

Comunicación Breve

Ciencias Ambientales, Agroindustrias y de la Tierra

Determinación de contaminantes antrópicos y fitotoxicidad en el agua de riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza, Argentina

Determination of anthropic contaminants and phytotoxicity in the irrigation water of linear public trees of the city of Mendoza, Argentina

Marcos Gaii, Estela Dolores Franco

Universidad Juan Agustín Maza. Facultad de Farmacia y Bioquímica; Argentina

DOI: <https://doi.org/10.59872/icu.v9i13.548>

Contacto: mgiai@umaza.edu.ar

Recepción: 21/01/2025; Aceptación: 31/03/2025;

Publicación: 21/04/2025

Palabras claves: Contaminación, Acequias, Bioensayos, Agua, Oasis

Keywords: Pollution, Ditches, Bioassays, Water, Oasis

Resumen

Un sinnúmero importante de contaminantes provenientes de las actividades del hombre pueden encontrarse en el cauce de las acequias de la ciudad de Mendoza, con lo cual, llegar a tener un efecto negativo al largo plazo, en las especies arbóreas próximas al sistema de riego, y por ende al concepto de «ciudad oasis» de la misma y a la triada de relación «agua-árbol-acequia». Con este propósito, se planteó identificar los niveles de contaminantes antrópicos en el agua destinada al riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza, realizando una caracterización de las áreas de mayor riesgo y evaluando su relación con los niveles de fitotoxicidad observados. Se realizaron análisis de fitotoxicidad (*Lactuca sativa*), de presencia de hidrocarburos, coliformes fecales, conductividad, pH, nitritos, clorógenos y densidad del agua de riego en treinta (30) puntos comerciales y gastronómicos de la ciudad de Mendoza. Se observaron niveles de fitotoxicidad similares a los históricos en la zona del microcentro comercial. Se evidenció la presencia de clorógenos en dos puntos de muestreo. No se observó variabilidad en la densidad del agua. Se observó variaciones del pH, presencia de derivados de hidrocarburos, conductividad mayor a permitida en agua de riego en la zona donde se realizaban obras en el sistema de riego. Se puede concluir que continúan activos los focos de fitotoxicidad asociada a la actividad humana en las zonas comerciales. La realización de actividades de mantenimiento y mejora del sistema de riego por obra pública provocaron una alteración temporal en la calidad del agua de riego que se manifestó con la variabilidad en la conductividad, fitotoxicidad, presencia de hidrocarburos y de coliformes fecales.

Abstract

A significant number of contaminants originating from human activities can be found in the channels of the irrigation ditches in the city of Mendoza, potentially having a long-term negative impact on the tree species near the irrigation system. This, in turn, affects the concept of the city as an 'oasis' and the triadic relationship of 'water-tree-irrigation ditch'. To address this issue, a study was proposed to identify the levels of anthropogenic contaminants in the water used for irrigating the linear public tree canopy in the city of Mendoza. The study aimed to characterize high-risk areas and evaluate their relationship with observed phytotoxicity levels. Phytotoxicity analyses (*Lactuca sativa*), as well as assessments of hydrocarbons, fecal coliforms, conductivity, pH, nitrites, chlorogenic compounds, and water density, were conducted at thirty (30) commercial and gastronomic sites across the city of Mendoza. The results indicated phytotoxicity levels similar to historical data in the downtown commercial area. Chlorogenic compounds were detected at two sampling points. No variation in water density was observed. However, pH variations, the presence of hydrocarbon derivatives, and conductivity levels exceeding the permissible limits for irrigation water were noted in areas where construction activities were carried out on the irrigation system. It can be concluded that human activity-related phytotoxicity hotspots remain active in commercial zones. Public works aimed at maintaining and improving the irrigation system caused a temporary alteration in irrigation water quality, manifested in variations in conductivity, phytotoxicity, hydrocarbon presence, and fecal coliform levels.

Introducción

La ciudad de Mendoza, Argentina, es considerada una «ciudad oasis» porque está inserta en una zona árida de la República Argentina y cuenta con su propio bosque urbano. También se caracteriza por la precolombina metodología de riego (acequias), que mantienen las zonas irrigadas que ocupa la mayor parte de la población de la región. Es así, que esta ciudad oasis, se vale de soluciones basadas en la naturaleza para retener, limpiar e infiltrar el agua. Su diseño urbano promueve un desarrollo urbano alineado con la economía verde y sostenible.

El Departamento General de Irrigación (DGI) administra el agua en la Provincia de Mendoza y distribuye las dotaciones junto a las organizaciones de usuarios para riego y arbolado público, agua cruda para las plantas potabilizadoras, y uso industrial, la que se realiza a través de un sistema derivado de cauces. Este sistema de riego incorpora al Área Metropolitana de Mendoza dentro de su área de influencia, por lo que los canales atraviesan los casco urbano y aguas abajo dotan a las propiedades que se encuentran al norte y este (Magistocchi, 2010).

La ciudad de Mendoza cuenta con más de 115.000 habitantes (DEIE, 2021) y es considerada un gran consumidor o gran cliente para el DGI y recibe las dotaciones en sus distintos departamentos, distritos y secciones en múltiples puntos para el mantenimiento del arbolado público (ciudad bosque) y también a otros usos tales como limpieza de plazas y calles (Figura 1).



Figura 1. Acequias y arbolado urbano de Mendoza

La presencia de residuos sólidos urbanos y todo tipo de elementos que la población, desaprensivamente, vierte a los cauces, indica que el sistema se encuentra bajo la acción permanente de agentes externos que inciden negativamente en su capacidad, calidad y en la gestión del recurso (Magistocchi, 2010). La contaminación industrial, sanitaria y doméstica se concentra en áreas urbanas y suburbanas en un elemento tan importante como el agua, que por su carácter de contaminante y contaminador afecta intensamente al medio ambiente (Salomón, 2005).

Consoli *et al* (2016) al comparar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas destinadas a riego, aprecian una clara distinción entre la calidad del agua de origen subterráneo, superior a la de origen superficial y con menores variaciones estacionales. Además, los acuíferos libres y confinados cercanos a la superficie aparecen como más contaminados que los profundos por su salinidad.

Martín *et al* (2019) investigaron la calidad físico química y microbiológica del agua destinada a regadío y concluyen que algunos parámetros, que tienen incidencia sobre la calidad del agua en la cuenca del río Mendoza, tienden a incrementarse en el tiempo, desmejorándola. Específicamente esto se observa con la conductividad eléctrica, los cloruros y los nitratos acompañados por una tendencia en la reducción del oxígeno disuelto. Este deterioro en la calidad del agua afectará no solo a la biodiversidad, sino también a la producción agrícola. Por ello es importante continuar con el monitoreo y realizar un adecuado control de las distintas actividades que se desarrollan en la cuenca (urbana, agrícola, industrial y recreativa) para asegurar una adecuada gestión de los recursos hídricos. En los resultados propios anteriores (Giai, 2021) se observó una relación directa de la presencia de fitotoxicidad en bioensayos con semillas de *Lactuca sativa* en el agua de riego del arbolado público con las actividades antrópicas más contaminantes, tales como las observadas en proximidades a estaciones de servicio, locales gastronómicos de comidas rápidas y en donde se concentra el paso de mayor cantidad de transeúntes (microcentro). Surge de ello, una situación problemática que afecta la calidad del agua de riego y su potencial efecto perjudicial al ecosistema urbano de la ciudad. A través de las determinaciones de parámetros de contaminación química y bacteriológica de agua destinada a riego, se podrá determinar el impacto de éstos en la calidad del recurso hídrico y en el potencial efecto sobre la sanidad de las especies arbóreas.

Materiales y métodos

Tipo de Estudio

Estudio descriptivo y transversal (describe el comportamiento de los contaminantes antrópicos del agua de riego del arbolado en diferentes sitios de muestreo). Se realizaron las determinaciones de contaminantes de origen antrópico y de calidad de agua: Hidrocarburos (Sensible a viraje de: Aceite: 250 mg / L de éter de petróleo, 10 mg / L de gasolina (alto octanaje), 5 mg / L de aceite combustible, 1 mg / L de aceite lubricante), Clorógenos (Cloro total y Cloro libre), Coliformes fecales, Conductividad, Densidad, pH y Fitotoxicidad) del agua de riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza.

Sitios de estudio

Se tomaron treinta (30) muestras de manera manual, correspondientes a las zonas donde los niveles de fitotoxicidad monitoreadas históricamente (Tabla 1) mostraron niveles moderados o altos (Giai, 2021) y de acuerdo al mapa de riesgo de fitotoxicidad actualizado en Municipalidad de Mendoza (Figura 2). La confrontación de los nuevos valores y los históricos, permite continuar con el monitoreo solicitado por la Municipalidad de Mendoza y a su vez se incluir la determinación *in situ* de los contaminantes antrópicos del agua de riego y si los mismos se pueden relacionar con alguna actividad comercial contaminante de dicho recurso. La muestra recolectada (100 mL) se refrigeró a 4 °C, una alícuota fue sembrada para el bioensayo de fitotoxicidad por decuplicado (4 mL) y la alícuota restante se empleó para los ensayos analíticos propuestos.

Nro.	Punto de muestreo		
1	Afluyente de Riego (Ingreso)	16	Juan B Justo y Olascoaga
2	Paso de los Andes y Andrade	17	Juan B Justo y Tiburcio Benegas
3	San Juan y Barraquero	18	Juan B Justo y Belgrano
4	Morón y Rioja	19	Las Heras y 25 de mayo (sur)
5	Patricias Mendocinas y Rivadavia	20	Las Heras y Chile
6	Gutiérrez y Mitre	21	Las Heras y Mitre
7	España y Las Heras	22	Las Heras y Patricias Mendocinas (norte)
8	Patricias Mendocinas y General Paz	23	Las Heras y España
9	Patricias Mendocinas y Colón	24	Las Heras y 9 de Julio (sur)
10	Colón y Mitre	25	Las Heras y 25 de mayo (norte)
11	Colón y Perú	27	Las Heras y Chile
12	Colón y Belgrano	27	Las Heras y Mitre
13	Juan B Justo y Boulogne Sur Mer	28	Las Heras y Patricias Mendocinas (sur)
14	Juan B Justo y Paso de los Andes	29	Las Heras y España
15	Juan B Justo y Granaderos	30	Las Heras y 9 de Julio (norte)

Tabla 1. Puntos de muestreo Ciudad de Mendoza

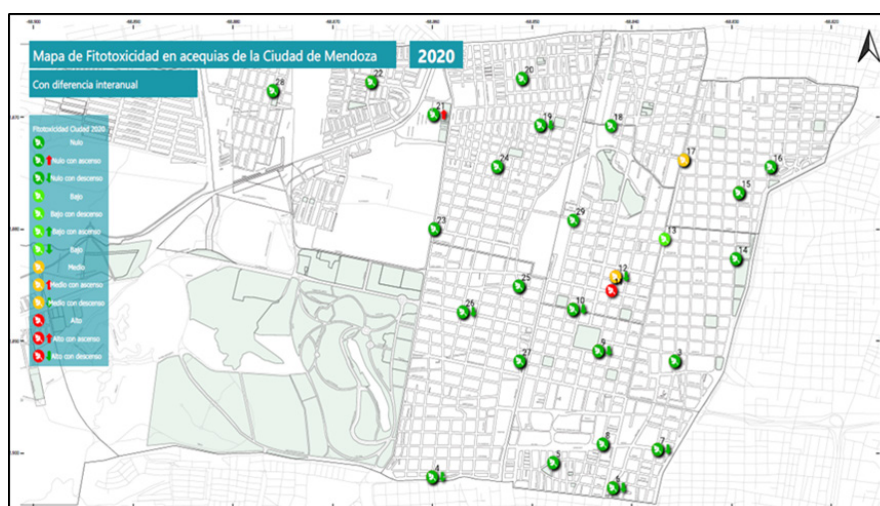


Fig. 2. Mapa de fitotoxicidad de la ciudad de Mendoza.

Metodología

Determinación semi-cuantitativa en agua de riego de: Clorógenos (Colorimetría, Método DPD), Hidrocarburos (Colorimetría, Oiltest®), Nitritos (Colorimetría, API®) Conductividad, Densidad, Temperatura, pH (TDSmetría) y Cultivo bacteriológico para Coliformes fecales (Medio CLDE).

Las mediciones de los parámetros fisicoquímicos de todas las muestras se realizaron a 20 °C, en los meses de noviembre de 2022 y abril de 2023.

Las muestras para bioensayos de fitotoxicidad, se procesaron en forma inmediata, con semillas de *Lactuca sativa* (Sobrero y Ronco, 2005). Con la ayuda de una pinza, se colocan cuidadosamente diez semillas, dejando espacio suficiente entre ellas para permitir la elongación de las raíces. Posteriormente se sellaron con Parafilm® las cápsulas para evitar la pérdida de humedad. Dado que las semillas de lechuga requieren oscuridad para que se produzca la germinación (semillas fotoblásticas negativas), las cajas de Petri deben cubrirse de la luz inmediatamente después de colocarlas en las cápsulas y durante el periodo de ensayo. Se incubaron durante 120 h (cinco días) a una temperatura de 22± 2 °C en Estufa de Cultivo Faeta®-C30. Las muestras se procesaron en paralelo con controles negativos (Sulfato de Zinc 5%) y positivos (Agua mineralizada estéril). Luego de la incubación, se midió el largo de radícula de las plántulas en cada repetición. Se analizaron diferencias en las medias de crecimiento de las radículas con inhibición mayor al 50% y se determinaron diferencias significativas en las muestras (ANOVA-Tukey) con respecto al control (afluente de riego). Se utilizó el software GraphPad® Prism 5.0.

Con los niveles obtenidos se semaforizaron los puntos de muestreo de acuerdo a los niveles detectados (*Score*), asignando el color rojo al punto con mayor riesgo y el amarillo para el riesgo moderado, posteriormente se georreferenciaron los mismos en un mapa de riesgo de la ciudad de Mendoza.

Resultados

Ensayos de Fitotoxicidad en agua de riego del arbolado público lineal

En los muestreos realizados en noviembre de 2022 y abril de 2023, se obtuvieron los siguientes resultados de fitotoxicidad de los puntos de muestreo, expresados como diferencia media de crecimiento radicular (Δ Crec Rad) con respecto al control (afluente de riego) (Tabla 2).

Nro.	Punto de muestreo	Δ Crec Rad (mm)	Significancia (p)	IC95%
1	Afluente	0,000	-	-
2	Paso de los Andes y Andrade	3,833	ns	-0.6958 to 3.996
3	San Juan y Barraquero	4,995	ns	-0.1958 to 4.496
4	Morón y Rioja	5,695	<0,05	0.1042 to 4.796
5	Patricias Mendocinas y Rivadavia	5,922	<0,05	0.2042 to 4.896
6	Gutiérrez y Mitre	6,389	<0,01	0.4042 to 5.096
7	España y Las Heras	5,924	<0,05	0.2042 to 4.896
8	Patricias Mendocinas y General Paz	6,156	<0,01	0.2042 to 4.896
9	Patricias Mendocinas y Colón	1,975	ns	0.3042 to 4.996
10	Colón y Mitre	6,389	<0,01	-1.496 to 3.196
11	Colon y Perú	1,975	ns	0.4042 to 5.096
12	Colon y Belgrano	1,045	ns	-1.496 to 3.196
13	Juan B Justo y Boulogne Sur Mer	3,601	ns	-1.896 to 2.796
14	Juan B Justo y Paso de los Andes	1,278	ns	-0.7958 to 3.896
15	Juan B Justo y Granaderos	4,066	ns	-1.796 to 2.896
16	Juan B Justo y Olascoaga	2,207	ns	-0.5958 to 4.096
17	Juan B Justo y Tiburcio Benegas	3,136	ns	-1.396 to 3.296
18	Juan B Justo y Belgrano	4,298	ns	-0.9958 to 3.696
19	Las Heras y 25 de mayo (sur)	2,904	ns	-0.4958 to 4.196
20	Las Heras y Chile	4,530	ns	-1.096 to 3.596
21	Las Heras y Mitre	5,691	<0,05	-0.3958 to 4.296
22	Las Heras y Patricias Mendocinas (norte)	6,156	<0,01	0.1042 to 4.796
23	Las Heras y España	5,692	<0,05	0.3042 to 4.996
24	Las Heras y 9 de Julio (sur)	5,696	<0,05	0.1042 to 4.796
25	Las Heras y 25 de mayo (norte)	3,368	ns	0.1042 to 4.796
27	Las Heras y Chile	2,439	ns	-0.8958 to 3.796
27	Las Heras y Mitre	5,699	<0,05	-1.296 to 3.396
28	Las Heras y Patricias Mendocinas (sur)	6,389	<0,01	0.1042 to 4.796
29	Las Heras y España	6,157	<0,01	0.4042 to 5.096
30	Las Heras y 9 de Julio (norte)	5,925	<0,05	0.3042 to 4.996

Tabla 2. Resultado de diferencias medias de crecimiento radicular en los ensayos de fitotoxicidad por lugar de muestreo (ANOVA-Tukey) (Significancia p<0,05).

Contaminantes antrópicos en agua de riego

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos del agua de riego del arbolado público lineal y su *score*, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3).

Nro	Punto de muestreo	Densidad	pH	Nitritos (ppm)	Hidrocarburos	Conductividad (μS/cm)	Cloro (ppm)	Coliformes Fecales	Score
1	Afluente	1005	6,0	0	Neg	0,30	0,0	0	0
2	Paso de los Andes y Andrade	1005	5,5	0	Neg	0,35	0,0	0	1
3	San Juan y Barraquero	1005	7,5	0	Neg	0,38	0,0	0	1
4	Morón y Rioja	1010	8,0	0	Neg	0,40	0,0	0	2
5	Patricias Mendocinas y Rivadavia	1005	8,0	0	Neg	0,45	0,8	0	3
6	Gutiérrez y Mitre	1005	6,5	0	Neg	0,43	0,0	0	2
7	España y Las Heras	1005	7,5	0	Neg	0,40	0,0	0	2
8	Patricias Mendocinas y General Paz	1015	7,0	0	Neg	0,55	0,9	0	5
9	Patricias Mendocinas y Colón	1005	6,5	0	Neg	0,47	0,0	0	0
10	Colón y Mitre	1015	8,0	0	Pos	0,80	0,0	0	6
11	Colón y Perú	1005	5,5	0	Neg	0,45	0,0	0	1
12	Colón y Belgrano	1005	5,5	0	Neg	0,48	0,0	0	1
13	Juan B Justo y Boulogne Sur Mer	1005	6,0	0	Neg	0,40	0,0	0	0
14	Juan B Justo y Paso de los Andes	1005	5,5	0	Neg	0,45	0,0	0	1
15	Juan B Justo y Granaderos	1005	6,0	0	Neg	0,44	0,0	0	0
16	Juan B Justo y Olascoaga	1005	6,0	0	Neg	0,47	0,0	0	0
17	Juan B Justo y Tiburcio Benegas	1005	5,5	0	Neg	0,48	0,0	0	1
18	Juan B Justo y Belgrano	1005	6,0	0	Neg	0,45	0,0	0	0
19	Las Heras y 25 de mayo (sur)	1005	6,5	0	Neg	0,48	0,0	0	0
20	Las Heras y Chile	1005	6,0	0	Neg	0,51	0,0	0	1
21	Las Heras y Mitre (norte)	1005	6,0	0	Neg	0,50	0,0	Presencia	3
22	Las Heras y Patricias Mendocinas	1005	7,5	0	Neg	0,45	0,0	0	3
23	Las Heras y España	1005	5,5	0	Neg	0,45	0,0	0	2
24	Las Heras y 9 de Julio	1005	5,5	0	Neg	0,44	0,0	0	2
25	Las Heras y 25 de mayo (norte)	1005	6,5	0	Neg	0,50	0,0	0	1
27	Las Heras y Chile	1005	6,5	0	Neg	0,51	0,0	0	1
27	Las Heras y Mitre (sur)	1005	5,5	0	Neg	0,50	0,0	Presencia	4
28	Las Heras y Patricias Mendocinas	1005	7,7	0	Neg	0,40	0,0	0	3
29	Las Heras y España	1005	6,5	0	Neg	0,41	0,0	0	2
30	Las Heras y 9 de Julio	1005	5,5	0	Neg	0,45	0,0	0	2

Tabla 3. Valores de parámetros de contaminación antrópica del agua de riego del arbolado público lineal y su *score*.

Referencias: (Neg: Negativo, Pos: Positivo).

Valores Normales en agua de riego: Conductividad eléctrica: 0-0,5 (μS/cm). pH: 6-8,5. Cloro total: 0-3 ppm. Hidrocarburos: Ausencia. Coliformes fecales: Ausencia. Nitritos: < 0,1 ppm

Discusión

Los análisis de fitotoxicidad ensayados en los 30 puntos de muestreo correspondientes, mostraron resultados similares a los históricos en los puntos de muestreo (PM) de la zona del microcentro de la ciudad de Mendoza (PM: 4, 5, 6, 7 y 8) como se observó en los años del período 2019-2021 (Giai *et al*, 2023). Cabe señalar la aparición de un nuevo foco de fitotoxicidad en el agua de riego del arbolado público lineal en la calle Las Heras, contigua al foco histórico de contaminación de la calle Patricias Mendocinas. Ello producto de la concentración de más de medio siglo de actividades comerciales, gastronómicas (Palero, 1981) y del transporte urbano (Puliafito *et al*, 2009) que comprometen no solo la calidad del agua de riego, sino al resto del medio ambiente urbano (Allende *et al*, 2014; Perelman *et al*, 2014).

Con respecto a los contaminantes antrópicos medidos como parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de riego urbano, se evidenció una baja variabilidad (7%) de la densidad de los puntos de muestreo. Respecto al pH, se encontró que en un 55% de los puntos de muestreo, dicho parámetro estaba alterado. Se observó un aumento de la conductividad eléctrica por encima de los valores normales en un 24% de las muestras. No se evidenció la presencia de nitritos en los puntos de muestreo. Las mencionadas alteraciones fisicoquímicas son producto de la presencia de los residuos sólidos urbanos (RSU) en las acequias de la ciudad, situación descripta y poco gestionada con el desarrollo urbano de la misma (Martínez, 2006). Se encontraron valores de pH y TDS ligeramente por debajo de los detectados en acuíferos de riego de la ciudad oasis de Pica, Chile (Herrera Apablaza *et al*, 2018) y marcadamente inferiores a niveles encontrados en la cuenca del Río Naranjo, Cuba (García Hidalgo, 2012).

Se observó presencia de coliformes fecales en los cultivos microbiológicos de ambas muestras tomadas en la intersección de las calles Las Heras y Mitre y un foco aislado donde se evidenció la presencia de derivados de hidrocarburos (Colón y Mitre, PM:10) coincidente con la presencia de maquinarias diésel que realizaban la renovación y acondicionamiento de las veredas y acequias en la calle Colón desde el oeste al este.

Sánchez Solís (2020) sobre su experiencia en Chihuahua, México, destaca los conceptos que plantea la ecología urbana y de cómo se pueden delinear estrategias para lograr una ciudad sustentable partiendo del reconocimiento de los servicios ecosistémicos que brindan las acequias y apoyándonos de la valorización del patrimonio histórico y ambiental que representan estos canales de irrigación, a lo que suma el reconocimiento por parte de los planes parciales es que se realiza la siguiente propuesta.

Conclusión

Se concluye que la calidad físico-química del agua de riego proveniente del afluente (Canal Jarillal) no se ve alterada hasta su ingreso al conglomerado del microcentro de la ciudad (Primera, Segunda y Tercera Sección), donde se concentran las actividades comerciales y gastronómicas. Mientras que la fitotoxicidad observada en el agua de riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza está relacionada con la actividad antrópica, tanto en los puntos históricos de contaminación (microcentro de la ciudad), como en los nuevos focos detectados por la realización de obras públicas para el mejoramiento de veredas y acequias. Se propone como lineamiento de gestión del recurso hídrico, que el Área de Ambiente del municipio monitoree los efluentes de domicilios y comercios que vierten sus desechos en el sistema de riego, a fin de resguardar la sostenibilidad de la calidad del agua de riego en las acequias mendocinas y su valorización histórico-ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Allende, D., Pascual, R., Ruggeri, M., Mulena, C., & Puliafito, E. (2014). Monitoreo e identificación de fuentes de PM₁₀, PM_{2.5} y PM_j en el área urbana y suburbana del gran Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-AVERMA*, 18, 19-26. Disponible en: <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/1919>
- APHA-AEEA-WPCF, 1992, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, Editorial Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1576 pp.
- Bardini, Silvana Lorena. Cultura del Agua en la Provincia de Mendoza. Desierto versus Oasis www.fnca.eu/fnca/america/docu/3706.pdf pp.3
- Castillo Morales, Gabriela (ed.) (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones / Gabriela Castillo (ed.). - México: IMTA, 2004. Canadá: IDRC, 2004. 189 pp.
- Cónsoli, D., Zuluaga, J., Drovandi, A., & Rearte, E. Calidad del agua en zonas bajo riego: situación del Cinturón Verde de Mendoza, Argentina. (2016). Ponencia IFRH 2016. Disponible en: https://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_137.pdf
- DEIE, Gobierno de Mendoza (2021). Censos nacionales de Población - 2010. Sitio web: <https://deie.mendoza.gov.ar/#!/censos-nacionales-de-poblacion>
- García Hidalgo, Yoandris, Balmaseda Espinosa, Carlos y Vargas Rodríguez, Heriberto. (2012). Caracterización hidroquímica del agua de riego de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21 (3), 29-34.
- Giai, M., Damiani, M. E. B., Graña, G., & Franco, E. D. (2023). Monitoreo de fitotoxicidad del agua de riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza, Argentina (Período 2020-2021): Phytotoxicity monitoring of irrigation water of linear public trees in the city of Mendoza, Argentina (Period 2020-2021). *Investigación, Ciencia Y Universidad*, 7(8), 51-57. <https://doi.org/10.59872/icu.v7i8.394>
- Giai, M. (2022). Lineamientos de gestión integrada de recursos hídricos para el riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza. Cuyonomics. *Investigaciones En Economía Regional*, 6(9). Recuperado a partir de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics/article/view/5921>
- Giai, M., Graña, G., & Damiani, M. E. B. (2021). Diagnóstico preliminar de la fitotoxicidad del agua de riego del arbolado público lineal de la ciudad de Mendoza, Argentina.: Preliminary diagnosis of the phytotoxicity of irrigation water in linear public trees in the city of Mendoza, Argentina. *Investigación, Ciencia Y Universidad*, 5(6), 43-50. <https://doi.org/10.59872/icu.v5i6.366>
- Gobierno de Mendoza. Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (2018). Sistema Integrado de Información y Gestión para la Refuncionalización y Recuperación del Arbolado Urbano del Área Metropolitana Mendoza. Plan de Arbolado. Disponible en: <http://www.unicipio.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/32/2018/06/Plan-de-Arbolado-P%C3%BABlico-DAMI-II.pdf>
- Herrera Apablaza, Venecia, Gutiérrez Roa, Natalia, Córdova Molina, Salomé, Luque Marín, José, Idelfonso Carpanchay, María, Flores Riveras, Alejandro, & Romero A., Leonardo. (2018). Calidad del agua subterránea para el riego en el Oasis de Pica, norte de Chile. *Idesia (Arica)*, 36(2), 181-191. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000101>
- Magistocchi, L., Salomón, M., Infante, P., & Guisasola, L. (2010). Impacto Ambiental y Contaminación Hídrica Zona Metropolitana del Gran Mendoza-Provincia de Mendoza-República Argentina. In 3° Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. 2° Seminario da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos. Anais (Vol. 53, p. 67).
- Martin, L., Mariani, A., Hernández, R., & Morábito, J. (2019). Parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua en el área de regadío del río Mendoza. Ponencia. II Congreso Agua, Ambiente y Energía. Montevideo - Uruguay. Disponible en: https://www.fing.edu.uy/imfia/congresos/caae/assets/trabajos/new/Trabajos-Poster/36_Par%C3%A1metros_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmicos_y_microbiol%C3%B3gicos_del_agua_en_el_%C3%A1rea_de_regad%C3%ADo_del_r%C3%ADo_Mendoza.pdf
- Martínez, C. F., Roig Juñent, F. A., & Cantón, M. A. (2006). Sustentabilidad hídrica del arbolado urbano emplazado en ciudades de clima árido. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/88570>
- Morabito J et al. IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) EN LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO DEL RÍO MENDOZA (Argentina). Disponible en: https://www.ina.gov.ar/pdf/CRA-RYD-7_Morabito_RSU_Rio_Mza.pdf
- Palero, M. M. (1981). Carta ambiental de la primera sección de la ciudad de Mendoza. *Boletín de Estudios Geográficos*, 20(79), 259-287. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10919/03-palero.pdf
- Perelman, P., Carretero, E. M., Moreno, G., Castro, M. A., & Faggi, A. (2007). EL USO DE CORTEZA DE MORA (MORUS ALBA) COMO BIOMONITOR PARA DETECTAR CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE MENDOZA. *Hologramática*, 4(7), 205-214. Disponible en: <https://www.geobotanica.net/PUBLICACIONES/ARTICULOS/ecologia%20urbana/hologramaticaMORA.pdf>
- Puliafito, S. E., Castro, F., & Allende, D. (2009). TRANSPORTE Y CALIDAD DEL AIRE EN MENDOZA INFORME N 1: Aspectos Metodológicos. Disponible en: http://www1.frm.utn.edu.ar/ceds/Archivos/INF_N1_TRANSP_CEDS_UTN.pdf
- Salomón, M., Thomé, R., López, J., Albrieu, H., & Ruiz, S. (2005). Problemática de las áreas bajo riego y organizaciones de usuarios marginales a la aglomeración del gran Mendoza. In XX Congreso Nacional del Agua (Vol. 2, No. 24, p. 17).
- Sobrero, M., A. Ronco, 2005. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca Sativa* L.). Descarga de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/573/cap4.pdf>
- Solís, M. A. S., & Herrera, M. M. A. R. (2020). EL PASO DEL NORTE Y SUS ACEQUIAS: UN OASIS EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE. CASO DE ESTUDIO: ACEQUIA CORDERO. AMBIENTE DESARROLLO DESIERTOS, 190.