

Calidad del agua utilizada para sistemas de riego en la zona baja de La Maná, Ecuador

Quality of water used for irrigation systems in the lower area of La Maná, Ecuador

Danny Guevara^{1,a}, Andy J. Flores^{1,b}, Alex Salazar^{1,c,*}

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador.

^a Est., ✉ danny.guevara9704@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0006-6894-6590>

^b Est., ✉ andy.flores6792@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0007-7769-4804>

^c Mg., ✉ alex.salazar5584@utc.edu.ec,  <https://orcid.org/0009-0007-5334-4682>

* Autor de Correspondencia: Tel. +59 3983597539

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20253.1098>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 08 de enero 2025

Aprobación: 03 de marzo 2025

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua utilizada para riego en la zona baja del cantón La Maná, Ecuador. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, considerando como factor A los sectores y como factor B cuatro tipos de fuentes de agua. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, totalizando 24 muestras. Las variables analizadas fueron: pH, conductividad eléctrica (CE), cloruro de sodio, relación de absorción de sodio (RAS), dureza, cloruros, magnesio, calcio, sodio, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Los resultados mostraron que el tratamiento T1 (Manguilita + Reservorio) presentó el mayor valor de pH; T5 (Estero Hondo + Reservorio) mostró la mayor CE con 48.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$; y los valores más altos de RAS (2.06 mg/L) se registraron en T4 y T6. La mayor dureza se encontró en T8 (140.20 mg/L), mientras que T8 también presentó el mayor contenido de magnesio. Asimismo, T1 tuvo el valor más alto de calcio, y T4 de sodio. En cuanto a nutrientes, T5, T7 y T4 destacaron por sus mayores concentraciones de N, P y K, respectivamente. En conclusión, la mayoría de las fuentes evaluadas presentan condiciones adecuadas para su uso en el riego agrícola.

Palabras claves: Fuentes de agua, resultados, sectores, variables.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of water used for irrigation in the lower area of the La Maná canton, Ecuador. A completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement was applied, where factor A represented the sectors and factor B the four types of water sources. Each treatment had three replications, totaling 24 samples. The variables analyzed were: pH, electrical conductivity (EC), sodium chloride, sodium adsorption ratio (SAR), hardness, chlorides, magnesium, calcium, sodium, nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). The results showed that treatment T1 (Manguilita + Reservoir) had the highest pH value; T5 (Estero Hondo + Reservoir) showed the highest EC at 48.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$; and the highest SAR values (2.06 mg/L) were recorded in T4 and T6. The highest hardness was observed in T8 (140.20 mg/L), which also presented the highest magnesium content. Likewise, T1 had the highest calcium value, and T4 had the highest sodium level. Regarding nutrients, T5, T7, and T4 stood out with the highest concentrations of N, P, and K, respectively. In conclusion, most of the water sources evaluated present suitable conditions for agricultural irrigation.

Keywords: Water sources, results, sectors, variables.

1. INTRODUCCIÓN

Para el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, Ecuador posee un gran sistema hídrico, lo que es suficiente para abastecer las necesidades para riego, sin embargo, estos recursos se ven afectados por el exceso de productos químicos, la deforestación, la expansión de la ganadería y la agricultura, para ello, es necesario conocer la calidad de agua que se aplica al cultivo, con el fin de garantizar un mejor suministro para las plantaciones (Rodríguez *et al.* 2022).

Por otro lado, la calidad de agua de los ríos sufre un constante deterioro, esto se debe a la presencia de contaminantes naturales y antropogénicos, el aumento de los contaminantes ha generado la necesidad de evaluar la calidad de estos cuerpos de agua (Carrillo & Urgilés, 2016).

Otro factor determinante a la hora de conocer la calidad de agua que se evalúa en diferentes

sectores es el pH, siendo este determinante para los sistemas de riego, por lo que es fundamental realizar análisis de la calidad de agua, para poder comprender lo que se está regando en el cultivo y conocer la salinidad, la conductividad eléctrica, con ello se busca conocer porcentajes de sales que están ingresando al cultivo, además, otros parámetros importantes son la dureza, las concentraciones de magnesio, calcio, sodio, NPK, RAS, los cuales sirven para conocer la calidad de la aguas que serán utilizadas para el riego (Suárez, 2023).

Conocer la calidad de agua es importante debido a que influye en el desarrollo de los cultivos, por lo que es necesario determinar sus límites máximos para asegurar que no afectara al cultivo, CE es uno de los parámetros más importantes para establecer el contenido de sales en el agua, para evitar una reducción de adsorción de agua por parte de las plantas (Armijos, 2023).

Según encuestas realizadas gran parte de productores cuentan con pozos como fuentes de agua, las cuales ciertos porcentajes están destinadas a los cultivos, no obstante, el agua utilizada no cuenta su debido análisis para conocer su calidad, debido a esto se puede llegar a sufrir cambios negativos en las propiedades edáficas, llegando a obtener en algunos casos suelos no aptos para la agricultura (Acosta & Salvadori, 2017).

Finalmente, con la investigación se pretende conocer la calidad de agua que se puede encontrar en los sectores Manguila y Estero hondo, pertenecientes al cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, además, se busca cuantificar la presencia de contaminantes en el agua utilizada para los cultivos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en la zona agrícola de La Maná, Ecuador (Figura 1), donde se evaluaron cuatro fuentes de agua utilizadas para el riego hortícola.

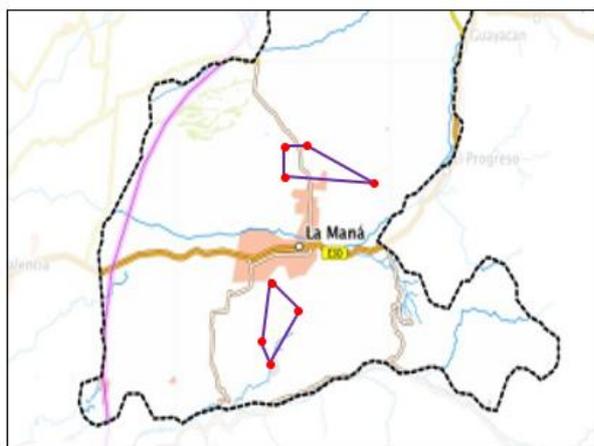


Figura 1. Ubicación de las tomas de muestras.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial donde el factor A:

son los sectores y el factor B: las muestras correspondientes a los cuatro tipos de fuentes de agua, y cada tratamiento tuvo tres repeticiones, teniendo un error experimental de 12, sumando un total de 24 muestras.

Para el muestreo se recolectaron 24 muestras en los sectores Manguilita y Estero hondo por cada fuente de agua (reservorio, pozo, estero y río) (Tabla 1) en días distintos dentro del periodo lluvioso. Para ello se utilizaron botellas de polietileno estériles (1 L). Se tomaron parámetros en cada sector con la ayuda del medidor de pH y conductividad eléctrica Milwaukee serie: M0002030011 hecho en Rumania. Las muestras se transportaron a 4 °C en una nevera térmica y se analizaron en un laboratorio en un plazo máximo de 6 horas (Agrocalidad, 2018).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Sectores	Fuentes de agua
T1	Manguilita	Reservorio
T2	Manguilita	Pozo
T3	Manguilita	Esteros
T4	Manguilita	Río
T5	Estero Hondo	Reservorio
T6	Estero Hondo	Pozo
T7	Estero Hondo	Esteros
T8	Estero Hondo	Río

2.2. Análisis de datos

Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas previos al análisis estadístico. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y, para las comparaciones múltiples, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Todos los análisis se efectuaron utilizando el software InfoStat, versión 2018p.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos evaluados para determinar el pH, presentaron diferencias significativas según se observa en la Tabla 2. El tratamiento T1 (Manguilita + Reservorio) registró el valor de pH más alto (7.53), mientras que el más bajo se observó en el tratamiento T7 (Estero Hondo + Río), con un pH de 6.17. Guerra (2022), al analizar distintos cuerpos de agua en zonas agrícolas, reportó un pH promedio de 6.87, valor que se encuentra dentro del rango permitido para el uso agrícola. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Bouaroudj et al.

(2019), quienes al evaluar el agua contenida en la presa Bini Haroun, en Argelia, hallaron un pH de 7.81, determinando que el agua destinada al riego se clasifica como neutra a ligeramente alcalina. Diversos autores señalan que el pH, si bien no es un factor determinante por sí solo para definir la calidad del agua, permite identificar las concentraciones de especies de carbono disueltas y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. No obstante, su evaluación es importante, ya que valores superiores a 8.5 pueden generar corrosión en los sistemas de riego (Bauder et al., 2019).

Tabla 2. Nivel de pH, conductividad eléctrica (CE), cloruro de sodio (NaCl), relación de absorción de sodio (RAS), dureza total y cloruros según tratamientos empleados

Tratamientos	pH	CE	NaCl	RAS	Dureza	Cloruro
T1 Manguilita + Reservorio	7.53 a	25.52 c	0.00 b	1.74 c	79.60 c	10.00 a
T2 Manguilita + Pozo	7.14 a b	21.60 c	0.00 b	1.69 d	66.40 e	9.00 b
T3 Estero hondo + Estero	6.31 b c	34.30 b	0.10 a	1.85 b	56.40 g	9.00 b
T4 Manguilita + Estero	7.11 a b	46.37 a	0.10 a	2.06 a	62.80 f	10.00 a
T5 Estero hondo + Reservorio	6.78 a b c	48.27 a	0.10 a	1.38 e	115.60 b	9.00 b
T6 Estero hondo + Pozo	6.55 b c	37.73 b	0.10 a	2.06 a	62.80 f	10.00 a
T7 Estero hondo + Río	6.17 c	40.30 b	0.10 a	1.69 d	76.00 d	8.97 b
T8 Manguilita + Río	6.91 a b c	35.33 b	0.10 a	1.14 f	140.20 a	8.00 c
CV (%)	4.08	5.29	5.65	0.30	0.20	1.68

En cuanto a la conductividad eléctrica (CE), (Tabla 2) se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T5 y T4 presentaron los valores más altos, con 48.27 y 46.37 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. En contraste, los tratamientos T1 y T2 registraron las CE más bajas, con 25.52 y 21.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estudios realizados en la India reportaron una CE promedio de 1469 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al evaluar aguas superficiales, subterráneas y de manantial, lo que evidencia una amplia variabilidad en la calidad del agua (Shah et al.,

2019). En Colombia, un estudio realizado en distintos canales de suministro en la zona alta de Ibagué obtuvo valores de 314.18; 315.90 y 613.31 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando un grado de restricción entre ligero y moderado. Esto implica que deben considerarse los posibles efectos sobre el suelo y el desarrollo de las plantas (Delgado & González, 2009).

En cuanto al cloruro de sodio (Tabla 2), se puede observar que en los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8 obtuvieron un valor de 0.10 meq L^{-1} , en el cual no existen diferencias significativas entre

sus resultados, sin embargo, para los tratamientos T1 y T2 presentaron los valores más bajos con 0.00 meq L⁻¹. Investigaciones realizadas en los ríos de Irak con la ayuda de un software el cual esta denominado como guía de la calidad del agua de riego (IWQG V.1) obtuvieron un promedio de 1.96 meq L⁻¹, lo que demuestra que el agua evaluada presenta un riesgo bajo para su utilización (Ewaid *et al.* 2019). Investigaciones realizadas en 60 fincas agroecológicas de Colombia, presentaron concentraciones de 0,16 meq L⁻¹, por lo tanto, con los valores obtenidos el agua es apta para el uso agrícola (Guerrero *et al.* 2021).

En la Tabla 2 se muestra el RAS obtenido de las muestras evaluadas de las diferentes fuentes de agua, se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T4 Manguilita + estero hondo y T6 estero hondo + pozo los que obtuvieron 2.06 meq/L. De acuerdo con Becerra & Guato (2023), al evaluar diferentes vertientes de agua que son utilizadas para uso agrícola obtuvieron 3.13 meq/L, con estos valores no existen efectos perjudiciales sobre las propiedades del suelo, por ende, puede ser utilizada para los sistemas de riego. Por su parte Quintero *et al.* (2019), al evaluar la calidad de agua que se encuentra en quebradas obtuvieron un RAS de 3.94 meq/L, basado en los datos obtenidos no existe riesgo de sodificación y alcalinización, por lo tanto, se puede decir que no existen ningún inconveniente al utilizar el agua con fines agrícolas.

Según los resultados obtenidos para la variable de dureza total (Tabla 2), se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T8 (Manguilita + Río) presentó el valor más alto, con 140.20 mg/L, mientras que el tratamiento T6 (Estero Hondo + Pozo) registró el valor más bajo, con 62.80 mg/L. Franco (2023),

al evaluar la calidad del agua en la parroquia Baba (Los Ríos), reportó una dureza de 102.96 mg/L; valores elevados como este pueden provocar incrustaciones en las redes de distribución, especialmente cuando el agua se destina a sistemas de riego, además de alterar su calidad general. Por otro lado, Santos (2020), en un estudio realizado en el cantón Montalvo (Los Ríos), obtuvo un valor de 56.25 mg/L al analizar agua utilizada con distintos fines, indicando que estos niveles no representan riesgo alguno para su uso agrícola.

Como se puede observar en la (Tabla 2), existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde, el tratamiento T6 estero hondo + pozo, T4 Manguilita + estero y T1 Manguilita + reservorio obtuvieron valores similares con 10,00 mg/L. seguido por los tratamientos T5, T3, T2 obtuvieron 9.00 mg/L. en lo que respecta al tratamiento con el valor más bajo se lo obtuvo con el T8 Manguilita + río con 8.00 mg/l. Salazar (2020), en su investigación valoró la calidad de agua del río Jerusalén, afluente del río Pedro Carbo, Guayas, menciona que el límite de cloruros es de 10 mg/L, en base a lo mencionado, en sus muestras evaluadas obtuvo 1.74 mg/L, es decir, que el río Jerusalén se encuentra en los límites correctos para el uso agrícola. En Colombia investigaciones realizadas en diferentes sistemas de aguas, se obtuvo 1.22 mg/L, con esto se logró una reducción el DQO, por lo tanto, los sistemas de aguas evaluadas cumplen con los parámetros de los cloruros para que sea una óptima para ser utilizada en el riego (Buitrago, 2017).

En la Tabla 3, se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, en el caso del Magnesio el T8 Manguilita + Río fue el que obtuvo mayor concentración con

22.00 y su valor más bajo se presentó en el T2 y T3 con un valor de 4.00; en el caso del Calcio el tratamiento que presentó mayor valor fue T1 Manguilita + Reservorio con un media de 22.00 y su valor más bajo lo obtuvo con T6 y T4 con 12.00 en su concentración, finalmente, en el caso del Sodio los tratamientos T6, T4 y T1 presentaron 6.51 en su concentración, el más bajo fue el T8 Manguilita + Río con 5.20 Na. De acuerdo con Dunán *et al.* (2022), al evaluar la

calidad del agua del río Yamanigüey obtuvieron una baja concentración en sodio menor a 10 Na⁺ meq/L, basado en nuestros resultados las concentraciones de Na son bajas y, por ende, puede ser utilizada para el uso agrícola. En cambio, Tartabull & Betancourt (2016), mencionan que la presencia de altos valores de sodio con una baja relación de Na⁺; Ca²⁺, en el agua utilizada para riego puede provocar pérdida en la estructura del suelo.

Tabla 3. Concentración de Macronutrientes en el agua de riego

Tratamientos	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺
T8 Manguilita + Río	22.00 a	20.00 b	5.20 c
T5 Estero hondo + Reservorio	16.00 b	20.00 b	5.86 b
T7 Estero hondo + Río	10.00 c	14.00 d	5.86 b
T6 Estero hondo + Pozo	8.00 d	12.00 e	6.51 a
T4 Manguilita + Estero	8.00 d	12.00 e	6.51 a
T1 Manguilita + Reservorio	6.00 e	22.00 a	6.51 a
T2 Manguilita + Pozo	4.00 f	20.00 b	5.86 b
T3 Estero hondo + Estero	4.00 f	16.00 c	5.86 b
CV (%)	1.96	1.13	0.13

La Tabla 4 presenta las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio encontradas en las muestras evaluadas, mostrando diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso del nitrógeno, el valor más alto se registró en el tratamiento T5 (Estero Hondo + Reservorio), con 7.00 mg/L, mientras que el más bajo correspondió al T1 (Manguilita + Reservorio), con 2.00 mg/L. Para el fósforo, el tratamiento T7 (Estero Hondo + Río) alcanzó 0.80 mg/L, mientras que los valores más bajos se observaron en T4 (Manguilita + Estero) y T6 (Estero Hondo + Pozo), ambos con 0.40 mg/L. En cuanto al potasio, los tratamientos T4 (Manguilita + Estero), T1 (Manguilita + Reservorio) y T6 (Estero Hondo + Pozo) mostraron las concentraciones más altas, con

11.00 y 10.97 mg/L, respectivamente, siendo el valor más bajo el del tratamiento T7 (Estero Hondo + Río), con 9.93 mg/L.

Según Gutiérrez y Medrano (2017), la calidad del agua varía según la época del año; durante la temporada de lluvias, el arrastre de suelos puede incrementar las concentraciones de nutrientes, aportando nitrógeno en forma de nitrato, fósforo como fosfato y potasio (K⁺) a los cuerpos de agua. De igual forma, Medina *et al.* (2006), al evaluar el agua de la represa San Jacinto en Bolivia, reportaron concentraciones de 0.164 mg/L de fosfato y 0.765 mg/L de nitrato, valores que se encuentran dentro del límite permitido de 10 mg/L. En este contexto, y de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se observa un ligero exceso en la

concentración de potasio, por lo que se recomienda un monitoreo constante del agua utilizada para riego, a fin de prevenir efectos adversos en el sistema agrícola.

Respecto a la demanda química de oxígeno (DQO), no se detectó presencia en ninguna de las muestras analizadas, lo cual indica que no existen sustancias oxidables en las fuentes de agua evaluadas.

Tabla 4. Concentración de Macronutrientes en el agua de riego

Tratamientos	N	P	K
T4 Manguilita + Estero	6.00 b	0.40 e	11.00 a
T1 Manguilita + Reservorio	2.00 f	0.70 b	11.00 a
T6 Estero hondo + Pozo	5.00 c	0.40 e	10.97 a
T7 Estero hondo + Río	4.00 d	0.80 a	9.93 b
T5 Estero hondo + Reservorio	7.00 a	0.60 c	9.90 b
T2 Manguilita + Pozo	3.00 e	0.50 d	9.90 b
T3 Estero hondo + Estero	4.00 d	0.50 d	9.90 b
T8 Manguilita + Río	6.00 b	0.70 b	8.80 c
CV (%)	3.00	3.65	1.32

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió conocer la calidad del agua en los sectores de Manguilita y Estero Hondo, en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, determinando que en su mayoría las fuentes de agua presentan niveles óptimos para el uso en la agricultura, sin embargo, los niveles de cloruros presentes en los sistemas hídricos analizados representan un indicador clave para evaluar la calidad del agua, las mezclas de agua provenientes de estero, pozo y reservorio (T6, T4 y T1) presentaron los niveles más altos de cloruros, esto puede llegar a ocasionar pérdida en la calidad del agua para el riego, por lo tanto, se recomienda priorizar el análisis de las aguas antes de ser utilizadas con fines agrarios.

Declaración de intereses

Ninguna.

Referencias

Acosta, J. & Salvadori, J. (2017). *Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados*. Universidad Nacional de La Pampa.

https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/1376/a_acoeva602.pdf?sequence=1

Agrocalidad. (2018). *Laboratorio de suelos, foliares y aguas. Muestreo para análisis de aguas*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua5.pdf>

Armijos, D. (2023). *Evaluación de la eficacia de la acequia de riego Naranjapamba parroquia San Juan de Pózul, cantón Célica, Provincia de Loja* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27200/3/DayanaLisbeth_ArmijosTorres.pdf

Bauder, T., Waskom, R., Sutherland, P. & Davis, J. (2019). *Irrigation water quality criteria, wastewater reuse for irrigation: A guideline manual*. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351073905-3/irrigation-water-quality-criteria-westcot-dennis-ayers-robort>

Becerra, M. & Guato, E. (2023). *Caracterización de la calidad del agua de las vertientes Shushuri para uso agrícola de Caserío Salate* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/20153/1/156T0071.pdf>

Bouaroudj, S., Menad, A., Bounomous, A., Ali-Khodja, H., Gherib, A., Weigel, D. & Chenchouni, H. (2019). Water quality assessment of the largest dam in Algeria (Beni Haroun Dam) and effects of irrigation on soil characteristics of agricultural lands. *Chemosphere*, 219, 76–88.

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518323002>
- Buitrago, J. (2017). *Extracción de cloruros de un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales a través de procesos mecánicos*. [No se puede verificar URL local: reemplazar por enlace válido]
- Carrillo, M. & Urgilés, P. (2016). *Determinación del índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <https://restdspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0da65583-dddb-4286-bcb9-a1907405ee88/content>
- Delgado, M. & González, J. (2009). Evaluación de la calidad del agua de riego usada en los cultivos de arroz de la zona alta de la meseta de la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga*, 5, 73–84. <https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/77/77>
- Dunán, P., Fernández, M., Riverón, S. & Bassas, P. (2022). Evaluación preliminar de la calidad de las aguas del río Yamanigüey para el riego agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1993-80122022000100083&script=sci_arttext&tIng=en
- Ewaid, S. H., Kadhum, S. A. & Salih, R. Q. (2019). Development and evaluation of an irrigation water quality guide using IWQG V.1 software: A case study of Al-Gharraf Canal, Southern Iraq. *Environmental Technology & Innovation*, 13, 261–267. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352186418303675>
- Franco, J. (2023). *Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba provincia de Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/franco%20su%C3%81rez%20jean%20carlos.pdf>
- Guerra, B. (2022). *Evaluación de la calidad de agua para riego en Unidades Productivas agrícolas en el Departamento de Sucre, Colombia* [Tesis de grado, Universidad de la Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e5f9b5e3-e3e6-4e21-88b8-909d8bb02149/content>
- Guerrero, J., Castellanos, L. & Rodríguez, N. (2021). Calidad de agua para riego de 60 fincas agroecológicas de 4 municipios del departamento de Boyacá. *INGE CUC*, 17(1), 96–111. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/3083/3192>
- Gutiérrez, V., & Medrano, N. (2017). *Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tajira*. Universidad Católica Boliviana. [No se puede verificar URL local]
- Medina, R., Smolders, A., Martínez, L. & Coronel, F. (2006). *Contaminación de la represa de San Jacinto (Tarija, Bolivia): Interpretación del informe técnico de la UNAM*. RIMH – Laboratorio de Aguas y Suelos. <https://sihita.org/wp-content/uploads/2022/03/DOC069.pdf>
- Quintero, J., Gómez, J., Sonalo, M., Burgos, C. & Villacrés, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglaguaco. *Revista Siembra*, 6(1). <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/siembra/article/view/1641/1790>
- Rodríguez, S., Jaramillo, S., Zurita, S., Valdiviezo, A. & Choloquina, C. (2022). Evaluación de la calidad de agua de riego proveniente de la acequia Tilipulo Enríquez-Cotopaxi mediante la relación de absorción de sodio (RAS). *Revista Politécnica*, 50(2), 97–106. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292022000200055
- Salazar, L. (2020). *Análisis de la calidad de agua del río Jerusalén afluente del río Pedro Carbo-Guayas para el uso agrícola* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/salazar%20holguin%20luis%20fautiniano.pdf>
- Santos, R. (2020). *Evaluación de la calidad físico-química y biológica del agua potable de la ciudadela San Miguel, cantón Montalvo-provincia de Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/santos%20anchundia%20rossana%20mercedes.pdf>
- Shah, B., Kansara, B., Shankar, J., Soni, M., Bhimjiyani, P., Bhanusshali, T. & Sircar, A. (2019). Evaluation of water quality for irrigation and drinking in geothermal provinces of Kankon, Maharashtra, India. *Groundwater for Sustainable Development*, 8, 289–297. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352801X18303059>
- Suárez, J. (2023). *Calidad de agua del trasvase Chongón, San Lorenzo sobre la gestión de un sistema de riego a presión* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/suarez%20villamar%20jose%20andres.pdf>
- Tartabull, T. & Betacourt, C. (2016). La calidad del agua para riego. Principales indicadores de medida y procesos de la impactan. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jlquintero,+Ge stor_a+de+la+revista,+6.pdf