

ALTERNATIVA DE ANÁLISIS DE CAUSAS Y EFECTOS HIDROLÓGICOS DE CAMBIOS EN USOS DEL SUELO EN CUENCAS DE BOSQUE SECO TROPICAL

Lina García-Corrales¹, Yhonattan Mendez², Humberto Avila¹ y Carlos Pacheco¹

¹Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia, ²Universidad Pontificia Bolivariana, Montería, Colombia.

E-mail: lmcorrales@uninorte.edu.co, yhonattan.mendez@upb.edu.co, havila@uninorte.edu.co, cbustosa@uninorte.edu.co

Introducción

Los bosques secos tropicales representan más del 42% de todos los bosques tropicales, la mayoría de estos se encuentran en Centro y Sur América (Miles et al., 2006) y son reconocidos como uno de los ecosistemas más amenazados frente a los cambios en el uso del suelo- CUS (Etter, Mcalpine, Wilson, Phinn, & Possingham, 2006). La característica más sobresaliente del bosque seco tropical es la estacionalidad marcada de las lluvias (Dirzo, Young, Mooney, & Ceballos, 2011); sin embargo, la investigación publicada en hidrología de estos es poco frecuente (Farrick, 2014). Los CUS en las cuencas tropicales han tenido efectos sobre su hidrología, especialmente en relación a inundaciones y sequías (Gumindoga, Rientjes, Haile, & Dube, 2014). Además se reconoce que estos CUS son el resultado de una interacción compleja entre factores socioeconómicos y ambientales (Demissie, Yeshitila, Kindu, & Schneider, 2017).

Enfoques recientes como la socio-hidrología sugieren el estudio conjunto de los sistemas hídricos y humanos, recomendando además la participación pública (Srinivasan et al., 2017). Algunos trabajos han explorado integrar los conocimientos y percepciones, en un marco de vínculos causa-efecto, por ejemplo en sistemas de aguas subterráneas (Guldán, Fernald, Ochoa, & Tidwell, 2013) y en políticas de conservación de recursos hídricos, (Sanderson, Bergtold, Heier Stamm, Caldas, & Ramsey, 2017). En este trabajo se presenta una alternativa para el estudio de estos sistemas socio-hidrológicos, utilizando herramientas de participación con actores clave y expertos, para reconocer las causas de los CUS y sus efectos en la hidrología de una cuenca de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano.

Área de estudio

La cuenca del río Canalete tiene una extensión aproximada de 92.000 hectáreas y se ubica en el departamento de Córdoba-Colombia. El cauce principal tiene una longitud aproximada de 90,2 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Mar Caribe (CVS & FONADE, 2005). En la Figura 1 se ilustra la ubicación de la cuenca. La cuenca del río Canalete corresponde a un ecosistema de bosque seco tropical, con precipitaciones de 1000 a 2000 mm al año y rango de temperaturas mayores a 24°C. A comienzos del siglo XX la mayor parte de la cobertura era boscosa. Actualmente, la principal actividad económica es la ganadería extensiva con amplios terrenos sembrados con pastos (CVS & Universidad Pontificia Bolivariana, 2008).

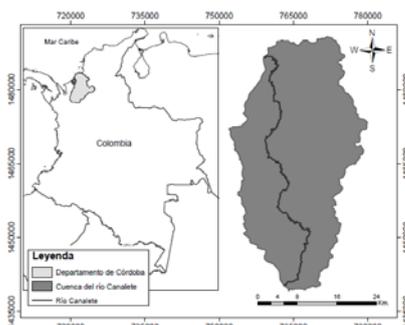


Figura 1.- Ubicación cuenca del río Canalete.

Metodología

Las coberturas de la tierra para la cuenca del río Canalete utilizadas en este trabajo fueron clasificadas acorde a la metodología CORINE-Land Cover y corresponden a los periodos 1996, 2000-2002 (IDEAM, 2012b), 2005-2009 (IDEAM, 2012a), 2010-2012 (IDEAM, 2014), 2015-2017. En la figura 2 se observa la evolución de las coberturas asociadas a los usos del suelo con mayor área en la cuenca: pastos, cultivos y bosques (incluyen plantaciones y vegetación arbustiva).

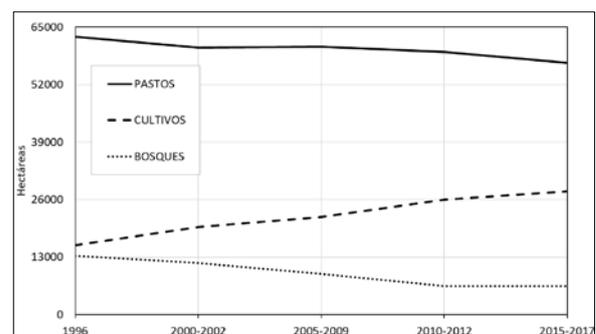


Figura 2.- Usos del suelo en la cuenca del río Canalete.

Los actores clave de la cuenca fueron identificados con el método mapeo de actores clave-MAC, y con ellos se realizó un taller participativo en el mes de diciembre de 2017. Durante el taller a cada actor se le presentó la evolución de los CUS en la cuenca y se le suministró un listado de 45 causas de CUS recopiladas conforme a la revisión de literatura en cuencas tropicales. De esta manera, cada actor seleccionó las causas que consideró más relevantes para cada uso del suelo. Además, a estos actores se les preguntó acerca de su percepción del impacto de los CUS en la frecuencia e intensidad de inundaciones y sequías. En el taller participaron un total de 20 personas.

Posteriormente, mediante la técnica Delphi se aplicó un cuestionario a un panel de doce expertos (diferentes a los actores clave), para reconocer el nivel de asociación (en porcentaje) entre las causas de CUS y la mitigación de su efecto hidrológico, como un aporte para la toma de decisiones en la gestión ambiental de la cuenca.

Resultados

Las causas de CUS identificadas por los actores clave fueron 16 y se clasificaron en directas, subyacentes o biofísicas. Las causas directas son actividades humanas que operan a un nivel local y las causas subyacentes operan a un nivel regional o nacional y son especialmente socioeconómicas, como las dinámicas poblacionales y las políticas agrícolas (Geist & Lambin, 2002). En la tabla 2 se presenta el número de veces que cada causa fue seleccionada, según los usos del suelo. Se destaca que las causas directas tienen mayor influencia sobre los bosques, que se identificaron un importante número de causas subyacentes, especialmente en los cultivos y que en los pastos las causas biofísicas fueron más frecuentemente seleccionadas.

Tabla 2.- Causas de CUS identificadas.

Cobertura del suelo	Pastos	Cultivos	Bosques
Causas directas			
Ampliación infraestructura vial	2	-	1
Reforestación comercial	-	-	2
Tala ilegal de bosque natural	-	-	8
Presencia de grupos armados	5	2	1
Causas subyacentes			
Distribución y densidad de población	3	6	4
Condiciones de vida	2	4	1
Programas de gobierno	2	9	3
Presencia instituciones	1	4	5
Tenencia de la tierra	5	1	-
Tamaño y valor de predios	6	-	4
Comercialización y precio de cosechas	-	12	5
Comercialización y precio de ganado	7	-	9
Técnicas ganaderas y agrícolas	2	1	-
Causas biofísicas			
Productividad del suelo	6	1	1
Condiciones climáticas	8	4	5
Cercanía al río	3	4	-
Erosión del suelo	3	-	6

Los actores también revelaron su percepción del impacto hidrológico de los CUS, respecto a la frecuencia e intensidad de inundaciones y sequías. En la Figura 3 se presentan los resultados, donde se observa que los actores en general están de acuerdo en los CUS impactan la hidrología de la cuenca.

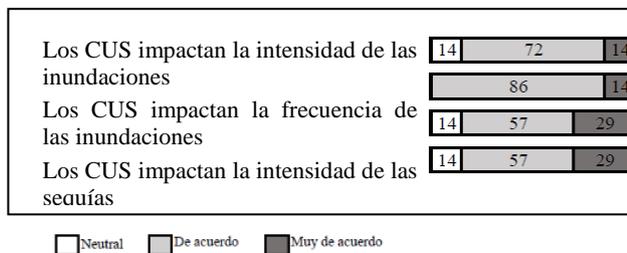


Figura 3.- Percepción del impacto hidrológico de los CUS.

Con la técnica Delphi se consultaron de manera independiente expertos en hidrología y/o uso del suelo, con experiencia en la región de la cuenca. Se aplicaron dos cuestionarios sucesivos para obtener consenso. Los expertos resaltaron que, entre las causas con mayor nivel de asociación a la mitigación de la frecuencia de sequías e inundaciones, se encuentran la productividad del suelo y las técnicas ganaderas y agrícolas, lo cual sugiere el aprovechamiento apropiado de la productividad (o vocación) del suelo y la aplicación de técnicas y tecnologías en la producción ganadera, tales como el silvopastoreo.

Por otra parte, las causas con mayor nivel de asociación con la mitigación de la intensidad de sequías e inundaciones son de tipo subyacente, tal como por ejemplo la calidad de vida, la tenencia de la tierra y los programas de gobierno. En la Figura 4 se ilustran que las causas con mayor nivel de asociación comunes para la mitigación de sequías e inundaciones son en su mayoría de tipo biofísico. De tal manera que la gestión ambiental puede dirigirse a la regulación de usos del suelo y agua.

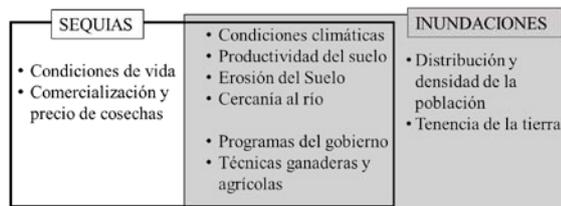


Figura 4.- Causas asociadas a intensidad de sequías e inundaciones.

Conclusiones

En este trabajo se presentó una alternativa que permitió identificar las causas de cambio en el uso del suelo de una

cuenca y asociarlos a los impactos hidrológicos, con el objetivo de tomar medidas que reduzcan la frecuencia e intensidad de inundaciones y sequías.

Esta aproximación propuesta facilita la comprensión de los sistemas socio-hidrológicos y representa una oportunidad para identificar nuevas fuentes de datos y desarrollar modelos que incluyan variables importantes en la modelación de cuencas, aún en los casos en que hay limitaciones de datos para calibrar o validar modelos (Mostert, 2017), como por ejemplo en cuencas de bosque seco tropical.

La expansión agropecuaria es la causa directa que lidera el cambio en el uso del suelo en Latinoamérica, mientras que los factores económicos es la causa subyacente que genera la deforestación y las políticas de suelos a menudo favorecen la expansión agrícola (Geist & Lambin, 2002). Las relaciones causa-efecto identificadas ilustran las causas de cambio en el uso del suelo y el efecto hidrológico ante sequías e inundaciones.

Estos resultados se convierten en un aporte que ayuda a los tomadores de decisiones a identificar las políticas del uso del suelo, que pueden ser intervenciones de comando y control que afectan las causas directas y otras intervenciones públicas frente a causas subyacentes como políticas macroeconómicas, de mercado, subsidios o impuestos (Lambin et al., 2014).

La investigación de las actividades humanas que tienen un impacto significativo en la hidrología y los factores que pueden explicar estas actividades, ayuda a una mejor comprensión de como la sociedad interactúa con la hidrología de una cuenca (García, Portney, & Islam, 2016).

Referencias

- Demissie, F., Yeshitila, K., Kindu, M., & Schneider, T. (2017). Land use/Land cover changes and their causes in Libokemkem District of South Gonder, Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8(April), 224–230.
- Dirzo, R., Young, H. S., Mooney, H. a., & Ceballos, G. (2011). *Seasonally Dry Tropical Forests - Ecology and Conservation*.
- Etter, A., Mcalpine, C., Wilson, K., Phinn, S., & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 114, 369–386.
- Farrick, K. K. (2014). Runoff Generation In A Tropical Dry Forest Watershed : Processes , Patterns And Connectivity, (December).
- García, M., Portney, K., & Islam, S. (2016). A question driven socio-hydrological modeling process. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(1), 73–92.
- Geist, H. J., & Lambin, E. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52(2), 143.
- Gumindoga, W., Rientjes, T. H. M., Haile, A. T., & Dube, T. (2014). Predicting streamflow for land cover changes in the Upper Gilgel Abay River Basin, Ethiopia: A TOPMODEL based approach. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 76–78, 3–15.
- IDEAM. (2012a). Mapa de Cobertura de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.
- IDEAM. (2012b). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land COver. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.
- IDEAM. (2014). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.
- Lambin, E. F., Meyfroidt, P., Rueda, X., Blackman, A., Börner, J., Cerutti, P. O., ... Wunder, S. (2014). Effectiveness and synergies of policy instruments for land use governance in tropical regions. *Global Environmental Change*, 28(1), 129–140.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491–505.
- Mostert, E. (2017). An alternative approach for socio-hydrology: case study research. *Hydrology and Earth System Sciences*, (June), 1–14.
- Srinivasan, V., Sanderson, M., García, M., Konar, M., Blöschl, G., & Sivapalan, M. (2017). Prediction in a socio-hydrological world. *Hydrological Sciences Journal*, 62(3), 338–345.