

Cambios del uso de suelo (1990 – 2018) en la cuenca del río Santa Rosa, Ecuador

Land use changes (1990 - 2018) in the Santa Rosa river basin, Ecuador

Alex Luna-Florin¹

adluna@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4975-405X>

Arturo Sánchez-Asanza²

asanchez@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5702-7234>

Mariuxi Guerrero-Azanza³

myguerreroa@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9483-2646>

Scarlet Arévalo-España⁴

sarevalo4@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6439-1424>

Necker Córdova-Solano⁵

ncordova3@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3535-0751>

Frans Maza-Herrera⁶

fmaza3@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8006-1318>

Recibido:20/07/2023, Aceptado: 15/09/2023

RESUMEN

El acelerado crecimiento demográfico y la creciente demanda internacional de productos agrícolas han propiciado la conversión de extensas áreas de tierra para la producción agrícola

¹ Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

² Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

³ Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

⁴ Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

⁵ Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

⁶ Magíster. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

intensiva de varios monocultivos en el Ecuador. El presente trabajo tiene por objetivo transición entre el uso y la ocupación del suelo y los cambios que ha habido en la cuenca del río Santa Rosa, se utilizaron fotografías satelitales de los años 1990, 2000, 2008 y 2018 para registrar los cambios en la ocupación del suelo. Los resultados mostraron que la superficie y la densidad de la cubierta forestal han disminuido significativamente durante el período de estudio. Los cambios en la cubierta terrestre, y en particular en la cubierta forestal, se atribuyen principalmente al aumento de la población, por tanto, a las intervenciones humanas, como los cultivos, la tala, también se examinó, el efecto la cubierta terrestre. Se obtuvieron resultados negativos en cuanto al cambio abrumante de la cobertura del suelo que podrían proporcionar explicaciones sustanciales de los cambios de la cubierta terrestre y su remplazo acelerado especialmente por monocultivo del banano y cacao.

Palabras clave: Análisis, cobertura, cuenca, río, suelo

ABSTRACT

The accelerated population growth and the growing international demand for agricultural products have led to the conversion of large areas of land for intensive agricultural production of various monocultures in Ecuador. The present work aims to transition between land use and occupation and the changes that have occurred in the Santa Rosa river basin, satellite photographs of the years 1990, 2000, 2008 and 2018 were used to record changes in land occupation. The results showed that the area and density of forest cover have decreased significantly during the study period. The changes in land cover, and in particular forest cover, are mainly attributed to population increase, therefore, human interventions, such as cultivation, logging, also examined, the effect land cover. Negative results were obtained in terms of overwhelming land cover change that could provide substantial explanations for land cover change and its accelerated replacement especially by banana and cocoa monoculture.

Keywords: Analysis, basin, coverage, soil, river.

Introducción

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que proporciona diversos servicios ambientales y ecosistémicos (Burbano-Orjuela, 2016), y que, a pesar de su importancia para la vida, no ha recibido la debida atención que se merece por parte de la sociedad, por lo cual, muchos científicos se enfrentan al gran desafío de intensificar, mantener y aumentar la calidad y cuidado del suelo (Cruz & Barra, 2004), la composición del recurso suelo, afecta a una variedad de funciones del mismo, como el transporte de agua, viento, calor y nutrientes, así también como a distintos servicios ecosistémicos que el suelo nos ofrece, como la producción y la regulación del clima (Hu et al., 2023).

Los factores que afectan a la composición del suelo y la vegetación de una determinada zona suelen actuar de forma continua y repercuten en los cambios de su evolución (Kaloudis et al., 2023). Las actividades humanas han desencadenado la sustitución de un gran número de paisajes naturales tales como bosques, pastizales, cuerpos de agua, entre otros, lo cual ha provocado cambios en el uso y la cobertura del suelo (Foley et al., 2005; Liu & Tian, 2010), las tendencias en el cambio de cobertura y uso del suelo, son procesos espaciales que siguen un comportamiento aleatorio y son el resultado de interacciones complejas entre factores físicos, biológicos y sociales (Hone-Jay et al., 2010). Además del efecto de los factores biofísicos, los cambios en la cubierta terrestre también reflejan el impacto del ser humano en el medio ambiente (Briassoulis, 2020).

Los cambios en el uso de y la cobertura del suelo son procesos importantes que reflejan las consecuencias de la cooperación entre las ocupaciones humanas y los recursos del suelo de los que dependen los seres humanos para sobrevivir (Xu et al., 2023). La investigación de los cambios en la cubierta del uso del suelo es un parámetro clave en la ciencia de la Ecología y la gestión del territorio (Mallinis et al., 2014). El inventario de los cambios de la cubierta del uso del suelo puede proporcionar información importante sobre la ecología y la vida económica y social de las sociedades locales en el pasado. Además, sobre la dinámica de las especies vegetales y el efecto de diversos factores ambientales en la evolución de la cubierta terrestre (Cihlar, 2000).

Los sistemas de información geográfica son una herramienta fundamental para su gestión y uso (Olaya, 2019), en lo que respecta a los cambios y uso de suelo, lo que conlleva a que sea una herramienta que nos permita el excelente manejo, procesamiento y análisis de datos con distinta información geográfica (Nakayama et al., 2023)., para poder realizar el análisis de los mismos, se requiere la aplicación de distintas técnicas que nos permitan monitorear y evaluar adecuadamente su evolución en el tiempo (Seto et al., 2002), tiene su origen en lo que respecta a las ciencias geoespaciales y ciencias ambientales (Escobar Ramírez, 2023). Una de las importancias del uso de los sistemas de información geográfica (SIG), es la ayuda que nos proporciona con el cálculo de cobertura de superficies de suelos, o también el cálculo de cuencas hidrográficas, ya que trabaja con información geo-referenciada (Burrough et al., 1994), y mediante los datos que nos brinde de la cuenca hidrográfica, nos permitirá saber los beneficios que aporta al recurso suelo (Camacho, 2008).

La cuenca es un elemento básico del sistema del uso del suelo, representando las unidades de gestión lógica como son el ciclo del agua, conectando así con otros ciclos como son: nutrición, energía, carbono del suelo (Genova & Wei, 2023), teniendo así una cuenca hidrográfica, que es una extensión de terreno delimitada por las partes más altas de montañas, laderas y cerros, en la que se ha desarrollado un sistema de drenaje superficial que concentra el agua en el río principal que se une al mar, lago u otro río (Braz et al., 2020); Un enfoque integral, el conocimiento sistémico de las personas y la naturaleza permiten determinar que una cuenca proporciona un marco de referencia para la planificación del desarrollo sostenible regional (Gaspari et al., 2013). Los cambios en el uso y en la cobertura del suelo están directamente relacionados con la hidrología de las cuencas (Hama et al., 2022), el manejo de las cuencas hidrográficas para proporcionar una gran variedad de servicios ambientales y sociales es un gran desafío universal (Miralles-Wilhelm et al., 2023). Ante el incremento de la población y del

mejoramiento de los niveles de vida, el agua se viene convirtiendo en un recurso escaso en muchos países del mundo, lo cual también ocurre en Ecuador (Egas, 2009), la creciente demanda internacional de productos tropicales han propiciado la conversión de extensas áreas de tierra para la producción agrícola intensiva de varios monocultivos en el Ecuador. (Muñoz Murcillo et al., 2020).

La población en Ecuador ha crecido de 4,5 millones de habitantes en 1960 a 16,44 millones de habitantes en 2016 (World, 2023), como consecuencia se han intensificado las actividades antropogénicas, tales como la construcción urbana, la industria, la agricultura, la acuicultura y la deforestación (Damanik-Ambarita et al., 2018). La provincia de El Oro es un claro ejemplo de esto, la cuenca del río Santa Rosa es una de las redes hídricas más importantes de la provincia, se encuentra dividida en algunas subcuencas principales como son El Guayabo, La Chilca, Fruta de Pan y Las Minas, teniendo como consecuencia la disminución del de suelo de bosques y convirtiéndose en áreas de pastoreo, minería artesanal, actividades agropecuarias y acuícolas. El presente trabajo analizó la transición entre el uso y la ocupación del suelo y los cambios que ha habido en la microcuenca del río Santa Rosa en un período de 28 años.

Metodología

Área de estudio

La Cuenca del Río Santa Rosa se encuentra ubicada en la parte central de la provincia de El Oro, al suroccidente de Ecuador. Esta cuenca constituye una extensión de la Cordillera de Dauca y en su extremo occidental a una altitud de 2.200 m.s.n.m. hasta el sitio de captación de agua potable que abastece a la ciudad de Santa Rosa con las coordenadas en UTM: 617.758 E y 9606743 N, aguas que se encuentran debajo de la población de El Recreo de cota 100 m.s.n.m. (Figura1).

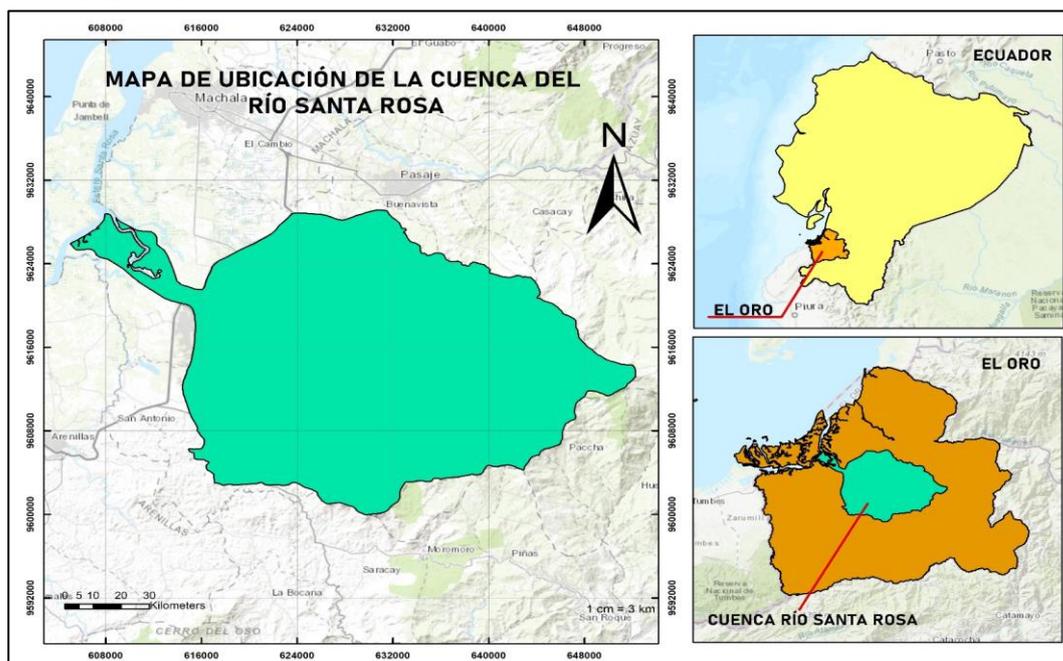


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la cuenca del Río Santa Rosa

Uso de suelo

La determinación del cambio de la cobertura del suelo de la cuenca del río Santa Rosa se realizó a partir de la compilación de estudios de coberturas de uso del suelo generados por el Ministerio de Ambiente, agua y transición ecológica (MAATE) para los años 1990, 2008 y 2018, lo que se complementó con el procesamiento digital de imágenes satelitales. Para cada una de las fechas analizadas se realizó un procesamiento diferencial en el entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcGIS 10.4.1

Resultados y discusión

USO DE SUELO	1990 Area (ha.)	2000 Area (ha.)	2008 Area (ha.)	2018 Area (ha.)
BOSQUE	37742,5	30434	28025,6	21429,7
CUERPO DE AGUA	1669,7	1667,4	2020,2	2126
OTRAS TIERRAS	1476,7	29,9	29,9	18,5
TIERRA AGROPECUARIA	33768,7	42472,3	44529,8	50150,5
VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	360,6	363,8	271,5	641,8
ZONA ANTRÒPICA	123,8	173,9	264,5	775

Uso del suelo

Tabla 1: Usos de suelo en 1990, 2000 2008 y 2018 en la cuenca del río Santa Rosa (Ecuador)

El análisis de las coberturas de uso de suelo de la cuenca del río Santa Rosa para los años 1990, 2000, 2008 y 2018 muestra un aumento en la cobertura agrícola como consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola a partir del establecimiento de varios monocultivos como banano, cacao y de cultivos intensivos de ciclo corto (figura 2 y 3 y Tabla 1). De la cobertura agrícola de la cuenca del río Santa Rosa se destacan la presencia de monocultivos permanentes de banano y cacao, que requieren riego permanente en la época seca de la región, La necesidad de riego en promedio para la producción de banano en haciendas bananeras de la provincia de El Oro es de 27.500 m³ de agua para riego por ha/año de cultivo (Zarate & Kuiper, 2013).

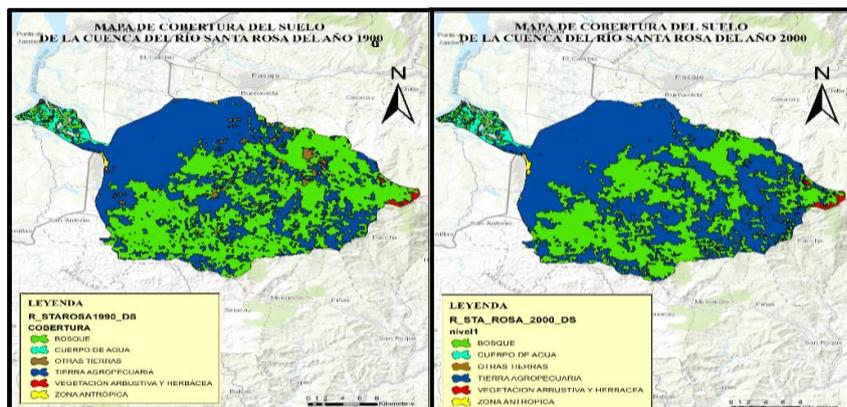


Figura 2. Mapa de cobertura del suelo año 1990 y 2000

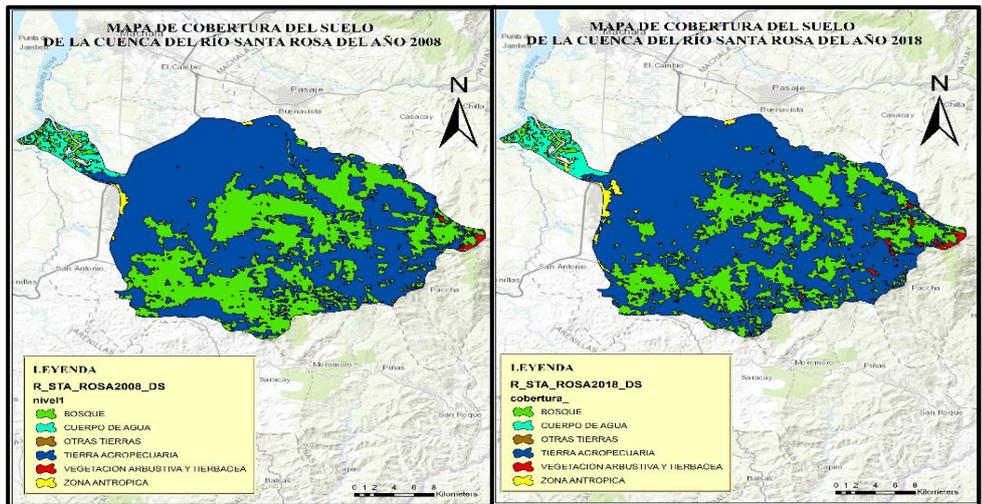


Figura 3. Mapa de cobertura del suelo año 2008 y 2018

En la cuenca del río Santa Rosa, en el año de 1990 se nos ve representada una gran cantidad de hectáreas de bosque, en el cual podemos decir que se mantuvo ligeramente hasta el año 2000, con una capacidad de 30434 hectáreas de bosque, para el año 2018 es donde se ve reflejado pérdida significativa, con una representación de 21429.7 hectáreas, es decir tuvo una reducción importante, la cual la podemos representar en un porcentaje del 43.22% de pérdida de cobertura de bosque. A toda esta situación de pérdida de cobertura de bosque la podemos asimilar con el aumento poblacional, y la demanda de extracción de recursos madereros, y así mismo la implementación de uso de esas tierras para la zona agrícolas.

La importancia del agua para el riego de los cultivos es un bien supremo, esto lo podemos verificar, ya que en el Ecuador los cuerpos de agua abastecen en un 98% al riego para los cultivos, y revisando en nuestro análisis, nos podemos dar cuenta que estos cuerpos de agua, ya sea estén representados en ríos, lagos e incluso lagunas se han visto mejorados, de tal manera que el único año en el que se ha perdido su cobertura fue en el año 2000, ya que en el año de 1990 al 2018, se ha visto un crecimiento del 27.33%, es decir nos representan una cantidad de 456.3 hectáreas de aumento en relación a los cuerpos de agua

Con respecto a otras tierras podemos identificar ya sea a, suelos desnudos, o alguna zona antrópica, y lo que podemos analizar durante el periodo de los años de estudio es que, estos simplemente han sufrido reducción en sus tierras, ya que en el año de 1990 empezaron con 1476.7 hectáreas, y ya para el año 2018 tuvieron una cantidad de 18.5 hectáreas, es decir, se

ha visto representado una pérdida del 98.75%, y lo podemos expresar que en total perdieron 1458.2 hectáreas.

Las tierras agropecuarias tienen una singularidad muy importante ya que, en el año de 1990 empiezan con una representación de 33768.7 hectáreas, y lo único que ha hecho conforme a los años 2000-2008 y 2018, es aumentar su capacidad en hectáreas, y esto es un claro reflejo a la demanda del incremento poblacional, ya que a medida que la población crece se necesitan más recursos alimenticios para mantenerla, siendo así que en el año 2018 termina con una representatividad de 50150.5 hectáreas, por lo que a esto lo podemos asimilar a un incremento del 48.51%, teniendo una ganancia de 16381.8 hectáreas de tierras agropecuarias.

Durante los años de 1990, 2000 y 2008 los asentamientos humanos en la cuenca han tenido un incremento considerable subiendo de 123.8 a 264.5 hectáreas durante los años mencionados, pero podemos ver algo interesante, y es que en el año 2018 refleja un pare, por lo que solo 775 hectáreas de cobertura de suelo son representativos de zona antrópica, a esto lo vemos como un impacto positivo, ya que se ha mantenido la conservación de áreas naturales como bosques, e incluso pequeños cuerpos de agua. Aunque tampoco podemos negar que esta cobertura de suelo incremento en un 526.01%, es decir ha ganado un total de 651.2 hectáreas.

Podemos analizar que las coberturas de suelo que más representativas han perdido se debe a Otras tierras, con una pérdida del 98.75%, siendo estas ocupadas por Zonas urbanas o Antrópicas, lo cual establecemos como un impacto negativo. De hecho, a la zona Antrópica es la que mayor magnitud ha tenido en crecimiento, ya que con el pasar de los años la zona poblacional ha ido aumentando, por lo que cada vez los suelos han sido intervenidos, ya sea para ser ocupadas por el uso de diferentes actividades humanas, o urbanización, lo cual es una de las causas o situaciones más comunes.

En cuenta a los bosques, existen múltiples leyes que protegen y resguardan estas zonas, en especial en la Amazonia, sin embargo (Muñoz Murcillo et al., 2020) señala que en Ecuador, se gastan y deterioran alrededor de 60.000 hectáreas de bosque para la producción maderera y medicinal, dañando por completo la ecología de un sitio.

Conclusiones.

Las coberturas del uso del suelo, han tenido diferentes cambios con el pasar de los años, ya sea ganancia o pérdida y, analizando de manera superficial, como lo indicamos, la mayor cobertura de suelo con mayor crecimiento es la zona antrópica, a todo esto, lo podemos considerar como una demanda debida pero no necesaria al incremento poblacional.

Analizando la cobertura de los usos de suelos que se mantienen y cambian podemos llegar a la conclusión de que existe un mantenimiento de suelos de suma importancia, como lo son la

cobertura de cuerpos de agua y bosque, por otro lado la pérdida de la cobertura del suelo se debe a su mayoría a la ocupación de cultivos agrícolas.

Referencias bibliográficas

- Braz, A. M., García, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & Oliveira, I. J. D. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: Posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69-85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Briassoulis, H. (2020). *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches*.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Burrough, P. A., Bouma, J., & Yates, S. R. (1994). The state of the art in pedometrics. *Geoderma*, 62(1-3), 311-326. [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(94\)90043-4](https://doi.org/10.1016/0016-7061(94)90043-4)
- Camacho, D. C. (2008). *Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación de cuencas hidrográficas en el Ecuador*.
- Cihlar, J. (2000). *Land cover mapping of large areas from satellites: Status and research priorities*.
- Cruz, A. B., & Barra, J. E. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*.
- Damanik-Ambarita, M. N., Boets, P., Nguyen Thi, H. T., Eurie Forio, M. A., Everaert, G., Lock, K., Sasha Musonge, P. L., Suhareva, N., Bennetsen, E., Gobeyn, S., Long Ho, T., Dominguez-Granda, L., & L.M. Goethals, P. (2018). Impact assessment of local land use on ecological water quality of the Guayas river basin (Ecuador). *Ecological Informatics*, 48, 226-237. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.08.009>
- Egas, G. C. (2009). *Caracterización y evaluación de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa*.
- Escobar Ramírez, A. (2023). Diagnóstico urbano: Hacia una metodología analítica, sintética y cartográfica. *CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 17(26). <https://doi.org/10.29105/contexto17.26-404>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, 309(5734), 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G. E., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2013). *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/27877>
- Genova, P., & Wei, Y. (2023). A socio-hydrological model for assessing water resource allocation and water environmental regulations in the Maipo River basin. *Journal of Hydrology*, 617, 129159. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129159>
- Hama, J. R., Jorgensen, D. B. G., Diamantopoulos, E., Bucheli, T. D., Hansen, H. Chr. B., & Strobel, B. W. (2022). Indole and quinolizidine alkaloids from blue lupin leach to agricultural drainage water. *Science of The Total Environment*, 834, 155283. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155283>
- Hone-Jay, C., Yu-Pin, L., Chun-Wei, H., Cheng-Yu, H., & Horng-Yng, C. (2010). Modelling the hydrologic effects of dynamic land-use change using a distributed hydrologic model and a

- spatial land-use allocation model. *Hydrological Processes*, 4, 2538-2554. <https://doi.org/10.1002/hyp.7667>
- Hu, W., Cichota, R., Beare, M., Müller, K., Drewry, J., & Eger, A. (2023). Soil structural vulnerability: Critical review and conceptual development. *Geoderma*, 430, 116346. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116346>
- Kaloudis, S., Glykou, M., Galanopoulou, S., Fotiadis, G., Yialouris, C., & Raptis, D. (2023). Land Cover Changes in Evrytania Prefecture (Greece). *Forests*, 14(7), 1462. <https://doi.org/10.3390/f14071462>
- Liu, M., & Tian, H. (2010). China's land cover and land use change from 1700 to 2005: Estimations from high-resolution satellite data and historical archives: CHINA'S LAND COVER AND LAND USE CHANGE. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(3), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1029/2009GB003687>
- Mallinis, G., Koutsias, N., & Arianoutsou, M. (2014). Monitoring land use/land cover transformations from 1945 to 2007 in two peri-urban mountainous areas of Athens metropolitan area, Greece. *Science of The Total Environment*, 490, 262-278. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.129>
- Miralles-Wilhelm, F., Matthews, J. H., Karres, N., Abell, R., Dalton, J., Kang, S.-T., Liu, J., Maendly, R., Matthews, N., McDonald, R., Muñoz-Castillo, R., Ochoa-Tocachi, B. F., Pradhan, N., Rodriguez, D., Vigerstøl, K., & Van Wesenbeeck, B. (2023). Emerging themes and future directions in watershed resilience research. *Water Security*, 18, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2022.100132>
- Muñoz Murcillo, J. L., Gentili, J., & Bustos Cara, R. (2020). Uso agrícola del suelo y demanda de agua para riego en la cuenca del río Vinces (Ecuador) durante el período 1990 – 2014. *Investigaciones Geográficas*, 59, 91. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2020.56958>
- Nakayama, S., Oie, S., Shiota, A., Mitani, Y., & Watanabe, M. (2023). Construction of PHEV driving support system using GIS for optimal operation. *Energy Reports*, 9, 533-542. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.070>
- Olaya, V. (2019). *Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo*. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7584/08_TIG_05_victor.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Seto, K. C., Woodcock, C. E., Song, C. X., Huang, J., & Lu, RK. (2002). Kaufmann. Monitoring landuse change in the Pearl River Delta using Landsat TM. *International Journal of Remote Sensing*, 23., 1985-2005.
- World, B. (2023). *Population, Total—Ecuador*. *World Bank Development Data Group*. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2016&locations=EC&start=1960&view=chart>
- Xu, Q., Zhu, A.-X., & Liu, J. (2023). Land-use change modeling with cellular automata using land natural evolution unit. *CATENA*, 224, 106998. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.106998>
- Zarate, E., & Kuiper, D. (2013). *Evaluación de Huella Hídrica del banana para pequeños productores en Perú y Ecuador*.