

- Editorial <i>Por Jorge Morello</i> .....	I
<b>Artículos</b>	
- Ambiente y Ecología en un país joven agroexportador: Argentina <i>Jorge Morello y Andrea Rodríguez</i> .....	1
- Un indicador de sustentabilidad para las unidades administrativas de una región <i>Silvia D. Matteucci</i> .....	12
- Procesos de transformación en las áreas de borde agropecuario, cambio climático y efectos de las nuevas demandas productivas <i>Walter A. Pengue y Jorge Morello</i> .....	18
- Región y estudios regionales. Consideraciones desde los diferentes enfoques de la Geografía <i>Claudia A. Baxendale</i> .....	29
<b>Comunicaciones y avances</b>	
- Metodología para la clasificación de ambientes en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Argentina. <i>Morello, J.; A.F. Rodríguez; M.E. Silva; N. Mendoza y S.D. Matteucci</i> .....	37
- Los sin dato. Una propuesta para pensar, mejorar y ejecutar <i>Silvia D. Matteucci</i> .....	41
- Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo: identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera Parte: <i>descripción metodológica</i> ) <i>Gustavo D. Buzai y Claudia A. Baxendale</i> .....	45
<b>Actividades</b> .....	50
<b>Anuncios</b> .....	51
Nuevo Libro "Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural". El caso de la ecorregión pampeana .....	52
Publicaciones del GEPAMA (2006-2007) .....	53

**Integrantes del GEPAMA:**

## Un indicador de sustentabilidad para las unidades administrativas de una región

Silvia D. Matteucci

CONICET-GEPAMA, UBA. smatt@arnet.com.ar

### La sustentabilidad

El término sustentabilidad ha sido muy maltratado, diversamente definido y mal usado. El concepto subyacente es esquivo, poco claro y demasiado general como para admitir su medición. Tanto es así que en 1992 surgió la necesidad de una reunión internacional<sup>1</sup> para discutir los alcances del concepto. Quedó claro entre los participantes que "sustentabilidad" no debía confundirse con "desarrollo sustentable". Este último trata de promover el desarrollo y asegurar su sostenibilidad; involucra dos conceptos incompatibles en el sistema capitalista: sustentabilidad y desarrollo. Por otro lado, "sustentabilidad" significa el mantenimiento y aún mejoramiento, sin degradación y a largo plazo (Munasinghe y Shearer, 1995). Se reconoció que la sustentabilidad involucra interacciones complejas entre los componentes biogeofísicos, económicos, sociales, culturales y políticos y que el requisito para el sostenimiento de la sociedad humana es la sustentabilidad de la base de recursos que soportan la vida.

Aunque el objeto de la sustentabilidad es el subsistema biogeofísico, el subsistema social es determinante porque es la sociedad la que debe responder a cuestiones tales como: cuáles son los recursos que deben mantenerse, por cuánto tiempo, de qué manera, si la sustentabilidad debe enfocarse hacia el mantenimiento del nivel de producción o a la resiliencia y adaptabilidad, quiénes se beneficiarán con los recursos y cómo se distribuirán los beneficios. Esto es, los parámetros de la sustentabilidad deben surgir en la arena político-social (Munasinghe y Shearer, 1995). También son centrales los subsistemas social y polí-

tico cuando se trata de comprender la razón de la proliferación de sistemas de producción que atentan contra la sustentabilidad biogeofísica, destruyendo la base de su propia existencia.

La comprensión de las causas de la no sustentabilidad pueden ayudar en la gestión a través de normativas que incentiven la protección de la base biogeofísica de la producción. En primer lugar, se requiere conocer la situación y acá surge la necesidad de herramientas que permitan evaluar el grado de sustentabilidad en un sistema ambiental complejo (humano-social). Se han propuesto muchos índices o indicadores de sustentabilidad; un ejemplo es el Sistema de indicadores de la República Argentina (SECyT, 2005), en el cual se perciben las contradicciones entre variables analizadas individualmente. Este tratamiento de indicadores aislados impide la comprensión de las interacciones y dificulta la recomendación de acciones concretas. La sustentabilidad, tanto en el análisis como en la práctica, es un proceso multivariado, incomprensible desde el estudio de indicadores aislados.

La ciencia de la sustentabilidad ha sido definida como una nueva disciplina cuyo objeto de estudio explícito es el conjunto de las interacciones dinámicas entre naturaleza y sociedad (Retain, 2005). Desde hace poco más de una década enfoca temas tales como complejidad auto-organizada, vulnerabilidad y resiliencia, inercia, umbrales, respuestas complejas a presiones múltiples interactuantes, gestión adaptativa, aprendizaje social. Se ocupa de investigación en sitios particulares para proveer soluciones a escala local, regional y global (Clark y Dickson, 2003).

<sup>1</sup>International Conference for the Definition and Measurement of Sustainability: the biophysical foundations, reunida en el World Bank, Washington D.C., junio 1992

## Los modelos de cambio de uso y cobertura de la tierra

Una herramienta importante y efectiva para el estudio y práctica de la sustentabilidad ha sido la observación y monitoreo de los cambios de uso y cobertura de la tierra, con el objetivo de evaluar el efecto de los procesos de cambio sobre el funcionamiento de los ecosistemas, y sobre los bienes y servicios que ellos proveen. Otro campo creciente de investigación es la comprensión de los mecanismos biogeofísicos asociados a los cambios del uso de la tierra. Ambos enfoques, que analizan causas y consecuencias de los cambios de uso-cobertura de la tierra, constituyen una de las ramas en crecimiento de la Ecología de paisajes (Wu y Hobbs, 2002; Bürgi *et al.*, 2004), y son la frustración de los que nos interesamos en estos temas en la Argentina y otros países latinoamericanos (Matteucci, 2007). Los modelos más recientes incorporan variables sociales y económicas y pueden analizar no sólo las causas y consecuencias biogeofísicas, sino también aquellas que tienen que ver con las actividades humanas, las decisiones políticas y la cultura. Resultan así útiles para la gestión.

Las investigaciones, que han permitido desarrollar modelos descriptivos y predictivos de los cambios, involucran la dimensión histórica de los elementos del sistema que se estudia. Es imprescindible definir no sólo los límites espaciales y los componentes del sistema, sino la escala temporal, seleccionando los períodos que reflejen los principales cambios, sean estos del paisaje o de los actores sociales o de las causas que impulsan los cambios (driving forces). Son muchos los ejemplos de aplicación de modelos descriptivos y predictivos, basados sobre la evolución en períodos más o menos largos de datos cartográficos y censales (Agarwal *et al.*, 2002; Campbell *et al.*, 2005; Pontius *et al.*, 2001; Redman *et al.*, 2004; Rindfuss *et al.*, 2004; Veldkamp y Fresco, 1996; Veldkamp y Verburg, 2004; Wear y Bolstad, 1998).

En nuestro país, se hace muy difícil, sino imposible obtener datos históricos de las variables relevantes, ya sea porque no existen o porque los métodos de captura y procesamiento carecen de

consistencia y por lo tanto no admiten comparaciones temporales. Se hace imperioso acudir a herramientas que permitan evaluar los efectos de los cambios del uso de la tierra sobre los subsistemas social y económico sin necesidad de recurrir a datos históricos. En la investigación realizada en la zona Norte y Este de la ecorregión pampeana, abarcando los partidos de la Pampa Ondulada y del borde de la Pampa Deprimida, he partido del supuesto que si el soporte físico de la producción es adecuado y el uso de la tierra se ajusta a las condiciones de dicho soporte, los resultados deben manifestarse en las condiciones de vida de la población. Para validar esta hipótesis he usado el análisis de Procrustes<sup>2</sup>.

## El análisis de Procrustes

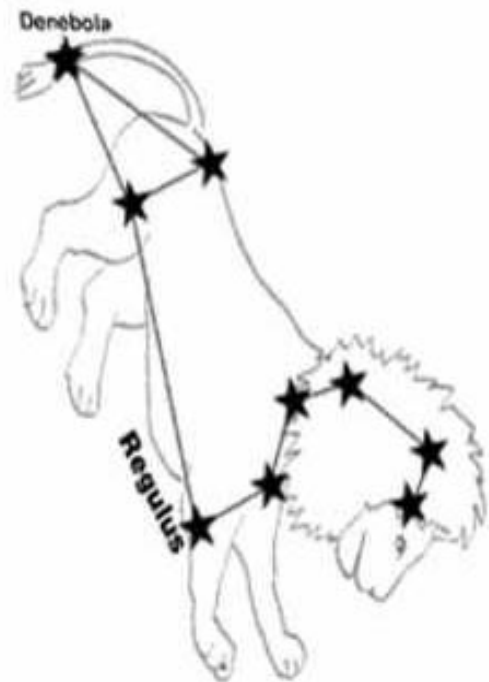
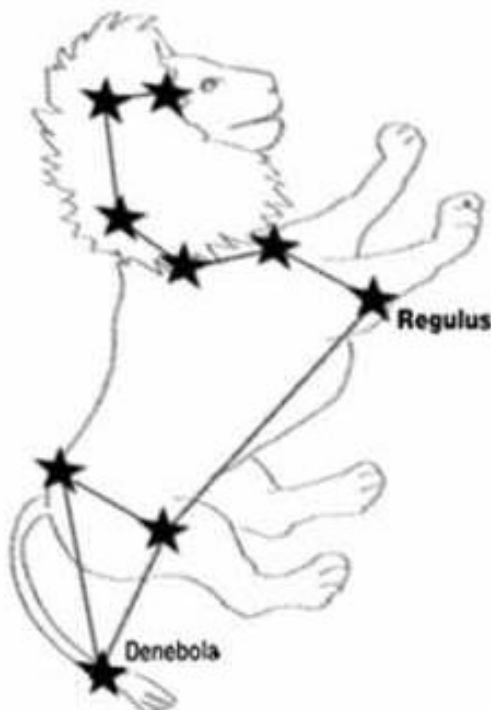
Los biólogos y ecólogos estamos familiarizados con los análisis multivariados de ordenamiento, tales como análisis de factores, análisis de componentes principales, análisis de correspondencia, entre otros. Los usamos para reducir el espacio multidimensional formado por tantos ejes como variables, ya que cada eje representa la variación de una variable regionalizada. En los estudios de vegetación, por ejemplo, las variables regionalizadas son las especies registradas en sitios con ubicaciones espaciales definidas. El análisis ordena los sitios, de acuerdo al grado de similitud entre ellos en términos de la composición de especies, en unos pocos ejes que sintetizan el espacio multidimensional y, de esta manera es más sencillo asociar los sitios a alguna variable externa, en general referida a condiciones del hábitat. Las tablas de resultados proveen valores que indican cuáles son las variables de mayor peso en cada eje y qué porcentaje de la variación total representa cada uno de ellos. El gráfico de dispersión muestra la ubicación relativa de cada sitio en el par de ejes sintéticos, donde la distancia entre un par de objetos representa el grado de disimilitud entre ellos en términos del conjunto de variables sintetizadas en el par de ejes. Si en el mismo gráfico se dibujan los ejes de variación de las variables se obtiene un biplot, en el cual es posible visualizar cuál es la asociación entre sitios y variables. El mismo procedimiento pue-

<sup>2</sup> Agradezco a la Dra. Laura Pla por haber sugerido el Análisis de Procrustes (una novedad para mí) cuando solicité su consejo para realizar regresiones múltiples que permitieran asociar los diversos conjuntos de variables.

de emplearse con cualquier conjunto de variables asociadas a unidades espaciales, por ejemplo los partidos de la provincia de Buenos Aires según datos sociales, tipos de suelo o cualquier otro conjunto de variables registradas por partido.

No resulta tan sencillo comparar las ordenaciones de un mismo conjunto de objetos obtenidas con conjuntos distintos de variables. Por ejemplo, si se ordenan los sitios de censos de flora de acuerdo a la abundancia por especie en cada sitio y luego se ordenan de acuerdo a un conjunto de características físicas de los sitios, se obtienen resultados aparentemente distintos. ¿Pero son distintos o se ven distintos? Uno puede imaginarse el resultado del ordenamiento como una constelación de puntos en un espacio de dimensiones reducidas, digamos bi- o tridimensional, la cual puede disponerse de muchas maneras en el espacio aún cuando las distancias entre los objetos se mantengan. Así, dos gráficos de dispersión obtenidos con dos conjuntos diferentes de variables pueden verse diferentes pero en realidad no lo son porque se mantienen las relaciones de distancia (grado de disimilitud) entre todos los pares de objetos. Se ven diferentes porque uno de los gráficos de dispersión puede estar girado, rotado, desplazado y expandido con respecto al otro.

Esta paradoja es resuelta por el análisis de Procrustes, que es una técnica matemática que compara dos o más conjuntos de datos y trata de hacer coincidir los objetos de una de las ordenaciones con sus homólogos de la otra. En términos matemáticos, minimiza la suma de las desviaciones al cuadrado entre los pares de ubicaciones de cada objeto en ambas constelaciones, para lo cual gira, rota, traslada y expande o contrae una de las constelaciones en relación a la otra sin modificar las relaciones de distancia entre los objetos. El análisis de Procrustes calcula un parámetro que se llama consenso, que se expresa en porcentaje y refleja el grado de ajuste entre las ordenaciones; cuanto mayor es el porcentaje de consenso, mayor es el ajuste entre las configuraciones espaciales de los objetos. Los valores de consenso reflejan el grado de asociación entre los conjuntos de variables; si las ordenaciones muestran altos valores de consenso significa que los conjuntos de variables con las cuales se obtuvieron conducen a configuraciones espaciales similares y por lo tanto puede suponerse que están asociados directa o indirectamente (no necesariamente existen relaciones causa-efecto entre ambos conjuntos de variables). El análisis también provee la contribución porcentual de cada objeto al porcentaje total de consenso, indicando el grado de asociación entre los conjuntos de variables en cada par de objetos homólogos.



### **Aplicación a los Partidos de la zona Norte y Este de la provincia de Buenos Aires**

En un sistema de administración federalizado, como el de nuestro país, y no obstante los desequilibrios aún existentes, cada Unidad Administrativa es responsable de la gestión de su territorio y de las actividades que allí se realizan. Según la Ley Orgánica de las Municipalidades (Decreto-Ley 6769/58, modificado 47 veces entre 1968 y 2004) cada municipio es el encargado de diseñar su presupuesto en función de los recursos disponibles y los gastos previstos. Desde hace algunos años, los municipios reciben, además de los montos por la recaudación de impuestos municipales, que en general son proporcionales a los ingresos económicos de las personas o empresas, una coparticipación de los impuestos por ingresos brutos recaudados por la Provincia (Ley 10559/87). Más recientemente, parte de las recaudaciones impositivas se han descentralizado (Ley 13010 modificada por Leyes 13163 y 13403), a través del Programa de Descentralización Administrativa Tributaria, como por ejemplo los impuestos al inmobiliario rural y los ingresos brutos de contribuyentes de mayores ingresos. Es responsabilidad del Municipio administrar los recursos financieros y distribuir el gasto público en necesidades de la comunidad (infraestructura, salud y desarrollo social). Cada uno elabora su propio Plan Maestro de asignación de tierras a los diversos usos y está bajo su responsabilidad el hacer cumplir dicho plan.

En los partidos del norte y este de la provincia de Buenos Aires, donde predominan las actividades agropecuarias, es de esperar que aquellos con mejores condiciones para la producción y usos de la tierra acordes al soporte físico, sustenten una población con mejores condiciones sociales y, por el contrario, los partidos con escasos recursos edáficos para la producción albergarán una población con carencias. Con esta premisa, se analizó el universo de los partidos rurales sobre la base de tres conjuntos de variables indicadoras: soporte físico de la producción agropecuaria, uso de la tierra y condiciones sociales. Los conjuntos de variables son independientes en cuanto provienen de distintas fuentes: a) como indicadores de soporte físico de la producción se usaron 7 variables de topografía y calidad del suelo del Atlas de Suelo de INTA; b) para uso de la tierra se seleccionaron 8 variables del Censo Agropecuario del 2002; c) las condiciones sociales se representaron con 9 variables demográficas e indicadores de bienestar del Censo Poblacional del 2001 (Matteucci, 2006). Los partidos se clasificaron mediante análisis

de conglomerados en tres grupos productivos: agrícolas ubicados en la Pampa Ondulada; ganaderos del borde de la Pampa Deprimida y agrícola-ganaderos del ecotono entre Pampa Ondulada y Pampa Deprimida. Cada grupo fue sometido a análisis de Procrustes para calcular los valores de consenso de los pares de conjuntos de variables: Soporte físico de la producción-Uso de la tierra y Uso de la tierra-condiciones sociales. De este modo, los partidos pueden separarse de acuerdo al porcentaje de consenso que cada uno contribuye al consenso total del grupo productivo. Para simplificar el análisis, se empleó como umbral de separación el consenso promedio de cada grupo productivo, y esto se hizo para los dos pares de conjuntos de variables contrastadas.

En los 3 grupos productivos se encontraron las 4 situaciones posibles (las llamaremos "casos": 1) valores de consenso altos para el par de conjuntos de variables soporte físico-Uso y para el par Uso-Sociales; 2) valores de consenso alto para el par Soporte físico-Uso y bajo para el par Uso-Sociales; 3) valores de consenso bajo para el par Soporte físico-Uso y alto para el par Uso-Sociales; 4) valores de consenso bajos para ambos pares de conjuntos de variables. Esto es, el caso 1 agrupa a los partidos en condiciones óptimas, en las cuales un buen soporte físico para la producción junto con un uso acorde de la tierra se refleja en el bienestar de la población. El otro extremo se presenta en el caso 4, en el cual el soporte físico no es el deseable para la producción agropecuaria, el uso de la tierra no se ajusta al soporte físico y esta situación se refleja en el bajo nivel de bienestar de la población. Los casos 1 y 4 son esperables; corroboran la hipótesis planteada. El caso 2 reúne los partidos que a pesar de tener aptitud para la producción y un uso acorde, contienen una población en una situación social indeseable. Por último, el caso 3 agrupa a los partidos que tienen un uso de la tierra inadecuado para el soporte físico de la producción agropecuaria, a pesar de lo cual la población se encuentra en una situación social relativamente buena. Los últimos dos casos (2 y 3) requieren investigación específica para explicar el estado de situación, que no es el esperado. La falta de bienestar de la población en partidos con un potencial para la producción alcanzado mediante un uso acorde de la tierra está indicando un desequilibrio en la distribución de los beneficios, que puede deberse a una mala gestión o a un desequilibrio en la transferencia de recursos desde la Provincia. El bienestar social logrado a pesar del uso inadecuado de los suelos de aptitud agropecuaria, puede deberse a in-



gresos que provienen de otras actividades no agropecuarias, como turismo, o a una gestión que prioriza la inversión en servicios para la comunidad, o a ingresos provenientes de créditos.

## Conclusiones

Un análisis como el realizado en este trabajo permite diferenciar las situaciones de los partidos y aplicar estrategias que respondan a cada caso particular. Es importante dilucidar las causas de estas diferencias entre las unidades administrativas y para ello se sugiere realizar un análisis de los Planes Maestros y de su cumplimiento, y de los planes es-

tratégicos de asignación de fondos, en una submuestra de cada uno de los 4 casos hallados.

Las limitaciones del análisis son varias. En primer lugar, se basa en una estrategia comparativa de objetos; si se agregan otros partidos pueden cambiar las relaciones de disimilitud entre ellos y también el promedio de consenso y, por lo tanto, la asignación de los partidos a cada uno de los 4 casos. En este sentido, es deseable ampliar el estudio a todos los partidos de la provincia de Buenos Aires. En el análisis no se contemplan variables culturales, las cuales son importantes en la definición de las estrategias de gestión.

Los métodos detallados y resultados completos de este trabajo se encuentran en Matteucci (2006).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGARWAL, C.; G.L. GREEN; J.M. GROVE; T.P. EVANS and C.M. SCHWEIK. 2002. A review and assessment of land-use change models: dynamics of space, time, and human choice. Gen. Tech. Rep. NE-297. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 61 p.
- BÜRGI, M.; A.M. HERSPERGER and N. SCHNEEBERGER. 2004. Driving forces of landscape change-current and new directions. *Landscape Ecology* 19: 857-868.
- CAMPBELL, D.J.; D.P. LUSCH; T.A. SMUCKER and E.E. WANGUI. 2005. Multiple Methods in the Study of Driving Forces of Land Use and Land Cover Change: A Case Study of SE Kajiado District, Kenya. *Human Ecology* 33(6) (DOI:10.1007/s10745-005-8210-y).
- CLARK, W.C. and N.M. DICKSON. 2003. Sustainability science: The emerging research program. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 100: 8059-8061.
- MATTEUCCI, S.D. 2006. La sustentabilidad del sistema humano-natural en el norte y noreste de la Provincia de Buenos Aires. *En: Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural, El caso de la ecorregión pampeana*. Orientación Gráfica Editora, S.R.L., Buenos Aires. Pp. 82-122.
- MATTEUCCI, S.D. 2007. Los Sin Dato. Una propuesta para pensar, mejorar y ejecutar. *Fronteras* 6. 41-44.
- MUNASINGHE, M. and W. SHEARER (eds.). 1995. Defining and measuring sustainability. The biophysical foundations. The United Nations University (UNU) and The World Bank, Washington, D.C.
- PONTIUS JR., R.G.; J.D. CORNELL and C.A.S. HALL. 2001. Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: application and validation for Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85: 191-203
- REDMAN, C.L.; J.M. GROVE and L.H. KUBY. 2004. Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. *Ecosystems* 7: 161-171. (DOI:10.1007/s10021-003-0215-z).
- RETAIN, P.H. 2005. Sustainability science and what's needed beyond science. *Sustainability: Science, Practice, & Policy* 1: 77-80.

- RINDFUSS, R.R.; S.J. WALSH; B.L. TURNER II; J. FOX and V. MISHRA. 2004. Developing a science of land change: Challenges and methodological issues. *PNAS* 101(39): 13976-13981 ([www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0401545101](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0401545101))
- SECyT. 2005. Sistema de indicadores de desarrollo sostenible República Argentina. Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina Salud, Ministerio de Salud y Ambiente de La Nación, Buenos Aires.
- VELDKAMP, A. and L.O. FRESCO. 1996. CLUE: a conceptual model to study the Conversion of Land Use and its Effects. *Ecological Modelling* 85: 253-270.
- VELDKAMP, A. and P.H. VERBURG. 2004. Modelling land use change and environmental impact. *Modelling land use change and environmental impact* 72(1-2): 1-3.
- WEAR, D.N and P. BOLSTAD. 1998. Land-Use Changes in Southern Appalachian Landscapes: Spatial Analysis and Forecast Evaluation. *Ecosystems* 1: 575-594.
- WU, J. and R. HOBBS. 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology* 17: 355-365.