

Cambios en el Uso de la Tierra y Recursos Hídricos: Mapas Conceptuales para la Gestión Territorial

A.Y.I. Mello^a; M. Vallejos^b; R.B. Prado^c; M.B.Ceroni^d y G.H. Lui^e

^a. Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM, UNICAMP, Brasil.

^b. Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección – IFEVA, CONICET, FAUBA, Argentina.

^c. Embrapa Solos – EMBRAPA, Brasil.

^d. Centro Interdisciplinario de Respuesta al Cambio y a la Variabilidad Climática – UdelaR, Uruguay.

^e. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, USP, Brasil.

✉ allan.iwama@gmail.com

Resumen

Los cambios en el uso de la tierra generan uno de los mayores impactos antrópicos sobre el ambiente. En particular, el avance de la frontera agropecuaria causa alteraciones importantes sobre el ciclo del agua y la disponibilidad de los recursos hídricos para la sociedad, además de los impactos sobre la biodiversidad, la degradación de tierras, y la contaminación. Este trabajo propone la elaboración de mapas conceptuales como herramientas para la integración espacio-temporal a diferentes escalas/niveles, con el objetivo de identificar cómo actúan los procesos y factores que causan alteraciones en la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Sugerimos que la búsqueda de soluciones para la toma de decisiones en la Gestión Territorial de los Recursos Hídricos debe darse en un marco interdisciplinario y con la participación de los distintos actores.

Palabras clave: Gestión Territorial, Cambios en el Uso del Suelo, Recursos Hídricos.

Cambios en el uso de la tierra, agricultura y recursos hídricos

Entre los principales procesos de cambio de uso de la tierra, se destaca la conversión de áreas forestales y pastizales en zonas destinadas a la producción ganadera y agrícola (Ramankutty y Foley 1999; Lambin et al. 2001; 2003; DeFries et al. 2004; Foley et al. 2005). La agricultura es uno de los principales forzantes de los cambios en el uso de la tierra y en la actualidad esta actividad es una de las más importantes de la humanidad, ocupando cerca del 40% de la superficie terrestre: 13 millones de km² para agricultura y 34 millones de km² para producción agropecuaria (**Cuadro 1** y **Fig 1(a)** y **1(b)**, Ramankutty y Foley 1999; Foley et al. 2005).

La expansión agrícola genera grandes impactos sobre la disponibilidad de los recursos hídricos para la sociedad, además de los impactos sobre la biodiversidad, la degradación de las tierras, la contaminación y el cambio climático (Rogers 1994; Meyers y Turner II 1994; Rudel et al. 2005). Dentro del 0,3% de agua disponible para el consumo humano, la agricultura consume aproximadamente 70% (Achkar et al. 2004). De esta manera, algunas de las preguntas se plantean son: ¿Cuáles serían los escenarios futuros de los cambios en el uso de la tierra y los impactos sobre los recursos hídricos? ¿De qué manera se pueden establecer políticas y prácticas para el manejo de los recursos hídricos y la mitigación de impactos?

Cuadro 1. Panorama general (recursos hídricos y agricultura)

Recursos Hídricos	Agricultura
<ul style="list-style-type: none"> - El agua es un bien natural, fundamental para el origen, crecimiento y desarrollo de la vida en el planeta, pero no todos los habitantes tienen las mismas posibilidades de acceso. - Según el Banco Mundial, más de 1.1 billones de personas no tienen acceso a agua potable, y 2,6 billones vive en sitios sin saneamiento, lo que genera que 1,6 millones de niños mueran anualmente por causa de diarrea. - Se necesitan 3000 lts de agua para cultivar 1 kg de arroz; 1000 lts para un kg de granos; y 16000 lts para 1 kg de carne vacuna (PNUD, 2006). 	<ul style="list-style-type: none"> - Es una de las actividades más importantes de la humanidad, pero también una de las que causan mayores impactos. - Para alimentar a los casi 7 billones de habitantes son producidos 2,5 billones de toneladas de granos por año, y existe un stock de 1,3 billones de cabezas de ganado. - El uso de fertilizantes creció más de un 700% en los últimos 40 años, mientras que el área irrigada aumentó en un 70% durante los mismos 40 años (FAO 2010; Foley et al. 2005).
	

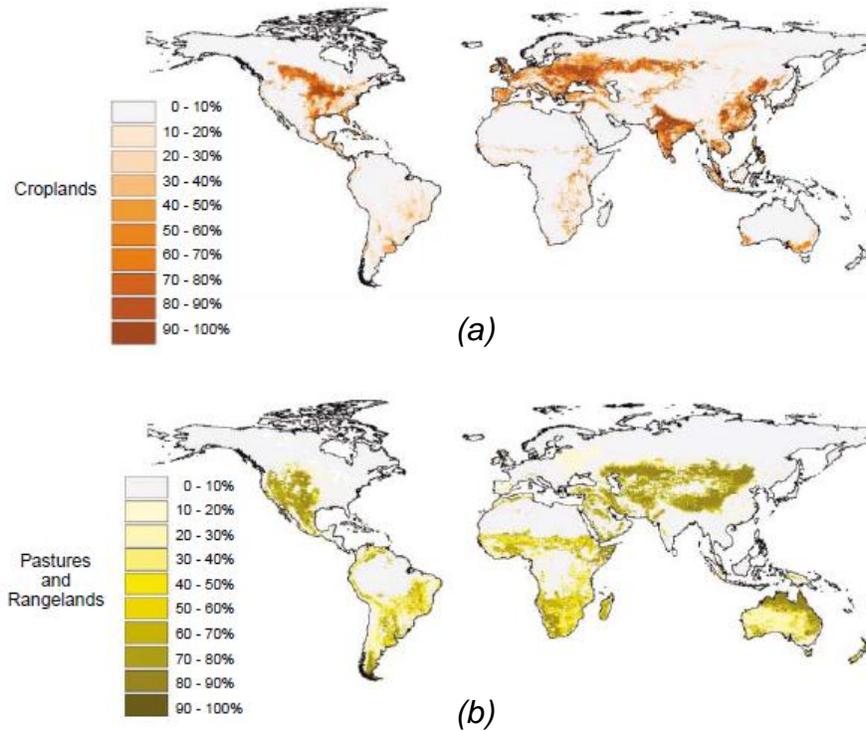


Fig 1. Distribución de la (a) agricultura y (b) ganadería en el mundo (Foley et al. 2005).

Abordaje conceptual: múltiples escalas y análisis interdisciplinario

Los cambios en el uso de la tierra afectan a los recursos hídricos con distinta intensidad y magnitud. Comprender mejor su dinámica exige un abordaje a distintos niveles y escalas espacio-temporales, tomando en consideración a los diferentes factores (económicos, sociales y ambientales).

Es importante identificar cómo actúan los procesos y factores que causan alteraciones en la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Para ello es necesario un enfoque interdisciplinario (Wang et al. 2008; Cinderby et al. 2011; Cutts et al. 2011) que considere el abordaje en múltiples escalas para ofrecer métodos de integración, análisis y seguimiento de los procesos de cambio en los sistemas ecológicos y sociales (Turner II et al. 1990; Young 1994; Gunderson y Holling 2002; Cash et al. 2006; VanWey et al. 2009), en la perspectiva del manejo de los recursos hídricos.

La elaboración de mapas conceptuales es una herramienta útil para la integración espacio-temporal a diferentes niveles/escalas, teniendo como objetivo sintetizar la información disponible. Los mapas conceptuales son una representación gráfica del conocimiento, en forma de diagramas que muestran relaciones entre los conceptos (Moreira 2005; 2010; Novak y Cañas 2008).

La **Fig. 2** presenta un mapa conceptual de las diferentes escalas de análisis, factores intervinientes, y su interacción con los ejes de la gestión territorial para el manejo de recursos. Los métodos para la integración de los distintos factores (económicos, sociales y ambientales) resulta un gran desafío (Alves 2012), por eso cada vez es más necesario el trabajo interdisciplinario que considere múltiples escalas y factores en los estudios de los cambios del uso de la tierra.

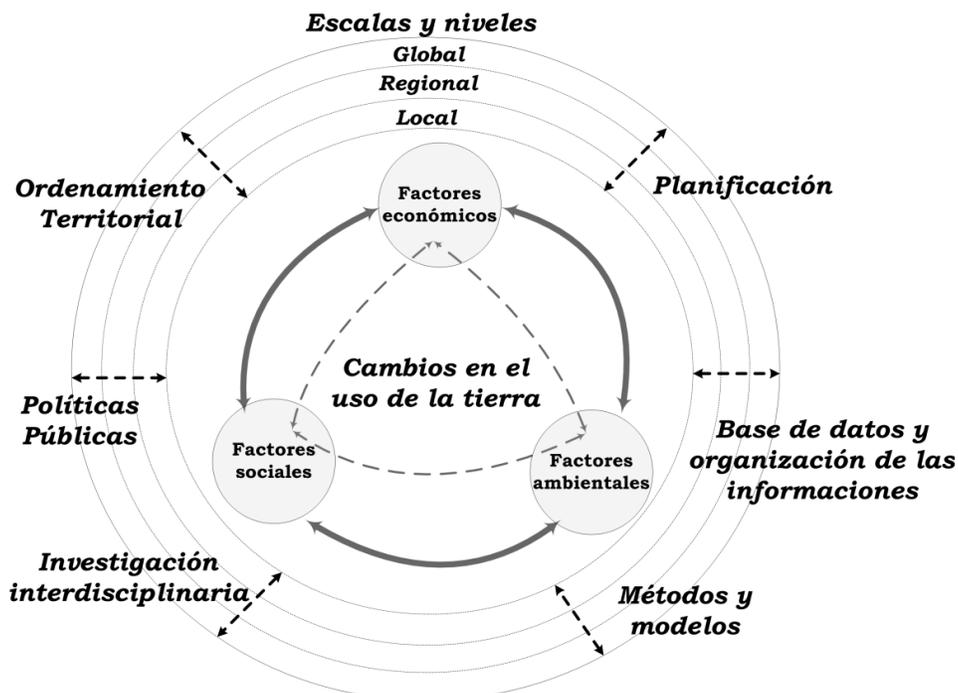


Fig 2. Mapa conceptual: desafíos para estudiar los cambios en el uso de la tierra y sus interacciones.

Es necesario estudiar las interacciones existentes entre los factores que causan alteraciones en la cantidad y calidad de los recursos hídricos (factores humanos / naturales) y comprender de qué manera estos factores inciden en el nivel de acceso a los recursos hídricos por parte de los distintos sectores de la sociedad. Para esto es sumamente útil la utilización de modelos de simulación basados en agentes, que tengan en cuenta la interrelación entre los distintos actores y permitan encontrar los puntos de intervención clave en el sistema. Por otra parte, es preciso entender la compleja interrelación existente entre la investigación científica, las instituciones y la sociedad, en la búsqueda de soluciones para el manejo de los recursos (**Fig. 3**).

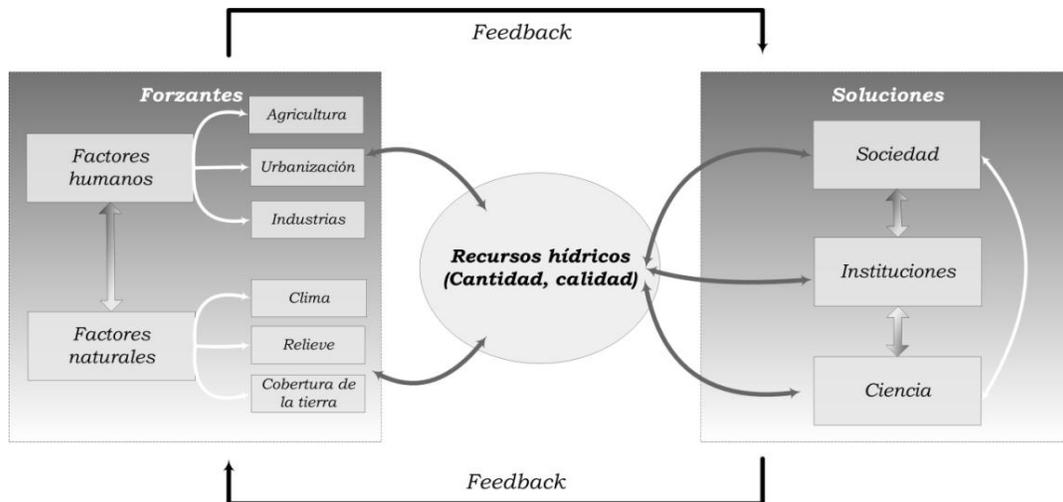


Fig 3. Forzantes y búsqueda de soluciones.

Por otra parte, dado que los cambios en el uso de la tierra inciden de manera diferencial según la escala de análisis, es importante la integración a distintos niveles (global, regional y local) para la gestión de los recursos hídricos (**Fig. 4**).

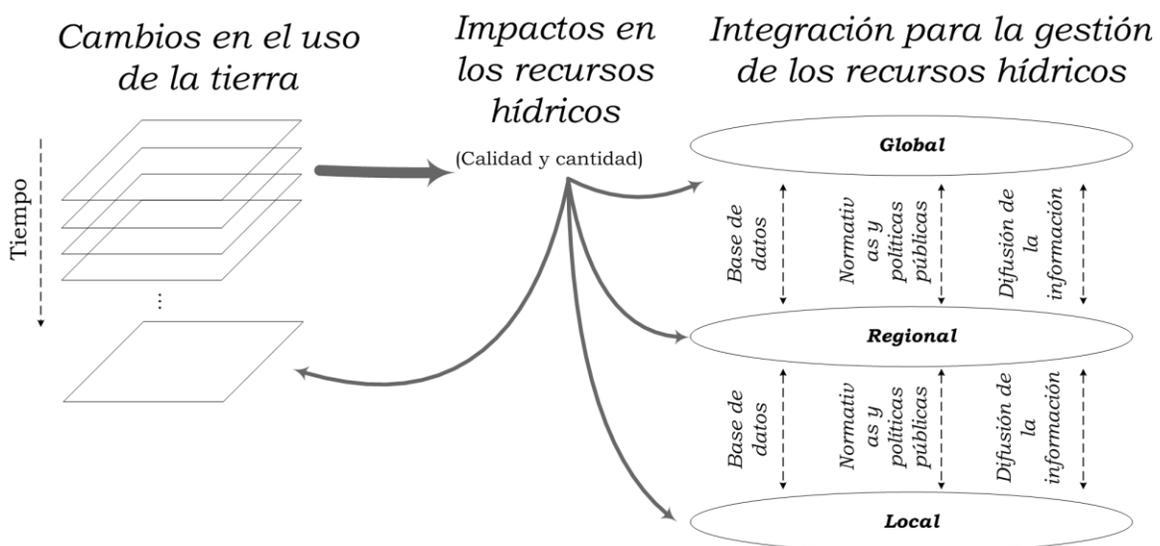


Fig 4. Integración para la gestión de los recursos hídricos.

Por último, hay por lo menos tres elementos que deben considerarse para plantear soluciones sobre este tema: (1) Identificación del problema para la realización de un diagnóstico (planificación, métodos y modelos); (2) Análisis en los diferentes niveles de intervención (normativas, educación y sensibilización ambiental para la reducción del consumo de agua); (3) Integración con los diferentes agentes (promover la integración entre los gobiernos y la población para la búsqueda de soluciones, incentivos fiscales y otros, considerar el reconocimiento del saber local). El **Cuadro 2** presenta una síntesis de los desafíos y posibles soluciones para la gestión de los recursos hídricos en la perspectiva de la gestión territorial.

Cuadro 2. Desafíos y soluciones para la gestión de los recursos hídricos.

Identificación de el problema y diagnóstico	Los diferentes niveles de intervención	Integración con los diferentes agentes
<ul style="list-style-type: none"> - Estudios para la identificación de áreas vulnerables en relación a las fuentes de contaminación hídrica y recarga de acuíferos; - Cálculo del balance hídrico de las cuencas, considerando los diferentes usos del agua (riego, suministro poblacional, generación de energía, consumo ganadero, y otros.); - Utilización de herramientas como SIG y Teledetección para el mapeo y la integración de los diferentes factores (socio-económicos-ambientales), y modelos de simulación para la generación de escenarios; - Organización de la información y datos en una base unificada y disponible para todos los niveles de la sociedad (productores, técnicos, gobernantes, investigadores y otros); - Elaboración de planes de manejo de cuencas y monitoreo de los recursos hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar las normativas y la forma de aplicarlas, para posibilitar la negociación entre gobernantes y productores rurales, estableciendo metas de corto, medio y largo plazo en relación a los recursos hídricos; - Elaboración de políticas públicas a nivel gubernamental para el ordenamiento territorial y la gestión de los recursos hídricos; - Implementación de unidades de gestión de cuencas, donde los participantes puedan discutir los problemas y encontrar soluciones para los conflictos por los recursos hídricos; - Reducción del consumo de agua, reutilización del agua, utilización de sistemas de riego y fertilizantes más eficientes, prácticas conservacionistas para la reducción de la erosión, tratamiento de cloacas y residuos agroindustriales, a nivel de la propiedad rural. 	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de los gobiernos y la población para la identificación de los problemas a distintas escalas (nacional, regional y local); - Incentivo a la población para la conservación de los recursos hídricos y compensación por pago de servicios ambientales, incentivos fiscales y otros, por parte del Estado; - Reconocimiento del saber local y capacitación de técnicos para la comunicación del conocimiento científico y la búsqueda de tecnologías de bajo costo relacionadas a prácticas agrícolas más adecuadas para el productor rural.

Conclusiones

El abordaje conceptual propuesto ofrece una herramienta útil para el análisis y gestión de los recursos hídricos. Es necesario un enfoque interdisciplinario a diferentes niveles y escalas, estimulando fundamentalmente la participación e interacción entre los tomadores de decisión y la sociedad. Si bien la toma de decisiones para manejo de los recursos pertenece al plano político, encontrar los puntos de intervención del sistema es fundamental para el diseño y establecimiento de políticas para evitar el deterioro acelerado del recurso y garantizar el acceso al agua por parte de todos los beneficiarios.

Referencias

- Achkar, M.; Cayssials, R.; Domínguez A.; Pesce F., 2004. *Hacia un Uruguay sustentable: Gestión integrada de cuencas hidrográficas*. Montevideo: Redes, Uruguay sustentable. p 64.
- Alves, D.S, 2012. *Two Cultures, Multiple Theoretical Perspectives: The Problem of Integration of Natural and Social Sciences in Earth System Research*. In: *International Perspectives on Global Environmental Change*. S. S. Young and S. E. Silvern (Eds.), 488 p. Publisher: InTech.
- Cash, D. W.; et al., 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society*, v.11, n.2.
- Cinderby, S.; Bruin, A.; Mbilinyi, B.; Kongo, V.; Barron, J., 2011. Participatory geographic information systems for agricultural water management scenario development: A Tanzanian case study. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.36, p.1093–1102.
- FAO - Food and Agriculture Organization. Faostat. Disponible en: <<http://faostat.fao.org/site/573/default.aspx#ancor>>. Acceso em 12 fev 2010.
- Foley, J.A. et al., 2005. Global consequences of Land Use. *Science*, v.309, n.5734, p. 570-574.
- Gunderson, L. H., Holling, C.S., 2002. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island Press.

- Lambin, E. F. et al., 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, v.11, p. 261–269.
- Lambin, E.F.; Geist, H.J.; Lepers, E, 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review Environment Resources*, v. 28, p. 205–241.
- Meyer, W. B.; Turner II, B. L., 1994. *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge University Press.
- Moreira, M. A., 2005. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 4, n. 2, p. 38-44.
- Moreira, M. A., 2010. Por qué conceptos? Por qué aprendizaje significativo? Por qué actividades colaborativas? Por qué mapas conceptuales?. *Currículum (La Laguna)*, v. 23, p. 9-23.
- Novak, J. D.; Cañas, A. J., 2008. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition.
- Disponible en <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>
- PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. New York-USA.
- Ramankutty, N.; Foley, J. A., 1999. Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. *Glob. Biogeochem. Cycles*, v. 13, p. 997–1027. (DOI:10.1029/1999GB900046).
- Rogers, P., 1994. *Hydrology and Water Quality*. In: *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*, W. B. Meyer and B. L. Turner II (Eds.), Cambridge University Press.
- Rudel, T.K.; Coomes, O.T.; Moran, E.; Achard, F.; Angelsen, A.; Xu, J; Lambin, E., 2005. *Forest transitions: towards a global understanding of land use change*. *Global Environmental Change*, v. 15, p. 23–31.
- Turner, B. L., II et al., 1990. Two types of global environmental change: Definitional and spatial scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, v.1, p.14–22.
- Turner, B.L. II; Ali, A.M.S., 1996. Induced intensification:Agricultural change in Bangladesh with implications for Malthus and Boserup. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* - PNAS, Vol. 93, pp. 14984–14991.
- Vanwey, L.K; Ostrom, E.; Meretsky, V., 2009. *Teorias subjacentes ao estudo de interações homem-ambiente*. In: *Ecosistemas florestais: interação homem-ambiente*. (Orgs) E. Ostrom y E.F. Moran. (Trad.) D.S. Alves y M. Batistella. Editora Senac: São Paulo.
- Wang, X; Yua, Z.; Cinderby, S.; Forrester, J., 2008. Enhancing participation: Experiences of participatory geographic information systems in Shanxi province, China. *Applied Geography*, v.28, p.96–109.
- Young, O. R., 1994. The problem of scale in human/environment relationships. *Journal of Theoretical Politics*, v.6, p.429–47.

Agradecimientos: Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), Universidad Nacional de Asunción, Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais/Universidade Estadual de Campinas (NEPAM/UNICAMP)