



Caracterización del agua de riego en explotaciones hortícolas de Saladas, provincia de Corrientes, República Argentina

Characterization of irrigation water in horticultural farms of Saladas, province of Corrientes, Argentine Republic

Silvia Carlota Rodríguez^{1*}; María de las Mercedes Yfran Elvira¹; Leonardo Sebastián Fogar¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, República Argentina, Lima, Argentina. Email: silvicarlo@yahoo.com.ar

Recepción: 25/09/2018 ; Aceptación: 05/01/2019

Resumen

Para caracterizar el agua utilizada para riego en explotaciones hortícolas del departamento de Saladas, se realizaron muestreos cuatrimestrales, determinándose *in situ*: temperatura, pH y conductividad eléctrica. En el laboratorio, se determinó lo siguiente: alcalinidad total, calcio, magnesio, dureza total, sodio, potasio, cloruros, sulfato, fósforo, nitrato y se determinó la concentración total de sólidos disueltos, la relación de absorción de sodio (RAS), el índice de Langelier y el índice de Scott. Se aplicó análisis estadístico descriptivo y de correlaciones entre las variables. En ninguno de los casos los parámetros superaron el nivel máximo establecido para aguas de riego, aunque, según el índice de Langelier, en el primer muestreo todas las muestras resultaron ser corrosivas, en el segundo muestreo el 67% de las muestras son corrosivas, el resto puede presentar una corrosión leve, y en el tercer muestreo el 42% de las muestras denotan corrosión leve, mientras que el resto presenta corrosión severa. Los demás índices estudiados, en ninguno de los muestreos, superó el rango óptimo para agua de riego, por lo que no habría problema alguno en utilizar las mismas para los fines estudiados, estos resultados son importantes para implementar un sistema de riego. En el marco del objetivo de este trabajo, podemos decir que las aguas de riego de los productores hortícolas de la localidad de Saladas, pueden ser usadas para tal fin; sin embargo, hay que tener cuidado en la elección del riego.

Palabras clave: calidad de agua; riego; análisis de iones; departamento de Saladas, productores hortícolas.

Forma de citar el artículo: Rodríguez *et al.*, 2019. Caracterización del agua de riego en explotaciones hortícolas de Saladas, provincia de Corrientes, República Argentina. Anales Científicos 80 (1): 111- 121 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i1.927>

Autor de correspondencia: Silvia Carlota Rodríguez. Email: silvicarlo@yahoo.com.ar

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Abstract

To characterize the water used for irrigation in horticultural farms in the department of Saladas; quarterly sampling was carried out, determining in situ: temperature, pH and electric conductivity. In the laboratory, were determined: total alkalinity, calcium, magnesium, total hardness, sodium, potassium, chlorides, sulfate, phosphorus, nitrate and the total concentration of dissolved solids, the sodium absorption ratio (SAR), the Langelier and Scott Indexes. Descriptive statistical analysis and correlations between the variables were applied. In none of the cases the parameters exceeded the maximum level established for irrigation waters. Although according to the Langelier Index: in the first sampling all the samples turned out to be corrosive, in the second sampling 67% of the samples were corrosive, the rest can present a slight corrosion and in the third sample 42% of the samples indicated a slight corrosion, while the rest showed a severe corrosion. The other indexes studied, in none of the samplings, exceeded the optimum range for irrigation water, so there would be no problem in using them for the purposes studied, these results are important to implement an irrigation system. In the framework of the objective of this work, we can say that the irrigation waters of the horticultural producers of the town of Saladas, can be used for that purpose, but nevertheless, care must be taken in the choice of irrigation.

Keywords: water quality; irrigation; ion analysis; department of Saladas; horticultural producers.

1. Introducción

Las hortalizas, como la mayoría de los cultivos, necesitan de una adecuada nutrición mineral que pueda garantizar la expresión genética de las diferentes especies y variedades. Una nutrición inadecuada o desproporcionada influye desfavorablemente sobre los rendimientos y/o sobre la calidad de la cosecha. En algunos casos, pueden producir retrasos indeseables en el ciclo productivo (Suniaga *et al.*, 2008).

La producción agrícola está condicionada por el rendimiento de los cultivos que está, a su vez, inherentemente ligada al estado de los nutrientes en el suelo y por supuesto a la calidad y disponibilidad del agua de riego. El riego constituye una práctica usual en las regiones de regímenes climáticos árido y semiárido del país. No obstante, en la zona de régimen climático húmedo, con promedios de más de 1000 mm de precipitaciones anuales, como las provincias del noreste de Argentina (Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Buenos Aires y este de Formosa y Santiago del Estero), también se ha estado utilizando de manera creciente el riego en forma complementaria, en razón de las irregularidades climáticas que producen eventuales sequías (Vivot *et al.*, 2010).

Los factores más importantes a considerar en el agua de riego son pH y salinidad, y entre los iones disueltos

hay que prestar particular atención a los bicarbonatos y al sodio (Nishanthiny *et al.*, 2010). Las sales disueltas en el agua de riego desarrollan succión osmótica y al incorporarse al suelo disminuyen la energía libre negativa del agua del suelo (succión osmótica + succión matriz). Por lo tanto, el concepto de “peligrosidad salina” está ligado íntimamente al fenómeno de aumento de la succión osmótica de la solución del suelo y la consiguiente disminución de su potencial hídrico (Silva *et al.*, 2007). Las sales disueltas en las aguas de riego pueden influenciar sensiblemente las propiedades físicas de los suelos a través del intercambio catiónico. Unos de los problemas más importantes asociados a la calidad del agua de riego es la sodificación del suelo, que surge como consecuencia del aporte de sales de sodio durante el riego. El peligro de producir sodicidad en el suelo está relacionado con la acumulación de sodio intercambiable en el suelo, lo cual produce un deterioro de la permeabilidad y estructura (Silva *et al.*, 2007; Rashidi y Seilsepuor, 2011). La floculación es el paso posterior de la materia coloidal en suspensión precedido por la coagulación. La coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales y la floculación muestra que las partículas de arcilla poseen una fuerza electrostática considerable y se reúnen o flocculan a partir de la presencia de una sal neutra. La floculación aumenta con la

valencia respectiva del catión y el potencial zeta se incrementa con la carga eléctrica de la superficie de la micela y según aumenta la distancia de la capa interior de la misma. La adsorción de sodio sobre la superficie de las arcillas incrementa el espesor de la doble capa (Aparicio *et al.*, 2014).

A nivel mundial, la FAO (Aquastat, 2016) estimó que el 17% (37 000 000 ha) de un total de 275 000 000 de hectáreas efectivamente irrigadas se encuentran afectadas por salinidad y niveles freáticos altos, fenómeno que causa problemas productivos por sí mismos y es el gran responsable de la salinidad y sodificación de los suelos.

El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones. A diferencia de la salinidad, que es un problema externo 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 tanto, con los que más cuidado hemos de tener son el cloruro, el sodio y el boro (Bauder *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007).

El valor de pH óptimo de la solución nutritiva para cualquier tipo de cultivo varía entre 5,5 y 6,5, ya que con estos valores existe una mayor asimilación de nutrientes por las raíces, se consigue una óptima dilución y estabilidad de la solución nutritiva y se evitan obturaciones por precipitados. Valores altos de pH (>7,5) disminuyen la disponibilidad del fósforo, hierro y zinc para las plantas, además se pueden formar precipitados de carbonatos y ortofosfatos de calcio y magnesio en las tuberías y emisores. Valores bajos de pH (<5,5) pueden aumentar las concentraciones de aluminio y manganeso hasta niveles tóxicos (CREA, 2005).

Rodríguez (2012), hizo una clasificación del agua utilizada para riego en dos zonas hortícolas de Corrientes, la zona centro, en las que se encontró que el 60% de las aguas analizadas son aguas de salinidad baja y también de bajo contenido en sodio, aptas para el riego sin restricción y el 40% de las muestras son agua de bajo contenido en sodio y de salinidad media.

El riego de tomate, melón y otras hortalizas con aguas salinas reduce el tamaño del fruto y el rendimiento total, pero por otro lado mejora la calidad del fruto al incrementar la concentración de azúcares reducidos, la acidez y el total de sólidos solubles, mejorando así el sabor del fruto (Mizrahi *et al.*, 1988).

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar el agua utilizada para riego en explotaciones hortícolas del departamento de Saladas, provincia de Corrientes, determinando la presencia de indicadores de calidad en el agua para riego, la concentración de aniones y cationes presentes en las aguas analizadas y clasificándolas empleando valores de referencia universal.

2. Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo se realizó en predios de productores hortícolas del departamento de Saladas, de la provincia de Corrientes. Las muestras de agua fueron tomadas de las fuentes que los productores utilizan para riego de sus chacras (Figura 1).

Tareas de campo

Se realizaron muestreos cuatrimestrales para determinar los parámetros físico y químico.

Para la toma de las muestras de agua, se emplearon botellas plásticas enjuagadas con ácido diluido de 1 L de capacidad y en el momento del muestreo se enjuagó tres veces la botella con el agua de muestreo para eliminar posibles residuos en la misma.

Al momento del muestreo se recabó toda información necesaria, como: Identificación de la muestra (rotulado). Tipo de fuente y características de la misma (pozo a balde, perforación, canal, río, represa, aljibe, cercanía a pozos negros o industrias, existencia de pozos abandonados, etc.). Condiciones de muestreo (fecha y hora). Tipo de análisis a efectuar (físico-químico y/o microbiológico), entre otros.

Análisis *in situ*

Temperatura: con un termómetro de mercurio con bulbo, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme, con escala Celsius. pH: por potenciometría, usando un

peachímetro equipado con un electrodo de vidrio combinado. Conductividad eléctrica (CE): por conductimetría (conductímetro estandarizado a 25 °C).

Acondicionado y transporte de la muestra

Se resguardaron las muestras en conservadoras de frío, ya que algunas especies químicas (nitros, sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana.

Análisis en laboratorio

Se analizó lo siguiente: Alcalinidad total: por volumetría de neutralización (APHA, 2009).

Calcio y magnesio: por volumetría de formación de complejos (APHA, 2009).

Dureza total: por volumetría de formación de complejos (APHA, 2009). Sodio y potasio: por espectrometría de absorción atómica (APHA, 2009). Cloruros: por volumetría

de precipitación, Método de Mohr (APHA, 2009). Sulfato: por turbidimetría (Aguilera Rodríguez *et al.*, 2010). Fósforo: por espectrofotometría de absorción molecular (método del azul de molibdeno) (APHA, 2009). Nitrito: por espectrofotometría de absorción molecular (por el método del salicilato de sodio) (Rodríguez *et al.*, 2005).

Parámetros e índices

La concentración total de sólidos disueltos (TSD) expresada en mg L⁻¹. La relación de absorción de sodio (RAS). Índice de Langelier (Metcalf and Eddy, 2003). Coeficiente de álcali: índice de Scott (Canovas, 1986).

Trabajo de gabinete

Se aplicaron análisis estadístico-descriptivos y de correlaciones entre las variables (Di Rienzo *et al.*, 2017).

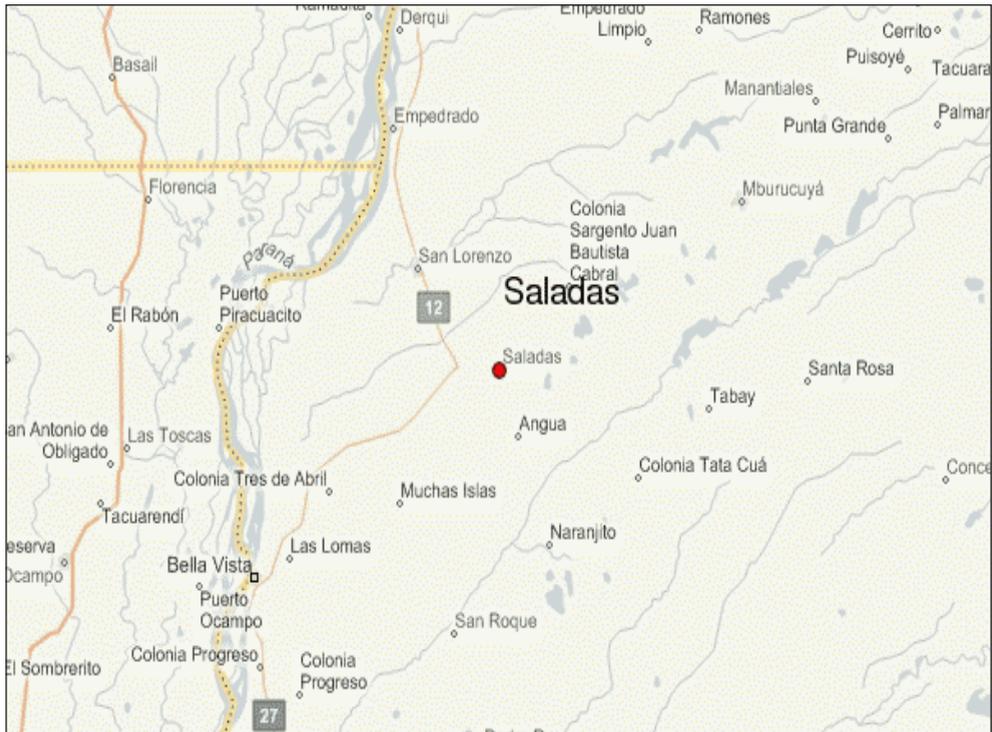


Figura 1. Ubicación de zona de muestreo

Fuente: <http://es.weather-forecast.com/locations/Saladas>

3. Resultados y discusión

Se obtuvieron los siguientes datos analíticos:

La [Tabla 1](#) muestra los coeficientes con que cada variable original fue ponderada para conformar las Componentes Principales (CP) 1 y 2. Se puede visualizar que, al construir la CP1, la variable potasio recibió valor negativo más alto y las variables calcio, dureza, alcalinidad y CE los valores positivos más altos. Se puede interpretar que la CP1 opodrá muestras con valores relevantes de potasio de aquellas con mayores valores de calcio, dureza, alcalinidad y CE. Asimismo, la variabilidad introducida por el nitrato y CE, con valores más negativos, y magnesio con valores más positivo de la CP2.

En el primer muestreo, se puede observar que las muestras 3, 11 y 12 se asociaron al potasio; las muestras 10 y 1 al nitrato, sodio y cloruros; las muestras 4, 6 y 8 al calcio; 5 y 9 a las variables pH, alcalinidad y CE y la muestra 7 al magnesio y sulfato ([Figura 2](#)).

La mayor asociación con los contenidos de calcio, magnesio y sulfatos, cationes y

aniones que definen a los parámetros de la salinidad y la dureza del agua ([Bodelón et al., 1994](#)).

Tabla 1: Coeficientes de las dos componentes principales en el ACP sobre los valores de las variables estudiadas

Variables	CP1	CP2
pH	0,13	-6,8 10 ⁻⁴
CE	0,37	-0,40
Alcalinidad	0,41	-0,32
Nitrato	-0,29	-0,39
Cloruros	-0,04	-0,33
Sulfato	0,16	0,36
Calcio	0,49	-0,02
Magnesio	0,12	0,45
Dureza	0,43	0,22
Sodio	-0,15	-0,20
Potasio	-0,32	0,23
Fosfato	0,07	-0,07

Datos estandarizados

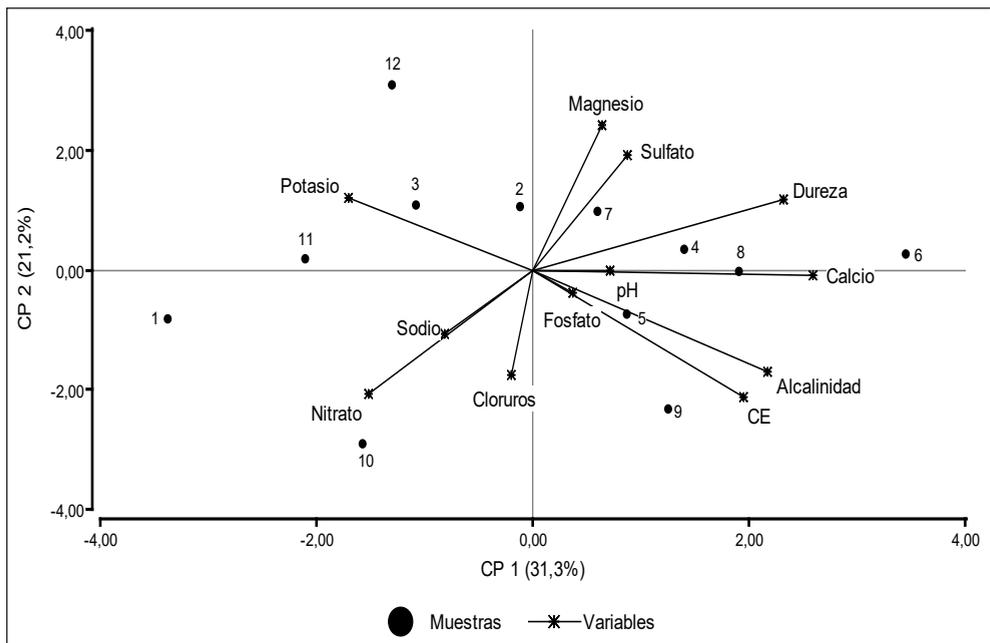


Figura 2: Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales (ACP) de las concentraciones de cationes y aniones, pH, conductividad y alcalinidad en el primer muestreo de agua del departamento de Saladas, Corrientes

Para el segundo muestreo, el ACP mostró que la variable potasio recibió el valor negativo más alto, fosfatos y cloruros también tienen coeficientes negativos relativamente altos de la CP1. La variable alcalinidad, dureza, CE y calcio, los valores positivos más altos. Se puede interpretar que la CP1 opodrá muestras con valores relevantes de potasio de aquellas con mayores valores de alcalinidad, dureza, CE y calcio. Asimismo, la variabilidad introducida por el cloruro y el sodio, con valores más positivos y ninguna variable con valores negativo de la CP2 (Tabla 2).

En el segundo muestreo se encontró asociación de las muestras 2 y 12 al sodio, potasio, cloruros, sulfatos y fosfatos, y las muestras 5, 6, 8, 9 y 10 se asociaron al calcio, magnesio, dureza, CE, alcalinidad y nitratos. El resto de las muestras no presentaron asociación a ninguna variable (Figura 3).

Tabla 2: Coeficientes de las dos componentes principales en el ACP sobre los valores de las variables estudiadas

Variables	CP1	CP2
pH	0,31	-0,01
CE	0,37	0,19
Alcalinidad	0,41	0,21
Nitrato	0,18	0,04
Cloruros	-0,20	0,48
Sulfato	-0,09	0,26
Calcio	0,36	0,19
Magnesio	0,26	0,25
Dureza	0,37	0,24
Sodio	-0,17	0,47
Potasio	-0,31	0,36
Fosfato	-0,23	0,33

Datos estandarizados

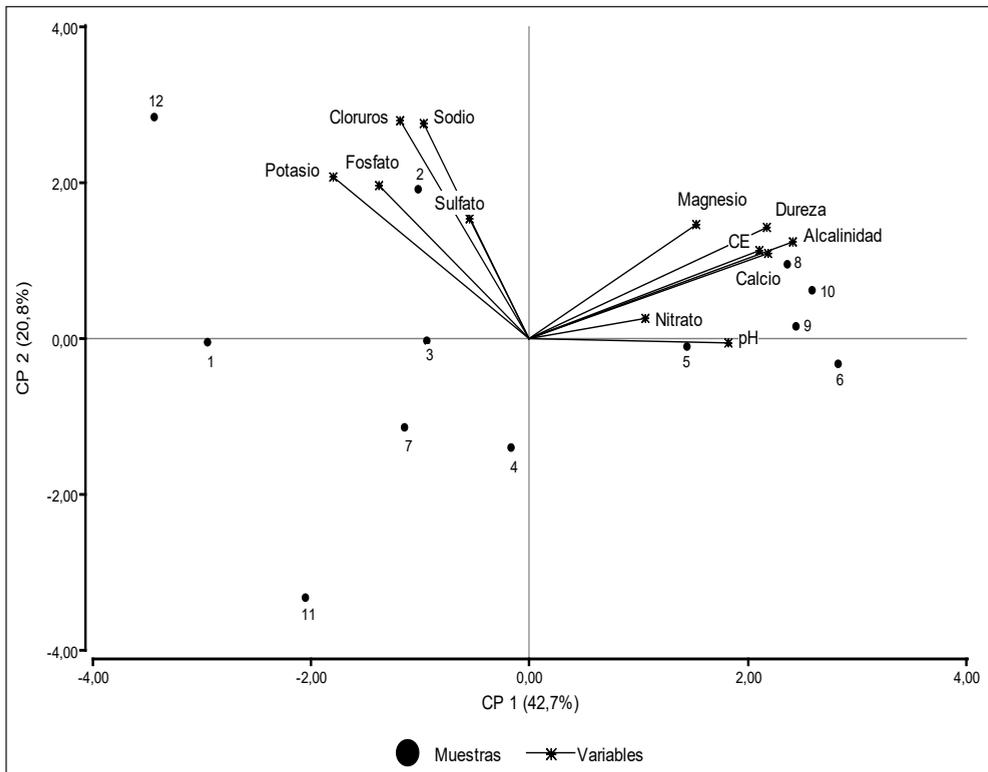


Figura 3: Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales (ACP) de las concentraciones de cationes y aniones, pH, conductividad y alcalinidad en el segundo muestreo de agua del departamento de Saladas, Corrientes.

En el tercer muestreo, el ACP mostró que la CP1 opondrá muestras con valores relevantes de la variable dureza, CE, magnesio y cloruros con valores más positivos de aquellas con mayores valores de fosfatos. Asimismo, la variabilidad introducida por el nitrato, con valores más positivos y alcalinidad, sodio y sulfato con valores más negativos de la CP2 (Tabla 3).

Se encontró que solo las muestras 3 y 8 se asociaron a todas las variables estudiadas, excepto al fosfato, mientras que al resto no presentó asociación alguna (Figura 4).

Índice de RAS

De acuerdo con las Normas de Riverside para evaluar la calidad de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory), los valores de RAS se encuentran en clasificaciones de baja peligrosidad sódica, por lo tanto no hay riesgo de sodificación con aguas de riego de estas procedencias.

Tabla 3: Coeficientes de las dos componentes principales en el ACP sobre los valores de las variables estudiadas

Variables	CP1	CP2
pH	0,14	-0,24
CE	0,37	0,12
Alcalinidad	0,28	-0,42
Nitrato	0,24	0,50
Cloruros	0,36	-0,22
Sulfato	0,19	-0,25
Calcio	0,34	0,02
Magnesio	0,37	0,17
Dureza	0,38	0,13
Sodio	0,28	-0,41
Potasio	0,25	0,41
Fosfato	-0,08	-0,09

Datos estandarizados

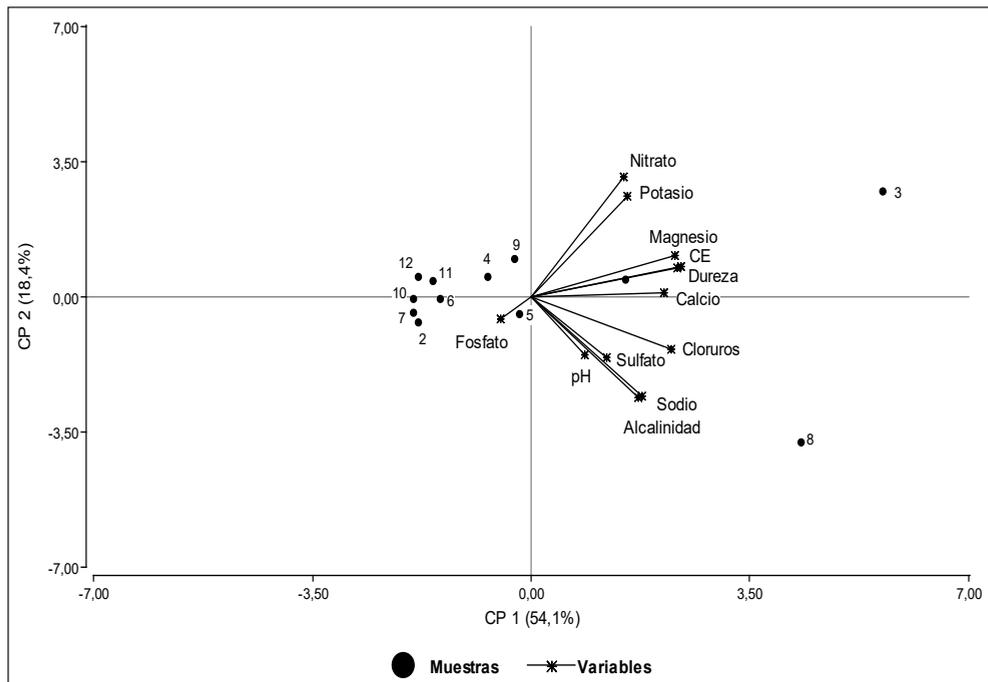


Figura 4: Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales (ACP) de las concentraciones de cationes y aniones, pH, conductividad y alcalinidad en el tercer muestreo de agua del departamento de Saladas, Corrientes

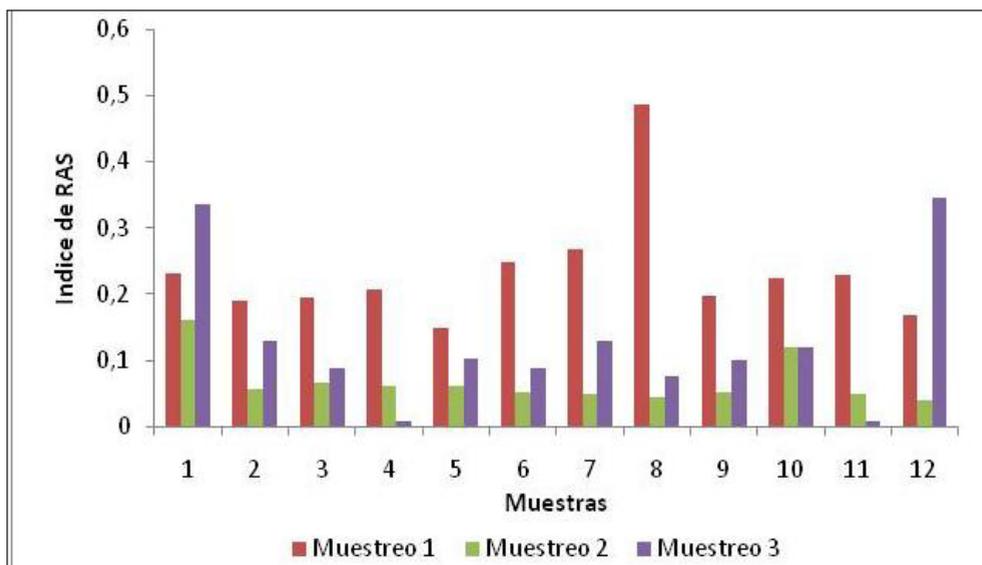


Figura 5: Valores del índice de RAS de las muestras analizadas de los diferentes muestreos

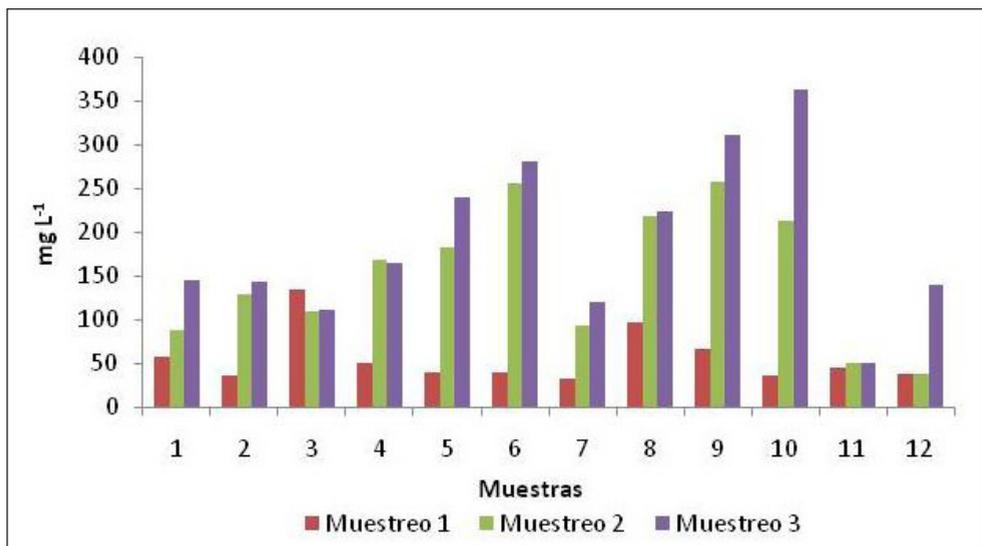


Figura 6: Valores de SDT de los diferentes muestreos

Sólidos disueltos totales

Los SDT es la medida del contenido de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas en un líquido en forma suspendida molecular, ionizada o micro granulada (Arain *et al.*, 2014). Altas concentraciones de SDT sugieren la presencia de sales inorgánicas, principalmente Ca, Mg, K, Na, bicarbonatos, sulfatos y cloruros (Patil *et al.*, 2012; Páez-

Sánchez *et al.*, 2013).

La cantidad de SDT encontrada no supera los niveles de referencia de 500 mgL⁻¹ de muestra, establecidos por U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency, 1973) (Figura 5 y 6), por lo que se considera que el agua de riego es de buena calidad en la zona hortícola de Saladas.

Las aguas de riego evaluadas en la localidad de Saladas son de buena calidad y son aptas para el riego. Resultados similares encontraron Sosa *et al.* (2009) en la provincia de Chaco y Bermejillo *et al.* (2012) en el centro y norte de Mendoza, Argentina.

Índice de Langelier

Es una medida del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, el cual se basa en el pH, alcalinidad y dureza.

Este índice es básicamente una manera de determinar si el agua es ‘corrosiva’ (ISL negativo) o si es propensa a ‘formar sarro’ (ISL positivo). Un valor del ISL entre -0,3 y +0,3 se encuentra en un rango aceptable, sin embargo, el valor ideal siempre será 0,0.

El agua busca estar en equilibrio de manera natural. Un nivel de saturación insuficiente es corrosivo, mientras que el agua sobresaturada formará sarro. El índice se usa para determinar el equilibrio del agua: Si el índice es 0: el agua está perfectamente equilibrada. Si el índice es negativo: indica que el agua es corrosiva (incrementar pH y/o alcalinidad). Si el índice es positivo: indica que el agua es incrustante (reducir pH y/o alcalinidad).

En el primer muestreo, correspondiente al mes de marzo, todas las muestras dieron como resultado que son corrosivas. En el segundo muestreo, realizado en el mes de junio, resultó que el 67% de las muestras son corrosivas y el 33% están equilibradas,

pero pueden presentar una corrosión leve, y en el tercer muestreo el 42% de las muestras denotan corrosión leve, mientras que el resto presenta corrosión severa.

Coefficiente alcalimétrico (índice de Scott)

Este coeficiente evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de los iones cloruro y sulfato aportados con el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro y sulfato de sodio, respectivamente.

Todas las muestras analizadas de los muestreos son de calidad buena según este índice, porque en todos los casos el coeficiente K es mayor a 18.

Tabla 4: Clasificación de las aguas según el índice de Langelier

Índice de Langelier	Indicación
$-2,0 < IL < -0,5$	Corrosión severa
$-0,5 < IL < 0$	Corrosión leve pero sin formación de incrustaciones
$IL = 0,0$	Equilibrada pero posible corrosión leve
$0,0 < IL < 0,5$	Formación leve de incrustaciones y corrosiva
$0,5 < IL < 2$	Formación de incrustaciones pero no corrosiva

Fuente: Metcalf and Eddy, 2003

Tabla 5: Valores del índice de Langelier de las muestras analizadas

Muestreo 1	IL	Muestreo 2	IL	Muestreo 3	IL
1	-2,86	1	-1,67	1	-1,94
2	-3,52	2	-1,03	2	-1,09
3	-3,02	3	-1,26	3	-0,89
4	-3,52	4	-0,44	4	-0,55
5	-4,03	5	-0,73	5	-0,19
6	-3,53	6	-0,15	6	0,12
7	-4,25	7	-0,57	7	-0,89
8	-2,75	8	-0,38	8	0,03
9	-3,56	9	-0,46	9	0,05
10	-4,19	10	-1,3	10	-0,06
11	-4,53	11	-0,97	11	-1,46
12	-4,84	12	-0,76	12	-0,73

Tabla 6: Clasificación de las aguas según el índice de Scott

Valor de índice de Scott	Calidad del Agua
Buena	$K > 18$
Tolerable	$18 > K > 6$
Mediocre	$6 > K > 1,2$
Mala	$K < 1,2$

4. Conclusiones

En el marco del objetivo de este trabajo, se permite aprobar la hipótesis planteada de que las aguas de riego de los productores hortícolas de la localidad de Saladas, pueden ser usadas para tal fin. Sin embargo, si analizamos los resultados del cálculo del índice de Langelier debemos aconsejar, en los casos que el agua tenga tendencia corrosiva o incrustante, de tomar medidas para ajustar el pH, la alcalinidad total o dureza de calcio, con el fin de evitar los efectos de la corrosión o la formación de incrustaciones en tuberías o equipos instalados para el riego, también nos permite discernir en el tipo de riego a utilizar.

5. Literatura citada

Aguilera, I.; Pérez, R.M.; Marañón, A. 2010. Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método. *Revista Cubana de Química XXII* (3): 39-44.

Aparicio, V.; Barbacone, A.; Costa, J.L. 2014. Efecto de la calidad del agua de riego complementario sobre algunas propiedades químicas edáficas. *Ciencia del Suelo* 32 (1): 95-104.

APHA [American Public Health Association]. 2009. 133rd Annual Meeting & Exposition in Philadelphia, PA.

Aquastat. 2016. Global water information system. FAO. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>

Arain, M.B.; Ullah, I.; Niaz, A.; Shah, N.; Shah, A.; Hussain, Z.; Tariq, M.; Afridi, H.I.; Baig, J.A.; Kazi, T.G. 2014. Evaluation of water quality

parameters in drinking water of district Bannu, Pakistan: Multivariate study. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 3 (4): 114-123. doi: 10.1016/j.swaqe.2014.12.005.

Bauder, T.A.; Waskom, R.M.; Davis, J.G. 2007. Irrigation Water Quality Criteria. Colorado State University Cooperative Extension N° 0.506, EE. UU. Disponible en www.ext.colostate.edu

Bermejillo, A.; Llera, J.; Martí, L.; Valdés, A.; Cónsoli, D.; Venier, M.; Salcedo, C.; Troilo, S. 2012. Aptitud para riego del agua subterránea basada en la salinidad y sodicidad en las perforaciones realizadas entre 2004 y 2010 en los Oasis Norte y Centro de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 44 (2): 221-240

Bodelón, O.; Bernués, M.; Baltanás, A.; Montes, C. 1994. Conductividad y salinidad en los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional de Doñana (So, España). *Limnetica* 10: 27-31.

Canovas, J. 1986. Calidad agronómica de las aguas para riego. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, Madrid, España.

CREA [Centro regional de estudios del agua]. 2005. CREA, Castilla-La Mancha, España.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat, versión 2017, [Windows 98, 2000, XP, NT, Vista], Lenguaje Delphi, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-591-110-9.

Metcalf, E. 2003. Wastewater engineer ing treatment and reuse, 4ta ed., McGraw-Hill, New York.

Mizrahi, Y.; Taleisnik, E.; Kagan Zur, V.; Zohar, Y.; Offenbach, R.; Matan, E.; Golan, R. 1988. Un régimen de riego salino para mejorar la calidad del fruto de tomate sin reducir el rendimiento. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 (2): 202-205.

Nishanthiny, S.C.; Thushyanthy, M.; Barathithasan, T.; Saravanan, S. 2010. Irrigation Water Quality Based on

- Hydro Chemical Analysis, Jaffna, Sri Lanka. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 7 (1): 100-102.
- Páez-Sánchez, A.; Alfaro-Cuevas-Villanueva, R.; Cortés-Martínez, R.; Segovia, N. 2013. Arsenic content and physicochemical parameters of water from wells and thermal springs at Cuitzeo Lake Basin, Mexico. *IJRSET* (2): 7731-7740.
- Patil, P.N.; Sawant, D.V.; Deshmukh, R.N. 2012. Physico-chemical parameters for testing of water - A review. *IJES* (3): 1194-1207. doi: 10.6088/ijes.2012030133028
- Rashidi, M.; Seilsepour, M. 2011. Prediction of Soil Sodium Adsorption Ratio Based on Soil Electrical Conductivity. *Middle East Journal of Scientific Research* 8 (2): 379-383.
- Rodríguez, S.C. 2012. Clasificación salina y sódica de agua de zonas hortícolas. En: Fuentes de agua subterráneas, de la Provincia de Corrientes, República Argentina. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-8473-6073-5.
- Rodríguez, S.C.; Fernández, J.A.; Martínez, G. 2005. Validación Interna de un método para la Determinación de Nitratos en Agua. En XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Provincia de Mendoza, República Argentina.
- Silva, H.; Ortiz, M.; Acevedo, E. 2007. Relaciones hídricas y ajuste osmótico en trigo. *Agrociencia* 41 (1): 23-34.
- Sosa, O.M.; Currie, H.M.; Bartra Vásquez, L.; Cáseres, S.L. 2009. Diagnóstico físico químico de la calidad del agua de riego en el chaco húmedo. *Revista Agrotecnia* N° 19: 14-19. Instituto Agrotécnico "Pedro Fuentes Godo", Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Argentina. ISSN 0328- 4077.
- Suniaga, J.; Rodríguez, A.; Rázuri Ramírez, L.; Romero, E.; Montilla, E. 2008. Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de Cultivo del Pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de bosque seco premontano. *Agricultura Andina* 15: 56-65.
- U.S. EPA [U.S. Environmental Protection Agency]. 1973. Water Quality Criteria 1972. Section V. Agricultural Uses of Water. Water for Irrigation. EPA R3.73.035.
- Vivot, E.P.; Rugna, C.M.; Gieco, A.M.; Sánchez, C.I.; Ormaechea, M.V.; Sequina, C.J. 2010. Calidad del agua subterránea para usos agropecuarios en el departamento Villaguay, Entre Ríos. *Augmdomus* 2: 1-15. ISSN: 1852-2181.