



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA CALIDAD
DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO JAVITA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Julio Moises Rodriguez Parrales.

LA LIBERTAD, JULIO 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA CALIDAD
DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO JAVITA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor/a: Julio Moises Rodriguez Parrales.

Tutor/a: Ing. Carlos Eloy Balmaseda Espinosa, PhD.

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JULIO MOISES RODRIGUEZ PARRALES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08 / 07 / 2025 (Día, mes, año)

Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Eloy Balmaseda Espinosa, PhD.
PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Washington Perero Vera, MSc.
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, debo agradecer a Dios por darme salud, fuerza y guiarme por el camino del bien durante mi paso por la Universidad Estatal Península de Santa Elena, hasta la culminación satisfactoria de mi formación académica.

A mi familia, en particular a mi papá Julio Agustín Rodríguez Gonzabay, quien depositó su confianza en mí, siendo un pilar fundamental en mis estudios universitarios, trabajando en altamar por meses sin tener contacto con su familia, para poder darnos una vida digna. También, a mi mamá Liliana Elizabeth Parrales Muñoz, quien me brindó su apoyo día a día, madrugando para darme su bendición antes de trasladarme a los predios de mi facultad, y recibíendome con alegría cada día que terminaba mi jornada de estudios.

A mi novia Lidia Rosa Tomalá Prudente, quien vio más allá de las apariencias y se dispuso a formar parte de mi vida, brindándome apoyo emocional y ayudándome en diversas ocasiones durante mis estudios, especialmente al enseñarme en cómo tener interacciones sociales de forma correcta, permitiendo establecer amistades con mis compañeros, especialmente mi amigo Pozo Tomalá Anthony Bartolo, quien siempre estuvo ahí acompañándome cada día durante mi traslado a la universidad, los trabajos en campo, y en el regreso a nuestros respectivos domicilios, además de Reyes Suárez Jehinson Daniel, quien siempre estuvo dispuesto a colaborar en los trabajos grupales, brindando su apoyo especialmente en las labores de campo, Pin Jara Lenin y Reyes Neira Joffre, con quien entablé amistad el último semestre y compartí momentos gratos que atesoraré siempre.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, facultad de Ciencias Agrarias, carrera de Agropecuaria, mi lugar de aprendizaje, donde cada uno de los docentes participó de forma activa en mi formación académica, especialmente el Ing. Carlos Eloy Balmaseda Espinosa, PhD., un docente ejemplar que demostró dedicación y paciencia durante mi educación, siendo un pilar fundamental durante la realización de mi trabajo de titulación.

A mis compañeros de la facultad, con quienes pasé grandes momentos, y las demás personas que pude conocer durante este largo camino.

Gracias a todos los que fueron parte de mi formación académica.

Julio Rodríguez Parrales

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, quien me brindó la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas, y la inteligencia suficiente para llegar al final de mis estudios universitarios. A mis padres, a quien también dedico los distintos logros que he tenido durante mi existir. A mi hermana y sobrino quienes siempre me sacaban una sonrisa.

A mi novia ser parte de mi formación como persona y apoyarme durante mis estudios. A mi tutor del presente trabajo de integración curricular, quien es y será inspiración para muchos estudiantes de la facultad, además de ser un gran aliado durante mi proceso de titulación.

A mis compañeros de clase, quienes fueron parte de mi formación como persona durante todo el camino que recorrí.

Dedico el presente trabajo a todos y cada uno de los involucrados durante mi formación académica quienes también colaboraron para obtener mi título universitario.

Julio Rodriguez Parrales

RESUMEN

El agua es un recurso muy valioso cuya importancia puede apreciarse también en las aplicaciones de esta sustancia en el ámbito productivo, especialmente en lugares donde dicho recurso natural sea escaso, tal es el caso de las comunidades ubicadas en la provincia de Santa Elena. Es en estos puntos donde el abastecimiento de agua se da por medio de la extracción desde pozos, aprovechando los depósitos de agua subterránea, pues las precipitaciones son escasas. No obstante, el agua obtenida del manto freático suele contar con características que afectan su calidad, y, consecuentemente, condicionen su uso para las labores agrícolas, pues pueden ser no aptas para ciertos cultivos. Este trabajo de investigación se basa en el estudio de distintas muestras de agua recolectadas en varios puntos dentro de la cuenca hidrográfica del río Javita, ubicado en la provincia de Santa Elena, con el objetivo de evaluar la calidad del agua mediante la medición de diversos parámetros, incluidos la conductividad eléctrica, salinidad y pH, además de la cantidad de los distintos iones disueltos, para lo cual se realizaron análisis de las muestras en fechas específicas, armando una base de datos en el Software QGIS. Tras los muestreos realizados y la formación de la base de datos, se logró efectuar una toma de decisiones enfocada en la elección de cultivos que sean capaces de soportar el agua según la calidad de cada pozo estudiado, al mismo tiempo que se obtuvo un panorama general del cambio de los distintos parámetros de este recurso hídrico durante el tiempo de realización de esta investigación.

Palabras clave: Escasez de agua. Agua subterránea. Conductividad y salinidad. Aptitud para riego.

ABSTRACT

Water is a very valuable resource. Its importance can also be seen in the applications of this substance in production section, especially in places where this natural resource is scarce, such is the case of the communities located in certain parts of the province of Santa Elena. It is in these places where the water supply is obtained from wells, taking advantage of the subway water deposits, since rainfall is scarce. However, the water obtained from the groundwater table usually has characteristics that affect its quality and, consequently, condition its use for agricultural work, as it may not be suitable for certain crops. The following research work is based on the study of different water samples collected at various points within the hydrographic basin of the Javita River, located in the province of Santa Elena, in different water wells belonging to some rural communities, with the objective of evaluating the quality of this liquid by measuring different parameters, including electrical conductivity, salinity and pH, as well as the amount of different dissolved ions, For this purpose, different analyses of the samples were carried out on specific dates, allowing an evaluation of their quality and determining their suitability for agricultural use, creating a database in Qgis Software. After sampling and the creation of the database, a decision focused on the choice of crops that can support the water quality of each well studied. At the same time, an overview of the changes in the different parameters of this water resource during the time of this research was obtained.

Key words: Water scarcity. Groundwater. Conductivity and salinity. Suitability for irrigation.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO JAVITA**” y elaborado por **Julio Moises Rodriguez Parrales**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 El agua y su importancia	3
1.2 Clasificación de las fuentes de agua	4
1.3 Impurezas del agua	4
1.4 Variables que determinan la calidad del agua	4
1.4.1 pH.....	4
1.4.2 Conductividad eléctrica.....	5
1.4.3 Dureza del agua.....	5
1.4.4 Relación de adsorción de sodio.....	5
1.4.5 Salinidad efectiva y salinidad potencial.....	6
1.5 Calidad del agua	7
1.5.1 Normas de Wilcox	7
1.5.2 Índice de Langelier.....	9
1.5.3 Coeficiente de irrigación.....	10
1.6 La salinidad en el sector productivo	11
1.6.1 Cultivos tolerantes a la salinidad	11
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1 Caracterización del área	14
2.2 Materiales, equipos y reactivos	15
2.2.1 Material de campo para colecta de muestras	15
2.3 Tipo de investigación	15
2.4 Diseño de investigación	15
2.4.1 Muestreo de las fuentes de abastecimiento de agua.....	15
2.4.2 Creación de base de datos digitales.....	15
2.5 Parámetros evaluados	16
2.5.1 Diseño no experimental	16
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Base de datos	17
3.1.1 Estructura de la base de datos	17
3.1.2 Base de datos digitalizada.....	18
3.2 Estimación de la calidad del agua	20
3.2.1 Análisis del pH.....	20
3.2.2 Análisis de la relación de adsorción de sodio	21
3.2.3 Análisis del coeficiente de irrigación.....	21
3.2.4 Análisis de la salinidad efectiva y potencial	22
3.2.5 Análisis del porcentaje de sodio soluble	23
3.2.6 Análisis basado en la conductividad eléctrica.....	24
3.2.7 Análisis del índice de Langelier.....	25
3.2.8 Clase de agua según las normas Wilcox-Riverside	26
3.3 Conductividad eléctrica y su tolerancia en los cultivos	28
3.3.1 Tolerancia a la CE de los cultivos.....	28
3.4 Propuesta basada en el buen uso de agua de pozo	29
3.4.1 Propuesta de cultivos	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
Conclusiones	32
Recomendaciones	32

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del peligro de salinización y restricción de uso del agua según la conductividad eléctrica (Acosta y Salvadori, 2020).....	5
Tabla 2. Clasificación del agua según su dureza (Solís et al., 2018).....	5
Tabla 3. Clasificación del peligro de salinización y restricción de uso para aguas (Acosta y Salvadori, 2020).....	6
Tabla 4. Normas Riverside para la clasificación del agua según su conductividad (Wilcox, 1955).....	8
Tabla 5. Normas Riverside para la clasificación del agua según su salinidad (Wilcox, 1955).	8
Tabla 6. Interpretación de calidad del agua según el índice de Langelier (Hernández et al., 2020).....	9
Tabla 7. Calidad del agua según el coeficiente de irrigación (Dunán et al., 2022).	10
Tabla 8. Cultivos herbáceos y su tolerancia a la sal (Tanji y Kielen, 2002).	11
Tabla 9. Tolerancia a la sal en cultivos vegetales y frutales (Tanji y Kielen. 2002). ...	12
Tabla 10. Tolerancia a la sal en cultivos frutales y arbóreas (Tanji y Kielen. 2002)...	13
Tabla 11. Procedimiento de ensayos en análisis químicos de agua (INIAP, 2025).	16
Tabla 12. Capas presentes en la base de datos.....	17
Tabla 13. Atributos de los pozos.....	17
Tabla 14. Datos complementarios recabados durante el muestreo.....	19
Tabla 15. Resultados de la conductividad eléctrica en dS/m del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita “continúa”.....	24
Tabla 16. Interpretación del índice de Langelier del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita.....	26
Tabla 17. Clase e interpretación de la calidad del agua de los pozos de la cuenca del río Javita.....	27
Tabla 18. Tolerancia a la salinidad de los cultivos presentes en los sitios de muestreo.	28
Tabla 19. Pozos estudiados y su propuesta de cultivo de ciclo corto según su valor medio de CE (dS/m).	30
Tabla 20. Pozos estudiados y su propuesta de cultivo de ciclo perenne según su valor medio de CE (dS/m).....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Wilcox sobre la calidad del agua para riego (Wilcox, 1955)...	7
Figura 2. Ubicación de la cuenca del río Javita, área de interés del proyecto (Google Maps, 2023).	14
Figura 3. Ubicación de los puntos de recolección de las muestras (QGIS, 2025).	18
Figura 4. Resultados del pH del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita.	20
Figura 5. Relación adsorción de sodio del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.	21
Figura 6. Coeficiente de irrigación del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita. ..	22
Figura 7. Salinidad efectiva del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.	22
Figura 8. Salinidad potencial del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.	23
Figura 9. Porcentaje de sodio soluble del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.	24
Figura 10. Índice de Langelier del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Recolección de una de las muestras en un pozo de la Cuenca del Río Javita.	36
Figura 2A. Realización del sistema de información geográfica en el Software gratuito QGIS v. 3.34.9.	36

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Tabla 1A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el primer muestreo de los 25 pozos estudiados.	37
Tabla 2A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el segundo muestreo de los 25 pozos estudiados.	38
Tabla 3A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el tercer muestreo de los 25 pozos estudiados.	39

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Ahmadzai *et al.* (2022), las actividades humanas requieren una gran cantidad de recursos, de los cuales el agua posee la mayor demanda, especialmente en el ámbito agrícola, esto compromete la capacidad de reabastecer las reservas de dicho recurso, presentando un serio problema de escasez, ligado fuertemente a la sobreexplotación de este valioso recurso, cuya demanda se incrementa de forma proporcional al aumento de la población.

Las aguas continentales representan la base central del origen de las sociedades, no obstante, en un contexto contemporáneo, dichas fuentes de agua se han visto afectadas por una serie de problemas interconectados, como lo son su sobreexplotación, y los efectos a corto o largo plazo provocados por el cambio climático. En adición a esto, se suman la contaminación antrópica, provocada por el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales y de producción agrícola o ganadera (García *et al.*, 2021).

De acuerdo con Gaspar *et al.* (2024), en la actualidad son más de 80 países los que albergan hasta el 40% de la población mundial, quienes además sufren de escasez de agua. Estos mismos autores sostienen que parte de la crisis por falta de agua a nivel mundial es causada por una mala gestión de los recursos por parte importante de la población mundial, en conjunto a los efectos causados por el cambio climático, incidiendo directamente en el ciclo hidrológico.

La utilización de agua provenientes de fuentes subterráneas se ha visto comprometida por la disminución de las lluvias, producto del cambio climático, afectando negativamente a todos los sectores rurales, motivo por el cual se debe emplear el agua de forma correcta, tal y como expresa Zamudio *et al.* (2011). Sin embargo, la calidad del agua puede comprometer sistemas de producción como este, pues los minerales disueltos pueden provocar problemas de taponamiento en sistemas de riego por goteo.

En Ecuador, la producción de alimentos y la agricultura se concentran en los sectores rurales, donde también el acceso al agua es una necesidad, como lo expresan Rodríguez *et al.* (2019), no obstante, su abastecimiento suele emplear fuentes cuya calidad no está garantizada. Según lo expuesto por Tang *et al.* (2023), la calidad del agua se ha visto seriamente afectada por su uso en la agricultura, pues el riego propicia el fenómeno de lixiviación de elementos químicos presentes en los fertilizantes, cuyos componentes terminan en las fuentes de aguas subterráneas.

El uso de agua con una alta cantidad de solutos representa un serio problema, como lo expresan Ahmadzai, *et al.* (2022), pues la acumulación de sal en el suelo imposibilita la captación de agua por parte de las plantas, afectando negativamente a la producción agrícola a causa de un aumento en la salinidad del suelo, en conjunto a la sodicidad, fenómenos preocupantes con mayor incidencia en ubicaciones cerca del perfil costero.

De acuerdo con Velasco y Tamayo (2020), la zona central norte de la provincia de Santa Elena posee el mayor déficit hídrico a nivel nacional. En dicha zona, muchos de los productores se valen de fuentes de agua locales, como lo es el río Javita, por este motivo el aprovechamiento de este recurso debe hacerse de forma eficiente, por lo que es importante garantizar la calidad de agua de esta zona, razón por la cual es necesaria la realización de análisis pertinentes a su calidad.

Problema Científico

¿Es apta para su uso agrícola el agua de fuentes de abastecimiento de la cuenca del río Javita?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar el comportamiento espacio temporal la calidad del agua en fuentes de abastecimiento de riego de la cuenca del río Javita, determinando su aptitud para uso agrícola.

Objetivos Específicos:

1. Analizar la calidad de las aguas de fuentes de riego en diversos momentos.
2. Determinar la aptitud de las aguas estudiadas a partir de diversos indicadores.
3. Comparar la aptitud de las aguas con los requerimientos de los cultivos en las que son utilizadas.

Hipótesis

Las aguas empleadas para el riego en la cuenca del río Javita son aptas para los diversos cultivos en que se utilizan.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 El agua y su importancia

El agua es un recurso de suma importancia para el correcto desarrollo de la sociedad y los sistemas de producción que dependen de ella, no obstante, también es de suma importancia en el entorno natural y la interacción entre los distintos agentes que intervengan en la biosfera, por este motivo Solanes (1998) citado por Martínez y Villalejo (2018) menciona la importancia de los cuatro Principios de Dublín, un conjunto de conceptos definidos en la Primera Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda, en enero de 1992.

Estos principios contemplan al agua dulce como un recurso finito y vulnerable, esencial para sustentar la vida, el desarrollo y el medio ambiente. También, tienen en consideración que el desarrollo y manejo del agua deberían ser participativos, involucrando a planificadores y a formuladores de políticas en todos los niveles. Martínez y Villalejo, (2018) sostiene también que la mujer desempeña un papel fundamental en la provisión, manejo y protección del agua, además, el agua tiene un valor económico en todos los usos de esta que compiten entre sí y debería reconocerse como un bien económico.

Los mismos autores exponen que hay escasez de tierra y agua en todo el mundo. Las tierras agrícolas más productivas se encuentran en las llanuras aluviales. Al implementar políticas que optimicen el uso de los recursos en una cuenca, es importante centrarse en mantener o mejorar la productividad de las llanuras aluviales, no sin antes considerar a las inundaciones como parte de las interacciones dadas en una cuenca hidrológica.

Las corrientes, sedimentos y contaminantes que fluyen río abajo desde las cuencas aguas arriba y eventualmente llegan a la costa a menudo se extienden decenas de miles de kilómetros tierra adentro, cubriendo la mayoría de las cuencas y causando impactos significativos, por lo que es necesario optimizar su uso especialmente en zonas con recursos limitados (Martínez y Villalejo, 2018).

Los mismos autores sostienen que la calidad del agua, la salud y el crecimiento económico se apoyan mutuamente y es la base para lograr la felicidad humana y el desarrollo sostenible, por lo que es correcto afirmar que el derecho al agua debe ser una garantía para vivir una vida digna y saludable, especialmente para la prevención de enfermedades y la promoción de la higiene, y, evidentemente, dicha gestión debe considerar ser sostenible, considerando al agua como parte fundamental del medio ambiente y así garantizar el acceso al agua para las generaciones futuras.

1.2 Clasificación de las fuentes de agua

De acuerdo con Araque (2022), las fuentes de agua presentes en la naturaleza se clasifican en tres grupos según su ciclo hidrológico.

Aguas pluviales: agua proveniente de fenómenos meteorológicos, es decir, lluvias, nevadas y granizo.

Aguas superficiales: cuerpos de agua presentes en, valga la redundancia, la superficie, como ríos, riachuelos, lagos y reservorios.

Aguas subterráneas: se conocen como acuíferos, son masas de agua halladas bajo el suelo, en las cercanías de donde fluye agua superficial.

1.3 Impurezas del agua

El agua completamente pura no existe en la naturaleza, pues, como lo expresa Araque (2022), el agua interactúa con su medio, e inevitablemente habrá impurezas en dicho medio, tal es el caso de la sílice hallada de forma coloidal, u otros, entre los que se hayan microorganismos como bacterias, algas, o protozoarios, en conjunto a ciertos compuestos hallados en disolución, como lo serían las sales de calcio, magnesio, sodio, hierro y magnesio, además de oxígeno y dióxido de carbono.

La contaminación que afecta la calidad del agua, de que, de acuerdo con Caraballo y Xavier (2012), citado por Tomalá (2021), se da de forma más lenta en fuentes de agua subterránea, siendo las fuentes superficiales las primeras en verse afectadas.

1.4 Variables que determinan la calidad del agua

La calidad del agua, según Araque (2022), está estrechamente ligada a la concentración de impurezas presentes en dicho medio. Para determinar su calidad, hay que revisar una serie de parámetros físicos y químicos.

1.4.1 pH

De acuerdo con Redondo (2017), el valor del pH dicta la concentración de iones de hidrógenos $[H^+]$ en un determinado medio, según su escala, donde 7 correspondería a un valor neutro. Un pH cuyo valor sea mayor a 7 se le considera alcalino, mientras que, por debajo del valor neutro, se le considera ácido. Valores cercanos a 6.5 son considerados aptos para el riego (FAO, 2024). La ecuación para obtener el valor del pH, de acuerdo con Chang (2010) citado por García *et al.* (2019), es la siguiente:

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

1.4.2 Conductividad eléctrica

El agua posee varias propiedades, entre las cuales se halla la conductividad eléctrica, expresada en el Sistema Internacional de Unidades como siemens por metro (S/m) o $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C . La conductividad en el agua es la capacidad que tiene dicho medio para transportar la corriente eléctrica, pues está directamente relacionada a la concentración de sales en disolución (Solís *et al.*, 2018). El rango para clasificar el agua de acuerdo con su conductividad eléctrica se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación del peligro de salinización y restricción de uso del agua según la conductividad eléctrica (Acosta y Salvadori, 2020).

Clases	Peligro de salinización	CE (mS cm^{-1} a 25°C)	Restricciones de uso
C1	Bajo	< 0.25	Apta
C2	Moderado	0.25-0.75	Apta
C3	Medio	0.74-2.25	Apta con precauciones
C4	Alto	2.25-4	Apta con precauciones
C5	Muy alto	4-6	No apta
C6	Excesivo	>6	No apta

1.4.3 Dureza del agua

La conductividad eléctrica está estrechamente ligada a la dureza del agua, pues esta representa una medida de cantidad de metales alcalinotérreos presentes en ella. El agua, de acuerdo con Solís *et al.* (2018) puede clasificarse por su dureza como se ve en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación del agua según su dureza (Solís *et al.*, 2018).

Categoría	Concentración de metales alcalinotérreos
Aguas blandas	< 60mg/L
Aguas ligeramente duras	60-120 g/L
Aguas moderadamente duras	120-180 g/L
Aguas duras	>180 mg/L

1.4.4 Relación de adsorción de sodio

De acuerdo con Redondo (2017), el RAS corresponde al parámetro empleado para determinar el riesgo que representa el agua con respecto al contenido de sodio. Dicha medida muestra la cantidad de sodio presente en disolución en relación con cationes de Ca^{2+} y Mg^{2+} , los cuales actúan contrarrestando los efectos negativos del sodio, como lo expresa la siguiente ecuación:

$$\text{RAS} = [\text{Na}^+] / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$$

El rango de la relación de adsorción de sodio y sus restricciones de uso, puede apreciarse en la Tabla 3

Tabla 3. Clasificación del peligro de salinización y restricción de uso para aguas (Acosta y Salvadori, 2020).

Clases	Peligro de sodificación	RAS	Restricciones de uso
S1	Baja peligrosidad sódica	0-10	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	10-18	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	18-26	Apta con precauciones
S4	Muy alta peligrosidad sódica	>26	No apta

1.4.5 Salinidad efectiva y salinidad potencial

El valor de salinidad efectiva (SE) expresa la unidad real de sales presentes en el agua destinada al riego, pues, según Rodríguez *et al.* (2008), se considera la precipitación ulterior de sales poco solubles, las cuales no interactúan con la presión osmótica del suelo. Para su obtención, se emplea la siguiente ecuación.

$$SE = \text{Suma de cationes} - Ca^{2+};$$

$$Si: Ca^{2+} < [CO_3^{2-} + [HCO_3^- + [SO_4^{2-}]]$$

$$y Ca^{2+} > [CO_3^{2-} + HCO_3^-]$$

$$SE = \text{Suma de cationes} - [Ca^{2+} + Mg^{2+}];$$

$$Si: Ca^{2+} < [CO_3^{2-} + HCOO_3^-]$$

$$y Ca^{2+} + Mg^{2+} < [CO_3^{2-} + HCO_3^-]$$

La salinidad potencial, de acuerdo con Dunán *et al.* (2022) depende de las concentraciones en meq/L de los iones cloruro y sulfato, además, su valor se determina según la siguiente ecuación.

$$SP = [Cl^-] + \frac{1}{2}[SO_4^{2-}]$$

De acuerdo con Balmaseda *et al.* (2006), citado por Dunán *et al.* (2022), la salinidad efectiva y la potencial se consideran de buena calidad si los valores son < 3, condicionada o limitada cuando si los valores están en el intervalo de 3-15 y no recomendable si se trata de valores > 15.

1.5 Calidad del agua

De acuerdo con Torres *et al.* (2009), la calidad del agua se entiende como una serie de parámetros cuya relevancia influye directamente en su aptitud para uso, ya sea para consumo humano, o como parte de los sistemas de producción, principalmente del sector agrícola. En otras palabras, la determinación de dichos parámetros puede establecerse como una necesidad real, como lo expresan Medina *et al.* (2016), haciendo énfasis en la conductividad eléctrica, directamente proporcional a la concentración de sales, junto al pH, los cuales intervienen directamente en la relación del suelo y como las plantas se nutren de este.

1.5.1 Normas de Wilcox

La calidad del agua puede medirse mediante el uso de diferentes variables, como la concentración de solutos o la conductividad eléctrica, tal y como lo expresa el diagrama de Wilcox (1955), mediante el cual es posible clasificar la calidad del agua de riego según su salinidad, sólidos disueltos totales y relación de adsorción de sodio, como se aprecia en la Figura 1.

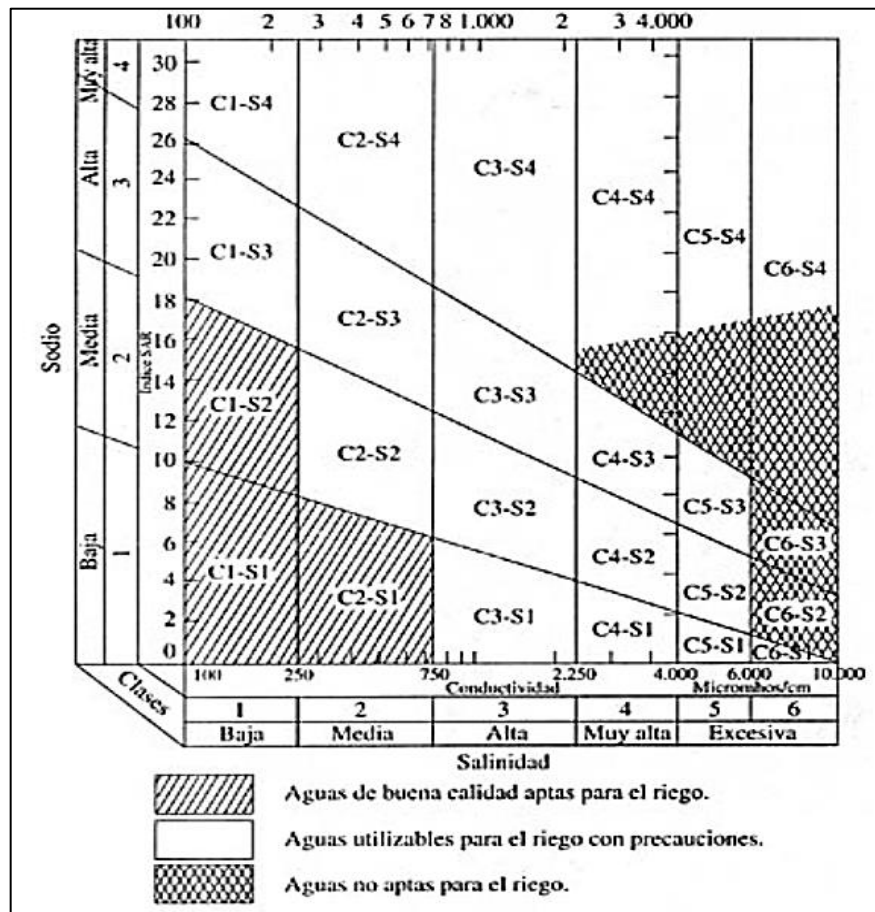


Figura 1. Diagrama de Wilcox sobre la calidad del agua para riego (Wilcox, 1955).

El diagrama de Wilcox debe interpretarse de acuerdo a la Tabla 4, donde se detallan las características del agua y su idoneidad para usarse en el riego, haciendo énfasis en la conductividad eléctrica.

Tabla 4. Normas Riverside para la clasificación del agua según su conductividad (Wilcox, 1955).

Símbolo	Descripción
C1	Agua de salinidad baja y apta para el riego. Representa problemas únicamente en suelos muy poco permeables.
C2	Agua con un nivel medio de salinidad, apta para el riego. Existen casos en que, al usar este tipo de riego, se deben utilizar volúmenes excesivos de agua, combinados con cultivos que toleren la salinidad de esta.
C3	Agua de salinidad alta que se emplea en el riego de suelos con buen drenaje, pues se deben utilizar volúmenes de agua excesivos, en conjunto a cultivos que toleren dicha salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta que en la mayoría de los casos no es apta para riego. Solo se usa en suelos con alta permeabilidad y buen drenaje, en volúmenes excesivos que laven las sales de la superficie del suelo, en cultivos con una alta tolerancia a la salinidad.
C5	Agua con un nivel excesivo de salinidad, que solo se debería usar en casos excepcionales, contemplando todas las precauciones mencionadas con anterioridad.
C6	Agua de salinidad excesiva, nada recomendable para el riego en ningún contexto.

El mismo diagrama también considera la salinidad como un factor determinante a la hora de clasificar el agua, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Normas Riverside para la clasificación del agua según su salinidad (Wilcox, 1955).

Símbolo	Descripción
S1	Agua con contenido bajo de sodio y apta para el riego en la mayoría de los casos, no obstante, es potencialmente peligrosa en cultivos muy sensibles al sodio
S2	Agua con contenido medio en sodio, potencialmente peligrosa por la acumulación de este en el suelo, particularmente en aquellos de textura fina como arcillosos y franco-arcillosos. Las condiciones físicas del suelo deben ser vigiladas, particularmente el porcentaje de sodio intercambiable, realizando correcciones de ser necesario.
S3	Agua con alto contenido de sodio y gran riesgo de acumulación de este en el suelo. Se recomienda aplicar enmiendas de materia orgánica y de yeso para corregir el exceso de sodio en el suelo. Se requiere tener un buen drenaje, pues se deben emplear grandes volúmenes de agua en el riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio, no recomendable para riego en general, salvo en casos donde haya baja salinidad, contemplando todas las precauciones anteriormente mencionadas.

1.5.2 Índice de Langelier

El índice de saturación de Langelier (LSI), de acuerdo con Hernández *et al.* (2020), contempla el contenido de moléculas derivadas del carbono, como el anhídrido carbónico carbonatos, pH, temperatura y salinidad del agua, para conocer la calidad del agua. Dicha operación consta de la resta entre el pH real del agua, menos el pHs, que corresponde al pH del agua en un estado de saturación con CaCO₃, como se ve en la siguiente ecuación.

$$LSL = pH - pHs$$

Si el pH es mayor al pHs, el agua se denomina incrustante, es decir, se encuentra sobresaturada de carbonato de calcio, teniendo que reducir el nivel actual del pH, mientras que, si el pH es menor al pHs, se le denomina corrosiva, es decir, el agua no se encuentra sobresaturada de carbonatos y se debe aumentar el nivel de pH, mientras que, si el valor del pH y pHs resultan ser iguales, se encuentra en equilibrio (Hernández *et al.*, 2020).

Hernández *et al.* (2020) también explica que el pH se obtiene mediante el análisis directo a la muestra de agua, mientras que para la obtención del pHs, se emplea la siguiente ecuación:

$$pHs = 9,3 + A + B - C - D$$

Donde:

$$A = [-13.12 * \log (T^{\circ}C + 273)] + 34.55$$

$$B = \frac{\log SDT - 1}{10}$$

$$C = \log * [Ca^{2+} - 0,4]$$

$$D = \log HCO_3$$

$$SDT = \text{Sólidos disueltos totales en mg/L.}$$

Una vez realizada la operación correspondiente, el resultado debe compararse con la Tabla 6, donde se muestra la interpretación de la calidad del agua de acuerdo con el índice de saturación de Langelier, pues, según Hernández *et al.* (2020), un valor alto de dicho índice provoca obstrucciones, las cuales son más notorias en sistemas de riego localizados.

Tabla 6. Interpretación de calidad del agua según el índice de Langelier (Hernández *et al.*, 2020).

Caso	Interpretación
LSI > 0	Se prevé la formación de incrustaciones y el precipitado de minerales.
LSI = 0	No se prevé la formación de incrustaciones, pues el agua está en estado neutro
LSI < 0	Sin potencial para formar incrustaciones, pues el agua disolverá al mineral.

1.5.3 Coeficiente de irrigación

Este valor se emplea para dar un criterio respecto a la calidad del agua basándose en los iones de sodio, donde, de acuerdo con Dunán *et al.* (2022) el contenido del ion sodio (Na^{+00} meq/L) es menor que el contenido del ion cloruro (Cl^- meq/L), y se hace presente el Cloruro de Sodio como se ve en la siguiente ecuación.

$$Ci = \frac{288}{S\text{Cl}^-}$$

Por otro lado, el mismo autor expresa que suele ocurrir el caso en el que el contenido del ion sodio (Na^+ meq/L) es mayor que el contenido del ion cloruro (Cl^- meq/L), pero menor que el contenido total de ácidos fuertes, donde también se hacen presentes el cloruro y el sulfato de sodio (De, 2012, citado por Dunán *et al.*, 2022).

$$Ci = \frac{288}{\text{Na}^+ + 4\text{Cl}^-}$$

Por último, existe el caso en el que el Coeficiente de irrigación se obtiene mediante una ecuación que considere que el contenido del ion sodio (Na^+ meq/L) sea mayor al contenido de los iones de ácidos fuertes, donde están presentes el cloruro, el sulfato y el carbonato de sodio (Dunán *et al.*, 2022).

$$Ci = \frac{288}{10 \text{Na}^+ - (\text{S}\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})}$$

El valor obtenido tras la realización de la ecuación correspondiente debe compararse con la Tabla 7, donde se especifican las características del agua en base a su coeficiente de irrigación.

Tabla 7. Calidad del agua según el coeficiente de irrigación (Dunán *et al.*, 2022).

Coeficiente de irrigación	Calidad del agua	Característica del agua
> 18	Buena	El agua puede utilizarse durante largos periodos sin necesidad de tomar medidas especiales contra la acumulación de sales dañinas en el suelo.
18-6	Satisfactoria	La utilización de esta agua requiere de medidas especiales para evitar la acumulación paulatina de sales en el suelo, excepto en suelos friables con drenaje libre.
5.9-1.2	No satisfactoria	Para la utilización de esta agua en casi todos los casos se requiere de drenaje artificial.
< 1,2	Mala	Esta agua en la práctica no es apta para el riego.

1.6 La salinidad en el sector productivo

1.6.1 Cultivos tolerantes a la salinidad

La salinidad es un problema que repercute directamente en el desarrollo de los cultivos, como lo expresan Paco y Choque (2020), pues esta trae consigo una serie de problemas, tales como toxicidad iónica, estrés hídrico y desorden nutricional, además de alteraciones en los procesos metabólicos de los cultivos, que, acompañados por la disminución en la disponibilidad de agua por una alta concentración de iones en el medio externo, merma el desarrollo de los cultivos, disminuyendo la turgencia celular de sus tejidos y atrofiando su crecimiento.

Para el correcto establecimiento de un cultivo se debe tomar en cuenta la salinidad que pueda soportar, como lo señalan Tanji y Kielen (2002), quienes además realizaron un listado general de los cultivos más relevantes a nivel mundial junto al nivel de salinidad que soportan, como se aprecia en las Tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8. Cultivos herbáceos y su tolerancia a la sal (Tanji y Kielen, 2002).

Cultivo		Parámetros de tolerancia a la salinidad				Referencia
Nombre común	Nombre científico	Umbral dS/m	Pendiente % dS/m	Calificación		
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	1.7	12	Moderadamente sensible	Bernstein & Ayars, 1949	
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	7.7	5.2	Tolerante	Bernstein, 1955, 1956; Bernstein & Ford, 1959 ^a	
Maní	<i>Arachis hypogaea</i> L.	3.2	29	Moderadamente sensible	Shalhevet <i>et al.</i> , 1969	
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	3.0	12 ^{§§}	Sensible	Ehrler, 1960; Narale <i>et al.</i> , 1969; Pearson, 1959	
Centeno	<i>Secale cereale</i> L.	11.4	10.8	Tolerante	Francois <i>et al.</i> , 1989	
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	6.8	16	Moderadamente tolerante	Francois <i>et al.</i> , 1984	
Soya	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	5.0	20	Moderadamente tolerante	Abel & McKenzie, 1964; Bernstein <i>et al.</i> , 1955; Bernstein & Ogata, 1966	
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> L.	7.0	5.9	Tolerante	Bower <i>et al.</i> , 1954	
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i> L.	1.7	5.9	Moderadamente sensible	Bernstein <i>et al.</i> , 1966; Dev & Bajwa, 1972; Syed & El-Swaify, 1972	
Girasol	<i>Helianthus annuus</i> L.	4.8	5.0	Moderadamente tolerante	Cheng, 1983; Francois, 1996	
Haba	<i>Vicia faba</i> L.	1.6	9.6	Moderadamente sensible	Ayars & Eberhard, 1960	
Maíz forrajero	<i>Zea mays</i> L.	1.8	7.4	Moderadamente sensible	Hassan <i>et al.</i> , 1970.	

Tabla 9. Tolerancia a la sal en cultivos vegetales y frutales (Tanji y Kielen. 2002).

Cultivo		Parámetros de tolerancia a la salinidad			
Nombre común	Nombre científico	Umbral dS/m	Pendiente % dS/m	Calificación	Referencia
Ají	<i>Capsicum annuum</i> L.	1.5	14	Moderadamente sensible	Bernstein, 1954; Osawa, 1965; USSL ^{††}
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	3.9	14.3	Moderadamente sensible	Francois, 1994b
Apio	<i>Apium graveolens</i> L.	1.8	6.2	Moderadamente sensible	Francois & West, 1982
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	3.4	10.6	Moderadamente sensible	Cerda <i>et al.</i> , 1982
Berenjena	<i>Solanum melongena</i> L. var <i>esculentum</i> Nees.	1.1	6.9	Moderadamente sensible	Heuer <i>et al.</i> , 1986
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> L.	2.8	9.2	Moderadamente sensible	Bernstein & Ayars, 1949a; Bernstein <i>et al.</i> , 1974
Camote	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	1.5	11	Moderadamente sensible	Greig & Smith, 1962; USSL ^{††}
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	1.2	16	Sensible	Bernstein & Ayars, 1953
Esparrago	<i>Asparagus officinalis</i> L.	4.1	2.0	Tolerante	Francois, 1987
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i> L.	2.0	7.6	Moderadamente sensible	Langdale <i>et al.</i> , 1971; Osawa, 1965
Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	1.0	19	Sensible	Bernstein & Ayars, 1951
Frijol mung	<i>Vigna radiata</i> (L.) R. Wilcz.	1.8	20.7	Sensible	Minhas <i>et al.</i> , 1990
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	1.3	13	Moderadamente sensible	Ayars <i>et al.</i> , 1951; Bernstein <i>et al.</i> , 1974; Osawa, 1965
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	1.0	8.4	Moderadamente sensible	Mangal <i>et al.</i> , 1988; Shannon & Francois, 1978
Nabo	<i>Brassica rapa</i> L.	0.9-3.3	9.0 4.3	Moderadamente sensible	Francois, 1984
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	2.5	13	Moderadamente sensible	Osawa, 1965; Ploegman & Bierhuizen, 1970
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> L.	1.5	14	Moderadamente sensible	Bernstein, 1954; Osawa, 1965; USSL ^{††}
Rábano	<i>Raphanus sativus</i> L.	1.2	13	Moderadamente sensible	Hoffman & Rawlins, 1971; Osawa, 1965
Repollo	<i>B. oleracea</i> L.	1.8	9.7	Moderadamente sensible	Bernstein & Ayars, 1949a; Bernstein <i>et al.</i>
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	1.0	8.4	Moderadamente sensible	de Forges, 1970
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	2.5	9.9	Moderadamente sensible	Bierhuizen & Ploeman, 1967
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	1.0	14	Sensible	Bernstein & Ayars, 1953a; Bernstein <i>et al.</i> , 1974
Zapallo	<i>Cucurbita máxima</i> Duchesne in Lam	1.2	15	Moderadamente sensible	Shannon & Francois, 1978

Tabla 10. Tolerancia a la sal en cultivos frutales y arbóreas (Tanji y Kielen. 2002).

Cultivo		Parámetros de tolerancia a la salinidad			
Nombre común	Nombre común	Umbral dS/m	Pendiente % dS/m	Calificación	Referencia
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	1.7	21	Sensible	Ayars, 1950a; Haas, 1950
Almendra	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	1.5	19	Sensible	Bernstein <i>et al.</i> , 1956; Brown <i>et al.</i> , 1953
Banana	<i>Musa X paradisiaca</i>	1.7	21	Sensible	Israeli <i>et al.</i> , 1986
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	1.7	20	Moderadamente sensible	Hernández B., J. 1965.
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	1.7	21	Sensible	Cooper, Cowley & Shull, 1952
Dátil	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	4.0	3.6	Tolerante	Furr & Armstrong, 1962; Furr & Ream, 1968; Furr <i>et al.</i> , 1966
Durazno	<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch	1.7	21	Sensible	Bernstein <i>et al.</i> , 1956
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	4.7	9.8	Medianamente tolerante	Patil <i>et al.</i> , 1984
Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	1.5	12.8	Sensible	Cerda <i>et al.</i> , 1990
Mandarina	<i>Citrus reticulat</i> Blanco	1.2	12.5	Sensible	Bielorai <i>et al.</i> , 1988
Manzana	<i>Malus domestica</i> Mill.	1.7	21	Sensible	Ivanov, 1970
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	1.0	21	Sensible	Malcolm & Smith, 1971
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1.3	13.1	Sensible	Bielorai <i>et al.</i> , 1988
Pomelo	<i>Citrus x paradisi</i> Macfady.	1.2	13.5	Sensible	Bielorai <i>et al.</i> , 1978
Uva	<i>Vitis vinifera</i> L.	1.5	9.6	Medianamente sensible	Groot Obbink & Alexander, 1973

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

El área de estudio fue en la cuenca del río Javita, ubicada en la parroquia Colonche, cantón Santa Elena, provincia del mismo nombre, como se puede apreciar en la Figura 2. Limita al norte con la cuenca del río Viejo, mientras que al sur tiene las cuencas de los ríos Grande, Zapotal y Daular; al este se halla la cordillera Chongón - Colonche; mientras que al oeste está la desembocadura en el océano Pacífico.

El relieve es ondulado, mientras que el clima de la zona de estudio se divide en dos: en la parte Este, cercano a la cordillera Chongón - Colonche, se clasifica como tropical megatérmico seco, mientras la zona costera es tropical megatérmico semi-árido. Las coordenadas planas de los puntos que definen los extremos Sur – Oeste y Norte - Este de la cuenca del río Javita son: 525000, 9760000 y 580000, 9800000 respectivamente, según el sistema de proyección UTM, zona 17M. Velasco y Tamayo (2020) plantean que la cuenca del río Javita tiene una superficie de 81297 hectáreas, correspondientes al 21.5 % de la superficie total de la provincia Santa Elena, y, en su interior, se hallan 15 comunas.

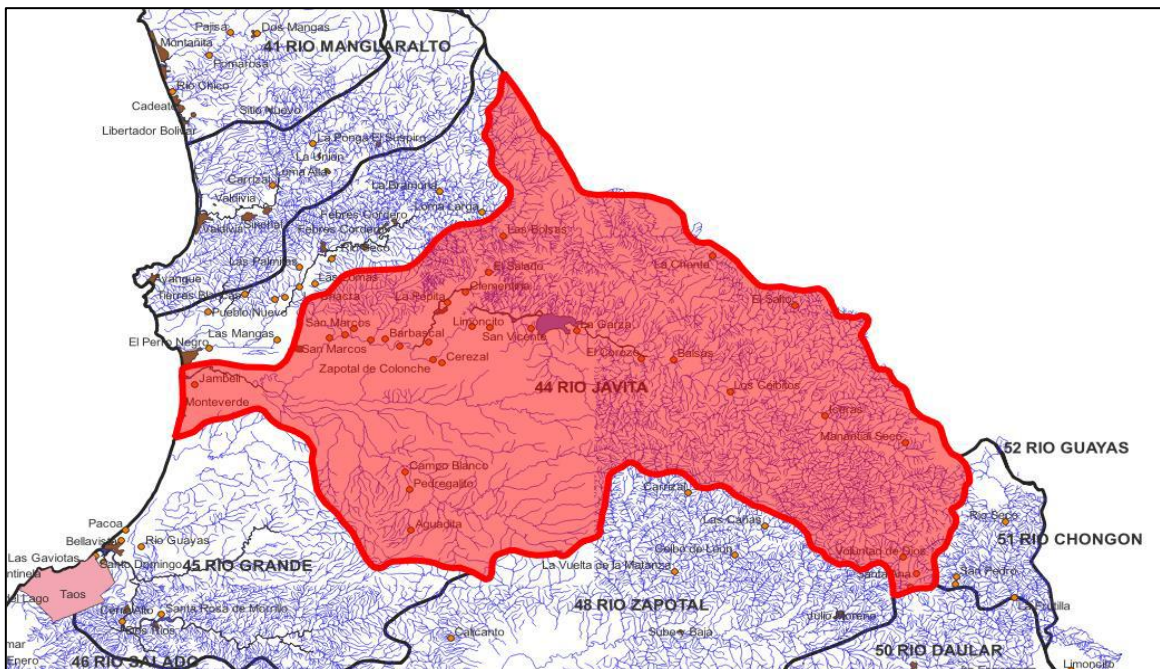


Figura 2. Ubicación de la cuenca del río Javita, área de interés del proyecto (Google Maps, 2023).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 Material de campo para colecta de muestras

Recipientes herméticos de vidrio, con su respectiva tapa y capacidad de un litro.

2.3 Tipo de investigación

La presente propuesta según lo propuesto por Ato *et al.* (2013), se trata de una investigación no experimental longitudinal o evolutiva debido a que se analizan muestras de aguas en diferentes momentos y a lo largo del cauce del río Javita.

2.4 Diseño de investigación

2.4.1 Muestreo de las fuentes de abastecimiento de agua

El muestreo se realizó mediante la recolección de un litro de agua en envases de vidrio herméticos, los cuales serían etiquetados con la fecha, hora del muestreo y un identificador, para después ser enviados al laboratorio del INIAP. Este proceso se realizó, en total, por tres ocasiones con intervalos de dos meses entre muestreos.

2.4.2 Creación de base de datos digitales

La creación de la base de datos empezó con el levantamiento de información referente a los propietarios de los pozos donde se realizaron los muestreos, consultando además qué cultivos llevan a cabo. también, mediante Google Maps, se obtuvieron las coordenadas UTMX y UTM Y de cada pozo. Los datos recabados fueron recolectados en una hoja de Excel, con el objetivo hacer las tablas de atributos mediante el Software gratuito QGIS v. 3.34.9.

2.5 Parámetros evaluados

El presente trabajo de investigación se apoyó de una serie de análisis de laboratorio que sirvieron para la obtención de los parámetros que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Procedimiento de ensayos en análisis químicos de agua (INIAP, 2025).

Determinación	U (k=2)	Procedimiento de ensayo	Método de referencia	Técnica
Potencial de Hidrógeno (pH)	0.094 pH	PEE-LS-01	Método EPA 150.02	Electrónica
Conductividad eléctrica (CE)	3.0%	PEE-LS-02	Standart Methods 2510V/ EPA 120.1	
Sodio (Na)	16%	PEE-LS-03	Método EPA 273.1	Absorción atómica
Potasio (K)	16%	PEE-LS-04	Método EPA 258.1	
Calcio (Ca)	16%	PEE-LS-05	Método EPA 215.1	
Magnesio (Mg)	16%	PEE-LS-06	Método EPA 242.1	

2.5.1 Diseño no experimental

2.5.1.1 Población

La población consta de los pozos de abastecimiento de agua presentes en la cuenca del río Javita.

2.5.1.2 Muestra

La muestra corresponde a 25 pozos de las zonas alta, media y baja de la cuenca del Río Javita.




CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Base de datos

3.1.1 Estructura de la base de datos

El sistema de información geográfica, realizado a través del muestreo en las 25 fuentes de abastecimiento de la cuenca del Rio Javita, contempla el establecimiento de distintas capas, como se aprecia en la Tabla 12.

Tabla 12. Capas presentes en la base de datos

Capa	Símbolo	Representación	Tipo
Lugares de muestreo (pozos)		Vectorial	Punto
OpenStreetMap		Ráster	Píxel
Bing Satellite		Ráster	Píxel

Conceptualmente hablando, la Tabla 13 muestra la clasificación de los datos recabados y colocados en las tablas de atributos de las distintas capas, por ejemplo, la ubicación y fecha de los sitios de muestreo, además de las propiedades de cada muestra, haciendo énfasis en varios parámetros que caracterizan las aguas, como su conductividad eléctrica, pH, aniones y cationes.

Tabla 13. Atributos de los pozos.

Nombre	Tipo	Subtipo	Variables	Dominio
Muestras de pozo	Numérico	Entero	Orden de muestreo	25 muestras
UTM	Numérico	Entero	Coordenadas	Cualquier
Propietario	Texto	Caracteres	Nombres	Cualquier
Cultivos que se riegan con el agua del pozo	Texto	Caracteres	Tipo de cultivo	Cualquier
Profundidad	Numérico	Reales con dos decimales	Profundidad (m)	Cualquier
Tiempo de uso	Numérico	Entero	Empleo del agua de pozo	Agrícola, pecuario o domestico
Mantenimiento	Texto	Caracteres	Tipo de mantenimiento	Cualquier

La ubicación de los sitios de recolección de las distintas muestras de agua puede verse en la Figura 3.

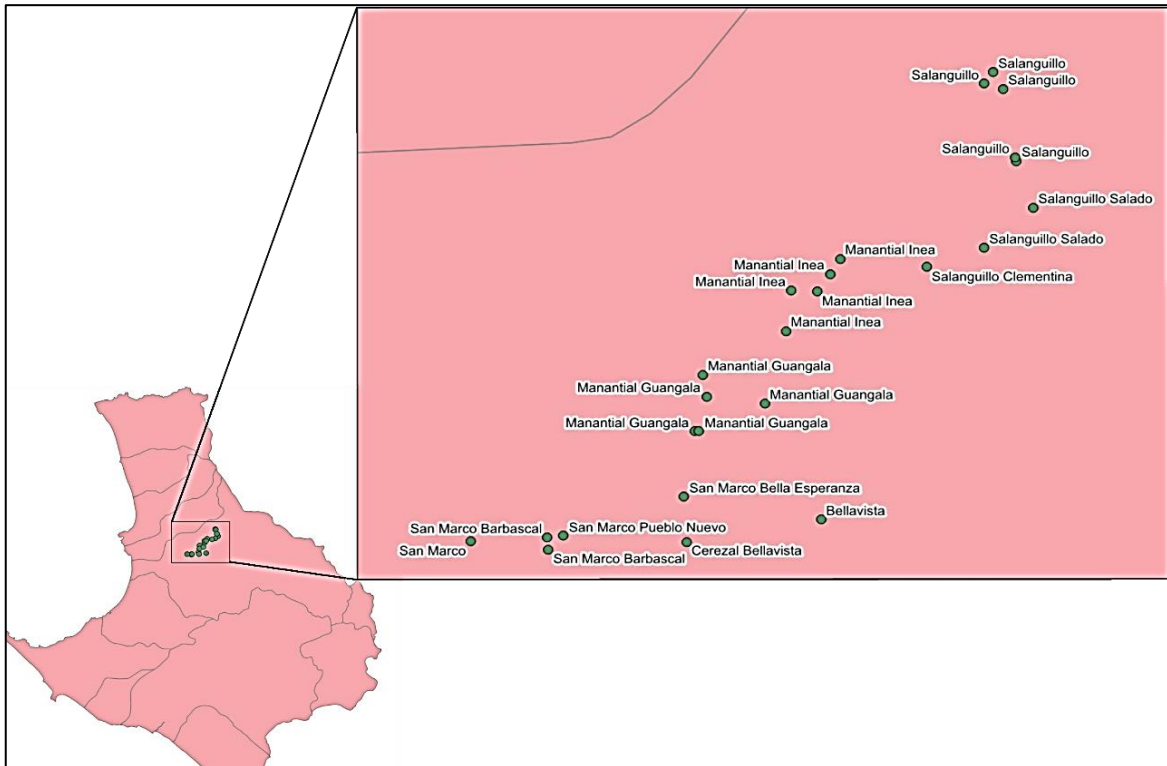


Figura 3. Ubicación de los puntos de recolección de las muestras (QGIS, 2025).

3.1.2 Base de datos digitalizada

Tras la recolección de las muestras de agua, se recopilieron distintos datos que se muestran en la Tabla 14, donde se muestra información detallada relacionada al uso de los pozos y las características de estos mismos, que fueron compartidas por los propietarios de dichas fuentes de abastecimiento

Cada punto de muestreo posee un identificador único basado en la siguiente estructura:

Provincia: dos dígitos, en el caso de Santa Elena 24.

Cantón: dos dígitos, Santa Elena 01. En este cantón fueron tomadas todas las muestras.

Comuna: dos dígitos, en correspondencia con la numeración provincial, por ejemplo: San Marcos 31; Cerezal Bellavista 23.

Pozo: cuatro dígitos, se considera que ninguna comuna posee más de 9999 pozos.

Ejemplo de identificador: **2401230009**, pozo número 9 en la comuna Cerezal Bellavista (**23**), cantón Santa Elena (**01**), provincia del mismo nombre (**24**).

Tabla 14. Datos complementarios recabados durante el muestreo

Nº Pozo	Comuna	Propietario	ID	X	Y	Usos del agua	Cultivos que se riegan con esa agua	Profund (m)	Mantenimiento	Tiempo (años)
1	San Marcos Bella Esperanza	Homero Pozo	2401310001	544569	9777434	Agrícola	Cítricos	6	Propio	20
2	San Marcos Barbascal	Giler Méndez	2401310002	542889	9776913	Agrícola	Maíz	5	Propio	20
3	San Marcos Barbascal	Justo Marcos de la O	2401310003	542896	9776753	Agrícola	Cítricos, maíz	6	Propio	15
4	Salanguillo Salado	Richard Constante	2401230001	548872	9781199	Agrícola	Cítricos, mango	8	Propio	20
5	Salanguillo Salado	Lofredo Constante	2401230002	548261	9780675	Agrícola	Maderable, cítricos	9	Propio	25
6	Salanguillo Clementina	Alfredo Constante	2401230003	547560	9780425	Agrícola	Plátanos	8	Propio	20
7	San Marcos Pueblo Nuevo	Ismael Pluas	2401310004	543087	9776929	Agrícola	Maíz	7	Propio	10
8	Cerezal Bellavista	Rosendo Guale Tomalá	2401320001	544604	9776851	Agrícola	Maíz	3	Propio	15
9	Manantial Guangala	Eleno Méndez	2401260001	544848	9778740	Agrícola	Cacao, cítricos	5	Propio	15
10	Manantial Guangala	Melecio Tomalá	2401260002	544804	9779023	Agrícola	Maíz, Cítricos	6	Propio	20
11	Manantial Guangala	Galo Gonzabay	2401260003	544704	9778290	Agrícola	Maíz	6	Propio	20
12	Manantial Guangala	Melecio Gonzabay	2401260003	544757	9778288	Agrícola	Maíz, maracuyá	6	Propio	25
13	San Marcos	Denny Ángel	2401310005	541952	9776856	Agrícola	Maíz, maracuyá	6	Propio	10
14	Manantial Inea	Margarita Palma	2401260004	545825	9779595	Agrícola	Ají, maíz	9	Propio	15
15	Manantial Inea	Braulio Guale	2401260005	545886	9780119	Agrícola	Cítricos, mango	8	Propio	20
16	Manantial Inea	Manuel Rosales	2401260006	546372	9780336	Agrícola	Maíz	9	Propio	10
17	Manantial Inea	Jacinto Beltrán	2401260007	546493	9780535	Agrícola	Cítricos	8	Propio	20
18	Manantial Inea	Juvencio Beltrán	2401260008	546210	9780105	Agrícola	Maíz	9	Propio	10
19	Manantial Guangala	Teófilo Beltrán	2401260009	545567	9778649	Doméstico	*Ninguno	6	Propio	20
20	Salanguillo	Oli Santos	2401230004	548371	9782960	Agrícola	Maíz	4	Propio	20
21	Salanguillo	Pozo Salanguillo	2401230005	548265	9782816	Doméstico	*Ninguno	6	Propio	20
22	Salanguillo	Luciano Beltrán	2401230006	548494	9782743	Agrícola	Maíz	4	Propio	10
23	Salanguillo	Denny Constante	2401230007	548659	9781805	Agrícola	Sandía, zapallo	4	Propio	15
24	Salanguillo	Héctor Constante	2401230008	548641	9781858	Agrícola	Maíz	6	Propio	15
25	Bellavista	Wilson Ortega	2401230009	546260	9777146	Agrícola	Maracuyá, plátanos	6	Propio	20

*Ninguno= El pozo es utilizado en actividades domésticas.

Como se puede observar, la mayoría de los pozos son empleados para el uso agrícola, lo cual se correlaciona a lo expuesto por Apollin y Eberhart (1998), citado por Andrade y Ortiz (2020), quienes se dieron a la tarea de clasificar a las personas que habitan las zonas rurales de la provincia de Santa Elena, llegando al criterio de que, a grandes rasgos, los campesinos se clasifican según su sistema de producción, que, en el caso de los sitios de muestreo, corresponden a campesinos dedicados enteramente al sector agrícola que poseen acceso al riego.

3.2 Estimación de la calidad del agua

Tras la recolección de las muestras de agua en las tres fechas establecidas, estas fueron enviadas para su análisis en el laboratorio. Dicho análisis permitió obtener un panorama detallado de los distintos parámetros que, según Redondo (2017), influyen de forma directa en su calidad y aptitud para el uso agrícola.

3.2.1 Análisis del pH

Según Gómez *et al.* (2015), el valor del pH debe estar ubicado en un rango de 5.5 a 7.0 con el objetivo de favorecer la absorción de nutrientes, mientras que, según la FAO (2024) un valor a partir del 6.5 hasta 8.0 sería lo ideal para su uso agrícola. El valor de pH tiene un dominio de 0 a 14, se mantiene alrededor de 7 durante el primer muestreo, como se ve en la Figura 4, no obstante, es posible observar que el pH alcanza un valor de 8.0 en pozos tales como 2401260006, 2401260007, y 2401260008, por mencionar algunos. También se observa la ausencia de datos para el tercer muestreo en los pozos 2401310002, 2401310003, 2401310004, 2401310005 y 2401260004, pues estos se secaron.

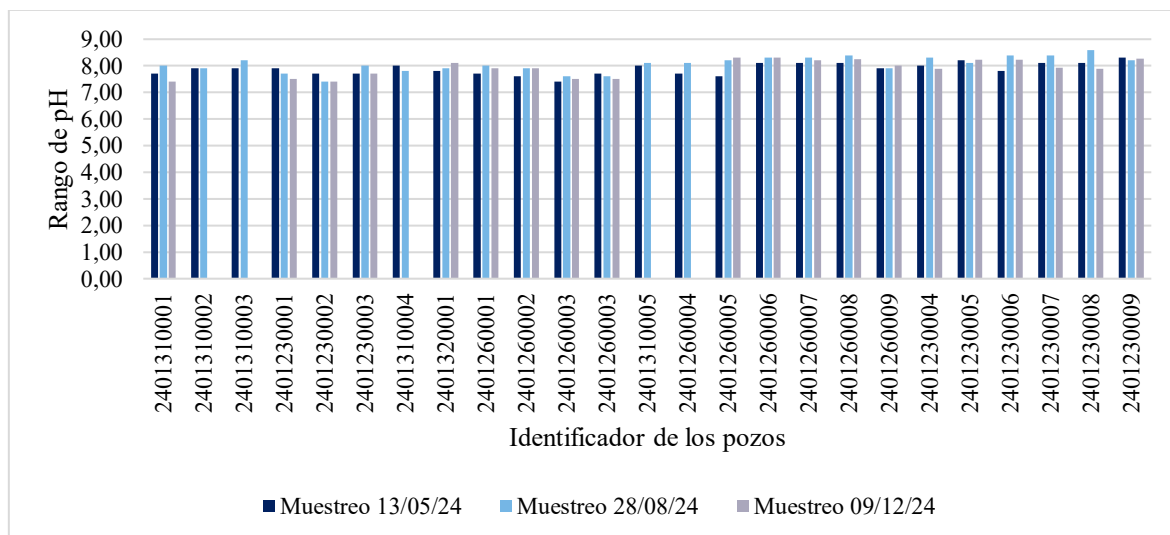


Figura 4. Resultados del pH del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita.

3.2.2 Análisis de la relación de adsorción de sodio

La relación de adsorción de sodio (RAS) influye de forma negativa en el desarrollo vegetal, como lo expresa Catelon (2015), citado por Rodríguez *et al.* (2022), pues si el sodio es abundante, a nivel del suelo se genera un ambiente anaerobio, lo que propicia la acumulación de minerales potencialmente peligrosos para los cultivos, causando el deterioro del suelo, mismo que, según Gonzabay (2021), compromete su fertilidad y estructura.

Como se aprecia en la Figura 5, los resultados revelan que el RAS se mantiene en un valor cercano a 3 en la mayoría de los pozos, no obstante, hay casos, por ejemplo, el pozo 2401310003, dicho valor alcanzó un valor de 14 en el primer muestreo, y descendió a 6,6 en el segundo muestreo. Algo similar se ve en el pozo 2401230009, donde el primer y segundo muestreo ronda el valor de 8, para después ascender hasta 12.5.

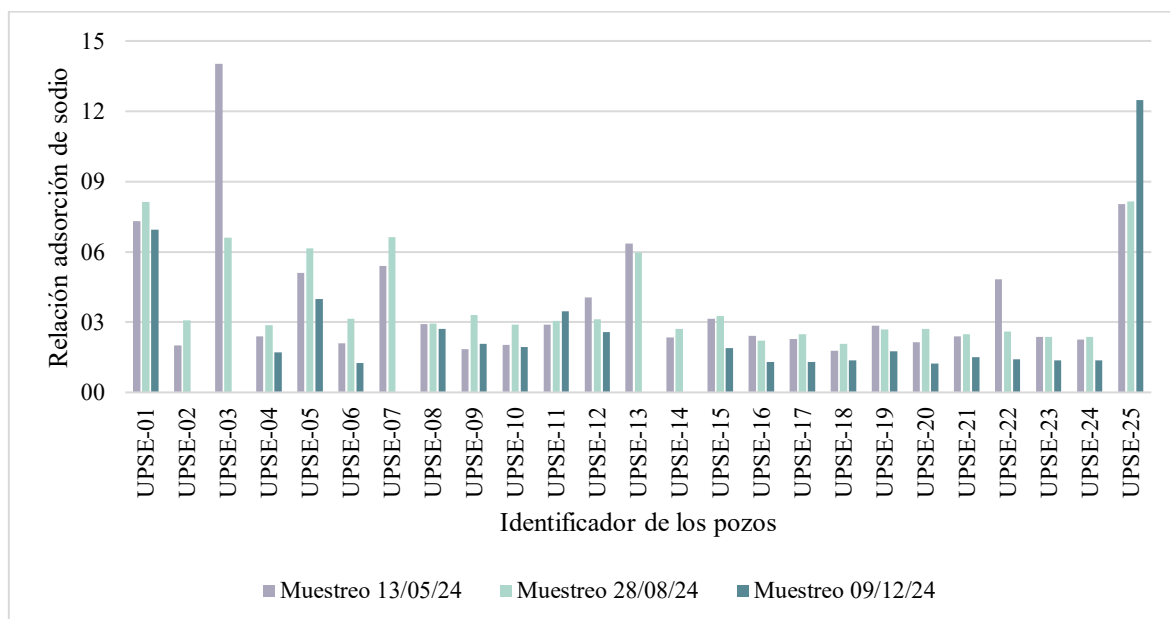


Figura 5. Relación adsorción de sodio del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita.

3.2.3 Análisis del coeficiente de irrigación

El coeficiente de irrigación, como se observa en la Figura 6, en varios pozos obtuvo valores que rondan un valor > 18 , donde, de acuerdo con Dunán *et al.* (2022), quiere decir que su calidad es buena, mientras que ciertos pozos, como el 2401310001 se mantiene por debajo de 5 durante sus tres muestreos, es decir, según su coeficiente de irrigación, su calidad es no satisfactoria, de acuerdo con la Tabla 7 anteriormente mostrada.

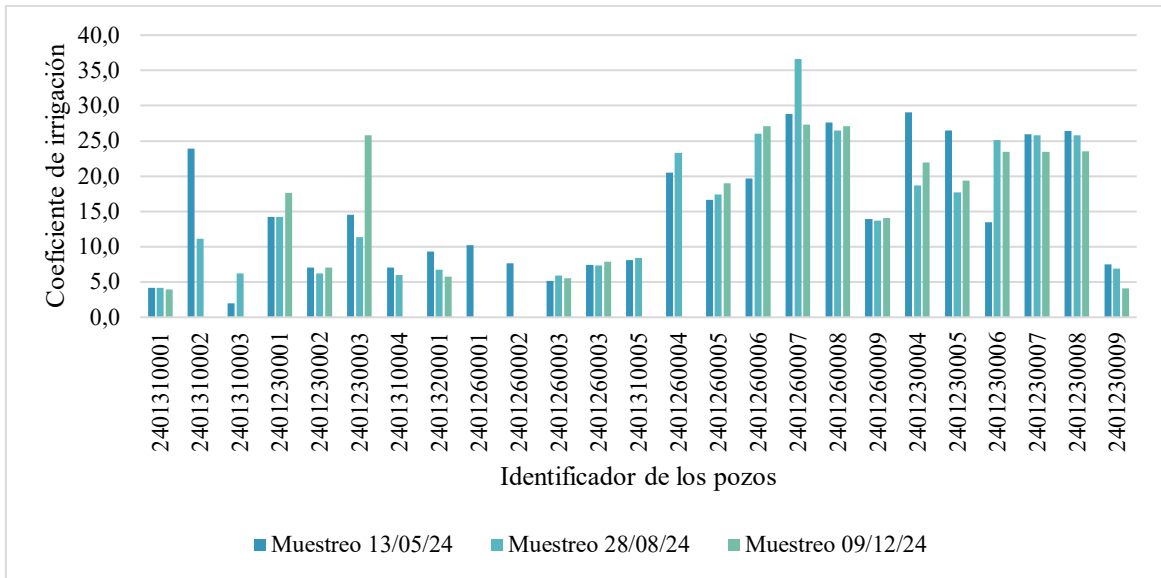


Figura 6. Coeficiente de irrigación del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita.

3.2.4 Análisis de la salinidad efectiva y potencial

La salinidad efectiva ha demostrado ser relativamente alta, como se puede observar en la Figura 7, donde el pozo 2401230006 es el único con SE menor a 3, que, de acuerdo con Balmaseda *et al.* (2006), citado por Dunán *et al.* (2022), corresponde a una calidad buena. El resto de los pozos se mantienen entre 3-15, correspondientes a una calidad limitada, y hay pozos cuya criterio de uso es no recomendable, pues superan un valor de 15, como el pozo 2401310003 durante el primer muestreo, o el 2401230009 en la tercera toma de datos, por mencionar algunos.

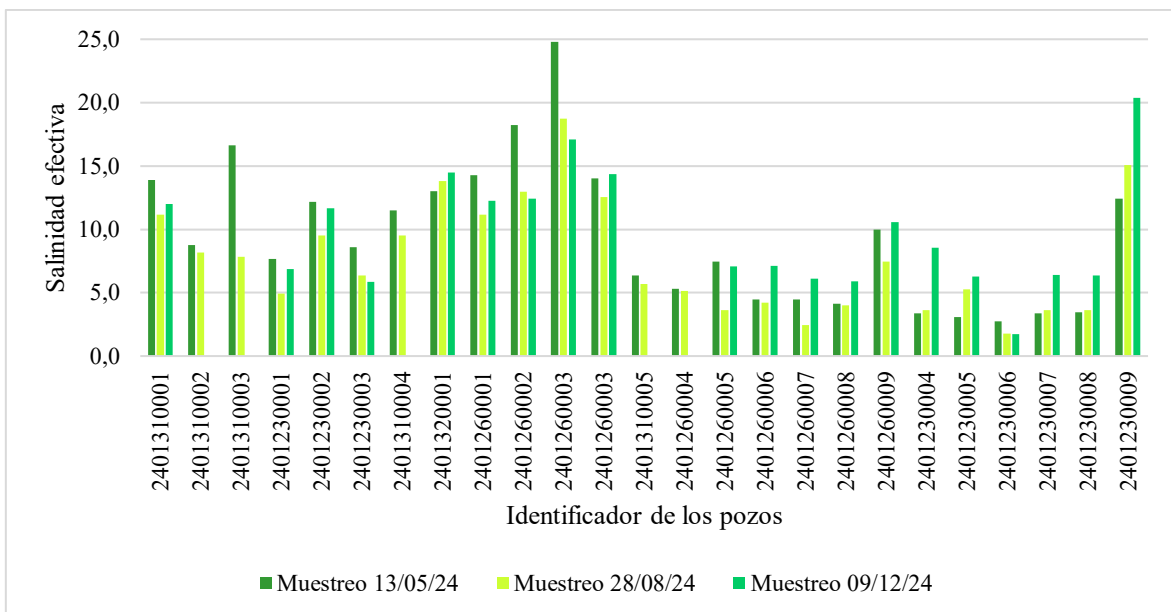


Figura 7. Salinidad efectiva del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.

Por otro lado, correspondiente a la salinidad potencial, la mayoría de los pozos durante los tres muestreos obtuvieron un valor de SP entre 3-15, como se observa en la Figura 8, mostrando una calidad limitada de acuerdo con Balmaseda *et al.* (2006), citado por Dunán *et al.* (2022). Al mismo tiempo, se evidencia que pozos como 2401310001 obtuvieron valores correspondientes a una calidad no apta durante sus tres muestreos.

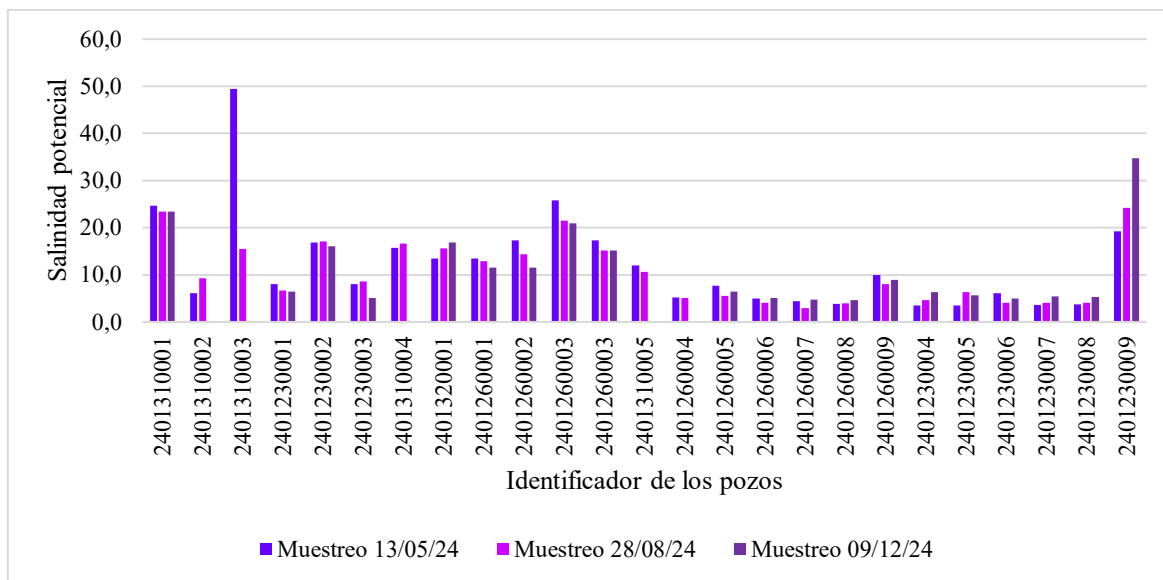


Figura 8. Salinidad potencial del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita.

3.2.5 Análisis del porcentaje de sodio soluble

El porcentaje de sodio soluble (PSS), según Balmaseda e Hidalgo (2013), contempla la proporción de sodio y potasio respecto al total de cationes adsorbidos, y expresa que, en concentraciones altas, puede repercutir en su uso para actividades agrícolas. Los mismos autores expresan que aquellas con un porcentaje de 60-80% se clasifican como dudosas, mientras que las clasificadas entre 40-60% se denominan permisibles.

El PSS de los distintos pozos fue variado, como se puede ver en la Figura 9, por ejemplo, los pozos 2401310001 y 2401230002, durante los tres muestreos se mantuvieron en un rango permisible. Por otro lado, el pozo 2401230009 se mantuvo en un rango permisible en sus dos primeros muestreos, y en el tercero, obtuvo un PSI de 64, es decir, pasó a tener una calidad dudosa.

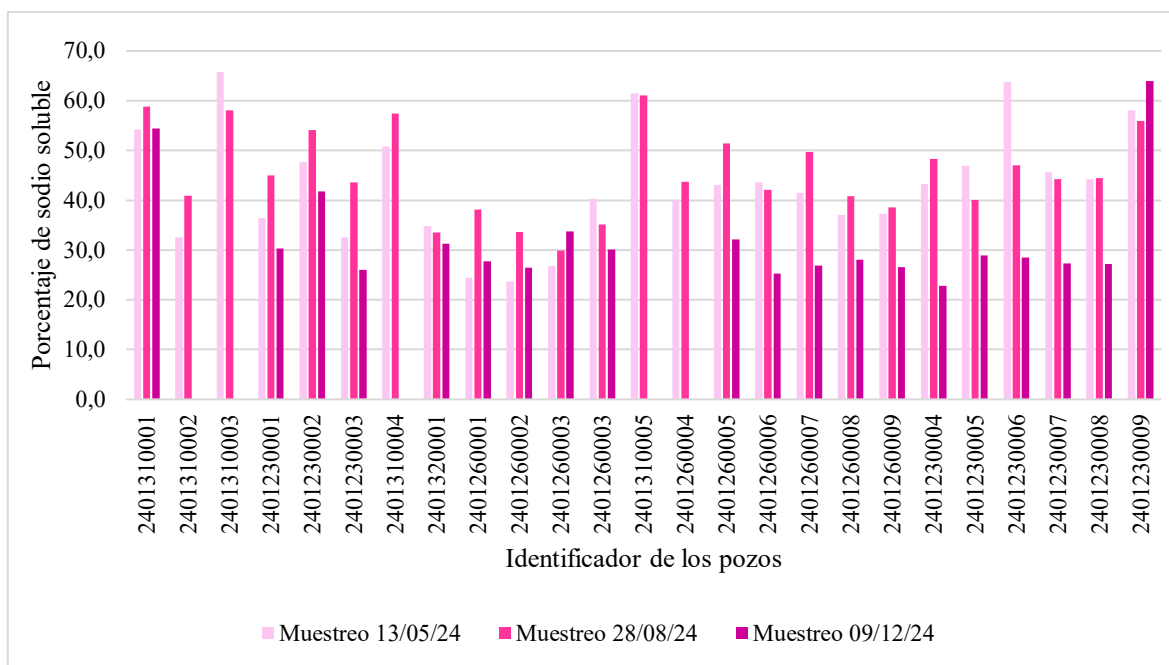


Figura 9. Porcentaje de sodio soluble del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita.

3.2.6 Análisis basado en la conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica tuvo distintos valores durante cada muestreo, como se observa en la Tabla 15. Estos valores fluctúan debido a cambios en el manto freático, ligado estrechamente a las variaciones entre época seca y lluviosa (Morales *et al.*, 2019).

Tabla 15. Resultados de la conductividad eléctrica en dS/m del agua de 25 pozos en la cuenca del Rio Javita “continúa”.

ID	Ubicación	Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo
		CE dS/m	CE dS/m	CE dS/m
2401310001	San Marcos Bella Esperanza	4.20	3.95	4.02
2401310002	San Marcos Barbascal	1.11	1.70	*SD
2401310003	San Marcos Barbascal	8.14	2.65	*SD
2401230001	Salanguillo Salado	1.27	1.73	1.14
2401230002	Salanguillo Salado	2.91	2.91	2.97
2401230003	Salanguillo Clementina	1.36	1.68	0.76
2401310004	San Marcos Pueblo Nuevo	2.85	2.80	*SD
2401320001	Cerezal Bellavista	1.96	2.67	2.97
2401260001	Manantial Guangala	2.32	2.31	1.98
2401260002	Manantial Guangala	2.81	2.51	1.98
2401260003	Manantial Guangala	4.23	3.76	3.60
2401260003	Manantial Guangala	2.74	2.59	2.55
2401310005	San Marcos	1.94	1.96	*SD
2401260004	Manantial Inea	1.06	1.05	*SD
2401260005	Manantial Inea	1.38	1.13	1.13
2401260006	Manantial Inea	0.99	0.86	0.96
2401260007	Manantial Inea	1.08	0.85	0.88

*SD= Sin datos (el pozo se secó imposibilitando su muestreo).

Tabla 15. Continuación.

ID	Ubicación	Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo
		CE dS/m	CE dS/m	CE dS/m
2401260008	Manantial Inea	0.83	0.85	0.88
2401260009	Manantial Guangala	1.69	1.59	1.57
2401230004	Salanguillo	0.76	0.89	0.89
2401230005	Salanguillo	0.74	1.29	0.94
2401230006	Salanguillo	1.18	0.88	0.88
2401230007	Salanguillo	0.81	0.77	0.87
2401230008	Salanguillo	0.79	0.77	0.87
2401230009	Bellavista	4.47	4.90	7.01

3.2.7 Análisis del índice de Langelier

Como se observa en la Figura 10, no hubo muestreos cuyo valor sea menor a cero, por lo que, según Hernández *et al.* (2020), se prevé la formación de incrustaciones en los elementos de riego por el agua de todos los pozos, según lo mostrado en la Tabla 6 vista anteriormente, sin embargo, según los resultados de los análisis de laboratorio, se consideró que la posibilidad en la formación de incrustaciones como muy alta si el índice de Langelier superaba el valor 1, alta si se hallaba de 0.9 a 0,5, media si correspondía de 0.4- 0.2, y pequeña cuando alcanzaba el valor de 0.1-0,, no obstante, ningún pozo mostró un valor similar a este último intervalo, como se puede ver en la Tabla 16.

De la Torre y Vaca (2018) expresan que el peligro de obstrucción por la precipitación de los minerales es un factor limitante, especialmente en sistemas de riego localizado. El índice de Langelier permite prevenir la formación de incrustaciones en zonas con acceso limitado al agua, como lo es la provincia de Santa Elena, donde, según Borbor (2021) dichos sistemas de riego son de uso común entre los productores agrícolas.

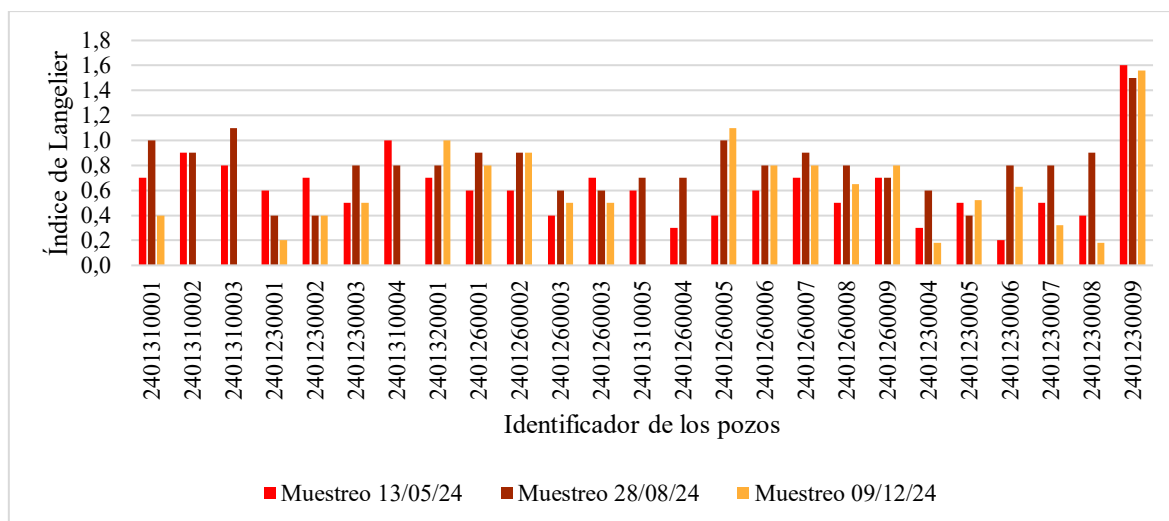


Figura 10. Índice de Langelier del agua de 25 pozos en la cuenca del río Javita.

Tabla 16. Interpretación del índice de Langelier del agua de 25 pozos en la cuenca del Río Javita.

ID	Ubicación	Primer muestro		Segundo muestreo		Tercer muestreo	
		*ISL	Interpretación	ISL	Interpretación	ISL	Interpretación
2401310001	San Marcos Bella Esperanza		Alto		Alto	0,4	Medio
2401310002	San Marcos Barbascal	0,9	Alto	0,9	Alto	*SD	*SD
2401310003	San Marcos Barbascal	0,8	Alto	1,1	Muy alto	*SD	*SD
2401230001	Salanguillo Salado	0,6	Alto	0,4	Medio	0,2	Medio
2401230002	Salanguillo Salado	0,7	Alto	0,4	Medio	0,4	Medio
2401230003	Salanguillo Clementina	0,5	Alto	0,8	Alto	0,5	Alto
2401310004	San Marcos Pueblo Nuevo	1,0	Alto	0,8	Alto	*SD	*SD
2401320001	Cerezal Bellavista	0,7	Alto	0,8	Alto	1,0	Alto
2401260001	Manantial Guangala	0,6	Alto	0,9	Alto	0,8	Alto
2401260002	Manantial Guangala	0,6	Alto	0,9	Alto	0,9	Alto
2401260003	Manantial Guangala	0,4	Medio	0,6	Alto	0,5	Alto
2401260003	Manantial Guangala	0,7	Alto	0,6	Alto	0,5	Alto
2401310005	San Marcos	0,6	Alto	0,7	Alto	*SD	*SD
2401260004	Manantial Inea	0,3	Medio	0,7	Alto	*SD	*SD
2401260005	Manantial Inea	0,4	Medio	1,0	Alto	1,1	Muy alto
2401260006	Manantial Inea	0,6	Alto	0,8	Alto	0,8	Alto
2401260007	Manantial Inea	0,7	Alto	0,9	Alto	0,8	Alto
2401260008	Manantial Inea	0,5	Medio	0,8	Alto	0,6	Alto
2401260009	Manantial Guangala	0,7	Alto	0,7	Alto	0,8	Alto
2401230004	Salanguillo	0,3	Medio	0,6	Alto	0,2	Medio
2401230005	Salanguillo	0,5	Alto	0,4	Medio	0,5	Alto
2401230006	Salanguillo	0,2	Medio	0,8	Alto	0,6	Alto
2401230007	Salanguillo	0,5	Alto	0,8	Alto	0,3	Medio
2401230008	Salanguillo	0,4	Medio	0,9	Alto	0,2	Medio
2401230009	Bellavista	1,6	Muy alto	1,5	Muy alto	1,6	Muy alto

*ISL= Índice de saturación de Langelier. *SD = Sin datos (el pozo se secó imposibilitando su muestreo).

3.2.8 Clase de agua según las normas Wilcox-Riverside

Como se observas en la Tabla 17, la clase de agua puede interpretarse de acuerdo con las Tablas 4 y 5 anteriormente mostradas, donde, según Wilcox (1955), su aptitud para el riego se resume, en no aceptable, dudosa, aceptable, buena, y excelente.

Tabla 17. Clase e interpretación de la calidad del agua de los pozos de la cuenca del río Javita.

ID	Ubicación	Primer muestro		Segundo muestreo		Tercer muestreo	
		Clase	Interpretación	Clase	Interpretación	Clase	Interpretación
2401310001	San Marcos Bella Esperanza	C5S2	Dudosa	C4S2	Dudosa	C5S2	Dudosa
2401310002	San Marcos Barbascal	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	*SD	*SD
2401310003	San Marcos Barbascal	C6S4	No Aceptable	C4S2	Dudosa	*SD	*SD
2401230001	Salanguillo Salado	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230002	Salanguillo Salado	C4S2	Dudosa	C4S2	Dudosa	C4S2	Dudosa
2401230003	Salanguillo Clementina	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401310004	San Marcos Pueblo Nuevo	C4S2	Dudosa	C4S2	Dudosa	*SD	*SD
2401320001	Cerezal Bellavista	C3S1	Aceptable	C4S1	Dudosa	C3S1	Dudosa
2401260001	Manantial Guangala	C4S1	Dudosa	C4S1	Dudosa	C4S1	Aceptable
2401260002	Manantial Guangala	C4S1	Dudosa	C4S1	Dudosa	C4S1	Aceptable
2401260003	Manantial Guangala	C4S1	Dudosa	C4S1	Dudosa	C4S1	Dudosa
2401260003	Manantial Guangala	C4S2	Dudosa	C4S1	Dudosa	C4S2	Dudosa
2401310005	San Marcos	C3S2	Aceptable	C3S2	Aceptable	*SD	*SD
2401260004	Manantial Inea	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	*SD	*SD
2401260005	Manantial Inea	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401260006	Manantial Inea	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401260007	Manantial Inea	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401260008	Manantial Inea	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401260009	Manantial Guangala	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230004	Salanguillo	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230005	Salanguillo	C2S1	Buena	C3S1	Aceptable	C2S1	Aceptable
2401230006	Salanguillo	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230007	Salanguillo	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230008	Salanguillo	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable	C3S1	Aceptable
2401230009	Bellavista	C5S3	Dudosa	C5S3	Dudosa	C5S3	No Aceptable

*SD = Sin datos (el pozo se secó imposibilitando su muestreo).

3.3 Conductividad eléctrica y su tolerancia en los cultivos

3.3.1 Tolerancia a la CE de los cultivos

Tras la recopilación de datos correspondientes a los cultivos desarrollados, es necesario comparar su nivel de tolerancia a la salinidad según su conductividad eléctrica (Tabla 18), basándose en los datos mostrados en las Tablas 8, 9 y 10.

Tabla 18. Tolerancia a la salinidad de los cultivos presentes en los sitios de muestreo.

ID	Ubicación	Cultivos que se riegan con esa agua	Umbral de tolerancia CE dS/m	Calificación
2401310001	San Marcos Bella Esperanza	Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
2401310002	San Marcos Barbascal	Maíz	1.7	*MS
2401310003	San Marcos Barbascal	Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
		Maíz	1.7	*MS
2401230001	Salanguillo Salado	Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
		Mango	0.12	*S
2401230002	Salanguillo Salado	Maderable	1.7	*S
		Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
2401230003	Salanguillo Clementina	Plátanos	1.7	*S
2401310004	San Marcos Pueblo Nuevo	Maíz	1.7	*MS
2401320001	Cerezal Bellavista	Maíz	1.7	*MS
2401260001	Manantial Guangala	Cacao	1.7	*MS
		Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
2401260002	Manantial Guangala	Maíz	1.7	*MS
		Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
2401260003	Manantial Guangala	Maíz	1.7	*MS
2401260003	Manantial Guangala	Maíz,	1.7	*MS
		Maracuyá	1.0	*S
2401310005	San Marcos	Maíz,	1.7	*MS
		Maracuyá	1.0	*S
2401260004	Manantial Inea	Ají	1.5	*MS
		Maíz	1.7	*MS
2401260005	Manantial Inea	Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
		Mango	0.12-	*S
2401260006	Manantial Inea	Maíz	1.7	*MS
2401260007	Manantial Inea	Cítricos	1.2-1.7	*S-MS
2401260008	Manantial Inea	Maíz	1.7	*MS
2401260009	Manantial Guangala	*Ninguno	*SD	*SD
2401230004	Salanguillo	Maíz	1.7	*MS
2401230005	Salanguillo	*Ninguno	*SD	*SD
2401230006	Salanguillo	Maíz	1.7	*MS
2401230007	Salanguillo	Sandía	1.0	*MS
		Zapallo	1.2	*MS
2401230008	Salanguillo	Maíz	1.7	*MS
2401230009	Bellavista	Maracuyá,	1.0	*S
		Plátanos	1.7	*S

*Ninguno= El pozo estaba destinado al uso doméstico. *SD= Sin datos de umbral de tolerancia de CE en ausencia de cultivos. *S-MS= Sensible a moderadamente sensible. *MS= Moderadamente sensible. *S= Sensible.

3.4 Propuesta basada en el buen uso de agua de pozo

3.4.1 Propuesta de cultivos

La Tabla 18 anteriormente mostrada recopila los datos correspondientes al cultivo desarrollado junto a su umbral de tolerancia respecto a la conductividad eléctrica, sin embargo, dicho valor tuvo variaciones entre los distintos muestreos, como lo expresa Avelar *et al.* (2023), quien menciona que los valores de CE en agua de pozo varían según la época del año, siendo particularmente la época seca la que represente un problema en términos de aptitud.

Para la realización de la propuesta de cultivos, se obtuvo el valor medio de la conductividad eléctrica en dS/m, como se ve en la Tabla 14. Dicho valor se comparó con el umbral de tolerancia de los distintos cultivos expuestos por Tanji y Kielen (2002) vistos en las Tablas 8, 9 y 10 anteriormente mostradas. Posteriormente, en función de la CE media de cada pozo, en la misma Tabla se elaboró un listado de los cultivos de ciclo corto (Tabla 19) y ciclo perenne (Tabla 20) cuyo umbral de tolerancia a la conductividad sea igual o mayor a la presente en los pozos estudiados.

Sin embargo, como se pudo evidenciar en la Tabla 15, el uso de dichos pozos para fines agrícolas llega a superar décadas en su mayoría, motivo por el cual proponer un cambio respecto al cultivo desarrollado, puede resultar extraño o poco atractivo, no obstante, puede representar una oportunidad de desarrollo para los campesinos, como lo expresa Nieto *et al.* (2018).

Tabla 19. Pozos estudiados y su propuesta de cultivo de ciclo corto según su valor medio de CE (dS/m).

Cultivo propuesto	Umbral de tolerancia (dS/m) de los cultivos recomendados	Pozos estudiados y su idoneidad para riego según su valor medio de CE (dS/m)																									
		2401310001	2401310002	2401310003	2401230001	2401230002	2401230003	2401310004	2401320001	2401260001	2401260002	2401260003	2401260003	2401310005	2401260004	2401260005	2401260006	2401260007	2401260008	2401260009	2401230004	2401230005	2401230006	2401230007	2401230008	2401230009	
		4.06	1.41	5.39	1.38	2.92	1.27	2.82	2.53	2.20	2.43	3.87	2.63	1.95	1.06	1.21	0.95	0.94	0.85	1.61	0.84	0.99	0.98	0,82	0,8	5,46	
Ají	1.5		X		X		X							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Ajo	3.9		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Camote	1.5		X		X		X							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Cebolla	1.2												X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Frijol	1.0															X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Girasol	4.8	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Maíz	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Maní	3.2		X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Melón	1.0															X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Pepino	2.5		X		X		X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pimiento	1.5		X		X		X							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Rábano	1.2												X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Remolacha	7.0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sandía	1.0															X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Sorgo	6.8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Soya	5.0	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Tomate	2.5		X		X		X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Zapallo	1.2												X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X		

Tabla 20. Pozos estudiados y su propuesta de cultivo de ciclo perenne según su valor medio de CE (dS/m).

Cultivo propuesto	Umbral de tolerancia (dS/m) de los cultivos recomendados	Pozos estudiados y su idoneidad para riego según su valor medio de CE (dS/m)																								
		2401310001	2401310002	2401310003	2401230001	2401230002	2401230003	2401310004	2401320001	2401260001	2401260002	2401260003	2401260003	2401310005	2401260004	2401260005	2401260006	2401260007	2401260008	2401260009	2401230004	2401230005	2401230006	2401230007	2401230008	2401230009
		4.06	1.41	5.39	1.38	2.92	1.27	2.82	2.53	2.20	2.43	3.87	2.63	1.95	1.06	1.21	0.95	0.94	0.85	1.61	0.84	0.99	0.98	0.82	0.8	5.46
Aguacate	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Algodón	7.7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Banana	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cacao	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Caña de azúcar	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Chirimoya	1.7		X		X		X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Guayaba	4.7	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Limón	1.5		X		X		X							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
Mandarina	1.2													X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	
Maracuyá	1.0															X	X	X		X	X	X	X	X		
Naranja	1.3						X							X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realizaron tres muestreos para analizar la calidad de las aguas empleadas en el riego en la cuenca del río Javita, a partir de ellos se determinó que el 40 % de las fuentes de abasto estudiadas tienen aguas con una aptitud dudosa o inaceptable para la agricultura.

Los contenidos de sodio en las aguas se encuentran en tenores que no afectan su aptitud según los valores de la relación de adsorción de sodio y del porcentaje de este elemento, sin embargo, existe riesgo de obstrucción de los emisores en los sistemas de riego localizado, de acuerdo con los valores del Índice de Langelier que en la mayoría de las fuentes es alto o medio, o sea, estas aguas podrían provocar incrustaciones.

Al comparar la conductividad eléctrica promedio con el umbral de tolerancia de los cultivos, resulta evidente que, en el 48 % de los pozos, se emplean fuentes de abastecimiento cuya calidad de agua es inadecuada, sin embargo, esta representa, en la mayoría de los casos, el único acceso a dicho recurso por parte de los productores.

El limitado acceso al agua puede condicionar el desarrollo de ciertos cultivos, sin embargo, el análisis de sus parámetros sirve para dar un punto de vista detallado sobre su aptitud para el riego, lo que permite planificar el establecimiento de cultivos capaces de tolerar el agua disponible para su riego, representando una oportunidad de desarrollo para los productores de la zona estudiada.

Recomendaciones

- Contemplar la realización de trabajos similares que abarquen un periodo más amplio, que permita obtener un panorama detallado de la calidad del agua, para observar sus cambios a lo largo del tiempo, para realizar estimaciones de su aptitud a largo plazo.
- Realizar un análisis de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento presentes en cualquier sistema de producción agrícola, para actuar en función de su calidad, previniendo problemas ligados a obstrucciones en los sistemas de riego o menor rendimiento en los cultivos
- Considerar la planificación previa de las labores agrícolas o pecuarias cuyas acciones puedan repercutir en la calidad del agua, haciendo énfasis en evitar la contaminación de las reservas de agua, particularmente en actividades que generen desperdicios, cuyo mal manejo afecte de forma directa en las fuentes de abastecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta García, J.C. y Salvadori Verón, J.A. (2020) *Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados | Semiárida*. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiárida/article/view/5403> (Accedido: 3 de junio del 2025).
- Ahmadzai, H. *et al.* (2022) *Marginal lands: potential for agricultural development, food security and poverty reduction*. FAO. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc2838en>.
- Andrade, P.R.V. y Ortiz, C.T. (2020) 'Agua en territorios comunales: gestión del riego en el valle del río Javita, provincia de Santa Elena', *Siembra*, 7(1), pp. 001–016.
- Araque Arellano, M. (ed.) (2022) 'El agua en la naturaleza', in *Diseño hidráulico de plantas de tratamiento de agua potable*. Editorial Abya-Yala, pp. 15–24. Disponible en: <https://doi.org/10.7476/9789978108208.0002>.
- Ato, M., López, J.J. y Benavente, A. (2013) 'Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología', *Anales de Psicología*, 29(3), pp. 1038–1059. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>.
- Avelar-Roblero, J.U. *et al.* (2023) 'Variación de la calidad del agua en el cauce principal de la cuenca del río Pánuco', *Terra Latinoamericana*, 41. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/573/57375131014/html/> (Accedido: 5 de junio del 2025).
- Balmaseda Espinosa, C. y García Hidalgo, Y. (2013) 'Calidad de las aguas de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas para el riego', *Cultivos Tropicales*, 34(4), pp. 68–73.
- Borbor Tigrero, J.L. (2021) *Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5957> (Accedido: 9 de junio del 2025).
- Castro Perdomo, N.A. *et al.* (2021) 'Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas', *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), pp. 351–360.
- Dunán-Avila, P.L. *et al.* (2022) 'Evaluación de la calidad de las aguas del río Yamanigüey para el riego agrícola', *Minería y Geología*, 38(1), pp. 83–98.
- FAO (2024) *Propiedades Químicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/> (Accedido: 9 de junio del 2025).
- Gaspar-Santos, M.E. *et al.* (2024) 'Desarrollo sostenible y el derecho al agua: Una perspectiva global', *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Criminalísticas*, 9(17), pp. 35–49. Disponible en: <https://doi.org/10.35381/racji.v9i17.3930>.
- García, S.L. *et al.* (2019) 'Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal', *INNOVA Research Journal*, 4(2), pp. 59–71.

- Gómez, J.J.C., Muñoz, R.B. y Rodríguez, M. de L.H. (2015) ‘Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala’, *Ingeniería*, 19(1), pp. 39–50.
- Gonzabay Gonzabay, N.W. (2021) *Análisis del cambio y uso del suelo en el transcurso de dos décadas parroquia Manglaralto - cantón Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6302> (Accedido: 8 de junio del 2025).
- Hernández-Pinto, V. *et al.* (2020) ‘Nueva metodología para la evaluación de productos inhibidores de incrustación basada en modelos existentes’, *TecnoLógicas*, 23(49), pp. 140–163. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.1648>.
- Medina Valdovinos, E.K. *et al.* (2016) ‘Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco’, *Idesia (Arica)*, 34(6), pp. 51–59. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000035>.
- Morales, E. *et al.* (2019) *Evaluación de la influencia de la estacionalidad climática en calidad del agua de consumo humano en un sistema de abastecimiento en San José, costa rica, periodo 2017-2018*. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292019000100048.
- Nieto, C. *et al.* (2018) *Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana*. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6538/653868369005/> (Accedido: 5 de junio del 2025).
- Paco, V. y Choque, W. (2020) ‘Cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) mediante interpolación.
- Quinteros, J. *et al.* (2019) ‘Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco.’, *ResearchGate* [Preprint]. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>.
- Redondo, M.A.M. (2017) *Interpretación de un análisis de agua para riego, iAgua. iAgua*. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>.
- Rodríguez, D.C., Chalarca Rodriguez, D. and Pérez, F. (2019) ‘Calidad del agua en las Américas’, in, pp. 190–217.
- Rodríguez, M. *et al.* (2008) ‘Evaluación de la calidad de aguas para riego de la cuenca del río Calera, Tucumán, Argentina.’, *Ciencia* [Preprint].
- Rodríguez, S. *et al.* (2022) ‘Evaluación de la Calidad del Agua de Riego Proveniente de la Acequia Tilipulo Enríquez-Cotopaxi Mediante la Relación de Absorción de Sodio (RAS)’, *Revista Politécnica*, 49(2), pp. 55–64.
- Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L.A. y Mora-Alvarado, D. (2018) ‘La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica’, *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), p. 35. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>.
- Tamara, B.P.G. (2022) ‘Evaluación de la Calidad de Agua Para Riego en Unidades Productivas Agrícolas en el Departamento de Sucre, Colombia.’

- Tang, T., Kahil, T. y Wada, Y. (2023) *Synthesis of literature review of the quality of water resources impacted by the agricultural sector*. FAO. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc2881en>.
- Tanji, K. y Kielen, N. (2002) *FAO Irrigation and drainage Paper 61*. Disponible en: <https://www.fao.org/4/y4263e/y4263e00.htm#Contents> (Accedido: 27 de mayo del 2025).
- Tomalá, R. (2021) *Calidad de agua de pozos en la parroquia Colonche*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6516> (Accedido: 8 de junio del 2025).
- Velasco Andrade, P.R. y Tamayo Ortiz, C. (2020) 'Agua en territorios comunales: gestión del riego en el valle del río Javita, provincia de Santa Elena', *Siembra*, 7(1), pp. 27–42. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1865>.
- Wilcox, L.V. (1955) 'Classification and use of irrigation waters'.
- Zamudio-González, B. *et al.* (2011) 'Pérdidas de nitratos y salinización del suelo por riego por goteo con nitrógeno.'

ANEXOS



Figura 1A. Recolección de una de las muestras en un pozo de la Cuenca del Río Javita.

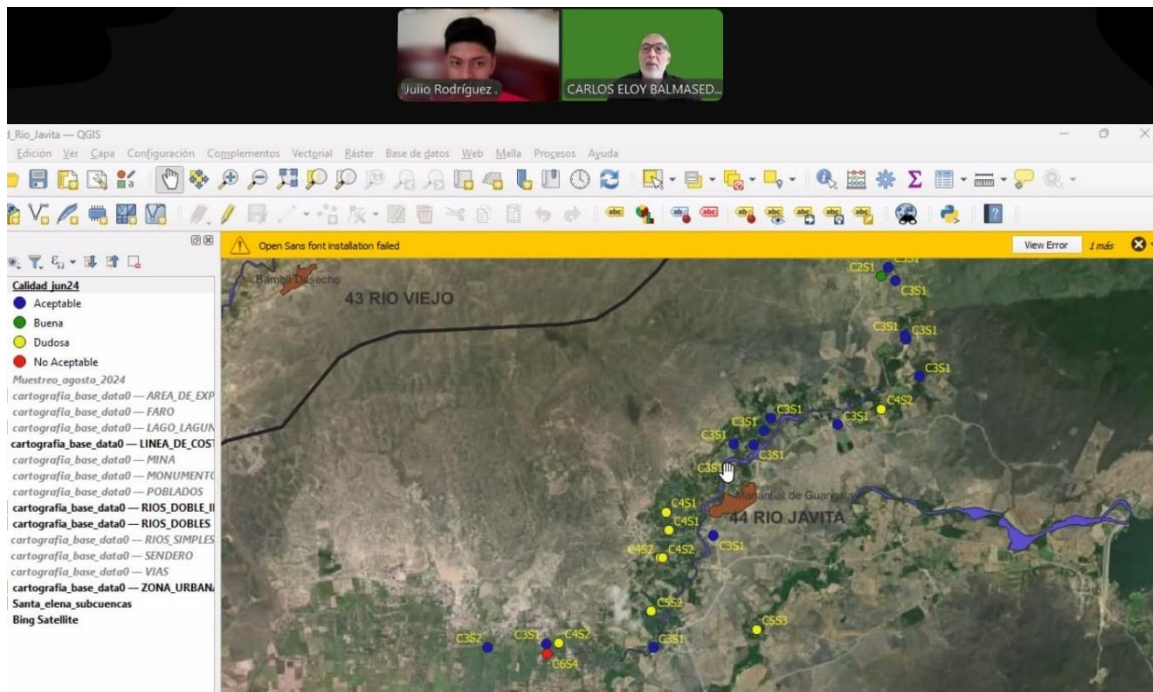


Figura 2A. Realización del sistema de información geográfica en el Software gratuito QGIS v. 3.34.9.

Tabla 3A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el primer muestreo de los 25 pozos estudiados.

N° Pozo	Identificador	Cationes								Aniones			
		Ca (mg/L)	Ca (meq/L)	Na (mg/L)	Na (meq/L)	Mg (mg/L)	Mg (meq/L)	K (mg/L)	K (meq/L)	CO3 (meq/L)	HCO3 (meq/L)	SO4 (meq/L)	Cl (meq/L)
1	2401310001	277,81	13,89	22,71	5,44	0,22	0,28	2,40	26,45	11,47	13,89	22,71	5,44
2	2401310002	174,90	8,74	4,51	1,39	0,38	0,80	3,20	8,36	1,88	8,74	4,51	1,39
3	2401310003	332,75	16,64	51,93	10,74	0,84	0,28	1,31	51,90	23,50	16,64	51,93	10,74
4	2401230001	153,18	7,66	5,25	1,94	0,26	0,40	1,60	8,55	3,76	7,66	5,25	1,94
5	2401230002	243,11	12,16	14,54	4,15	0,32	0,60	2,40	20,45	6,58	12,16	14,54	4,15
6	2401230003	171,95	8,60	4,81	1,82	0,22	0,60	1,79	8,52	3,76	8,60	4,81	1,82
7	2401310004	229,61	11,48	14,41	2,76	0,27	0,72	2,08	18,35	6,58	11,48	14,41	2,76
8	2401320001	260,63	13,03	8,31	3,11	0,32	0,24	2,24	15,55	5,64	13,03	8,31	3,11
9	2401260001	285,87	14,29	5,58	3,90	0,29	0,12	1,79	15,62	5,64	14,29	5,58	3,90
10	2401260002	364,12	18,21	6,91	5,13	0,31	0,10	2,18	19,55	7,52	18,21	6,91	5,13
11	2401260003	495,96	24,80	11,65	7,88	0,27	0,02	2,18	29,51	11,09	24,80	11,65	7,88
12	2401260003	280,83	14,04	12,45	4,92	0,31	0,48	2,11	21,46	6,58	14,04	12,45	4,92
13	2401310005	127,50	6,37	12,92	1,89	0,25	0,40	1,92	12,60	5,64	6,37	12,92	1,89
14	2401260004	105,83	5,29	4,27	1,37	0,18	0,80	1,60	5,61	2,44	5,29	4,27	1,37
15	2401260005	149,12	7,46	6,80	1,89	0,27	0,48	2,11	10,12	2,63	7,46	6,80	1,89
16	2401260006	89,47	4,47	4,09	1,22	0,30	0,60	1,38	4,75	2,63	4,47	4,09	1,22
17	2401260007	89,47	4,47	4,00	1,68	0,36	0,60	1,79	5,85	1,50	4,47	4,00	1,68
18	2401260008	82,12	4,11	2,90	1,26	0,26	0,56	1,50	3,99	1,88	4,11	2,90	1,26
19	2401260009	199,55	9,98	7,14	2,52	0,28	0,64	1,66	13,10	3,38	9,98	7,14	2,52
20	2401230004	67,56	3,38	3,15	0,96	0,16	0,60	1,31	3,51	1,69	3,38	3,15	0,96
21	2401230005	61,22	3,06	3,36	0,92	0,16	0,64	1,28	3,19	1,88	3,06	3,36	0,92
22	2401230006	44,02	2,20	7,15	2,18	0,56	0,64	2,08	5,03	3,57	2,20	7,15	2,18
23	2401230007	67,56	3,38	3,58	1,22	0,29	0,60	1,89	3,51	1,88	3,38	3,58	1,22
24	2401230008	69,39	3,47	3,38	1,01	0,17	0,60	1,38	3,60	1,88	3,47	3,38	1,01
25	2401230009	248,37	12,42	23,96	5,38	0,67	1,40	4,35	31,25	3,57	12,42	23,96	5,38

Tabla 4A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el segundo muestreo de los 25 pozos estudiados.

N° Pozo	Identificador	Cationes								Aniones			
		Ca (mg/L)	Ca (meq/L)	Na (mg/L)	Na (meq/L)	Mg (mg/L)	Mg (meq/L)	K (mg/L)	K (meq/L)	CO3 (meq/L)	HCO3 (meq/L)	SO4 (meq/L)	Cl (meq/L)
1	2401310001	222,71	11,14	23,31	5,29	0,18	0,32	3,2	24,23	11,28	222,71	11,14	23,31
2	2401310002	163,51	8,18	7,05	2,36	0,26	0,2	3,2	9,2	4,7	163,51	8,18	7,05
3	2401310003	156,45	7,82	16,02	3,99	0,32	0,2	3,36	15,85	7,52	156,45	7,82	16,02
4	2401230001	98,71	4,94	5,23	1,69	0,19	0,1	1,79	5,8	3,76	98,71	4,94	5,23
5	2401230002	190,08	9,5	16,3	4,57	0,29	0,2	2,75	19,1	7,52	190,08	9,5	16,3
6	2401230003	126,8	6,34	6,61	2,46	0,2	0,2	2,11	7,75	4,7	126,8	6,34	6,61
7	2401310004	190,08	9,5	16,55	2,95	0,22	0,2	2,5	17,4	7,9	190,08	9,5	16,55
8	2401320001	277,51	13,8	8,91	4,5	0,3	0,3	3,2	14,4	8,46	277,51	13,8	8,91
9	2401260001	222,71	11,14	9,15	4,16	0,28	0,3	3,2	14,58	5,64	222,71	11,14	9,15
10	2401260002	259,04	12,95	8,58	4,63	0,32	0,28	2,94	15,54	6,58	259,04	12,95	8,58
11	2401260003	375,03	18,75	11,2	8,12	0,24	0,12	3,2	24,17	9,4	375,03	18,75	11,2
12	2401260003	251,17	12,56	9,22	4,95	0,27	0,12	2,98	15,19	7,52	251,17	12,56	9,22
13	2401310005	113,64	5,68	11,6	1,86	0,24	0,16	2,59	10,03	5,64	113,64	5,68	11,6
14	2401260004	102,93	5,15	4,85	1,29	0,16	0,12	2,4	6,32	1,88	102,93	5,15	4,85
15	2401260005	72,15	3,61	5,28	1,64	0,28	0,1	1,92	5,33	2,82	72,15	3,61	5,28
16	2401260006	84,22	4,21	3,55	0,9	0,16	0,1	1,92	4,3	1,88	84,22	4,21	3,55
17	2401260007	48,94	2,45	3,35	1,17	0,23	0,12	1,92	3,5	1,13	48,94	2,45	3,35
18	2401260008	80,16	4,01	3,34	1,16	0,23	0,12	1,98	4,1	1,88	80,16	4,01	3,34
19	2401260009	149,47	7,47	5,95	2,39	0,24	0,32	2,59	8,47	3,76	149,47	7,47	5,95
20	2401230004	72,15	3,61	4,1	0,93	0,14	0,1	1,7	3,53	2,82	72,15	3,61	4,1
21	2401230005	105,05	5,25	5,01	2,85	0,41	0,16	2,85	6,98	2,82	105,05	5,25	5,01
22	2401230006	72,15	3,61	3,95	0,99	0,14	0,1	1,66	4,47	1,88	72,15	3,61	3,95
23	2401230007	72,15	3,61	3,63	1,12	0,12	0,1	1,6	4,3	1,88	72,15	3,61	3,63
24	2401230008	72,15	3,61	3,63	1,08	0,12	0,12	1,5	4,34	1,88	72,15	3,61	3,63
25	2401230009	301,41	15,07	26,8	6,49	0,54	0,36	1,86	40,95	3,76	301,41	15,07	26,8

Tabla 5A. Concentración de aniones y cationes obtenidos tras el tercer muestreo de los 25 pozos estudiados.

N° Pozo	Identificador	Cationes								Aniones			
		Ca (mg/L)	Ca (meq/L)	Na (mg/L)	Na (meq/L)	Mg (mg/L)	Mg (meq/L)	K (mg/L)	K (meq/L)	CO3 (meq/L)	HCO3 (meq/L)	SO4 (meq/L)	Cl (meq/L)
1	2401310001	239,69	11,98	20,44	5,3	0,21	0,1	3,46	20,85	13	239,69	11,98	20,44
2	2401310002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	2401310003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2401230001	137,23	6,86	3,5	1,63	0,2	0	1,92	6,5	3,2	137,23	6,86	3,5
5	2401230002	233	11,65	11,4	4,67	0,31	0	2,98	17,25	7,4	233	11,65	11,4
6	2401230003	117,18	5,86	2,36	1,11	0,09	0	1,15	5,84	2,2	117,18	5,86	2,36
7	2401310004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2401320001	289,86	14,49	8,33	4,55	0,35	0,44	3,55	12,82	10,4	289,86	14,49	8,33
9	2401260001	245,42	12,27	5,8	3,42	0,22	0,4	2,98	13	5	245,42	12,27	5,8
10	2401260002	248,28	12,41	5,46	3,41	0,22	0,32	2,78	12,75	5,2	248,28	12,41	5,46
11	2401260003	241,76	17,09	11,97	6,82	0,21	0	3,68	21,84	10	241,76	17,09	11,97
12	2401260003	287,04	14,35	7,91	4,66	0,27	0	3,07	15,97	7,2	287,04	14,35	7,91
13	2401310005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2401260004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	2401260005	141,22	7,06	3,99	1,82	0,22	0,28	2,08	7,29	2,8	141,22	7,06	3,99
16	2401260006	142,21	7,11	2,64	1,26	0,19	0,4	1,98	6,25	2	142,21	7,11	2,64
17	2401260007	122,21	6,11	2,54	1,54	0,27	0,12	1,92	5,45	2	122,21	6,11	2,54
18	2401260008	118,19	5,91	2,64	1,53	0,26	0,2	1,92	5,3	2	118,19	5,91	2,64
19	2401260009	211,83	10,59	4,45	2,39	0,25	0,24	3,01	9,75	4	211,83	10,59	4,45
20	2401230004	170,9	8,55	2,73	1,23	0,16	0	1,7	7,54	2,6	170,9	8,55	2,73
21	2401230005	125,22	6,26	2,89	1,22	0,16	0,12	1,6	5,29	3	125,22	6,26	2,89
22	2401230006	121,2	6,06	2,67	1,08	0,17	0,12	1,6	5,2	2,4	121,2	6,06	2,67
23	2401230007	128,23	6,41	2,68	1,16	0,16	0	1,22	6,15	2,4	128,23	6,41	2,68
24	2401230008	127,23	6,36	2,63	1,14	0,17	0	1,66	5,8	2,4	127,23	6,36	2,63
25	2401230009	407,44	20,37	44,64	5,23	0,85	0,92	5,38	56,56	6,4	407,44	20,37	44,64