su concepción lamarckiana del cambio biológico a las comunidades de especies, de manera que la sucesión implicaba una continua interacción entre el hábitat y las formas de vida de la comunidad (Kingsland, 1991). Esta teoría, basada en el concepto de equilibrio, considera que dadas unas determinadas condiciones climáticas y geológico-edáficas, existirá un determinado tipo de vegetación (clímax). Para Clements, la competencia entre especies similares era uno de los procesos fundamentales en el cambio secuencial de especies y el desarrollo sucesional hacia el clímax reducía la competencia dentro de la comunidad. La ocurrencia de un disturbio modificaría este estado, y una vez desaparecido el disturbio la comunidad transitaría de nuevo hacia el clímax, su estado de equilibrio con las condiciones físico-climáticas (Clements, 1916). Por otro lado, Gleason (1917) consideraba que no existían agrupamientos de especies fijos y definitivos. En su opinión, cada asociación de especies era en gran medida un producto único, fruto de las variaciones ambientales en un lugar y tiempo

particular, y la interrelación de éstas con las especies individualmente. Aunque no sugería un escenario de no equilibrio, sí consideró de gran importancia el componente estocástico resultado de esa historia de fluctuaciones. La aproximación clementsiana fue dominante durante la mitad del siglo XX, y variantes posteriores como equilibrio, estado estacionario, estabilidad y homeostasis son conceptos centrales del paradigma del equilibrio clásico (McIntosh, 1980, 1985; DeAngelis y Waterhouse, 1987), que dominan la teoría ecológica durante los 1960s y 1970s (Wu y Loucks, 1995).

Durante la década de los 1970s y mitad de los 1980s se produce un cambio fundamental en el énfasis en cómo los ecólogos conciben las comunidades ecológicas (DeAngelis y Waterhouse, 1987). Más que buscar unidades ecológicas auto-contenidas que tienen equilibrios estables, aceptan la condición transitoria como inevitable, al menos a pequeña escala. Dos tipos de influencias potencialmente desestabilizadoras (disruptivas) actuarían sobre los ecosistemas (DeAngelis y Waterhouse, 1987): (a) inestabilidades causadas por retroalimentación no lineares y desacoplamiento temporal en las interacciones biológicas de las especies, y (b) fuerzas estocásticas debidas a un ambiente fluctuante. En relación a ellas se conceptualizaron tres categorías generales de comunidades ecológicas (DeAngelis y Waterhouse, 1987): (1) comunidades interactivas estables: dominadas por feedbacks negativos y con un equilibrio aparentemente estable; (2) comunidades interactivas inestables: dominadas por feedbacks positivos y con un equilibrio aparentemente inestable; y (3) comunidades débilmente interactivas: dominadas por fluctuaciones estocásticas y sin equilibrio.

El uso humano de regiones áridas y el concepto de cambio ecológico

El uso dominante de las regiones áridas por parte del hombre, en cuanto a extensión ocupada y también en cuanto a tiempo histórico de su presencia, ha sido la ganadería extensiva (Figura 1). La ganadería es en términos ecológicos una interacción, en concreto herbivoría. Por esta razón, la incorporación de esta actividad (interacción) al sistema ecológico y sus relaciones constituyen un buen modelo para revisar la dimensión del cambio en los análisis ecológicos.



Figura 1. Ganado pastoreo libre en el Desierto de San Felipe, Baja California. Fotografía: Elisabet Wehncke.

El balance de la naturaleza: el paradigma del equilibrio

El modelo del equilibrio (*range model*) fue durante largo tiempo el marco conceptual en que se analizaba la dinámica de la vegetación en las regiones bajo pastoreo, especialmente en Norteamérica (Briske *et al.*, 2003) (Figura 2). Este modelo está basado en el paradigma del equilibrio (y de la teoría de la sucesión ecológica), y enfatiza la importancia de la competencia entre plantas y las interacciones planta-herbívoro en el comportamiento del ecosistema. Es decir, las conexiones de retroalimentación negativa son dominantes en el sistema. Considera la existencia de un elevado grado de organización y regulación interna del sistema (Chesson y Case, 1986). En este contexto, se considera que el herbivorismo del ganado constituye un proceso biótico que regula internamente el comportamiento del sistema mediante la imposición de *feedbacks* negativos sobre los procesos de la vegetación, en lugar de ser un disturbio que influye externamente sobre el comportamiento del sistema (Briske *et al.*, 2003).



Figura 2. Zonas de pastoreo (*range lands*) en el Desierto del Mojave. Fotografía: Pedro P. Garcillán.

El flujo de la naturaleza: paradigma de no equilibrio

El paradigma del equilibrio ha sido criticado en ecología ya desde inicios del siglo XX, pero no fue hasta la década de los 1970s que las bases teóricas de la dinámica de la vegetación se apartaron del paradigma del equilibrio, con la propuesta de la existencia de múltiples estados de equilibrio (Holling, 1973; Sutherland, 1974; Noy-Meir, 1975; May, 1977). En esta propuesta de múltiples estados de equilibrio, el disturbio era la fuerza que desplazaba la comunidad estable a través de un umbral hacia otro estado estable diferente de la comunidad en el mismo sitio. El concepto de umbral ecológico (*ecological threshold*) se origina en la década de los 1970s con el desarrollo del concepto del estado estable múltiple (o múltiples estados de equilibrio) para describir fronteras entre estados alternativos estables (Holling, 1973; May, 1977). El concepto de umbral ecológico se introduce posteriormente en la ecología de las tierras de pastoreo (*rangelands*) tras el cambio hacia el paradigma de no equilibrio (Ellis y Swift, 1988) y la presentación del marco conceptual del modelo estado-y-transición (Westoby *et al.*, 1989). En palabras de Stringham *et al.* (2003), “los umbrales ecológicos son fronteras en el espacio y el

tiempo entre cualquiera de los estados, de manera que uno o varios de los procesos ecológicos primarios han sido irreversiblemente cambiados y deben ser restaurados activamente antes de que el retorno al estado previo sea posible”. Esta interpretación de los umbrales ecológicos está basada en el concepto de resiliencia ecológica (Briske *et al.*, 2006), que describe el grado de modificación de un ecosistema que es requerido antes que el sistema comience a reorganizarse alrededor de un conjunto alternativo de procesos.

El umbral ecológico es un cambio en la dominancia en el sistema de *feedbacks* negativos (auto-regulación) a *feedbacks* positivos (disrupción). Dos mecanismos alternativos han sido sugeridos para la ocurrencia de umbrales (Briske *et al.*, 2006): (1) disturbio, que fuerza los estados estables a través de los umbrales modificando la estructura biótica y las interacciones dentro de las comunidades (Beisner *et al.*, 2003), y (2) cambios abióticos de largo plazo, que modifican las características del sitio (ej. salinización, cambio climático, erosión, etc.). Es importante destacar que el primer mecanismo modifica las interacciones bióticas, en tanto que el segundo lo hace sobre las características del sitio, aunque ambos aspectos suelen estar estrechamente relacionados (Figura 3).



Figura 3. Erosión extrema resultado de pastoreo prolongado de cabras en Isla Guadalupe. Fotografía: Pedro P. Garcillán.

Los umbrales ecológicos poseen varios componentes críticos (Briske *et al.*, 2006): “disparadores”, modificaciones estructurales, modificaciones funcionales y mecanismos de feedback. Los “disparadores” representan cambios en variables bióticas o abióticas específicas que inician el desarrollo del umbral. Pueden ser naturales/ antropogénicos, continuos/discontinuos, aditivos/multiplicativos, y crónicos/agudos. Inician el camino hacia el umbral induciendo un cambio discontinuo de la dominancia de los *feedbacks* negativos en el ecosistema a la de los *feedbacks* positivos. Ejemplos característicos son el fuego, el herbivorismo y los eventos climáticos extremos. Los dos últimos son elementos importantísimos en las regiones áridas. El herbivorismo representa un disparador único que elimina cobertura vegetal de manera selectiva en determinadas escalas espaciales y temporales (Briske *et al.*, 2005, 2006). Los extremos climáticos, incluyendo sequías prolongadas y secuencias de años lluviosos,

pueden ser categorizados como disparadores de pulso prolongado porque afectan a los ecosistemas en escalas temporales extensas (Breshears *et al.*, 2005; Fensham *et al.*, 2005).

Las modificaciones (umbrales) estructurales se basan en cambios relativos de la composición de especies y formas de crecimiento, distribución espacial de la vegetación y suelo desnudo, y la presencia de especies invasoras (Figura 4) (Friedel, 1991; Stringham *et al.*, 2003). En cambio, las modificaciones (umbrales) funcionales describen modificaciones de varios procesos ecológicos que mantienen la función y resiliencia del ecosistema. Los mecanismos de retroalimentación representan procesos ecológicos que refuerzan (negativos) o degradan (positivos) la resiliencia de los estados estables. Un cambio de retroalimentación ocurre cuando hay un cambio en la dominancia de conexiones de retroalimentación negativas a la dominancia de retroalimentación positivas. La tasa a la que el cambio de *feedback* ocurre establece el grado de no linealidad o discontinuidad del umbral (Briske *et al.*, 2006).



Figura 4. Zacate buffel en el matorral tropical de la Región del Cabo, Baja California Sur. Fotografía: Christian Silva Bejarano.

Aunque las ideas de estados estables múltiples y umbrales de transición se han vuelto prominentes en el análisis ecológico desde los 1980s, existen estudios que las cuestionan conceptual y experimentalmente (Rodríguez-Iglesias y Kothmann, 1977; Walker y Wilson, 2002), y algunas revisiones recientes sugieren que no hay evidencia suficiente que apoye su existencia en ecosistemas de agua dulce (Mac Nally *et al.*, 2014; Capon *et al.*, 2015).

Lo presentado aquí no es más que un breve apunte de la germinación del marco teórico que la sucesión ecológica abrió a principios del siglo XX para incorporar el concepto y las implicaciones del cambio en la teoría ecológica. Este cauce ha ido creciendo, ramificándose y haciéndose cada vez más complejo al agregar por ejemplo la dimensión espacial del cambio ecológico (e.g., Allen y Starr, 1982; Gunderson y Holling, 2002; Allen

et al., 2014; Nash *et al.*, 2014), el cambio antropogénico global (Antropoceno; e.g., Ellis *et al.*, 2010; Steffen *et al.*, 2011; Ellis, 2015), las invasiones biológicas (e.g., Mooney y Hobbs, 2000; Sax *et al.*, 2005; Richardson, 2011), el concepto de ecosistemas novedosos (i.e., *novel ecosystems*, e.g., Milton, 2003; Hobbs *et al.*, 2006; Williams y Jackson, 2007; Hobbs *et al.*, 2013), etc. Este cauce de reflexión, también dinámico y a veces turbulento, nos debe servir de ayuda para abordar el intenso cambio temporal y espacial de los sistemas ecológicos que la Tierra está experimentando a múltiples escalas espaciales y temporales (Prach y Walker, 2011).

Agradecimientos

El Autor agradece al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

Bibliografía

- Allen, C.R., D.G. Angeler, A.S. Garmnestani, L.H. Gunderson y C.S. Holling. 2014. *Panarchy: Theory and application*. Ecosystems DOI: 10.1007/s10021-013-9744-2.
- Allen, T.F.H. y T.B. Starr. 1982. *Hierarchy: perspectives for ecological complexity*. University of Chicago Press, Chicago, USA. 310 pp.
- Beisner, B.E., D.T. Haydon, y K. Cuddington. 2003. *Alternative stable states in ecology*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 376-382.
- Breshears, D.D., N.S. Cobb, P.M. Rich, K.P. Price, C.D. Allen, R.G. Balice, W.H. Romme, J.H. Kastens, M.L. Floyd, J. Belnap, J.J. Anderson, O.B. Myers y C.W. Meyer. 2005. *Regional vegetation die-off in response to global-change-type drought*. *Proceedings National Academy of Science* 102(42): 15144-15148.
- Briske, D.D., S.D. Fuhlendorf y F.E. Smeins. 2003. *Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms*. *Journal of Applied Ecology* 40: 601-614.
- Briske, D.D., S.D. Fuhlendorf y F.E. Smeins. 2005. *State-and-transition models, thresholds, and rangeland health: A synthesis of ecological concepts and perspectives*. *Rangeland Ecology & Management* 58: 1-10.
- Briske, D.D., S.D. Fuhlendorf y F.E. Smeins. 2006. *A unified framework for assessment and application of ecological thresholds*. *Rangeland Ecology & Management* 59: 225-236.
- Canetti, E. 1960. *Masse und Macht*. 2013. *Masa y poder*. Traducción en español de la obra original, Alianza Ed., Madrid, España. 688 pp).
- Capon, S.J., A.J.J. Lynch, N. Bond, B.C. Chessman, J. Davis, N. Davidson, M. Finlayson, P.A. Gell, D. Hohnberg, C. Humphrey, R.T. Kingsford, D. Nielsen, J.R. Thomson, K. Ward y R. Mac Nally. 2015. *Regime shifts, thresholds and multiple stable states in freshwater ecosystems; a critical appraisal of the evidence*. *Science of The Total Environment* 517(0): in press. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.02.045.
- Chesson, P.L. y T.J. Case, T.J. 1986. *Overview: nonequilibrium community theories: chance, variability, history, and coexistence*. pp. 229–239. En: Diamond, J. J. y T.J. Case (Eds.) *Community Ecology*. Harper & Row Publisher, New York, USA.



- Clements, F.E. 1916. *Plant succession: An analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute of Washington, Publication 242, Washington D.C., USA. 512 pp.
- Darwin, C. 1859. On the origin of species. John Murray Ed., London, Inglaterra.
- DeAngelis, D.L. y J.C. Waterhouse. 1987. *Equilibrium and nonequilibrium concepts in ecological models*. Ecological Monographs 57: 1-21.
- Egerton, F.N. 1973. *Changing concepts of the balance of nature*. The Quarterly Review of Biology 48: 322-350.
- Ellis, E.C., K. Klein Goldewijk, S. Siebert, D. Lightman, y N. Ramankutty. 2010. *Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000*. Global Ecology and Biogeography 19(5): 589-606.
- Ellis, E.C. 2015. *Ecology in an anthropogenic biosphere*. Ecological Monographs: 85(3): 287-331.
- Ellis, J.E. y D.M. 1988. *Stability of African pastoral ecosystems: Alternate paradigms and implications for development*. Journal of Range Management 41: 450-459.
- Fensham, R.J., R.J. Fairfax y S.R. Archer. 2005. *Rainfall, land use and woody vegetation cover change in semi-arid Australian savanna*. Journal of Ecology 93: 596-606.
- Friedel, M.H. 1991. *Range condition assessment and the concept of thresholds: a viewpoint*. Journal of Range Management 44: 422-426.
- Gleason, H.A. 1917. *The structure and development of the plant association*. Bulletin of the Torrey Botanical Club 44(10): 463-481.
- Gunderson, L. y C. Holling (Eds.). 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington D.C., USA. 536 pp.
- Hobbs, R.J., S. Arico, J. Aronson, J.S. Baron, P. Bridgewater, V.A. Cramer, P.R. Epstein, J.J. Ewel, C.A. Klink, A.E. Lugo, D. Norton, D. Ojima, D.M. Richardson, E.W. Sanderson, F. Valladares, M. Vilà, R. Zamora y M. Zobel. 2006. *Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order*. Global Ecology and Biogeography 15:1-7
- Hobbs, R.J., E.E. Higgs y C.M. Hall (Eds.) 2013. *Novel ecosystems. Intervening in the new ecological world order*. Wiley-Blackwell, Hoboken, USA. 380 pp.
- Holling, C.S. 1973. *Resilience and stability of ecological systems*. Annual Review of Ecology and Systematics 4: 1-23.
- Kingsland, S.E. 1991. *Defining ecology as a science*. pp. 1-13. En: Real, L.A. y J.H. Brown (Eds.) Foundations of ecology. Classic papers with commentaries. The University of Chicago Press, Chicago, USA. 904 pp.
- Nash, K.L., C.R. Allen, D.G. Angeler, C. Barichievy, T. Eason, A.S. Garmestani, N.A.J. Graham, D. Granholm, M. Knutson, R. J. Nelson, M. Nyström, C.A. Stow y S.M. Sundstrom, 2014. *Discontinuities, cross-scale patterns, and the organization of ecosystems*. Ecology 95: 654-667.
- Mac Nally, R., C. Albano y E. Fleishman. 2014. *A scrutiny of the evidence for pressure-induced state shifts in estuarine and nearshore ecosystems*. Austral Ecology 39: 898-906.
- May, R.M. 1977. *Thresholds and breakpoints in ecosystems with a multiplicity of stable states*. Nature 269: 471-477.
- McIntosh, R.P. 1980. *The relationship between succession and the recovery process in ecosystems*. pp. 11-62. En: Cairns, J.Jr. (Ed.) The recovery process in damaged ecosystems. Ann Arbor Science Publ. Inc., Ann Arbor, USA. 167 pp.

- McIntosh, R.P. 1985. *The background of ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. 400 pp.
- Milton, S.J. 2003. 'Emerging ecosystems': a washing-stone for ecologists, economists and sociologists? *South African Journal of Science* 99: 404-406.
- Mooney, H.A. y R.J. Hobbs (Eds.) 2000. *Invasive Species in a Changing World*. Island Press, Washington D.C., USA. 457 pp.
- Noy-Meir, I. 1975. *Stability of grazing systems: an application of predator-prey graphs*. *Journal of Ecology* 63: 459-481.
- Prach, K. y L.R. Walker. 2011. *Four opportunities for studies of ecological succession*. *Trends in Ecology and Evolution* 26(2): 119-223.
- Richardson, D.M. (Ed) 2011. *Fifty years of invasion ecology. The legacy of Charles Elton*. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA, 456 pp.
- Rodríguez-Iglesias, R.M. y M.M. Kothmann. 1997. *Structure and causes of vegetation change in state and transition model applications*. *Journal of Range Management* 50: 399-408.
- Sax, D.F., J.J. Stachowicz y S.D. Gaines (Eds.) 2005. *Species Invasions: Insights into Ecology, Evolution and Biogeography*. Sinauer, Sunderland, USA. 495 pp.
- Spencer, H. 1874. *Principles of biology*. 2 vols. Reprint of 1864-67 first Edition. D. Appleton, New York, USA.
- Steffen, W., J. Grinevald, P. Crutzen y J. McNeill. 2011. *The Anthropocene: Conceptual and historical perspectives*. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369(1938): 842-867.
- Stringham, T.K., W.C. Krueger y P.L. Shaver. 2003. *State and transition modeling: an ecological process approach*. *Journal of Range Management* 56: 106-113.
- Sutherland, J.P. 1974. *Multiple stable points in natural communities*. *American Naturalist* 108: 859-873.
- Walker, S. y J.B. Wilson. 2002. *Tests for nonequilibrium, instability, and stabilizing processes in semiarid plant communities*. *Ecology* 83: 809-822.
- Wegener, A. 1922. *Die entstehung der kontinente und ozeane*. 3ª Edición. (2009. *El origen de los continentes y océanos*. Ed. Crítica, Madrid, España. 392 pp).
- Westoby, M., B.H. Walker e I. Noy-Meir. 1989. *Opportunistic management for rangelands not at equilibrium*. *Journal of Range Management* 42: 266-274.
- Williams, J.W. y S.T. Jackson. 2007. *Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 475-482.
- Wu, J. y O.L. Loucks. 1995. *From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology*. *The Quarterly Review of Biology* 70: 439-466.

Cita de este artículo

Garcillán, P. P. *. 2015. **Apuntes para incitar a pensar en (desde) el cambio en los análisis ecológicos**. *Recursos Naturales y Sociedad*, Vol. 1 (15-24): DOI:10.18846/RENAYSOC.2015.01.01.01.0002



Sometido: 27 de septiembre de 2015

Revisado: 17 de octubre de 2015

Aceptado: 28 de noviembre de 2015

Editor asociado: Dr. Alfredo Ortega Rubio

Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández