



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Importancia del uso de tecnologías modernas para análisis de
calidad del agua de riego para cultivos agrícolas”

AUTORA:

Maria Michel Figueroa Villasagua

TUTORA:

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La tecnología es un conjunto de herramientas, recursos técnicos o procedimientos que son utilizados en un determinado campo o sector agronómico, en este caso hacemos referencia para el análisis de la calidad del agua mediante su utilización en los cultivos porque de esto depende el desarrollo que tenga las plantas. La tecnología se debe involucrar cada vez más en la agricultura. Además, se debe de realizar un análisis de la calidad del agua de riego para determinar los ciertos nutrimentos que le sirven de mucha ayuda para el desarrollo correcto de la planta, al mismo tiempo que realiza este análisis dará cierta información importante sobre los parámetros que la propia agua contiene. La calidad de agua para el riego siempre debe de estar evaluando las condiciones físicas o químicas, el uso del agua de mala calidad puede ocasionar problemas y perjudicar el suelo de los cultivos. El agua de excelente calidad es cuando no presenta perjuicio a la producción de los cultivos siempre se logra cumplir todos los requisitos y tener una buena producción en los cultivos agrícolas. Esto aparato que se mencionan el pH-metro, conductímetro ayuda a medir la calidad del agua de riego, también sirve para determinar el contenido de salinidad que se encuentra en los principales cultivos como el arroz, maíz, soya. Además, se determinó que, en los cultivos de arroz, maíz, soya sin son tolerante o sensibles a la salinidad que se encuentra en el agua de riego sí que afecta al rendimiento en la producción.

Palabra clave: Tecnologías, Cultivos agrícolas, Calidad de agua, Riego

SUMARY

Technology is a set of tools, technical resources or procedures that are used in a certain field or agronomic sector, in this case we refer to the analysis of water quality through its use in crops because the development it has depends on this. the plants. Technology must be increasingly involved in agriculture. In addition, an analysis of the quality of the irrigation water must be carried out to determine the certain nutrients that are very helpful for the correct development of the plant, at the same time that this analysis is carried out, it will give certain important information about the parameters that the plant own water contains. The quality of water for irrigation must always be evaluating the physical or chemical conditions, the use of poor quality water can cause problems and harm the soil of crops. Excellent quality water is when it does not harm crop production, it is always possible to meet all the requirements and have a good production in agricultural crops. This device that is mentioned the pH-meter, conductivity meter helps to measure the quality of irrigation water, it also serves to determine the salinity content found in the main crops such as rice, corn, soybeans. In addition, it was determined that, in rice, corn, soybean crops that are not tolerant or sensitive to the salinity found in the irrigation water, it does affect production performance.

Keyword: Technologies, Agricultural crops, Water quality, Irrigation

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMARY	iii
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivos General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Líneas de Investigación.....	3
2 DESARROLLO.....	4
2.1 MARCO CONCEPTUAL	4
2.1.1 La tecnología en la agricultura	4
2.1.2 Aplicación de las nuevas tecnologías en las comunidades de regantes	4
2.1.3 La importancia de una buena calidad del agua.....	4
2.1.4 Que es el análisis del agua de riego	5
2.1.5 Cuando se debe de realizar un análisis del agua de riego	5
2.1.6 Parámetros de análisis de agua para riego.....	5
2.1.7 Parámetros que determinan la calidad del agua para riego.....	6
2.1.8 Medidas de sodicidad entre el RAS Y PSI	7
2.1.9 Boro	8
2.1.10 Arroz	8
2.1.11 Maíz.....	8
2.1.12 Soya	9
2.1.13 Propiedades químicas que determinan la calidad del agua de riego	9
2.1.14 Aparato para medir la calidad del agua	10
2.2 MARCO METODOLÓGICO	12
2.3 Resultados	12
2.4 Discusión de resultados	12

3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
3.1	Conclusiones.....	14
3.2	Recomendaciones.....	14
4	REFERENCIAS Y ANEXOS.....	15
4.1	Referencias bibliográficas	15
4.2	Anexos	19

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La tecnología es un conjunto de aparatos, recursos técnicos o diferentes procedimientos empleados en un determinado campo o sector, en este caso hacemos referencia para el análisis de la calidad del agua mediante su utilización en la agricultura.

Las tecnologías modernas ofrecen a los agricultores soluciones muy interesantes para determinar la calidad del agua de riego que necesita para su desarrollo en los cultivos, de esta manera los agricultores confiarán cada vez más en la innovación digital para mejorar diferentes aspectos como el rendimiento y el desarrollo en el trabajo de campo, de esto dependerá el crecimiento de las plantas a lo largo de su vida logrando la cantidad de agua requerida en cada punto de tiempo y en cada cultivo.

El agua es una sustancia química que consta de dos elementos: el hidrógeno y el oxígeno; cada molécula de agua contiene dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, por tanto, su fórmula se expresa como H₂O. En una gota de agua contiene muchas moléculas que están estrechamente unidas entre sí, cuando el agua fluye, las moléculas se deslizan unas contra otras. Por ello, el agua líquida no tiene forma definida (Red Comunidad 2022).

El agua de riego ha sido objeto de numerosas investigaciones encaminadas a la evaluación y definición de parámetros para calificar sus características físicas y químicas, la cual ha llevado a la proposición de diversos sistemas para su clasificación (Proain 2020).

La calidad del agua de riego puede variar significativamente según el tipo y cantidad de sales disueltas; éstas se localizan en concentraciones relativamente pequeñas pero explicativas. Los diferentes tipos de sales se transportan disueltas en el agua y son depositadas en los suelos. A medida que el agua se evapora o es absorbida por los cultivos agrícolas, las sales se acumulan en las diferentes extensiones de los suelos a corto, mediano o largo plazo éstas actuarán en contra de los cultivos no tolerantes a la salinidad en un área específica (Ojeda 2011).

El agua de riego también trae consigo nutrimentos como calcio, azufre, potasio, magnesio y son los principales tóxicos como son el sodio y el cloro, los cuales deben ser considerados al momento de diseñar las soluciones nutritivas para los cultivos. El agua con cierto nivel de salinidad proporciona un ahorro en el uso de fertilizantes en los sistemas hidropónicos o en suelo, por tanto, reducen las dosis de fertilizantes a adicionar al cultivo (Castellón 2015).

Es importante ejecutar un análisis del agua de riego antes de elegir un sitio para los cultivos agrícola. La calidad de algunas fuentes de agua puede variar mucho según la época del año (como es estación seca y lluviosa), por lo que se debe tomar más de una muestra en diferentes periodos del tiempo.

El riego de cultivos requiere grandes volúmenes de agua, la cual puede ser de baja calidad. La calidad del agua requerida para el riego es baja, altos niveles de salinidad retienen su uso para el riego, y suministros de agua contaminada reduce la calidad de los productos (Castellón 2015).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua hoy en día juega un papel muy importante en los cultivos agrícola por los que se requiere utilizar el uso de la tecnología moderna. Utilizando la tecnología se puede determinar la buena calidad del agua de riego que requiere los cultivos agrícolas ya que permite combatir la perdida en la producción. Y además existen aparatos tecnológicos que se involucran en campo agrícola y se menciona a continuación: el conductímetro, pH-metro que ayudan a medir la calidad de agua por el alto contenidos de sales que reduce la absorción del agua en ciertos cultivos como son: Arroz, Maíz, Soya.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en la Importancia del uso de tecnologías modernas para análisis de calidad del agua de riego para cultivos agrícolas, en lo cual se aplican aparatos tecnológicos como es el pH-metro, conductímetros que ayuda a determinar la calidad del agua de riego.

La calidad del agua de riego ha sido objeto numerosas investigaciones enfocadas para obtener una buena calidad de agua para el riego de los cultivos agrícola y los parámetros que se van a considerar determina las características físicas y químicas. Para obtener una mejor absorción de agua en los cultivos agrícola.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos General

- Identificar la importancia del uso de tecnologías modernas para análisis de calidad del agua de riego para cultivos agrícolas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Sintetizar información sobre la diversa tecnología modernas aplicadas para el análisis de la calidad del agua de riego.
- Determinar la importancia de la calidad del agua de riego para incrementar la producción de los cultivos.

1.5 Líneas de Investigación

La presente investigación está enfocada dentro del dominios de la Universidad técnicas de Babahoyo con el medio ambiente y la temática de la presente investigación es “Importancia del uso de tecnologías modernas para análisis de calidad del agua de riego para cultivos agrícolas” el cual se encuentra enfocada en la línea de investigación sobre el desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable ayuda a garantizar para aumentar la rentabilidad en los cultivos agrícola y en la sublinea con la conservación de suelos y agua.

2 DESARROLLO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 La tecnología en la agricultura

La tecnología es fundamentalmente una herramienta que debemos aprender a incorporar a la agricultura ya que nos brinda la capacidad de controlar el crecimiento, riego, cuidado, desarrollo y procesamiento de nuestros cultivos.

La revolución de la tecnología está cambiando las formas que se practica la agricultura porque cada vez más se están involucrando nuevas herramientas digitales.

2.1.2 Aplicación de las nuevas tecnologías en las comunidades de regantes

La incorporación de las Tecnología de la Información Comunicación (TIC) e Internet de la Cosas (IoT) a la gestión de las Comunidad Regantes (CCRR) se lleva ejecutando desde hace décadas y ha tenido una consecuencia de enorme trascendencia en las prestaciones de estas entidades. Esta herramienta es más utilizada:

- **Sistemas de información geográfica (SIG):** Estos sistemas son especialmente importante para la gestión en las Comunidad Regantes (CCRR), debido a la gran cantidad de datos espaciales georreferenciados que se procesan (parcelas, redes de distribución, balsas de riego, estaciones de bombeo, etc.). Le Permiten controlar cada metro cúbico de agua distribuido, y aumenta la eficiencia de la distribución de agua, lo que ayuda ahorrar agua y energía (Maestre 2020).

2.1.3 La importancia de una buena calidad del agua

La calidad del agua de riego es un factor muy importante a la hora de tomar decisiones en la selección de los sistemas de riego, determinar los componentes de la instalación y gestionar el riego y el cultivo para evitar problemas de contaminación salina, filtraciones de agua en el suelo.

2.1.4 Que es el análisis del agua de riego

El agua será de buena calidad para el riego agrícola si, cumpliendo con sus funciones esenciales para la planta de manera que garantice un rendimiento óptimo, no cause efectos perjudiciales al suelo. La calidad del agua para el riego por tanto está unida a la terna suelo-agua-planta, porque, además de considerar el efecto sobre la nutrición de la planta, es necesario tener en cuenta el efecto de la calidad del agua sobre el equilibrio del suelo (Monge 2017).

El agua es esencial para aprovechar el potencial de la tierra al máximo, así como permite que las plantas utilicen los factores del agua para obtener rendimiento en la producción.

El agua es un recurso fundamental y de suma utilidad para las actividades agropecuarias. No obstante, se requiere de un aprovechamiento óptimo, considerando su escasez en algunas zonas del país. Actualmente, con la introducción de diversas tecnologías y mediante la creación de prototipos, los sistemas de riego y de almacenamientos posibilitan el uso también para asegurar la producción de la calidad, tanto a nivel de pequeños como de grandes productores (Azeta 2014).

2.1.5 Cuando se debe de realizar un análisis del agua de riego

Se recomienda realizarlos antes del inicio la temporada de riego o fertiirrigación y a veces, las características químicas del agua pueden cambiar a lo largo de este período por lo que es beneficioso repetir el análisis de agua periódicamente para llevar un control (Buriticá 2021).

2.1.6 Parámetros de análisis de agua para riego

El análisis del agua para riego es muy importante para determinar la calidad y la composición de esta agua riego. De ello dependerá el sabor, el desarrollo o la riqueza de los productos recolectados. Habitualmente para llevar a cabo el análisis, se coge una muestra y se observan varios parámetros que nos permiten conocer la calidad del agua de riego agrícola.

Según Coarval (2022) menciona los siguientes parámetros que se miden en un análisis del agua de riego son:

- **El pH y la alcalinidad:** a través del pH del agua se logran conocer otros parámetros como la acidez o la alcalinidad y su contribución de nutrientes mejorará con el riego. Una alcalinidad alta impide la filtración de los nutrientes, esencialmente el hierro, tan precisos en las buenas cosechas.
- **La salinidad:** esto se comprueba midiendo la conductividad del agua o el contenido de sales en gramos por litro. A partir de los resultados, se puede conocer la cantidad y tipos de sales del agua: cloruros, carbonatos, bicarbonatos, etc. Conociendo estos antecedentes también se pueden adaptar los productos añadidos al agua.
- **La sodicidad:** se encuentra estrechamente relacionada con la salinidad, la sodicidad es la acumulación de sales en el suelo. Su consecuencia más directa es la impermeabilidad de la tierra, produciendo graves problemas de encharcamiento y falta de aireación.
- **Los nutrientes:** conocer los nutrientes que va a contribuir en agua de riego a la cosecha ayuda a regular el abonado y ahorrar en fertilizantes. Además, un exceso de nutrientes es tan perjudicial como su deficiencia. Los nutrientes más comunes utilizados para riego son el amonio, el nitrato, el potasio y el fosfato.
- **La dureza:** la dureza depende del contenido en calcio y magnesio. El agua de riego dura es recomendable en suelos con alta sodicidad para evitar impermeabilidad y los problemas derivados. Por el contrario, con el exceso de dureza deberá tener cuidado con las tuberías, ya que la acumulación de calcio y magnesio podría obstruir los sistemas de riego.

2.1.7 Parámetros que determinan la calidad del agua para riego

2.1.7.1 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica del agua proporciona una estimación de la concentración total de iones disueltos en el agua, y es una propiedad

importante del agua comúnmente utilizada como un indicador de la mineralización (concentración iónica total) del agua (Claude 2017).

2.1.8 Medidas de sodicidad entre el RAS Y PSI

El sodio se localiza en el suelo en estado combinado y principalmente en forma de sales. Un exceso de sodio en el suelo estimula un deterioro de sus propiedades físicas y químicas e impacta directa o indirectamente en el rendimiento de los cultivos, ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo, afectando a su estructura y permeabilidad. Sus efectos no dependen sólo de su propia concentración, sino también de la del resto de cationes. La concentración en sodio se puede medir, bien en la solución del suelo o bien en el complejo de cambio. En el primer caso se denomina relación de adsorción de sodio (RAS) y en el segundo hablamos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) (Tiloom 2016).

2.1.8.1 Relación de adsorción de sodio (RAS)

La relación de absorción de sodio se refiere a la proporción de sodio a calcio y magnesio en el suelo debido a sus efectos químicos opuestos. El mantenimiento de la composición química del suelo es un componente esencial para la protección y la salud de las plantas y cultivos (Asher 2019) .

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

2.1.8.2 Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)

Álvaro J (2019) menciona que se puede definir como la cantidad de sodio adsorbido por las partículas del suelo, expresado en porcentaje del CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), ya que para su determinación necesitamos conocer el contenido de sodio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico del suelo. La ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$PSI = \frac{NA^+}{CIC} * 100$$

2.1.9 Boro

El boro es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, la diferencia entre la concentración requerida por la planta (0,3-0,5 ppm) y la toxicidad (0,6-1,0 ppm en la mayoría de las plantas cultivadas) es muy pequeña, por lo que se debe tener especial cuidado con este elemento. Los síntomas de toxicidad se presentan generalmente como zonas amarillentas en las hojas, parecidas a quemaduras, partiendo de las puntas y difundiéndose hacia la base (Monge 2017).

Los niveles de Boro en las aguas de riego también son críticos dentro de un programa de nutrición, pueden llegar a niveles tóxicos e impedir su uso para algunos cultivos. Por otro lado, también son una fuente de Boro para las plantas; un agua con 0.2 ppm de boro aporta 1 kg de Boro/ha, suficiente dosis para abastecer la demanda del nutrimento en la mayoría de los cultivos (Castellanos 2017).

2.1.10 Arroz

La planta de arroz es altamente tolerante a la inundación (submersión) pero medianamente tolerante a la salinidad. La salinidad de la solución del suelo, incrementada por la aplicación de riego con agua salina, es un importante factor limitante del rendimiento en grano. Los primeros daños sobre la planta de arroz son de carácter osmótico, ya que al aumentarse la salinidad de la solución del suelo se dificulta la absorción radicular de agua y nutrientes. Con elevados contenidos salinos, los distintos iones provocan efectos fitotóxicos (Aguilar 2016).

2.1.11 Maíz

El maíz representa uno de los cultivos más importantes por su valor en la alimentación animal y humana, se ha clasificado dentro de los cultivos que son sensibles a estrés salino, su producción en suelos con problemas de salinidad provoca disminución en su desarrollo vegetativo y reproductivo, así

como es sus rendimientos productivos. Uno de los efectos más evidentes del estrés salino es la reducción en la capacidad de absorción de agua, que se puede manifestar como los efectos del estrés hídrico u osmótico, reduciendo el área foliar. La presencia en exceso de sales en la solución del suelo produce una disminución del potencial osmótico y, consecuentemente, del potencial (Ayala 2016).

2.1.12 Soya

La alta concentración de sales disminuye la posibilidad de las raíces de absorber agua; la elevada concentración de sodio reduce la permeabilidad del suelo y por lo tanto la velocidad de infiltración del agua. Las aguas de mala calidad pueden además producir efectos tóxicos sobre los cultivos (Riego 2007).

La salinidad provoca dos estreses principales para la planta. En primer lugar, la salinidad provoca una alta presión osmótica en la solución del suelo (fuera de la planta), lo que dificulta la extracción de agua para la planta. Este estrés osmótico reduce el crecimiento de la hoja y la raíz, la conducción es tomatal y, por consiguiente, la fotosíntesis. En segundo lugar, la salinidad provoca estrés ion específico debido a la acumulación de Na^+ y Cl^- en la planta. La acumulación de Na^+ y Cl^- tiene múltiples consecuencias perjudiciales, a saber: un desequilibrio en proporciones K^+/Na^+ y $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ que causa la inhibición de la actividad enzimática; fotosíntesis reducida; y la formación de radicales superóxidos que dañan la membrana (Grover 2014).

2.1.13 Propiedades químicas que determinan la calidad del agua de riego

2.1.13.1 Dureza del agua

La dureza del agua es esencialmente la suma de las concentraciones de calcio y magnesio del agua, indicadas en PPM (partes por millón) de CaCO_3 . El calcio y el magnesio son ambos nutrientes importantes para las plantas y una adecuada concentración de ambos elementos del agua son un beneficio. Sin embargo, si la

dureza del agua es demasiado elevada, en el sistema de riego podrían causar precipitaciones de sales, de calcio y de magnesio (Olivieri 2020).

2.1.13.2 Salinidad

Las sales presentes en el agua o en el suelo comprimen la disponibilidad de agua para el cultivo, estimulan un estado de marchitamiento y afectan por tanto a los rendimientos (Monge 2017).

2.1.13.3 pH

El pH es un indicador que se mide el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia. Se define la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala de pH va del 1 al 14, y es logarítmica: esto representa que, al subir una unidad, reduce diez veces la cantidad de iones de hidrógeno. En cuanto a más bajo es el pH del agua, más ácida es, y si el pH aumenta, el agua se forma más alcalina (Rotoplas 2022).

2.1.13.4 Alcalinidad

Para calcular la alcalinidad del agua de riego se utiliza la escala de pH, agua con pH superior a 7.0 se considera alcalina y cuando el pH es inferior a 7.0 se considera un agua acida. Para determinar la alcalinidad del agua es necesario recaudar una muestra representativa del agua de riego y enviar al laboratorio a realizar un análisis de agua de riego (Agro productores 2020).

2.1.14 Aparato para medir la calidad del agua

2.1.14.1 Conductímetro

Cumple la función de medir la cantidad de corriente eléctrica o conductancia en una solución. Por ejemplo, el *conductímetro* es el instrumento utilizado con la finalidad de conocer la conductividad, (carga eléctrica) en un cuerpo de agua de origen natural (Maliyam 2019).

El conductímetro es para medir la conductividad eléctrica de los iones en una disolución. Se emplea en un campo eléctrico entre dos electrodos y mide la resistencia eléctrica de la disolución. Para impedir cambios en las sustancias, efectos de capa sobre los electrodos, etc. Otras opciones de expresar la conductividad de una disolución son la Salinidad y los Sólidos Totales Disueltos (STD) (Sánchez 2021).

2.1.14.2 pH-metro

Este es un instrumento de medida muy sencillo de manejar, el cual permite conocer con precisión el pH del agua, además se lograrás saber el grado de concentración de iones de hidrógeno y su potencial de hidrógeno. Esta es una de las informaciones más significativas, especialmente si quieres tener rendimiento y el posterior éxito de un cultivo (Fernando 2022).

El Medidor de pH digital LAQUAtwin pH-33 es un aparato a prueba de agua con una gran pantalla LCD con retroiluminación. Este dispositivo incorpora un electrodo liso, único en el mundo diseñado con la última tecnología HORIBA para la medida de micro volumen. El electrodo reemplazable hace uso del mismo principio de medición que el electrodo de vidrio tradicional; sin embargo, el pH-33 tan solo requiere unas gotas (0,1 ml) para ofrecer un análisis rápido y preciso.

2.2 MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración de la investigación se recopiló información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, artículos, ponencias, congresos y todo material bibliográfico de carácter científico; los que me permitieron el desarrollo de esta investigación documental.

La información recolectada mediante un proceso de análisis, síntesis y resumen, para conocer la importancia del uso de la tecnología moderna para análisis de la calidad de agua de riego para cultivos agrícolas.

2.3 Resultados

Se analizaron los tres principales cultivos agrícola que es Arroz, Maíz, Soya el nivel de tolerancia o sensible a la salinidad que se encuentra en el agua de riego. Por lo que hay cultivos que desarrolla estrategia para ser tolerante a la salinidad.

El cultivo de arroz es tolerante a la salinidad y desarrollan estrategias, pero cuando aumenta presenta dificultad a la absorción del agua. El cultivo de maíz es uno de los más sensibles a la salinidad porque afecta a la capacidad de reducción al momento de absorber el agua a la planta. El cultivo de soya tiene una tolerancia moderada a la salinidad y dificulta la extracción del agua a las plantas.

2.4 Discusión de resultados

Pérez (2021) menciona que en el cultivo de arroz existen varias estrategias para revertir los efectos adversos que provoca el estrés salino en este cultivo, entre ellas se encuentran la utilización de cultivares tolerantes, la mejora del manejo del agua de irrigación y el uso de productos bioactivos capaces de estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. La sensibilidad que presenta el cultivo de maíz a la salinidad hace difícil el manejo de riego en

condiciones limitante y puede incurrir un descenso al momento de la producción y el rendimiento (Farre 2010). Urrutia (2021) Manifiesta que la baja tolerancia a la salinidad de la soya depende del agua y el suelo por lo que se requiere y es recomendable elegir bien el tipo de suelo.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados:

- El uso de la tecnología en la agricultura es muy rentable porque siempre está en constante evolución y tiene beneficio productivo con la reducción de exceso del agua de riego y asegura obtener una buena producción.
- Actualmente se están incorporando diverso aparato tecnológico para determinar la condiciones físicas o químicas que se encuentra en el agua de riego.
- El agua de riego es el principal insumo que se utiliza en la agricultura ya que los cultivos agrícolas la requieren para el debido crecimiento y desarrollo que necesita la plantas. Mientras que la salinidad y la sodicidad del agua puede afectar al rendimiento de la producción.
- Se determino cierto parámetro importante como: conductividad eléctrica, la relación de adsorción de sodio (RAS), dureza del agua, salinidad, pH y la alcalinidad para determinar la calidad del agua de riego y cantidad de agua que necesita el cultivo agrícola para así obtener una buena producción.

3.2 Recomendaciones

- Se recomienda a utilizar aparato tecnológico para determinar la calidad del agua de riego en los cultivos agrícola ya que es fundamental para el desarrollo de las plantas y tener buenos rendimientos.
- Es recomendable hacer un análisis de la calidad del agua de riego para los cultivos agrícola, incorporando los parámetros que se van a utilizar en el análisis del agua.

4 REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

- Agroproductores. 2020. Alcalinidad del agua y su efecto en la producción agrícola. <https://agroproductores.com/alcalinidad-del-agua/>.
- Aguilar. 2016. Respuesta agronómica del arroz al riego salino en distintas fases del cultivo (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2022. Disponible en <file:///C:/Users/User/Downloads/SERVIFAPA%202016%20-%20Salinidad%20Fases-1.pdf>.
- Alejandra Buriticá. 2021. Importancia del agua de riego en la agricultura. <https://blog.croper.com/importancia-del-agua-de-riego-en-la-agricultura/>.
- Alvaro J. 2019. Medidas de sodicidad: RAS y PSI. <https://www.fertibox.net/single-post/ras-psi> .
- Asher W. 2019. Reducción de SAR (o RAS - Relación de Adsorción de Sodio). <https://es.pureaqua.com/reduccion-de-sar-o-ras-relacion-de-adsorcion-de-sodio/> .
- Ayala. (2016). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2022. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42513/AYALA%20CONTRERAS%2c%20CARMEN%20ALICIA%20TESIS%20MAESTR%2c%208dA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Azeta. 2014. Importancia del riego en agricultura . <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/importancia-del-riego-en-agricultura-1284503.html#:~:text=Su%20beneficio%20principal%20se%20encuentra,de%20maquinarias%20en%20el%20campo.> .
- Castellanos. 2017. El Boro (B), en la Nutricion de los Cultivos. <https://universidadagricola.com/el-boro-b-en-la-nutricion-de-los-cultivos/> .

- Claude E, B. 2017. Conductividad eléctrica del agua, parte 2.
<https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-2/> .
- Coarval. 2022. Parámetros de análisis de agua para riego.
<https://coarval.com/parametros-de-analisis-de-agua-para-riego/> .
- Farre. 2010. Capítulo 3 respuesta del matz al riego deficitario por inundación en (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2022. Disponible en <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8243/TIFC2de2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Fernando. 2022. Cómo medir el ph del agua.
<https://galileoequipos.com/blog/como-medir-el-ph-del-agua/> .
- Grover. 2014. Desarrollo de soja con tolerancia a grandes Estrés Bióticos.
<http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/desarrollo-soja-tolerancia-estres-bioticos/> .
- Castellon Jose. 2015. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4675092400419>.
- Leonardo Ojeda. 2011. Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola.
https://www.academia.edu/24538762/Universidad_Veracruzana_Ingeniero_Agronomo_Trabajo_De_Experiencia_Recepcional_P_R_E_S_E_N_Ta_Facultad_De_Ciencias_Agr%C3%8dcolas_Campus_Xalapa_Manual_Para_Determinar_La_Calidad_Del_Agua_Para_Riego_Agr%C3%8dcola .
- Maestre Valero. 2020. El regadío y las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/302231-El-regadio-y-las-Tecnologias-de-la-Informacion-y-la-Comunicacion.html> .

- Malián. 2019. Conductímetro: tipos, Precios, características, usos. <https://www.materialdelaboratorio.top/conductimetro/> .
- Monge. 2017. Interpretación de un análisis de agua para riego. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego> .
- Monge Angel. 2017. Interpretación de un análisis de agua para riego. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego> .
- Monge Redondo. 2017. Interpretación de un análisis de agua para riego. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego> .
- Olivieri Danilo. 2020. La calidad del agua para riego. <https://www.sabspa.com/es/la-calidad-del-agua-para-riego/> .
- Perez, D. 2021. arroz (en línea).. Consultado 14 oct. 2022. Disponible en <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-3/1a.pdf>.
- Proain. 2020. Calidad del agua para riego agrícola. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/calidad-del-agua-para-riego-agricola> .
- Red Comunidad, C y E. 2022. ¿Qué es el Agua? . <https://agua.org.mx/biblioteca/que-es-el-agua-red-cce-infografia/> .
- Riego. 2007. Manejo de cultivos bajo riego . <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/tecnologia-de-riego-en-soja-t26908.htm> .
- Rocio Abril Sánchez Escobar. 2021. Conductímetro. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/fisica/conductimetro-resumen-del-conductimetro/12338680> .

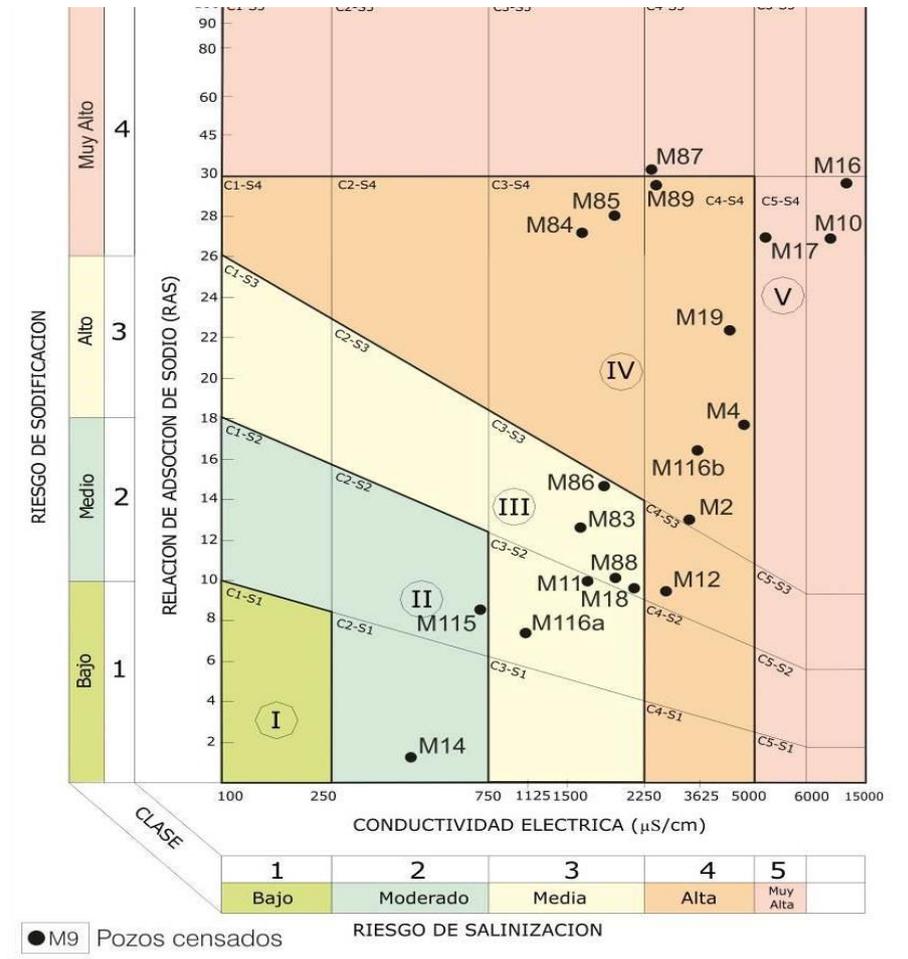
Rotoplas. 2022. Todo sobre el pH del agua para riego.
<https://rotoplas.com.ar/agroindustria/todo-sobre-el-ph-del-agua-para-riego/> .

Tiloom. 2016. Medidas de sodicidad: RAS Y PSI.
<https://www.tiloom.com/medidas-de-sodicidad-ras-y-psi/> .

Urrutia, C. 2021. Producción de soja .
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta.ascasubi._soja_en_vbrc._octubre_21.pdf .

4.2 Anexos

Gráfico de la Clasificación de SAR



Fuente: Fátima Noelia Bécher Quinodoz. Diagrama de clasificación para riego.

Sensibilidad o tolerancia de algunos cultivos al boro del agua de riego		
Boro en agua de riego ppm	Nivel de tolerancia	Cultivos
Sensible	0.5 - 1.0	Durazno, cereza, ciruelo, vid, cebolla, ajo, trigo, cebada, girasol, frutillas
Moderadamente sensible	1.0 – 2.0	Arveja, zanahoria, rábano, papa, pepino
Moderadamente tolerante	2.0 – 4.0	Lechuga, col, apio, avena, maíz, tabaco, calabaza
Tolerante	4.0 - 6.0	Tomate, alfalfa, remolacha
Muy tolerante	6.0 – 15.0	Espárrago

Fuente: Fertilab. Toxicidad por boro.

Clasificación de Relación de adsorción de Sodio (SAR)

Tipo	Calidad y normas de uso
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad
C4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con contenido medio en sodio, y, por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario
S3	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

Fuente: Llore Guerrero. Clasificaciones de las aguas.