

MARCO CONCEPTUAL PARA INTERPRETAR LA FUNCIONALIDAD DE LOS PASTIZALES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Lorena V. Carreño¹ y Ernesto F. Viglizzo². 2009. 5º Congreso de la Asociación Argentina para el Manejo de los Pastizales Naturales, Corrientes. www.pastizalesnaturales.com.

¹EEA Anguil INTA.

²EEA Anguil INTA/CONICET.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Pasturas naturales, manejo](#)

INTRODUCCIÓN

Los pastizales conforman uno de los biomas más extendidos del planeta. Aunque no hay coincidencia, datos de distintos autores indican que entre un 31 y un 43 % de las tierras del planeta están ocupadas por pastizales (WRI, 2000). Se trata de un bioma de gran plasticidad ambiental, con variantes biológicas que comprenden distintos tipos de sabanas, estepas gramíneas, y arbustivas, praderas templadas, praderas y sabanas anegables, praderas y arbustales montañosos, tundras etc. Se considera que más del 50 % de los biomas de pastizal manifiestan actualmente distintos niveles de degradación, que oscila entre leve y extrema (Oldeman, 1994). La historia del uso de la tierra en los últimos 300 años demuestra que un porcentaje significativo de tierras de pastizales y de tierras boscosas ha sido convertido en tierras agrícolas y tierras urbanas. Es así que muchos pastizales del mundo se encuentran fragmentados por mosaicos de cultivos anuales y pasturas cultivadas (GLCCD, 1998, USGS EDC, 1999).

ESCALA Y FUNCIONALIDAD EN ECOSISTEMAS DE PASTIZAL

Para manejar racionalmente cualquier ecosistema necesitamos conocer su “fisiología” o funcionalidad. Un primer aspecto que debemos reconocer los biólogos y los agrónomos es que gran parte de nuestro conocimiento científico y técnico se ha generado a partir de estudios que han abarcado una ventana reducida de espacio y de tiempo. Nos cuesta a menudo reconocer que detrás del corto plazo y de la escala geográfica reducida operan procesos complejos que escapan a nuestra percepción y que, para ser entendidos y manejados, requieren un enfoque espacial y temporal mucho más amplio que el convencional. Pero el largo plazo y el macro-espacio plantean problemas singulares que nuestros ensayos agronómicos convencionales no logran abordar con éxito (Carpenter et al., 1995).

En general, muchos procesos ecológicos que afectan a biomas complejos como el pastizal o el bosque tienen una temporalidad que supera el ciclo de vida de un investigador, y una espacialidad que excede las escalas convencionales de manejo. Naturalmente, esto plantea desacoples entre el conocimiento demandado y el provisto por la ciencia agronómica o biológica clásica. En general, los experimentos de corto plazo en parcelas son demasiado pequeños y cortos para detectar relaciones e interacciones funcionales que ocurren a grandes escalas geográficas y largos períodos de tiempo (Hobbs, 1998). Muchos de los problemas ambientales que agobian al planeta son producto del desacople que existe entre la escala funcional de un ecosistema, y la escala a la cual las decisiones son tomadas (Dalgaard et al., 2003). El calentamiento global, la desertificación extensiva o la contaminación de una cuenca son ejemplos de esta ruptura.

Para superar este bache de conocimiento funcional, la ciencia ecológica suele recurrir al análisis de archivos culturales y naturales que le permiten ampliar significativamente la ventana espacial y temporal de estudio (Swetnam et al., 1999). Crónicas históricas, registros climatológicos, censos y encuestas, registros catastrales, datos de sensores remotos son, entre otros, ejemplos de archivos culturales utilizados con frecuencia. La dendro-ecología, la dendro-climatología, la paleo-arqueología, la geología hacen su aporte, por su lado, a los archivos naturales que los ecólogos utilizan.

A menudo, la tendencia de productividad (PPN) en el largo plazo suele ser usado por los ecólogos de pastizales para valorar su “salud funcional”. Es un parámetro bastante confiable que resume aspectos relacionados a la funcionalidad del pastizal, y a su capacidad para proveer carbono orgánico y otros nutrientes para el ganado. En general, los pastizales generan un almacenaje de C orgánico en la biomasa aérea y subterránea menor a las 70 toneladas por hectárea, cifra que resulta inferior a la de los bosques. Los bosques fríos y templados acumulan entre 100 y 200 ton/ha, mientras los bosques tropicales pueden almacenar más de 200 ton/ha. Actualmente existe una firme tendencia a correlacionar el almacenaje de C en biomasa con funciones ecológicas vinculadas a la provisión de servicios ecosistémicos esenciales, como el ciclado de nutrientes, la protección del suelo, el control de disturbios, la regulación del clima y la provisión de hábitat y refugio para la biodiversidad. No obstante, por su

lenta capacidad de regeneración luego de un disturbio, los bosques tienden a ser más vulnerables que los pastizales. Este es un factor importante que influye sobre la sustentabilidad de los ecosistemas en el largo plazo.

LAS FUNCIONES RÁPIDAS Y LENTAS DEL SISTEMA PASTIZAL

Los ecosistemas están modulados por funciones rápidas y funciones lentas (Reynolds et al., 2007). Mientras las funciones rápidas son aquellas capaces de experimentar cambios frecuentes en el corto plazo (productividad de la pastura, rendimiento de carne, rentabilidad ganadera), las funciones lentas son aquellas que sufren cambios perceptibles solo en el largo plazo (cobertura vegetal, composición de la vegetación, producción primaria neta, materia orgánica de los suelos). Las funciones rápidas muestran, en general, una alta sensibilidad a la acción humana y son el origen de prácticas agronómicas muy generalizadas (fertilización de pasturas, control de plagas, suplementación de la hacienda, control de enfermedades del ganado). Por su parte, si bien las funciones lentas muestran una baja sensibilidad a la intervención humana de corto plazo, una acción prolongada puede generar eventos catastróficos no predecibles (degradación del tapiz herbáceo, erosión del suelo, desertificación) y no siempre reversibles. La acción humana sostenida sobre las funciones lentas puede determinar que éstas sean empujadas más allá de ciertos umbrales críticos de estabilidad y disparar cambios no-lineales, de naturaleza catastrófica, en el sistema.

La linealidad, como evento predecible, confiere tranquilidad a quienes investigan y administran ecosistemas productivos. Pero la naturaleza no siempre se comporta de manera lineal y predecible. Los procesos no lineales (Scheffer et al., 2001) que son detectables solo en el largo plazo son una pesadilla a la hora de entender y manejar ecosistemas complejos. Un ecosistema exhibe un comportamiento no lineal cuando experimenta efectos de histéresis, es decir, cambios abruptos y no predecibles a través del tiempo y del espacio. Ocurre cuando ciertos umbrales críticos son rebasados y el ecosistema puede transitar hacia estados alternativos de equilibrio (Groffman et al., 2006). Esta transición o histéresis implica un cambio en la dominancia de retro-controles (feed-backs) opuestos, los positivos y negativos. Cuando un retro-control positivo (desestabilizador) domina sobre uno negativo (estabilizador) y fuerza al ecosistema a superar un umbral crítico, éste resulta desplazado hacia un estado alternativo de equilibrio (Briske et al., 2006). Por eso, la extrapolación de resultados de la pequeña escala agronómica a la gran escala ecológica está severamente restringida por la emergencia de eventos no-lineales que emergen al saltar sucesivamente desde escalas menores a escalas mayores de análisis (Miller et al., 2004). Se han reportado numerosos ejemplos de procesos vinculados a la desertificación (Reynolds et al., 2007), inundaciones (Viglizzo et al., 2008), contaminación de aguas (Carpenter et al., 1995), incendios y erosión de suelos (Allen, 2007) en los cuales la dominancia de un retro-control positivo sobre uno negativo dispara cambios no-lineales.

Existen numerosos ejemplos que ilustran la ocurrencia de histéresis en sistemas de pastizal que son sometidos a presiones crecientes de pastoreo (Kinzig et al., 2006). Inicialmente, la presión creciente de pastoreo tiene un pequeño efecto sobre la receptividad del pastizal, pero un pequeño aumento puede eventualmente empujar al sistema más allá de un umbral crítico donde el pastizal gramíneo colapsa y dispara una invasión arbustiva del sistema. Aunque se reduzca la presión de pastoreo, el sistema no retorna naturalmente a su estado original porque entró en un equilibrio inestable que ya no es reversible. La histéresis representa la identificación de un umbral crítico que fue superado.

El ejemplo contrastante de linealidad, sin ocurrencia de histéresis, sería el de un pastizal que, ante sucesivos cambios en la presión de pastoreo, experimenta transiciones suaves y reversibles entre la fase gramínea y la fase arbustiva.

HISTÉRESIS Y SUSTENTABILIDAD ECOSISTÉMICA

Las evidencias internacionales en regiones de baja precipitación indican que los problemas de sustentabilidad en pastizales se deben orientar al análisis de las funciones lentas. Los numerosos ejemplos de no-linealidad en sistemas ganaderos de áreas marginales de Kenia y Sudán (Ellis y Swift, 1988; Sorbo, 2003) indican que debemos entender el funcionamiento del ecosistema si queremos prevenir riesgos de cambios irreversibles. La irreversibilidad se agudiza a medida que las lluvias se tornan más limitantes. Existen en el país ejemplos dramáticos de cambios no lineales causados por el hombre en la meseta árida patagónica y en la región semiárida del caldenal del La Pampa y San Luis. Son, en la práctica, lecciones que deben alertarnos para anticiparnos a problemas futuros. Un ejemplo impactante de no-linealidad e histéresis estaría explicando el proceso de desertificación registrado en la provincia de Santa Cruz en los últimos 60 años (Williams, 2004). El incremento de la presión pastoreo por una expansión explosiva del ganado ovino en la primera mitad del siglo 20 habría sido el principal disparador de ese proceso. Otro ejemplo interesante de histéresis, estudiado mediante dendro-cronología, es la expansión de leñosas (fachinal) en el ecosistema del Caldenal a partir de un umbral crítico que se desbordó cuando el ganado ovino dominante fue sustituido por el ganado bovino en la década de 1940 (Dussart et al., 1998). El cambio de régimen de pastoreo determinó un incremento no lineal en la densidad de las especies leñosas tanto en el pastizal gramíneo como en el bosque propiamente dicho, en desmedro del pastizal de gramíneas con mayor valor forrajero.

Datos recientes (Rearte, 2007; SENASA 2008) indican un rápido desplazamiento del stock bovino desde regiones donde la agricultura se ha expandido, hacia zonas con precipitaciones inferiores a los 400 mm por año. Veinte años atrás decíamos que la ganadería pampeana no se estaba desplazando sino que se estaba arrinconando en menor superficie. Hoy podemos afirmar que ambos procesos ocurren en forma simultánea: arrinconamiento y desplazamiento hacia otras regiones. En tales condiciones, la probabilidad de cambios no-lineales por aumento en la presión de pastoreo se incrementaría en gran parte de la diagonal árida-semiárida que corta transversalmente al país.

Para enfrentar las consecuencias no deseables de la no-linealidad en ambientes marginales es clave diseñar estrategias de ordenamiento ambiental que prevengan respuestas catastróficas, o que apunten a rehabilitar ecosistemas una vez que éstos han sido degradados de manera no irreversible. Para ambas cosas, es esencial entender cómo funcionan estos ecosistemas en una escala espacial y temporal amplia.

REFERENCIAS

- Allen, C.D. (2007). Interactions across spatial scales among forest dieback, fire and erosion in Northern New Mexico landscapes. *Ecosystems* 10: 797-808.
- Briske, D.D., Fuhlendorf, S.D., Smeins, F.E. (2006). A united framework for assessment and application of ecological thresholds. *Rangeland Ecology and Management* 59: 225-236.
- Carpenter, S.R., Chisholm, C.J., Krebs, C.J., Schindler, D.W., Wright, R.F. (1995). Ecosystems experiments. *Science* 269: 324-327.
- Dalgaard, T., Hutchings, H.J., Porter, J.R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 100: 39-51.
- Dussart, E., Lerner, P., Peinetti, R. (1998). Long term dynamics of two populations of *Prosopis caldenia* Burkart. *J. Range Management* 51: 685-691.
- Ellis, J.E., Swift, D.M. (1988). Stability of African pastoral ecosystems: alternate paradigms and implications for development. *Journal of Range Management*, 41: 450-459.
- GLCCD (1998). Global Land Cover Characteristics Database. Datos Versión 1.2 disponible on-line: <http://edcdaac.usgs.gov/glcc/glcc.html>.
- Groffman, P.M., Baron, J.S., Blett, T., Gold, A.J., Goodman, I., Gunderson, L.H., Levinson, B.M., Palmer, M.A., Paerl, H.W., Peterson, G.D., LeRoy Poff, N., Rejeski, D.W., Reynolds, J.F., Turner, M.G., Weathers, K.C., Wiens, J. (2006). Ecological thresholds: The key to successful environmental management or an important concept with no practical application? *Ecosystems* 9: 1-13.
- Hobbs, R.J. (1998). Managing ecological systems and processes. In: Peterson, D.L., Parker, V.T., editors. *Ecological Scale: Theory and Applications*, Columbia Univ. Press, N.York.
- Iturrioz, G., Iglesias, D.H. (2008). Caracterización de la Cadena Agro-alimentaria de la Carne Vacuna en la Provincia de La Pampa. Área Estratégica de Economía y Sociología, Documentos INTA, 71 pp.
- Kintzig, A.P., Ryan, P., Etienne, M., Allison, H., Elmqvist, Th., Walker, B.H. (2006). Resilience and regime shifts: Assessing cascading effects. *Ecology and Society* 11: 20 (on line).
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-Being. Multi-scale Assessments*. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, DC.
- Miller, J.R., Turner, M.G., Smithwick, E.A.H., Dent, C.L., Stanley, E.H., (2004). Spatial extrapolation: The science of predicting ecological patterns and processes. *BioScience* 54: 310-320.
- Oldeman, L.R. (1994). The Global Extent of Soil Degradation. En: *Soil Resilience and Sustainable Land Use* (D.J. Greenland y T Szaboles, editors). CABI, Wallingford, RU, 111-116.
- Rearte, D. (2003). El Futuro de la Ganadería Argentina. Documento SEAGyP/INTA (on line).
- Rearte, D. (2007). Distribución Territorial de la Ganadería Vacuna. Programa Nacional de Carnes del INTA. Noviembre 2007, 12 pp. Disponible on-line.
- Reynolds, J.F., Stafford Smith, D.K., Lambin, E.F., Turner II, B.L. Mortimore, M., Batterbury, S.P.J., Dowing Th. E., Dowlatabadi, H., Fernández, R.J., Herrick, J.E., Huber Sannwald, E., Jiang, H., Leemans, R., Lynam, T., Maestre, F.T., Ayarza, M., Walker, B. (2007). Global desertification: Building a science for dryland development. *Science* 316: 847-851.
- Sorbo, G.M. (2003). Pastoral ecosystems and the issue of scale. *Ambio* 32: 113-117.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C., Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596.
- SENASA (2008). Informe Estadístico. Producción Pecuaria: Rasgos de la Ganadería Bovina en la República Argentina. Newsletter Enero 2008, N°1. Disponible on-line.
- Swetnam, Th.W., Allen, C.D., Betancourt, J.L. (1999). Applied historical ecology: using the past to manage for the future. *Ecological Applications* 9: 1189-1206.
- USGS EDC (1999). Carbon in Live Vegetation Map. Earth Resources Observation Systems (EROS), United States Geological Service (USGS) Data Center. Sioux Falls, SD:USGS/EDC. Citado por WRI (2000).
- Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Bernardos, J., Buschiazzo, D.E., Cabo, S. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 117:109-134.

- Viglizzo, E.F., Jobbagy, E.G., Carreño, L.V., Frank, F.C., Aragón, R., De Oro, L., Salvador, V.S. (2008). The dynamics of cultivation and floods in arable lands of Central Argentina. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 5: 2319-2345.
- Williams, M. (2004). Santa Cruz: La ganadería ovina, situación actual y perspectiva. *IDIA*: 7: 22-25.
- WRI (2000). *Pilot Análisis of Global Ecosystems: Grassland Ecosystems* (R.P. White, S. Murray y M. Rohweder, editores). World Resources Institute, Washington, D.C., 89 pp.

Volver a: [Pasturas naturales, manejo](#)