Impacto ecológico-ambiental de los cambios en la relación ganadería-agricultura*

Viglizzo[1]**, E.F.**
INTA - EEA, Anguil. CONICET

Desde una perspectiva sistémica, debemos aceptar que nuestro conocimiento agronómico está diseñado para atacar problemas que ocurren dentro de una ventana reducida de espacio y de tiempo. Sin embargo, detrás de estos conocimientos de corto plazo y 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 no siempre la ciencia agronómica clásica logra resolver con éxito (Carpenter et al., 1995).

Escalas y métodos

A menudo, los procesos ecológicos que afectan a los ambientes rurales tienen una dinámica temporal que supera el ciclo de vida de un investigador, y una dimensión espacial que excede las escalas convencionales de manejo. Naturalmente, esto plantea desacoples metodológicos entre el conocimiento demandado y el que provee la ciencia agronómica clásica. En general, los experimentos de corto plazo en parcelas son demasiado pequeños y cortos para explicar procesos que ocurren a grandes escalas geográficas y largos períodos de tiempo (Hobbs, 1998), ya que en éstos emergen relaciones e interacciones de alta complejidad que no son detectados por los métodos convencionales de investigación. Frente a esta restricción, los ecólogos deben recurrir a estrategias diferentes, y es así que orientan sus estudios 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,

En general, cuando se analizan procesos eco-sistémicos, existe una correlación positiva entre la extensión espacial del estudio y el período de tiempo que el analista o investigador debe abrir para abordar sus estudios (MA, 2005). El calentamiento global, la desertificación extensiva o la contaminación de una cuenca, por ejemplo, demandan la apertura de grandes escalas espaciales y largos períodos de tiempo para ser interpretados (Dalgaard et al., 2003). Muchos de los problemas que hoy enfrentamos en el planeta emanan del desacople que existe entre la escala a la cual los procesos bio-físicos ocurren, y la escala a la cual las decisiones socio-económicas son tomadas.

Las variables rápidas y lentas del sistema

En los sistemas agropecuarios operan variables rápidas y variables lentas (Reynolds et al., 2007). Mientras las variables rápidas son aquellas capaces de experimentar cambios frecuentes en el corto plazo (productividad de la pastura, rendimiento de carne o

*Conferencia presentada, en el Primer Taller Nacional de Docentes de Forraje, realizado durante el transcurso del 31° Congreso Argentino de Producción Animal, 15 al 17 de octubre de 2008, Potrero de los Funes, San Luis.
1. INTA Estación Experimental Agropecuaria, Anguil - La Pampa. C.C. 302 (6300) Santa Rosa, La Pampa. CONICET.

leche, rentabilidad anual), las variables lentas son aquellas que sufren cambios perceptibles solo en el largo plazo (cobertura vegetal, composición de la vegetación, materia orgánica de los suelos). Las variables rápidas muestran una alta sensibilidad a la acción humana y son el foco de prácticas agronómicas muy generalizadas (fertilización, control de plagas, suplementación, labranzas, riego). Por su parte, si bien las variables lentas muestran una baja sensibilidad a la intervención humana de corto plazo, una acción antrópica prolongada puede generar eventos catastróficos no predecibles (desertificación, contaminación, sedimentación) y no siempre reversibles. La acción humana sostenida sobre las variables 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. En esta contribución omitiré referirme a los cambios rápidos (extensamente tratados durante las últimas 4 décadas) y concentraré mi atención en los cambios lentos de largo plazo.

La pesadilla de la no-linealidad

La linealidad predecible confiere tranquilidad a quienes investigan y administran sistemas físicos y biológicos. En cambio, 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 graminoso 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 graminosa y la fase arbustiva.

La dinámica ganadera y su impacto ecológico-ambiental

Los cambios en la relación agricultura-ganadería generan impactos que pueden ser estudiados tanto a través de las variables rápidas como de las variables lentas del sistema.

Si a través de indicadores sencillos (Viglizzo et al., 2006) caracterizamos las variables rápidas que intervienen en distintos sistemas

de producción que co-evolucionaron y coexisten en las tierras con aptitud productiva de la pradera pampeana, podemos rastrear su "huella agro-ecológica". Es decir, podemos trazar el impacto que cada sistema de producción ha generado y genera sobre el entorno. Desde el siglo 19 hasta la actualidad, el agro argentino fue registrando cambios en la dominancia de distintos sistemas de producción (Rearte, 2003; Viglizzo, 2008). En las tierras más productivas, de una ganadería extensiva dominante se pasó a un sistema mixto ganadero-agrícola, a un sistema de agricultura continua (con dominancia de cultivo de invierno en el sur y de verano en norte) y, acoplado al sistema agrícola, una ganadería intensiva de carne y/o leche que usa insumos de esa agricultura. Más allá de la dominancia relativa, estos sistemas co-existen todavía en la pradera pampeana. El estudio de los mismos nos permite comprobar que la huella agro-ecológica dejada por estos sistemas tiene diferencias marcadas: ciertos planteos productivos (ganadería extensiva, sistema mixto, agricultura de invierno) tienen un impacto ambiental consistentemente menor que los sistemas más intensivos (agricultura de verano, carne y leche intensiva).

En las regiones marginales, las evidencias mundiales indican que los problemas de impacto se deben orientar al análisis de las variables 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 no debemos distraernos si queremos anticipar riesgos de cambios eventualmente irreversibles. Existen en el país ejemplos impactantes de cambios lineales causados por el hombre en la meseta árida patagónica y en la región semiárida del caldenal del La Pampa y San Luis. Estos ejemplos son lecciones que deben alertarnos. Un ejemplo dramático 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 graminoso como en el bosque propiamente dicho, en desmedro del pastizal de gramíneas con mayor valor forrajero.

Mientras tanto, hoy algunas luces rojas se encienden a la llamada región del monte pampeano-cuyano. Datos recientes (Iturrioz e Iglesias, 2008) indican un acelerado desplazamiento del stock bovino desde regiones donde la agricultura se ha expandido, hacia zonas con precipitaciones inferiores a los 400 mm por año. Como es probable que este proceso también ocurra en otras regiones marginales, la probabilidad futura 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. El llamado "síndrome de la aridez" que caracteriza a estas regiones las vuelve particularmente vulnerables a una intervención antrópica más intensiva que parece haberse lanzado.

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.

Bibliografía

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. and 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. and Wright, R.F. 1995. Ecosystems experiments. Science 269: 324-327.

Dalgaard, T., Hutchings, H.J. and Porter, J.R. 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. Agriculture, Ecosystems & Environment 100: 39-51.

Dussart, E., Lerner, P. and Peinetti, R. 1998. Long term dynamics of two populations of *Prosopis caldenia* Burkart. J. Range Management 51: 685-691.

Ellis, J.E. and Swift, D.M. 1988. Stability of African pastoral ecosystems: alternate paradigms and implications for development. Journal of Range Management, 41: 450-459.

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. and 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. y 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. and 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. and Stanley, E.H. 2004. Spatial extrapolation: The science of predicting ecological patterns and processes. BioScience 54: 310-320.

Rearte, D. 2003. El Futuro de la Ganadería Argentina. Documento SEAGyP/INTA (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. and 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. and Walker, B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. Nature 413: 591-596.

Swetnam, Th.W., Allen, C.D. and Betancourt, J.L. 1999. Applied historical ecology: using the past to manage for the future. Ecological Applications 9: 1189-1206.

Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Bernardos, J., Buschiazzo, D.E. and 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. and 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.