

Evaluación de la calidad de agua en el sistema de riego cedege, Babahoyo Ecuador

*Evaluation of water quality in the cedege irrigation system, Babahoyo
Ecuador*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7724315>

AUTORES: Edwin Stalin Hasang Moran^{1*}

Fernando Cobos Mora²

Emma Lombeida Garcia³

Martha Uvidia⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: ehasang78@hotmail.com

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

En este estudio se evaluó la calidad de agua del sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. Se tomaron doce puntos que constituyen tomas de muestra de agua para riego agrícola. La calidad de las aguas se definió en función de índices específicos de evaluación de agua para el riego agrícola como son: salinidad efectiva, salinidad potencial, relación de adsorción de sodio ajustada, carbonato sódico residual, porcentaje de sodio posible, porcentaje de sodio disuelto e Índice de Langelier. El valor de RAS mínimo fue de 1.0 y máximo de 2.5 meq/L y la conductividad eléctrica (CE) fue de 0.7 y 1.6 respectivamente. El agua se encuentra en la clasificación C1S1 después de la aplicación del método de Richards; presentó un valor bajo de peligrosidad salina y peligrosidad sódica, considerándose apta para el riego.

¹ Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador

² Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

³ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

⁴ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Palabras clave: Riego, Drenaje, salinidad, conductividad eléctrica, calidad.

ABSTRACT

In this study, the quality of water available for the irrigation of sustainable crops in the Babahoyo irrigation and drainage system, Ecuador, was evaluated. For the study, twelve points were taken that constitute water intakes for agricultural irrigation. The quality of the water was defined based on specific evaluation indices for agricultural irrigation, such as: effective salinity, potential salinity, adjusted sodium adsorption ratio, residual sodium carbonate, percentage of possible sodium, percentage of dissolved sodium and the Index of Langelier. The minimum RAS value was 1.0 and maximum 2.5 meq/L and the electrical conductivity (EC) was 0.7 and 1.6, respectively. The water is in the C1S1 classification after the application of the Richards method; it presents a low value of saline hazard and sodium hazard, being considered suitable for irrigation.

Keywords: Irrigation, drainage, salinity, electrical conductivity, quality.

INTRODUCCIÓN

Un factor importante para el desarrollo de una región es la disponibilidad de agua, que permita satisfacer la demanda para diferentes fines tanto en cantidad como en calidad. Estos aspectos deben ser considerados para una gestión adecuada de este recurso (Choramin *et al.*, 2015). Los recursos hídricos a nivel mundial, están bajo una gran presión debido a la creciente demanda y uso en distintas actividades; Esta necesidad está regulada por factores políticos, sociales y ambientales (Moreno y Roldán 2013).

La calidad del agua utilizada en regadío es de gran importancia por cuestiones de seguridad, debido a su impacto en la salud humana y al ecosistema en general (Graczik *et al.*, 2011). Cuando el agua no es adecuada, puede generarse organismos causantes de enfermedades en diferentes cultivos. La calidad del agua en este contexto, se refiere a las características que pueden afectar el suelo y la vegetación durante el uso a largo plazo (Bosch *et al.*, 2012).

Para evaluar su calidad se deben determinar factores como la salinidad y la acidez (Asamoah *et al.*, 2015). La salinidad depende del tipo y cantidad de sales disueltas, por lo

que su medición incluye la determinación de la concentración de sales disueltas totales, calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+), potasio (K^+), sulfato (SO_4^{2-}), cloruro (Cl^-), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-) y conductividad (EC) (Arzola *et al.*, 2013).

La salinidad es uno de los problemas abióticos más importantes asociados a grandes pérdidas de los cultivos a nivel mundial. Alrededor de una quinta parte de las tierras agrícolas del mundo se ven afectadas en cierta medida por la salinidad. Las principales causas incluyen el cambio climático, el uso excesivo de aguas subterráneas para riego y drenaje. Se espera que los problemas de salinidad se agudicen si continúan las tendencias actuales y las malas prácticas de manejo del suelo (Cobos *et al.*, 2020).

La sodicidad se determina por la concentración relativa de Na^+ con respecto a otros cationes. A partir de las variables, se calcula el índice que nos permite determinar la calidad del agua. Estos incluyen tasa de adsorción de Na^+ (RAS), carbonato de sodio residual (RSC), pH, EC, acidez, porcentaje de sodio posible (PSP), porcentaje de sodio disuelto (PSD), salinidad efectiva (SE), salinidad potencias (SP). (Lingaswamy y Saxena, 2015).

La mayoría de los trabajos realizados sobre este recurso analizan la composición química para consumo humano y doméstico. Pero se carece de información actualizada sobre la calidad del agua para su uso sustentable. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad de agua para uso agrícola en canales de irrigación ubicados en el proyecto CEDEGE Babahoyo.

METODOLOGÍA

Descripción área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en Cantón Babahoyo (Figura 1), a una altura de 8 msnm, temperatura media anual de 26.3 °C, humedad relativa del 78.8%, precipitación de 2 688.8 mm, evaporación de 1 012.4 mm, heliofanía de 830.4 horas y velocidad del viento de 0.5 m/seg. (Cobos *et al.*, 2021).

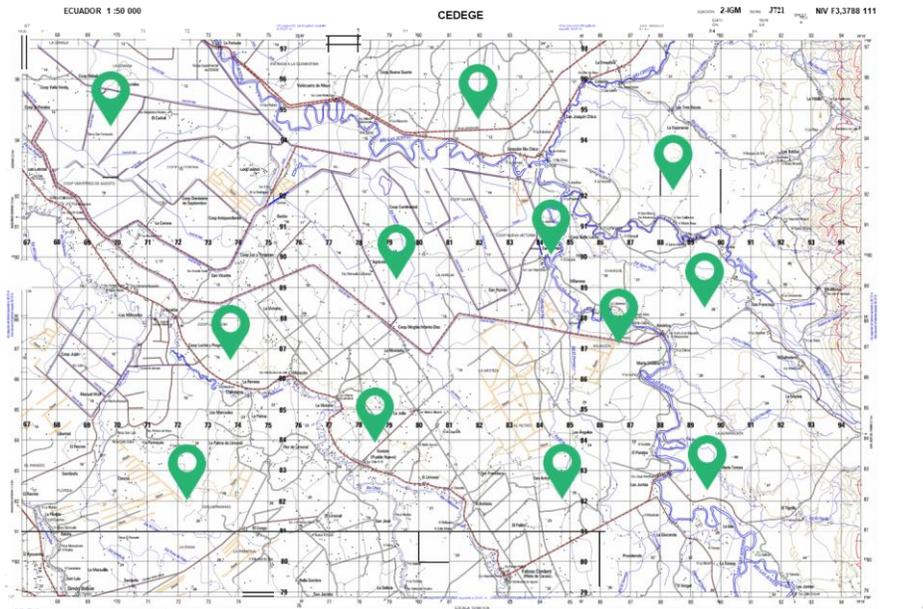


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Instituto Geográfico Militar-Ecuador 2019

Muestreo y análisis de agua

El presente estudio fue experimental, descriptivo y correlacional. Para ello se utilizó la NTE INEN 2176:1998. Calidad del agua. técnica de muestreo. Se utilizó el método de muestreo puntual recomendado para las pruebas de contaminantes y calidad del agua. Luego se utilizó la NTE INEN 2169:98. Manipulación y almacenamiento de muestras. En este caso se utilizó un recipiente de plástico, las muestras se refrigeraron a 4°C. Los puntos de muestreo se establecieron alrededor de los nacimientos de los canales de riego y terminaron en los campos en donde se aprovecha esta agua para irrigación.

Para la determinación de alcalinidad, acidez, cloruros y sulfatos fue utilizado la norma (ASTM 1995). Para la determinación de nitratos sulfatos, conductividad y salinidad la norma (APHA-AWWA-WEF 2005).

Aptitud del agua para su uso en irrigación

Para determinar la calidad del agua se utilizaron las Normas de Riverside (Richards, 1954), que emplean la conductividad eléctrica (CE) y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) para clasificar el agua de riego. Además, se calcularon los índices Salinidad efectiva (SE),

Salinidad Potencial (SP), Porcentaje de sodio posible (PSP), Porcentaje de sodio disuelto (PSS), Carbonato Sódico Residual (CSR), Índice de Langelier (IL) (Tabla 1). También se realizó el análisis de conglomerados (Distancia Euclidiana-Ward).

Índice	Ecuación
Relación de Adsorción de Sodio (Richards, 1954)	$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$
Carbonato de Sodio Residual (Eaton, 1950)	$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$
Salinidad Efectiva (Doneen, 1975)	$SE = \text{suma de cationes}^* - (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ $SE = \text{suma de cationes}^* - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$
Salinidad Potencial (Doneen, 1975)	$SP = Cl^- + 1/2 SO_4^{2-}$
Porcentaje de Sodio Posible (Palacios y Aceves, 1970)	$PSP = \frac{Na^+}{SE} \times 100$
Porcentaje de sodio disuelto (Ayers y Westcot, 1985)	$PSS = \frac{Na}{\sum \text{Cationes}} * 100$
Índice de Langelier (Ayers y Westcot, 1985)	$IL = pH_{real} - pH_{calculado}$

Tabla 1. Ecuaciones utilizadas para estimar la aptitud del agua para riego

Si la suma de cationes es menor que la suma de aniones, se utiliza la suma de aniones en lugar de la de cationes.

RESULTADOS

A continuación, se presenta el análisis de la calidad de las aguas del sistema de riego y drenaje Babahoyo para usos agrícolas.

Análisis de agua

La Tabla 2 muestra las determinaciones físico-químicas obtenidas. El pH de las muestras estudiadas fluctuó entre 7,66 y 8,05 (media 7,3), en general de acuerdo a la clasificación de

la FAO, el pH de las aguas muestreadas que llegan a las parcelas se encuentra dentro de la amplitud normal de neutro a moderadamente alcalino por lo que no es un factor limitante para el desarrollo de las plantas. Con los valores de conductividad eléctrica (CE), se obtuvo una media de $1,2 \text{ dS/m}^{-1}$ con un rango mínimo y máximo de $0,7$ y $1,4 \text{ dS/m}^{-1}$, respectivamente. El agua de riego de estas zonas se clasifica como de bajo a medio riesgo de salinidad, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. Por lo que puede utilizarse para el riego siempre y con cierto grado de lavado. Las concentraciones de iones que contribuyeron a la salinidad del agua en orden decreciente fueron sodio, magnesio y potasio. Como se ha descrito, el sodio fue el catión predominante con valores promedio de $4,4 \text{ meq/L}$.

Variables	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
pH (U)	7,5	7,5	7,6	7,5	7,2	7,5	7,6	7,0	7,0	7,0	7,1	7,2
Conductividad Eléctrica (dS/m^{-1})	1,2	0,9	1,2	1,1	0,8	0,9	1,2	0,7	1,2	1,6	1,4	1,3
Potasio (meq^{-1})	1,63	6,13	1,55	1,24	2,55	2,66	1,05	1,25	2,67	1,45	0,17	0,2
Calcio (meq^{-1})	9,37	4,39	7,98	8,03	6,4	6,27	9,86	5,77	7,76	9,09	6,02	9,22
Magnesio (meq^{-1})	3,97	3,79	3,14	5,19	2,8	4,2	4,19	2,85	3,22	5,28	3,22	5,25
Sodio (meq^{-1})	4,89	3,33	4,43	2,5	2,6	4,23	4,48	3,5	3,85	6,55	5,44	6,61
Cloruro (meq^{-1})	7,64	4,2	6,4	8,2	3,2	2,3	9,2	2,82	4,45	7,64	3,49	8,1
Carbonatos (meq^{-1})	3,5	0,8	3,2	1,8	0,9	0,6	2,9	1,2	0,9	2,8	0,7	2,2
Bicarbonatos (meq^{-1})	8,9	7,4	11,09	6,09	7,13	4,05	12,9	12,5	12,43	14,76	12,38	7,53
Sulfatos (meq^{-1})	6,84	4,22	6,47	4,44	3,61	3,2	3,57	2,97	3,72	6,41	2,98	2,41

Tabla 2. Características fisicoquímicas de agua

Aptitud del agua para su uso en irrigación

De acuerdo con la clasificación de Wilcox el 100% de los BA tuvieron agua de buena calidad C_1S_1 (baja salinidad y baja en sodio) de acuerdo con las Normas de Riverside (Figura 2). Por otra parte, en los índices calculados el RAS indica el riesgo potencial del exceso de sodio sobre los elementos calcio y magnesio, los valores oscilaron entre 1.2 y 2.5. Mediante el CSR se estima la peligrosidad del sodio cuando la concentración de carbonatos y bicarbonatos es mayor que la de calcio más magnesio, el rango obtenido para

este índice fue de -5.8 a 5.1 meq L⁻¹. Otro parámetro para estimar la sodicidad es el PSP, el cual se refiere a la proporción de sodio sobre el total de cationes cuando hay precipitación de carbonatos de calcio y magnesio, así como sulfato de calcio, con valores de 25.1 a 61.6% mientras que el PSD osciló entre 14.7 y 36.6%.

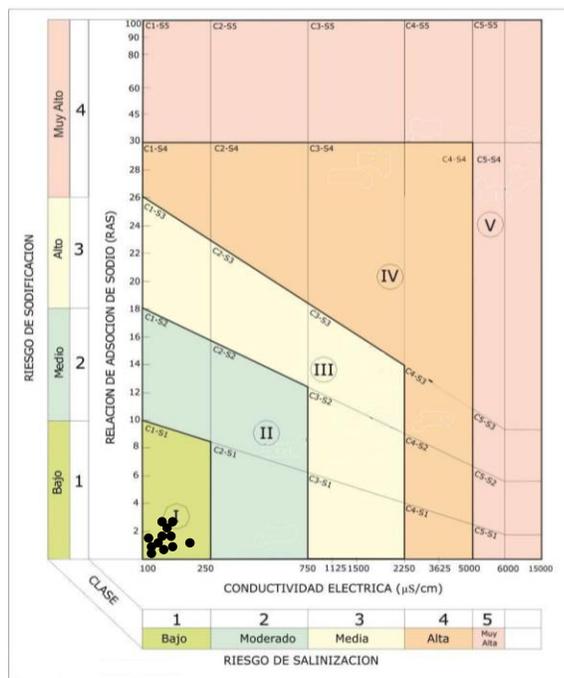


Figura 2. Aptitud del agua para su uso en irrigación

Fuente: Richards 1954

Para conocer el posible efecto de las sales disueltas del agua en la solución del suelo se estimaron la SE y SP. La concentración de SE varió entre 7.6 y 13.33 meq/L. Mientras que la SP osciló entre 5.5 y 14.5 meq L.

Variables	Uni	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Salinidad Efectiva	meq/L	10,5	13,3	9,1	8,9	8,0	11,1	9,7	7,6	9,7	13,3	8,8	12,1
Salinidad Potencial	meq/L	14,5	8,4	12,9	12,6	6,8	5,5	12,8	5,8	8,2	14,1	6,5	10,5
RAS	U	1,9	1,6	1,9	1,0	1,2	1,8	1,7	1,7	1,6	2,4	2,5	2,5
Carbonato Sódico Residual	meq/L	-0,9	0,0	3,2	-5,4	-1,2	-5,8	1,8	5,1	2,3	3,1	3,8	-4,8
Porcentaje de sodio posible	%	46,6	25,1	48,6	28,0	32,7	38,1	46,1	46,1	39,5	49,3	61,6	54,8

Porcentaje de sodio disuelto	%	24,6	18,9	25,9	14,7	18,1	24,4	22,9	26,2	22,0	29,3	36,6	31,1
Índice de Langelier	U	0,6	0,2	0,7	0,4	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2

Tabla 2. Índices de calidad del agua de riego

Agrupamiento de muestras según la similitud de sus componentes

El análisis de agrupamiento jerárquico de las muestras en estudio permitió la obtención de tres grupos: primer grupo compuesto por las muestras M1, M3, M4 y M7 el segundo grupo: M10 y M12, y el tercer grupo: M2, M5, M6, M8, M9 y M11. Los estadísticos descriptivos revelaron que los valores más altos de los componentes correspondieron a las muestras del segundo grupo (M10 y M12).

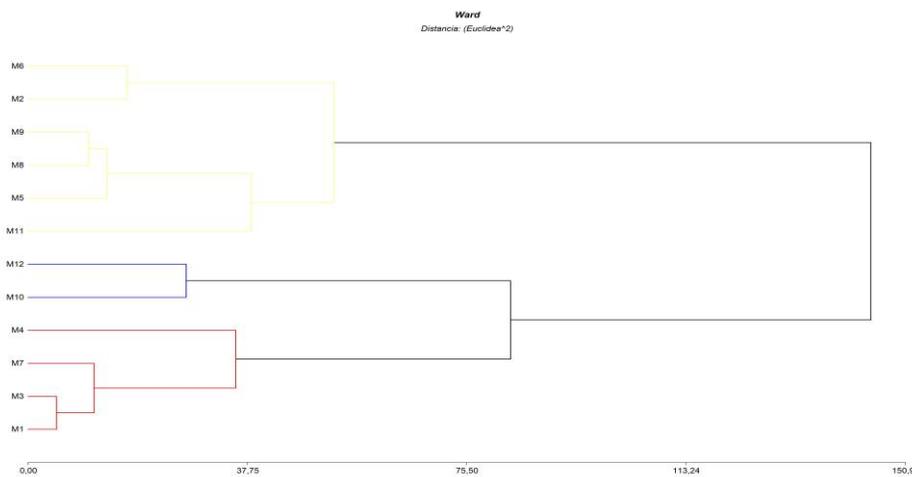


Figura 3. Dendrograma de distancias euclidianas entre sitios de muestreo

DISCUSIÓN

Un sistema basado en la medida de la conductividad eléctrica del agua para determinar el riesgo de salinización del suelo y en el cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) para determinar el riesgo de sodificación o alcalinización, es propuesto por Richards, el cual es uno de los más utilizados en Ecuador tal como se evidencia en los estudios realizados por Pérez (2019) y (Caicedo *et al.*, 2019). Según el diagrama de Richards para la clasificación del agua de riego presentado por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la figura 2 muestra que el agua de la zona de estudio se ubica en el campo

C1S1 (baja salinidad y baja en sodio). Al respecto, Blasco y De la Rubia (1973) señalan que la irrigación con aguas C1 se pueden tener problemas en suelos de baja permeabilidad. Mientras que las S1, pueden generar problemas en cultivos sensibles al sodio. Desde un punto de vista agrícola, la calidad del agua se refiere al tipo y la cantidad de sales presentes y su efecto sobre el suelo y el desarrollo de los cultivos (Cortés *et al.*, 2009).

De acuerdo con el CSR el 42% de las muestras tuvieron problemas de carbonato sódico residual, mientras que el 58% restante no tienen problemas debido a que el CSR tiene signo positivo, lo que indica que el calcio y magnesio se precipitan en forma de carbonatos. Por lo que en la solución sólo hay sales de sodio (Medina *et al.*, 2016), las cuales pueden afectar las propiedades físicas del suelo (Naidu y Rengasamy, 1993). Por lo que se recomienda evaluar de forma periódica la velocidad de infiltración del agua y el pH del suelo (Stevens, 1994).

Un factor importante que determina la aptitud de agua para riego es la tolerancia de los cultivos a la salinidad (Aragües 2011). En este sentido Zeng y Shannon (2000) y Kotuby-Amacher *et al.*, (2000), Cobos *et al.*, (2021), ha determinado los umbrales de tolerancia a la salinidad del maíz (1.8 dS m^{-1}), arroz (1.9 dS m^{-1}), a partir del cual el rendimiento relativo disminuye con el aumento de la CE del extracto del suelo. De acuerdo con los valores estimados máximos de CE ($< 1.6 \text{ dS m}^{-1}$) a partir de la CE del agua de las muestras y los umbrales de tolerancia de dichos cultivos, el rendimiento relativo de estos no se afecta irrigándolos con agua de estas muestras, debido a que la CE está por debajo del umbral de tolerancia de estos cultivos.

CONCLUSIONES

Existe una relación directamente proporcional entre la conductividad eléctrica (CE) y las variables de relación de absorción de sodio (RAS), cationes y aniones con un valor de coeficiente de relación mínimo de 1.0 y máximo de 2.5 meq/L, lo que quiere decir que a mayor conductividad eléctrica mayor RAS, cationes y aniones lo que conlleva a un incremento de la peligrasidad del agua para riego tanto por salinidad como por sodicidad.

De acuerdo al CSR, el 42% de las muestras tienen un ligero riesgo de sodicidad y según el índice PSP este riesgo está presente en el 58% de los casos. El agua de esta zona es dulce con tendencia a precipitar el carbonato de calcio, y buena calidad para riego.

La aplicación del análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos de unidades muestrales con características diferentes, lo cual facilitó la identificación de los principales procesos que impactaron la calidad del agua para el riego.

Este estudio aporta con información importante que será de utilidad para futuras investigaciones ya que el incremento de la población, la demanda de alimentos, consumo de productos que no son de primera necesidad han provocado una alta demanda del agua de riego en este sector. Este antecedente ayudaría a proponer proyectos más sustentables en torno al sistema de riego y drenaje Babahoyo y así facilitar a la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA-AWWA-WEF. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. New York.
- Aragües LR (2011) Agricultura y calidad de aguas a nivel fuente y sumidero. Riegos y Drenajes XXI 182: 24-33.
- Arzola N.C., Fundora O. y de Mello R. (2013). Manejo de suelos para una agricultura sostenible. Ed. Jaboticabal - Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinaria/Universidad Estadual Paulista, Sao Paulo, Brasil, 511 pp.
- Asamoah E., Nketia K.A., Sadick A., Asenso D., Kwabena E., Ayer J. y Owusu E. (2015). Water quality assessment of lake Bosomtwe for irrigation purpose, Ghana. Intl. J. Agri. Crop. Sci. 8 (3), 366-372.
- ASTM. (1995). Standard Test Methods for Acidity or Alkalinity of Water D. Philadelphia.
- Ayers, S.R.S.; Westcot, D.W. (1985) Calidad del agua para la agricultura, ser. Riego y Drenaje, no. ser. 29, Ed. Estudio FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia, ISBN: 92-5-302263-9.
- Blasco F, De la Rubia J (1973) Guía para clasificar las aguas en relación con su calidad para el riego. Instituto para la Reforma y Desarrollo Agrario. Madrid, España. 322p.
- Bosch M., Costa J.L., Cabria F.N. y Aparicio V.C. (2012). Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de Na⁺ del suelo. Ciencia del Suelo 30 (2), 27-38.
- Caicedo-Camposano, Oscar G., Balmaseda-Espinosa, Carlos E., Tandazo-Garcés, Juan E., Layana-Bajaña, Eleonora M., & Sánchez-Vásquez, Viviana L. (2019). Water Quality for Irrigation of San Pablo River, Babahoyo Municipality, Ecuador. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 28(3), e02. Epub 29 de abril de 2019. Recuperado en 21 de

agosto de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000300002&lng=es&tlng=en.

Choramin M., Safaei A., Khajavi S., Hamid H. y Abozari S. (2015). Analyzing and studding chemical water quality parameters and its changes on the base of Schuler, Wilcox and Piper diagrams (project: Bahamanshir River). *WALIA Journal* 31, 22-27.

Cobos F, Gómez F, Reyes W y Hasang E. (2020). Evaluación de la tolerancia a la salinidad en poblaciones segregantes F5 de arroz (*Oryza sativa* L.). *Journal Of Science And Research* 5(1), 1-23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4421516>.

Cobos Mora, Fernando Javier, Gómez Pando, Luz Rayda, Reyes Borja, Walter Oswaldo, & Medina Litardo, Reina Concepción. (2021). Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología Aplicada*, 20(1), 65-81. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i1.1691>.

Cobos Mora, F., Gómez Pando, L., Reyes Borja, W., Hasang Moran, E., Ruilova Cueva, M., & Duran-Canare, P. L. (2021). Effects of salinity levels in *Oryza sativa* in different phenological stages under greenhouse conditions. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 39(1), e223905. Retrieved from <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/37392>.

Cortés-Jiménez JJM, Troyo-Diéguez E, Murillo-Amador B, García-Hernández JL, Garatuza-Payán J, et al. (2009) Índices de calidad del agua del acuífero del Valle del Yaqui, Sonora. *Terra Latinoamericana* 27: 133-141.

Doneen LD (1964) Notes on water quality in agriculture. Department of Water Science and Engineering, University of California. Davis, California. 400p.

Eaton FM (1950) Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science* 69: 123-133.

Graczik Z., Graczik T. y Naprauska A. (2011). A rol some food arthropods as vectors of human enteric infections. *Center eur. J. Biol.* 6 (2) 145-149. DOI: 10.2478/s11535-010-0117-y.

Instituto Geográfico Militar-Ecuador. (2019). Visor geográfico instituto geográfico militar Ecuador. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>

Kotuby-Amacher J, Koenig R, Kitchen B (2000) Salinity and plant tolerance. Electronic publishing. AG-SO-03. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1042&context=extension_histall.

Lingaswamy M. y Saxena P.R. (2015). Water quality of Fox Sagar Lake, Hyderabad, Telangana State, India, Its Suitability for Irrigation Purpose. *Int. J. Adv. Res. Sci. Technol.* 4 (8), 490-494.

Medina VEK, Mancilla VOR, Larios MM, Guevara GRD, Olguín LJL, Barreto GOA (2016) Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcauesco, Jalisco. *Idesia.* 34: 51-59.

Moreno F. y Roldán J. (2013). Assessment of irrigation water management in the Genil-Cabra (Cordoba, Spain) irrigation district using irrigation indicators. *Agr. Water Manage.* 120 (1), 98-106. DOI: 10.1016/j.agwat.2012.06.

Naidu R, Rengasamy P (1993) Ion interaction and constraints to plant nutrition in Australian sodic soil. *Australian Journal Soil Science* 31: 801-819.

ASTM Palacios VO, Aceves NE (1970) Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola. Chapingo. Colegio de Postgraduados. México. 49p.

Pérez, A. (2019). Riesgo de sodicidad en los suelos del cantón Milagro, Guayas-Ecuador en época de estiaje. *Revista Politécnica*, 42(2). <https://doi.org/10.33333/rp.vol42n2.899>.

Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture Handbook60. Washington, USA. 166p.

Stevens RG (1994) Water quality and treatment considerations. In: Williams KE, Ley TW (eds). Tree fruit irrigation: A comprehensive manual of deciduous tree fruit irrigation needs. Good Fruit Publishing. Washington State Fruit Commission. Yakima. WA, USA. pp: 115-125.

Zeng L y Shannon M (2000). Effects of Salinity on Grain Yield and Yield Components of Rice at Different Seeding Densities. *Agronomy Journal* 92(3). DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2000.923418x>.