Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento

DOI: 10.26820/recimundo/9.(esp).mayo.2025.12-18
URL: https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2594
EDITORIAL: Saberes del Conocimiento
REVISTA: RECIMUNDO
ISSN: 2588-073X
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión
CÓDIGO UNESCO: 2508.11 Calidad de las Aguas
PAGINAS: 12-18

Análisis de sistemas socioecológicos que afectan la calidad de agua de riego en los siete directorios de San Juan Patoa – Cotopaxi - Ecuador

Analysis of socioecological systems that affect the quality of irrigation water in the seven directories of San Juan Patoa

Análise dos sistemas socioecológicos que afectam a qualidade da água de rega nos sete diretórios de San Juan Patoa

Marco Antonio Riofrío Guevara[1]; Yenson Vinicio Mogro Cepeda[2]; Becker Sánchez[3]; Emerson Javier Jácome Mogro[4]

RECIBIDO: 10/01/2025 **ACEPTADO:** 19/03/2025 **PUBLICADO:** 05/05/2025

1. Universidad Técnica de Cotopaxi; Latacunga, Ecuador; marco.riofrio2916@utc.edu.ec; https://orcid.org/0009-0002-8916-9656
2. Universidad Técnica de Cotopaxi; Latacunga, Ecuador; viniciomogro@utc.edu.ec; https://orcid.org/0000-0002-4688-0467
3. Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayana; Universidad Nacional Experimental de Guayana; Ciudad Guayana, Venezuela; beckersanchez@gmaill.com; https://orcid.org/0000-0003-0371-3375
4. Universidad Técnica de Cotopaxi; Latacunga, Ecuador; emerson.jacome@utc.edu.ec; https://orcid.org/0000-0003-3004-9246

CORRESPONDENCIA

Marco Antonio Riofrío Guevara
marco.riofrio2916@utc.edu.ec

Latacunga, Ecuador

© RECIMUNDO; Editorial Saberes del Conocimiento, 2025

RESUMEN

El cambio climático, la falta de interés por trabajar el agro y los conflictos por el uso de recursos hídricos son algunos de los retos más significativos que enfrentan los regantes de los siete directorios de San Juan Patoa del Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi. Estas problemáticas exigen enfoques innovadores que permitan entender y gestionar las complejas relaciones entre los beneficiarios del líquido vital y los ecosistemas en los que habitan. En este contexto, tomando como enfoque a los sistemas socioecológicos como una herramienta analítica clave para abordar estas interacciones que pueden afectar la calidad de agua de riego. La metodología propuesta no solo permite identificar las dinámicas entre los componentes sociales y ambientales, sino también analizar cómo los sistemas pueden adaptarse y transformarse frente a cambios y perturbaciones antropogénicas. El propósito de este artículo es explorar las bases conceptuales y metodológicas de los enfoques socioecológicos y su relevancia para el cuidado del agua de riego en los siete directorios de San Juan Patoa en el Cantón Pujilí.

Palabras clave: Sistemas Socioecológicos, Recursos hídricos, Calidad del agua, Pujilí, Sostenibilidad.

ABSTRACT

Climate change, lack of interest in agricultural work and conflicts over the use of water resources are some of the most significant challenges faced by irrigators in the seven districts of San Juan Patoa in the Pujilí Canton of the Cotopaxi Province. These problems require innovative approaches that allow us to understand and manage the complex relationships between the beneficiaries of the vital liquid and the ecosystems in which they live. In this context, taking the socio-ecological systems approach as a key analytical tool to address these interactions that can affect the quality of irrigation water. The proposed methodology not only allows us to identify the dynamics between social and environmental components, but also to analyze how systems can adapt and transform in the face of anthropogenic changes and disturbances. The purpose of this article is to explore the conceptual and methodological bases of socio-ecological approaches and their relevance for the care of irrigation water in the seven districts of San Juan Patoa in the Pujilí Canton.

Keywords: Socioecological systems, Water resources, Water quality, Pujilí, Sustainability.

RESUMO

As alterações climáticas, o desinteresse pelo trabalho agrícola e os conflitos sobre a utilização dos recursos hídricos são alguns dos desafios mais importantes enfrentados pelos regantes dos sete distritos de San Juan Patoa, no Cantão de Pujilí, na Província de Cotopaxi. Estes problemas exigem abordagens inovadoras que permitam compreender e gerir as relações complexas entre os beneficiários do líquido vital e os ecossistemas em que vivem. Neste contexto, a abordagem dos sistemas sócio-ecológicos é uma ferramenta analítica fundamental para abordar estas interações que podem afetar a qualidade da água de irrigação. A metodologia proposta permite não só identificar a dinâmica entre as componentes sociais e ambientais, mas também analisar a forma como os sistemas se podem adaptar e transformar face às mudanças e perturbações antropogénicas. O objetivo deste artigo é explorar as bases conceptuais e metodológicas das abordagens socioecológicas e a sua relevância para o cuidado da água de rega nos sete distritos de San Juan Patoa, no Cantão de Pujilí.

Palavras-chave: Sistemas socioecológicos, Recursos hídricos, Qualidade da água, Pujilí, Sustentabilidade.

Introducción

El enfoque de sistemas socioecológicos parte de la idea de que los sistemas sociales y naturales están vinculados de forma dinámica. Esto involucra que deben estudiarse de manera conjunta para comprender y abordar de manera efectiva los desafíos ambientales. Según Berkes et al. (2003), Los socio-ecosistemas son sistemas complejos que integran componentes ecológicos y sociales, los cuales no pueden analizarse de manera independiente. Este enfoque resulta fundamental en los estudios sobre sostenibilidad, ya que facilita la integración de las dimensiones ecológicas, económicas, políticas y sociales en el análisis de los problemas ambientales (Ostrom, 2009). Los componentes humanos y naturales tienen interdependencia e implica que las intervenciones en uno de estos elementos tienen repercusiones en el otro, por lo que un enfoque holístico es indispensable para gestionar estos sistemas de manera correcta (Folke et al., 2002).

En las ciencias ambientales, los problemas ambientales se abordan de manera diferente gracias al enfoque de sistemas socioecológicos, alejándose de enfoques tradicionales y determinando una perspectiva integral que considera las relaciones entre los elementos sociales y naturales (Folke et al., 2010). Este enfoque ha permitido, por ejemplo, la identificación de soluciones adaptativas en contextos de cambio climático y uso excesivo de recursos naturales, donde la capacidad de los sistemas para recuperarse y adaptarse es crucial (Cinner et al., 2012).

En base a la temática anterior, nace la importancia de sacar a resarcir a la resiliencia ya que es un concepto clave dentro del enfoque de sistemas socioambientales, y permite evaluar la capacidad de estos sistemas para resistir y adaptarse a cambios y perturbaciones externas, como desastres naturales, actividades humanas (Gunderson y Holling, 2002; Carpenter et al. 2004; Calderón-Contreras, 2010; Holling, 1973). En este contexto, Folke (2006), define la resiliencia como la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones, reorganizarse y mantener su funcionamiento pese a las adversidades. Así, la resiliencia no solo alude a la capacidad de los ecosistemas para recuperarse, sino también a la habilidad de las comunidades humanas para adaptarse y ajustar sus prácticas, asegurando su bienestar a lo largo del tiempo (Walker et al., 2004).

Si analizamos el marco analítico de la resiliencia en los socioecosistemas, podríamos definir que se basa en principios fundamentales como la diversidad, la conectividad, la capacidad de aprendizaje y la gobernanza adaptativa (Boyd y Folke, 2011; Baggio et al., 2015). Estos principios facilitan que los componentes ambientales y sociales respondan de manera más eficaz y sostenible a los cambios (Folke et al., 2002).

Una vez que hacemos conciencia de que la adaptabilidad es necesaria en nuestros sistemas no lineales, podemos abordar el análisis de los actores y los sistemas de gobernanza en contextos de ayuda ambiental (Luna et al., 2019). Los conflictos ambientales suelen surgir cuando hay una disputa sobre el uso de los recursos naturales, como el agua, la tierra o los recursos forestales, entre diferentes actores de la sociedad (Chaffin et al., 2014). Estos actores pueden incluir gobiernos, empresas, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y otros grupos que tienen intereses contrapuestos sobre los mismos recursos (De Groot et al, 2002).

En los conflictos ambientales, la gobernanza desempeña un papel fundamental al definir cómo se toman las decisiones relacionadas con el uso y la gestión de los recursos (Ostrom, 2009). El enfoque de sistemas socioecológicos resalta la relevancia de una gobernanza adaptativa y participativa, en la que se incluyan a todos los actores clave en el proceso de toma de decisiones (Martin López

et al., 2010). Este enfoque garantiza que las soluciones propuestas sean más sostenibles y equitativas, al permitir que los diversos actores tengan un rol activo en su desarrollo.

Según Armitage et al. (2009), la gobernanza adaptativa resulta indispensable debido a la incertidumbre y variabilidad inherentes a los cambios que afectan en los sistemas socioambientales. Esto requiere que los actores involucrados sean flexibles y capaces de ajustar tanto sus políticas como sus acciones en respuesta a nuevas realidades. Además, el enfoque permite mapear las relaciones de poder entre los actores y evaluar cómo estas relaciones afectan la gobernanza y la resolución de los conflictos (Denzin y Lincoln, 2015; Centro Nacional de Memoria Histórica, 2009). En muchos casos, los conflictos ambientales están relacionados con una distribución desigual del poder y los recursos, lo que puede dificultar la colaboración entre los actores (Pahl-Wostl et al., 2007).

El enfoque ayuda a identificar estos desequilibrios y proponer mecanismos para una gobernanza más inclusiva y equitativa, lo cual es crucial para la resolución efectiva de los conflictos ambientales.

Metodología

El tipo de investigación correlacional explicativa fue el método en que se fundamentó el trabajo porque explica el desarrollo del proceso mediante interacciones entre los actores sociales asociados al agua de regadío de San Juan Patoa, a partir de esta premisa se realiza un análisis situacional documental de investigaciones previas acerca de sostenibilidad ambiental y su relación con la calidad de agua; fue imperante realizar un análisis de parámetros físicos y químicos de agua para comparar los resultados con las norma ambiental nacional del TULSMA y determinar su impacto en los sistemas de regadío, La información obtenida permite contar con elementos para la establecer los puntos de análisis y buscar a los principales actores vinculados al regadío agrícola en este sector que influyen de manera negativa en los sistemas socioambientales de San Juan Patoa.

Como se había determinado anteriormente esta investigación es documental y comprende un estudio bibliográfico, documental, de campo con una propuesta de intervención con los actores sociales del sector.

Desde otra perspectiva, la investigación se la denominará como empírica y exploratoria, porque en la recolección de datos e información relevante se analizará informes técnicos de la prefectura de Cotopaxi, tesis y prensa escrita y digital tanto de medios locales y nacionales.

Además del levantamiento bibliográfico se contemplará el análisis cartográfico de información preexistente disponible para la elaboración de un mapa base. Se analiza la base de datos de calidad de agua del departamento de riego y drenaje de la prefectura de Cotopaxi, asimismo en base al estudio previo realizado por Mogro et al., (2024), discernir y delimitar los principales actores sociales y de esta manera, crear una base del sistema socio ambiental del sector. Para corroborar esta información se realiza visitas de campo para la verificación y muestreo de los sistemas de riego y una entrevista a varios regantes del sector para conocer su situación y percepción actual.

En base al trabajo desarrollado por Mogro et al. (2024), se establece un estudio hidrogeológico en el que se representan los recursos hídricos y como se utilizan para los sistemas de regadío. Esta información es georreferenciada mediante el sistema DATUM WGS-84 coordenadas UTM y diferenciada mediante una leyenda que permita distinguir la zonificación de estos recursos dentro del área de estudio. Estos datos son un acceso confiable y rápido a información esencial de la fuente hídrica para los regantes de una zona determinada con lo que se puede determinar las áreas del flujo hídrico y las características de flujo de agua.

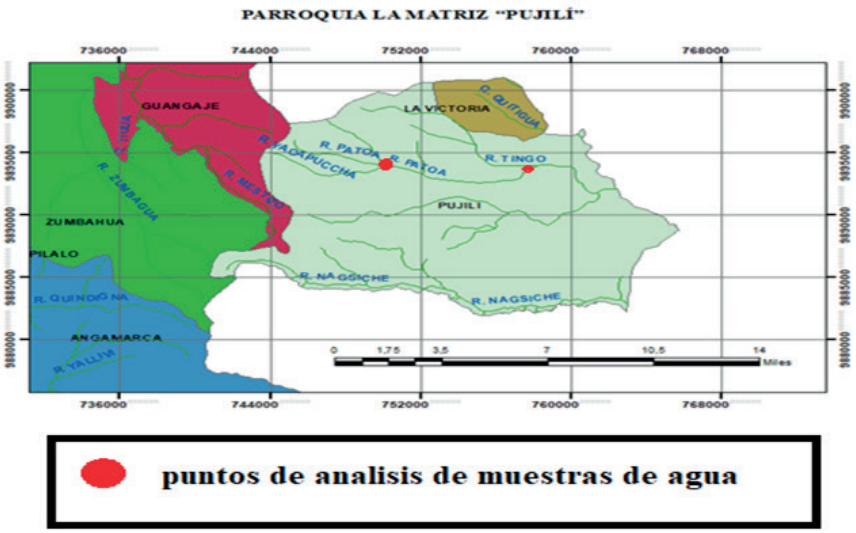

Figura 1. Georeferenciación del Rio San Juan Patoa y sus puntos de muestreo

Una vez se han georreferenciado los puntos de interés, se busca los posibles agentes antropogénicos de cada punto y se plantea una tabla de información de cada punto de interés así:

Como se puede observar mediante el sistema de coordenadas DATUM WGS-84 Coordenadas UTM se pueden establecer los puntos de estudio en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo

Puntos de Referencia	Coordenadas en Google Earth		
	Este	Norte	Elevación
Naciente del rio	751764.228 mE	9893136 mS	3073 m
Desembocadura del rio	758052 mE	9893389 mS	2974 m

Al realizar la visita de campo e inspeccionar los diferentes sectores de San Juan Patoa se puede esclarecer que definitivamente la zona de estudio es mayoritariamente agrícola con algunos puntos dedicados a la ganadería vacuna.

Resultados

Una vez que se recopilaron los datos bibliográficos de diferentes investigaciones referentes a la calidad del agua en el sector San Juan Patoa, hasta la presente fecha, se puede aseverar que la mayoría de posibles contaminantes de la zona son por efectos de actividades antropogénicas (ganadería, aguas servidas, desperdicios de domicilios) y hay varios puntos de muestreo que contienen algunos iones metálicos como: arsénico, aluminio y hierro que se puede creer que provienen de la interacción del flujo hídrico con las formaciones geológicas de la zona.

Al realizar varias entrevistas a los regantes del sector, consideran que más allá de la calidad del agua, consideran necesario un plan capacitación continua no solo de nuevas técnicas eficientes de regadío sino de cultivos que se adapten de mejor manera a los suelos y a la variación del clima del sector.

No cabe duda que al desarrollar el sistema socioambiental en el sector permite escuchar las opiniones no solo de técnicos en

diferentes áreas de la agricultura, sino que se genera un sistema transdisciplinar el cual vincula a los regantes, líderes comunitarios de los directorios, gobernantes y docentes de la universidad, con la finalidad de buscar soluciones optimas mediante la interacción dinámica de cada una de las partes.

Discusión

La necesidad de establecer un sistema socio ambiental y aplicar la resiliencia hídrica en el sector de San Juan Patoa es imperante ya según el último censo muestra que la principal actividad desarrollada por sus habitantes es la agricultura.

Se considera necesario buscar la manera de apoyar a los regantes en la parte: social, agrícola y ambiental mediante charlas continuas para mejorar sus sistemas de producción y evitar el abandono del trabajo de los campos agrícolas del sector.

La falta de recursos económicos, convenios con gobiernos descentralizados para apoyo de proyectos que fortalezcan el agro es uno de los eslabones que deja este trabajo.

Conclusiones

Se evidencia la falta de transdisciplinariedad en San Juan Patoa ya que, mediante las entrevistas a los regantes, se menciona que se trabaja de manera aislada por parte de los diferentes actores sociales y esto repercute en los sistemas de regadíos mas no en la calidad del agua la misma que presenta valores aceptables para su uso agrícola.

La calidad del agua es relativamente buena si netamente se la va utilizar para riego, pero sería interesante llevar el estudio más a fondo para ver qué efectos o conocer si los metales presentes en el agua tienen biodisponibilidad en los cultivos y posterior a ello en el cuerpo humano.

Los principales actores sociales de este sistema socio ambiental son los regantes, pese a ello, se considera imprescindible la acción de los gobernantes locales para la ejecución de nuevos proyectos hidráulicos – agrícolas en beneficio del sector.

Bibliografía

Armitage, D., Berkes, F., & Doubleday, N. (2009). Adaptive co-management: Collaboration, learning, and multi-level governance. UBC Press.

Baggio, J Brown, K., Hellebrandt, D. (2015). Boundary Object or Bridging Concept? A Citation Network Analysis of Resilience. Ecology and Society. 20(2), p. 2.

Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press.

Boyd, E. y Folke, C., eds. (2011). Adapting Institutions: Governance, Complexity and SocialEcological Resilience, Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

Calderón-Contreras, R., (2010). Between Environmental Policy and Scientific Knowledge: How Might Dryland Environments Challenge Ideas Regarding Ecological Dynamics? Ciencia Ergo Sum, 17(1), pp. 81–87.

Carpenter, S. R. y Brock, W. A. (2004). Spatial complexity, resilience and policy diversity: fishing on lakerich landscapes. Ecology and Society, 9 (1), p. 8.

Centro Nacional de Memoria Histórica (2009). Recordar y narrar el conflicto: herramientas para construir la memoria histórica Bogotá: Centro Nacional de Memoria Histórica

Chaffin, B. C., Gosnell, H., & Cosens, B. A. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: Synthesis and future directions. Ecology and Society, 19(3), 56. https://doi.org/10.5751/ES-06824-190356

Cinner, J. E., Daw, T., & McClanahan, T. R. (2012). Socioeconomic factors that affect artisanal fishers' readiness to exit a declining fishery. Conservation Biology, 26(1), 95–104. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01756.x

De Groot, R., Wilson, M., y Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecol. Econ. 41, 393- 408.

Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (2015). Métodos de recolección y análisis de datos. Barcelona: Gedisa

Folke, C. (2006). "Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses." Global Environmental Change, 16(3), 253-267.

Folke, C., Carpenter, S. R., Elmqvist, T., Gunderson, L., & Walker, B. (2002). "Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations." Ambio, 31(5), 437-440.

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society, 15(4), 20.

Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2002). Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems. Island Press.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, pp. 1-23.

Luna-Galván, M. & Vargas-Chaves, I., & Guerra, L. (2019) Pertinencia de la metodología de enfoque de Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) para determinar los actores y sistema de gobernanza en un conflicto ambiental: Estudio de caso del arroyo de San Basilio de Palenque. En: G. A. Rodríguez & A. Ibáñez-Elam (Eds.) Las disputas ambientales en Colombia (pp. 239-256). Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez.

Martín-López, B., García-Llorente, M., Gómez-Baggethun, E., y Montes, C. (2010). Evaluación de los servicios de los ecosistemas del sistema socio-ecológico de Doñana. Revista de la Cátedra Unesco sobre Desarrollo Sostenible, 4, 91

Mogro Cepeda, Yenson Vinicio; Marco Antonio Riofrío Guevara; Emerson Javier Jácome Mogro; and Rachele Piovanelli Tizano. "Impact of Irrigation Water Technification on Seven Directories of the San Juan-Patoa River Using Plithogenic n-Super-HyperGraphs Based on Environmental Indicators in the Canton of Pujilí, 2021." Neutrosophic Sets and Systems 74, 1 (2024). https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol74/iss1/6

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. Science, 325(5939), 419–422. https://doi.org/10.1126/science.1172133

Pahl-Wostl, C., Holtz, G., Kastens, B., & Knieper, C. (2007). Adaptive water governance: Assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-) management from a governance perspective and defining a roadmap for the transition. Ecology and Society, 12(2), 26.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society, 9(2), 5.

CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Riofrío Guevara, M. A., Mogro Cepeda, Y. V., Sánchez, B., & Jácome Mogro, E. J. (2025). Análisis de sistemas socioecológicos que afectan la calidad de agua de riego en los siete directorios de San Juan Patoa – Cotopaxi - Ecuador . RECIMUNDO, 9(Especial), 12–18. https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(esp).mayo.2025.12-18