



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad pasantía

“ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE PERFORACIONES, PARA SU USO EN LA AGRICULTURA, DE PRODUCTORES DEL DEPARTAMENTO DE LAVALLE”

Alumno: Ramírez Darío Emanuel

Asesora: Ing. Agr. (Mgter.) María Yfran Elvira

AÑO: 2020

INTRODUCCIÓN

La clasificación de aguas para sus diferentes usos se lleva a cabo a través de sus características físicas, químicas y biológicas que presentan en un momento determinado.

Los problemas más importantes asociados a la calidad del agua de riego son la salinización y la sodificación del suelo. Ambos procesos son consecuencias del aporte de sales durante el riego y el aumento de la concentración de la solución del suelo, cuando el agua es absorbida por el cultivo y ocurre evaporación de la superficie (Lamz Piedra, 2013). Las sales incrementan el esfuerzo que la planta debe ejercer para extraer el agua: dicha fuerza adicional es la que se conoce como efecto osmótico o potencial osmótico. Este es el efecto más común de las sales y es independiente de la clase de sales disueltas (García, 2012).

Aguas con altos niveles de sodio tienden a aumentar el nivel de sodio intercambiable del suelo. Con estas condiciones, los suelos se dispersan, decreciendo la conductividad hidráulica o la permeabilidad, lo cual interfiere con el drenaje y el normal suministro de agua y aireación requerida para el crecimiento del cultivo (Levy, 2000).

La relación de absorción de sodio (RAS) es un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio sobre las propiedades del suelo, ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta la permeabilidad. Esta ecuación (RAS) da idea del peligro potencial debido a un exceso del sodio sobre el calcio y el magnesio; el suelo se vuelve más encharcadizo, con peor aireación y, por lo tanto, con peores características para el establecimiento del cultivo. Esto es realmente preocupante en suelos de perfil arcilloso (García, 2012).

En cuanto al consumo humano elevado en sodio se han correlacionado con presión arterial elevada y edema (inflamación en células y tejidos causados por acumulación excesiva de agua). La presión sanguínea (hipertensión), afecciones coronarias, irritabilidad, retención de líquidos, sobre carga de trabajo para los riñones, son algunos de los problemas que podrían provocar el exceso de sodio. En condiciones normales de salud, los riñones tienen la capacidad de regular la concentración de este mineral, y provocar mayor producción de orina, haciendo que esta sea más diluida (American Heart Association website, 2009).

Entre los iones disueltos en el agua hay que prestar particular atención a los bicarbonatos (Orphee et al., 2012). La alcalinidad del agua mide la capacidad de una solución para neutralizar ácidos. Los mayores responsables de la alcalinidad del agua son carbonatos y bicarbonatos (Torres et al., 2011). Aunque la dureza del agua se relaciona también con la presencia de calcio y magnesio, esto no significa que sea lo mismo que la alcalinidad. Ya que puede haber aguas duras que no sean alcalinas. Esto es posible cuando el agua contiene cloruro de calcio o de magnesio como impurezas (Dickson, 2008). Es importante conocer por un lado, el riesgo de obstrucciones en los ramales de riego, goteo y boquillas y por otro para indicarnos la utilidad del agua en un determinado tipo de suelo.

El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones. A diferencia de la salinidad, que es un problema interno de la planta y que dificulta la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración

llegando a alcanzar concentraciones nocivas. Los iones tóxicos más frecuentes y, por lo tanto, con los que más cuidado se debe tener son el cloruro y el sodio (Bauder et al., 2007).

El peligro de salinidad por cloruros en el agua no puede predecirse en forma general y debe determinarse para un suelo y un cultivo específico, por lo tanto este índice debe ser verificado para cultivos y suelos dados de la misma forma que para suelos de baja permeabilidad (Palacio et al., 2010).

El potasio es un elemento clave en la nutrición vegetal. Para ello es necesario mantener unos niveles adecuados para obtener una buena producción. Hay que tener en cuenta que puede existir una sustitución a nivel radicular del ion potasio por el sodio, cuando la concentración de potasio es muy baja. Los niveles de tolerancia de potasio varían en función del cultivo, el estado de desarrollo de éste y de las condiciones climáticas (Palacio et al., 2010).

OBJETIVO GENERAL:

Analizar y clasificar el agua de perforaciones utilizada con fines agrícolas de productores del departamento de Lavalle de la provincia de Corrientes.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Determinar la concentración de iones y sales totales presentes en el agua utilizada para riego y aplicaciones de productos fitosanitarios en explotaciones agropecuarias.
- Determinar la aptitud del agua utilizada para riego y aplicación de productos fitosanitarios.
- Determinar el riesgo de salinidad, sodificación y toxicidad del agua para riego.

METODOLOGÍA

Área de estudio:

El trabajo fue realizado en el Departamento de Lavalle, de la provincia de Corrientes, República Argentina, en explotaciones agrícolas de pequeños productores de dicha localidad. Se tomaron 19 muestras de fuentes de agua (perforaciones y pozos) que los productores utilizan para producción agropecuaria.

Tareas de Campo:

Toma de muestras

Las muestras extraídas (1L) se guardaron en envase de polietileno.

El muestreo se realizó de la siguiente manera: antes de sacar la muestra se puso en funcionamiento la bomba unos 10 minutos, se enjuagó el recipiente con el agua de la perforación tres veces, y luego se lo llena completamente evitando presencia de aire en su interior.

Se determinaron In Situ:

- Temperatura: la que se registró con un termómetro de Mercurio con bulbo, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme, con escala Celsius.

- pH: que se midió con un pHmetro Portátil "Adwa" AD101 Standard Pocket Tester pH, basado en microprocesador, con calibración automática y compensación automática de temperatura.
- Conductividad eléctrica: con un conductímetro Portátil "Adwa" AD203 Standard Pocket Teste, con compensación automática de temperatura.

Acondicionado y transporte de la muestra

Las muestras refrigeradas a 4°C se transportaron de inmediato al laboratorio de Química Analítica y Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, es importante refrigerar las muestras debido a que algunas especies químicas (nitratos, sulfatos) sufren transformaciones por acción microbiana.

En el laboratorio se realizaron las siguientes determinaciones:

Calcio y Magnesio: por volumetría de formación de complejos (APHA, 2005).

Sulfato: por Turbidimetría (Método ASTM D 516-90) (Annual book of Standards, 1994).

Alcalinidad: por volumetría de neutralización (APHA, 2005).

Sodio y Potasio: por espectrometría de absorción atómica (APHA, 2005).

Cloruro: por volumetría de precipitación, Método de Mohr (APHA, 2005).

Fosfato: por espectrofotometría de absorción molecular: método del azul de molibdeno (APHA, 2005).

Nitrato: por Espectrofotometría de Absorción molecular por el método del salicilato de sodio (Rodríguez et al., 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH y Alcalinidad:

Estos parámetros diferentes entre sí conceptualmente, son parámetros que tienen una gran correlación. El pH mide la actividad del catión H^+ en una solución, la alcalinidad se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones y está representada por la sumatoria total de las bases que se titulan en las muestras correspondientes. Las bases son carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos de iones como ser Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y NH_4^+ , de los cuales es más común encontrar iones de calcio y magnesio en el agua. Cabe destacar que también se hallan en menor medida sales de ácidos más débiles que también contribuyen a la alcalinidad del agua, ellos podrían ser fosfatos, nitratos, boratos, silicatos. La alcalinidad se determina mediante volumetría ácido-base con ácido clorhídrico o sulfúrico valorado utilizando como indicadores fenolftaleína ($pH=8.4$) y naranja de metilo ($pH= 3.8$) y se expresa dicho valor como mg de $CaCO_3 L^{-1}$.

El principal efecto de la alcalinidad es su reacción con ciertos cationes en el agua, lo que conduce a la formación de precipitados (Jiménez, 2001).

Se debe tener presente que el riego con aguas alcalinas puede limitar el desarrollo vegetal, causando la elevación excesiva del pH del suelo o del medio (Kevern, 1989).

Por otro lado el pH influye en la asimilación de los nutrientes por la planta. Con un pH inferior a 5 pueden presentarse deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y con valores superiores a 6,5 disminuye la asimilación de hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), y cobre (Cu). El rango óptimo dependerá del cultivo a considerar. Aquellos que son tolerantes a rangos bajos de pH (menor de 5), podrían verse afectados por la acumulación de bicarbonatos que aportan las aguas alcalinas.

El intervalo de pH apropiado para el agua de riego se encuentra entre 5,6 a 7,3 adecuado para la mayoría de los cultivos por la máxima disponibilidad de nutrientes (García, 2012).

El pH conveniente para aplicar herbicidas es de 4 a 6 (Arrospide, 2004; Jalil Maluf, 2006). El pH alto de la solución tiene efectos negativos sobre los herbicidas (Rodríguez, 2010) en cuanto a la estabilidad y la penetración en la planta.

Los resultados de pH obtenidos de las muestras se encuentran en un rango de 5 – 6 (Figura 1), lo cual es un valor muy aceptable con respecto a los valores considerados estándares, tanto para riego como para aplicaciones agrícolas.

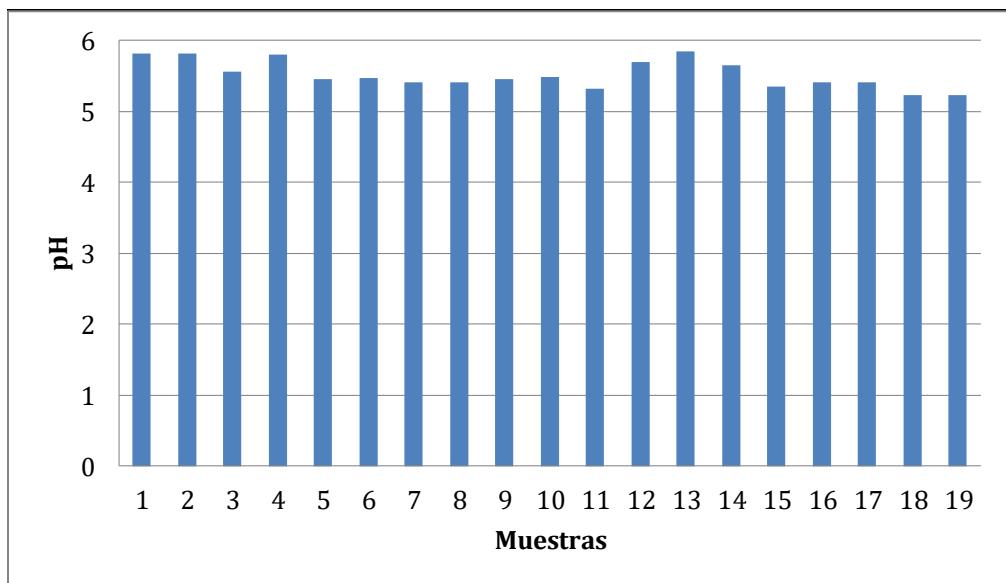


Figura 1: Valores de pH de las muestras analizadas.

Con respecto a los resultados de Alcalinidad se encontró que solo la muestra 9 presentó niveles superiores a 150 mg L^{-1} categorizando con valores altos de alcalinidad, según valores de referencia de Kevern (1989). Las muestras con valores bajos fueron la 4, 7, 16, 17 y 19, mientras que el resto de las muestras presentaron valores medios de alcalinidad (Figura 2, Tabla 1).

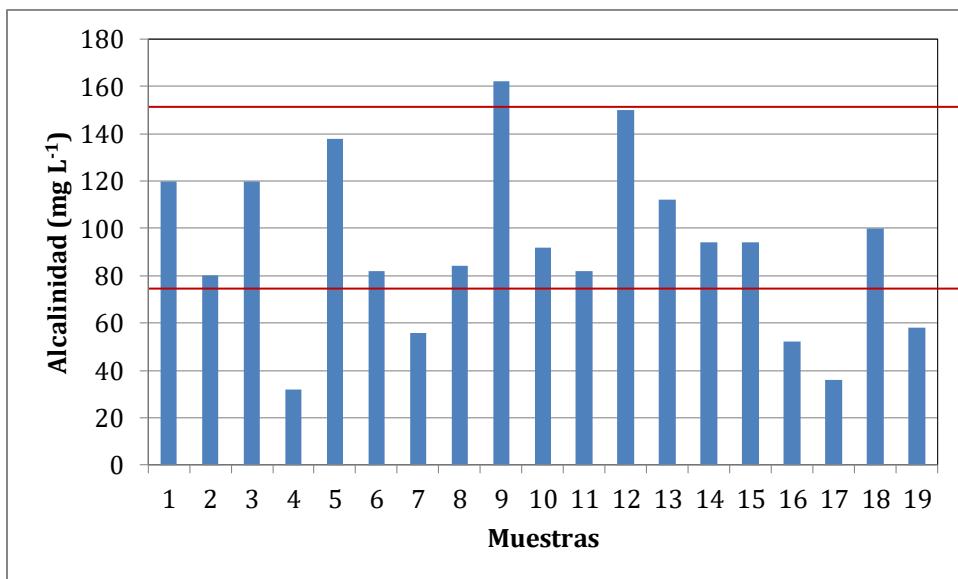


Figura 2: Valores de Alcalinidad de las muestras de agua analizadas

Tabla 1: Valores de referencia de alcalinidad (Kevern, 1989)

Rango	Alcalinidad (mg.L⁻¹)
Baja	< 75
Media	75 – 150
Alta	> 150

Conductividad eléctrica (CE)

Cuando se clasifican las aguas para determinar su aptitud para el riego se tiene en cuenta el valor de CE y el índice de relación de adsorción de sodio RAS, ya que se las clasifica según éstos valores por la posible peligrosidad salina y/o sódica que puedan tener las aguas de riego, desde el punto de vista del consumo humano es relevante el valor de CE y sodio.

La CE define la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua. La conductividad nos da una idea del contenido total de sales en el agua. Cuanto más elevado es el contenido de sales mayor será la conductividad eléctrica.

Las normas de Riverside establecen una relación entre la conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) y el índice RAS (Tabla 2 y 3) y según estos dos parámetros, se establecen categorías o clases de aguas enunciadas según las letras C y S afectadas de un subíndice numérico (Blasco y de la Rubia, 1973).

Tabla 2: Normas de Riverside: Clasificación para evaluar la calidad de las aguas de riego en función de la CE y el RAS.

Tipos	Calidad y normas de uso
C 1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas en suelos de muy baja permeabilidad.
C 2	Agua de salinidad media, apta para el riego. Utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C 3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego en suelos con buen drenaje.
C 4	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.
C 5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C 6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S 1	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.
S 2	Agua con contenido medio de sodio, y por tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina y de baja permeabilidad.
S 3	Agua con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación del sodio en el suelo.
S 4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general,

Tabla 3: Clasificación de peligrosidad salina según la CE

Categoría	Peligrosidad salina	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$ a 25 °C)
C1	Baja	hasta 250
C2	Moderada	250 – 750
C3	Mediana	750 - 2.250
C4	Alta	2.250 - 4.000
C5	muy alta	4.000 - 6.000
C6	excesiva	más de 6.000

En la Figura 3 y 4 se muestran los resultados de éstos dos parámetros obtenidos en las aguas analizadas. Las muestras 9, 12, 13, 15, 18 presentaron salinidad moderada C2, apta para riego. Se recomienda utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

Todas las demás muestras analizadas presentan baja salinidad, aptas para riego.

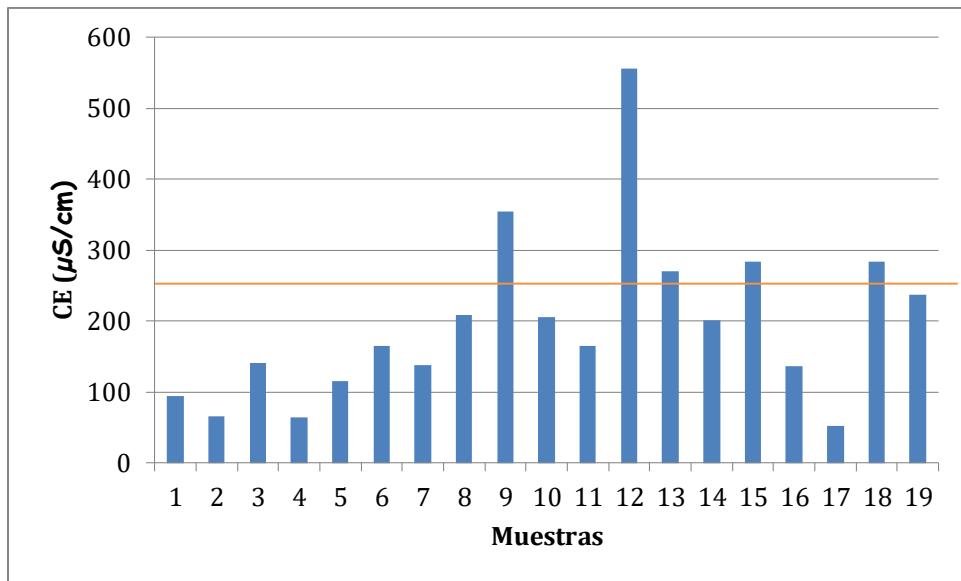


Figura 3: Valores de Conductividad Eléctrica de las muestras de agua analizadas

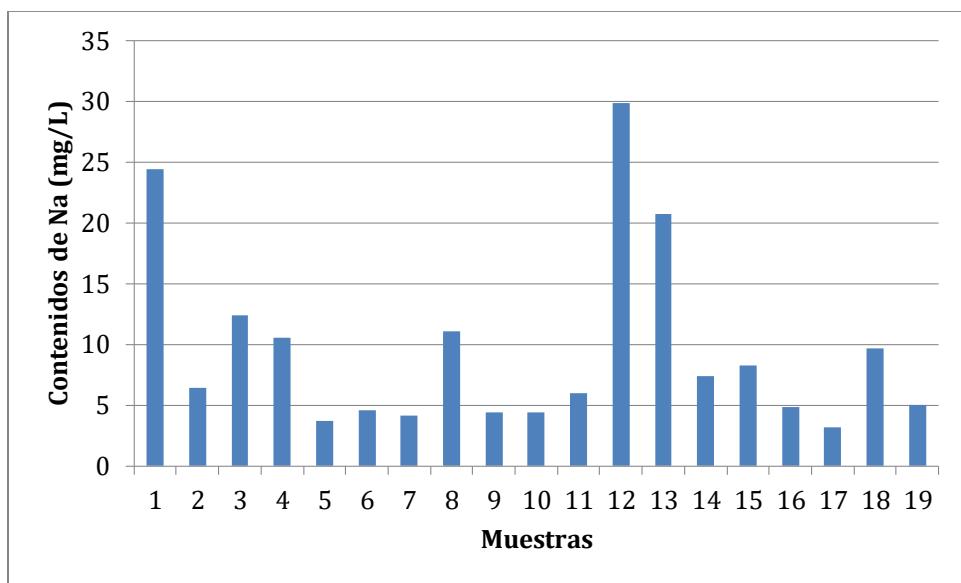


Figura 4: Contenidos de Sodio en las muestras de agua analizadas

Se puede observar que en relación al sodio, las muestras presentaron valores bajos (Figura 4). El Valor límite obligatorio para riego según FAO, 2009 es de $150 \text{ mg de Na L}^{-1}$.

Relación de adsorción de sodio (RAS)

El índice de RAS (Tabla 4) da idea del peligro potencial debido a un exceso del sodio sobre el calcio y el magnesio (García, 2012). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$SAR = \frac{Na \text{ (meq/l)}}{\sqrt{\frac{Ca \text{ (meq/l)} + Mg \text{ (meq/l)}}{2}}}$$

Tabla 4: Valores RAS propuestos por Riverside (...)

Clase	Clasificación	RAS
S1	BAJA peligrosidad sódica	0 – 10
S2	MEDIANA peligrosidad sódica	10 – 18
S3	ALTA peligrosidad sódica	18 – 26
S4	MUY ALTA peligrosidad sódica	Mayor a 26

Con respecto a este parámetro, todas las muestras de agua analizadas corresponden a la clase S1, Baja Peligrosidad Sódica.

En el siguiente grafico se muestran los resultados obtenidos de la RAS.

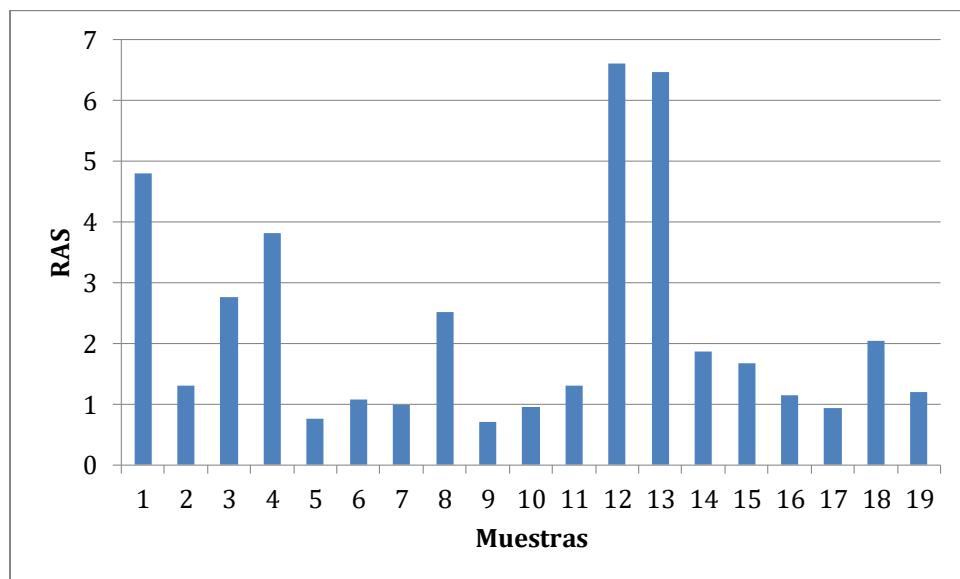


Figura5: Valores de RAS de las muestras de agua analizadas.

Dureza total:

La dureza del agua, en la mayoría de los casos se debe principalmente a la presencia de iones calcio y magnesio, a veces otros cationes bivalentes también contribuyen a la dureza como ser,

estrонcio, hierro y manganeso, pero en menor grado ya que generalmente se encuentran en pequeñas cantidades (Rodríguez, 2010).

Es importante para conocer el grado de dureza de las aguas por el riesgo de obstrucciones en los ramales de riego, goteo y boquillas y para saber si podemos usarlas en un determinado suelo para riego. Por ejemplo, para corregir un suelo con exceso de sodio, es aconsejable el empleo de aguas ricas en calcio (Cánovas Cuenca, 1986).

Tabla 5: Clasificación de las aguas por su dureza (Cánovas Cuenca, 1986).

Tipo de agua	mg.L⁻¹ de CaCO₃
Muy blanda	Menor a 70
Blanda	70 – 140
Medianamente blanda	140 – 220
Medianamente dura	220 – 320
Dura	320 – 540
Muy dura	Mayor a 540

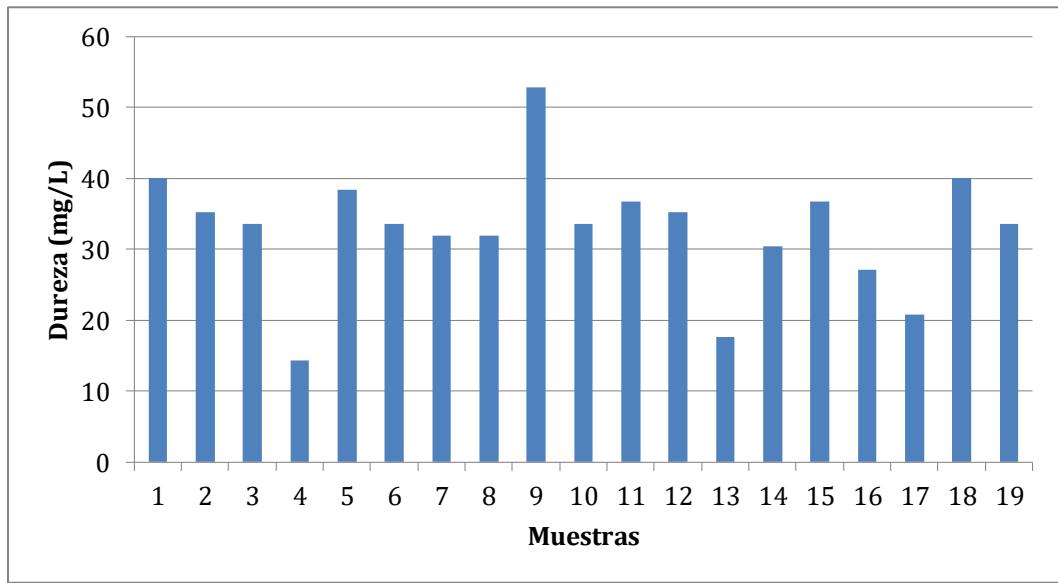


Figura 6: Valores de Dureza total de aguas analizadas. (mg L⁻¹ CaCO₃).

Según la Tabla 5 de clasificación de Cánovas Cuenca (1986), ninguna muestra de las aguas analizadas presentó problema alguno para ser usada para riego y/o aplicaciones de productos fitosanitarios (Figura 6), ya que presentaron valores inferiores a 70 mg L⁻¹ de CaCO₃ categorizándose como aguas muy blandas.

El Código Alimentario Argentino (CAA), 2010 establece un máximo de 400 mg L^{-1} de CaCO_3 , para consumo humano; ninguna de las muestras analizadas supero dicho valor, por lo que no presentan inconvenientes para su uso como agua para consumo humano.

Los herbicidas como 2,4-D sal amina, Imidazolinonas: imazetapyr, Graminicidas: setoxidym, cletodim, Desecantes: paraquat son afectados por la dureza del agua o pH alcalinos (Rodríguez, 2000; Farias et al., 2013). En caso de tener aguas con dureza o pH alcalinos se pueden usar secuestrantes de cationes: como el sulfato de amonio. Son aniones que actúan uniéndose a los cationes (calcio y magnesio) secuestrándolos e impidiendo la formación de compuestos con los principios activos (p.a.) Mejora la velocidad de penetración y aumenta la eficiencia de control de malezas. O productos de efecto buffer: que actúan como correctores de pH hasta valores de 5 – 6, son distintos ácidos: fosfórico, ortofosfórico y cítrico, que son secuestrantes de calcio y magnesio también. (Leiva, 2010 a).

Análisis de Aniones y catión K^+ :

Los aniones sulfatos, cloruros, fosfatos y nitratos, están asociados a los parámetros de salinidad del agua y son los que definen la mayoría de la conductividad eléctrica (Bodelón et al., 1994). No se encontraron en las muestras de agua analizadas en este trabajo (tabla 7) valores que superen los límites máximos (basándonos en la tabla 6: Ayers y Westcot, 1985) de fosfatos, sulfatos y cloruros, para ser usadas para riego.

Con respecto al consumo humano, el CAA establece que el valor máximo de nitratos para éste tipo de uso, es de 45 mg L^{-1} . En la tabla 7, se observa que la muestra 3 presenta valores por encima de lo establecido, por lo que es importante que esta muestra de agua no sea consumida. Si bien no hay riesgo de estos parámetros en las aguas analizadas, para su uso como riego, es importante tener este dato a la hora de decidir la fertilización de cultivos.

Tabla 6: Intervalos óptimos de Aniones y el catión K^+ en agua de riego.
(Fuente: Ayers y Westcot (1985))

Parámetros de calidad del agua	Símbolo	Intervalo óptimo en aguas de riego (mg L^{-1})
Cloruro	Cl^-	0 – 1000
Sulfato	SO_4^{2-}	0 – 950
Fosfatos	PO_4^{3-}	0 – 2
Potasio	K^+	0 – 2

Tabla 7: Contenido de nitratos, sulfatos, fosfatos, cloruros y potasio expresados en mg L⁻¹.

MUESTRAS de agua	Nitrato	Sulfato	Cloruros mg L ⁻¹	Fosfato	Potasio
1	2,67	7,07	55	0,2	0,585
2	8,82	3,58	15	0,21	0,195
3	49,44	2,21	10	0,02	0,195
4	6,54	2,58	15	0,07	0,195
5	7,64	1,42	7	0,19	0,39
6	23,73	2,82	9	0,031	0,195
7	20,25	3,7	12	0,32	0,39
8	4,28	4,72	25	0,67	0,39
9	4,04	7,25	18	0,64	0,39
10	1,68	6,62	17	0,4	0,78
11	18,45	5,04	15	0,35	0,39
12	5,22	6,34	68	0,53	0,39
13	4,16	1,76	18	0,21	0,195
14	3,54	0,91	5	0,66	0,195
15	11,37	9,8	22	0,43	0,585
16	8,88	7,87	9	0,34	0,78
17	6,96	3,85	9	0,34	0,78
18	4,9	9,53	15	0,64	0,39
19	14,78	9,04	25	0,32	0,975

COMENTARIOS FINALES

En lo que se refiere a la evaluación y caracterización de la calidad fisicoquímica de las aguas analizadas para riego y aplicaciones de productos fitosanitarios: las muestras de agua analizadas por medio de la determinación de cationes y aniones presentes indican que no presentan inconvenientes para ser usadas en la agricultura. Según la clasificación del laboratorio de Riverside, el 73 % de las muestras de aguas presentaron baja salinidad, todas con bajo contenido en sodio, aptas para el riego en la mayoría de los casos; y, el 26 % de las muestras con salinidad moderada, apta para el riego, con bajo contenido en sodio.

Además, cabe destacar que la determinación de la dureza, nitrato, fosfatos y potasio son datos importantes a la hora de realizar un plan de fertilización.

En el caso de iones tóxicos como el cloro y el sodio, las muestras presentaron valores bajos, según FAO, por lo que no representan un problema para su uso.

Cabe mencionar que la muestra 3 presentó niveles de nitratos que la hacen no apta para el consumo humano, si bien no es el objetivo del presente trabajo es menester dar esta información a los productores.

Estos resultados nos muestran la relevancia del análisis de las aguas para su uso.

Con respecto al trabajo a campo, se realizó con esmerada atención y cuidado al momento de efectuar el muestreo y traslado al laboratorio, ya que dicho procedimiento debe ser ejecutado de manera adecuada para así obtener resultados inequívocos.

El trabajo de laboratorio, se llevó a cabo basándonos en los fundamentos teóricos siguiendo los protocolos establecidos para el análisis de las muestras, lo que es fundamental para una óptima obtención y posterior interpretación de los resultados.

En la práctica de laboratorio adquirí experiencia con las precauciones necesarias que se deben tener al manipular y analizar las muestras.

El agua es uno de los bienes máspreciados dentro del sistema productivo y para un Ingeniero Agrónomo es imperante el conocimiento que se tenga de él y darle la importancia que se merece ya que su calidad va a determinarnos la aptitud para su consumo, uso en riegos o si presenta una limitación en el desarrollo del cultivo.

También en lo referente a Calidad ambiental juega un papel preponderante el agua y su calidad, lo que hace fundamental conocer dicho recurso.

BIBLIOGRAFIA:

American Public Health Association (APHA) 133rd Annual Meeting & Exposition in Philadelphia, PA. December 2005.

American Society for testing and Materials. Annualbook of Standards 1994 Determinación de Sulfatos por turbidimetría en agua.

American Heart Association. Destaques da American Heart Association 2009. Atualização das diretrizes de RCP e ACE. Versão em português. AHA [Internet]. [Acesso 15 jul 2019]. Disponível em: <https://eccguidelines.heart.org/wp-content/uploads/2015/10/2015-AHAGuidelines-Highlights-Portuguese.pdf>

Arrospide, G. 2004. Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. Disponible en: http://www.calister.com.uy/wpcontent/files_mf/1311182916Criterios para el uso de Aditivos y Coadyuvantes.pdf

Ayers, R. S. y Westcot, D. W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, Roma, Italia.

Bauder, T.A., Waskom, R.M., Davis, J.G. 2007. Irrigation Water Quality Criteria Colorado State University Cooperative Extension (USA). 7/03. no.0.506

Blasco y de la Rubia. 1973. Laboratorio de suelos IRYDA, Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (U.S. SoildSalinityLaboratory).

Cánovas Cuenca J. 1986. Calidad Agronómica de las aguas de riego. ISBN: 8434101602 9788434101609. Editorial Madrid Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agraria 1986.

Código Alimentario Argentino, 2010, Capítulo XII: BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA. AGUA POTABLE. [Fecha de búsqueda 19/05/2017], Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp

Dickson T.R. 2008. Química: un enfoque ecológico. México. Ed. Limusa.p.80-102

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Aquastat. (2009). Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/regions/lac/indexesp4.stm>

Farias M., Schlosser J.F., Casali A.L., Frantz U.G. y F.A. Rodríguez 2013. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. Revista Agrarian ISSN: 1984-2538 Comunicação Científica, 7(24):355-359

García, A. O. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (IAH-6). Primera parte. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Pp 27-36.

Jalil Maluf E. 2006. Importancia de la aplicación en el uso de agroquímicos. 1º Seminario taller internacional sobre aplicación aérea y terrestre de plaguicidas, 26 al 28 de octubre de 2006 en Córdoba.

<http://www.sembrandosatelital.com.ar/index.php?menu=notas&tipo=nota¬a=3324>
[Verificación: noviembre 2015].

Jiménez, B. (2001). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. México: UNAM y FEMISCA.

Kevern, R.N. 1989. Alkalinity water, classification systems, volume Part 1. The Michigan, 1989. Disponible en:<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alkalinidad.pdf>.

Lamz Piedra, A. y González Cepero, M.C. La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. cultrop [online]. 2013, vol.34, n.4 [citado 2017-06-15], pp. 31-42. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-5936.

LEIVA D. 2010. Consideraciones generales sobre calidad de agua para pulverización agrícola
INTA
EEAPergamino.
http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/133-Calidad_Aguas_para_pulverizacion.pdf

Levy, G. J. (2000). Sodicity. p. G-27:G-55. En: Sumner M. E. (Ed.). Handbook of Soil Science, CRC Press. Boca Raton, FL.

Orphée C, Giménez J, Quinteros Dupráz, J, Sales A, González S. 2012. Estudio de la calidad de aguas para riego y bebida animal en vertientes de Catamarca. (disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/agua_bebida/139-catamarca.pdf)

Palacio, S. R.; Ramírez Olivera, R.; Núñez Tablada, R. y López Cruz, V. 2010. Evaluación de la salinidad potencial de aguas para riego en la cuenca del Cauto. Ciencias Holguín [en línea], vol. XVI [citado 2019-09-03]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=181517926018>.

Rodríguez, S. C.; Fernández, J. A.; Martínez, G. (2005). Validación Interna de un método para la Determinación de Nitratos en Agua- XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Provincia de Mendoza. República Argentina.

Rodríguez, R. 2010. La dureza del agua. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe, <http://www.edutecne.utn.edu.ar>

Torres, A.; López, R. y. Mickelbart, M. V. 2011. Manejo de Alcalinidad en sustratos hidropónicos. Departamento de Horticultura y Arquitectura de Áreas Verdes, Purdue University. P 34-38.