



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN AGRONOMÍA

**HIDROLOGÍA E HIDROQUÍMICA DE LA CUENCA DEL ARROYO
EL DIVISORIO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Ing. Agr. MARTÍN EDUARDO ESPÓSITO

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

Abril 2014

La investigación se realizó en la cuenca del arroyo El Divisorio, el que desemboca en el embalse Paso de las Piedras, aportando el 20 % del agua y el 50 % de los contaminantes de origen natural que condicionan la calidad del recurso hídrico, cuando sus concentraciones superan los valores límites establecidos para el consumo humano. Este almacenamiento es utilizado para abastecer de agua potable a las ciudades de Bahía Blanca, Punta Alta e industrias allí radicadas, con una población de aproximadamente 400.000 habitantes. Un período de sequía regional, originó que el embalse se encuentre en la actualidad en situación de emergencia hídrica y además agravado por la proliferación de algas.

Las principales actividades económicas realizadas en esta zona son las explotaciones ganaderas y agrícolas, que determinan una importante presencia de población rural residente y estable en el lugar, que hace uso del recurso. Utilizando las cartas del IGM e imágenes satelitales, se definieron los límites de la cuenca para el estudio geomorfológico, clasificación hidrológica de suelo y ubicación de los sitios de muestreos. La hidroquímica se detalló mediante mapas que indican la distribución espacial de las concentraciones de los elementos tóxicos encontrados para las distintas fechas de muestreos, confeccionados con el programa Software Surfer V.8, luego de los correspondientes análisis estadísticos (InfoStat). En el estudio hidrológico se analizaron estadísticamente los registros históricos de las precipitaciones, se construyeron las curvas IDF, hp-A-d e hietogramas de diseño y reales. Con el modelo HEC-HMS 3.3 se analizaron las relaciones precipitación-escurrimiento y por último se realizó el Balance hídrico de la cuenca.

La hidrodinámica responde a los aportes de las precipitaciones en la cuenca superior y en el sector medio-inferior se concentran los escurrimientos superficiales, provocando rápidas ondas de crecidas hacia la desembocadura. La recarga hídrica se produce principalmente por los aportes de las precipitaciones en primavera-verano y las ocurrencias de eventos de 100 mm en periodos cortos, producirían notables aumentos en los escurrimientos superficiales que alterarían el ecosistema local. El incremento de dichos caudales depende principalmente de las condiciones de humedad del suelo y sobre todo de la duración del evento. Las precipitaciones durante el estudio tuvieron registros inferiores al promedio, con consecuencias en la hidrodinámica de la cuenca y una notable reducción del volumen de agua embalsada. Las aguas provenientes del escurrimiento superficial se cargan de elementos tóxicos de origen natural (As, F, V, B, Cd, Na PO₄, HCO₃ y N-NO₃) a medida

que la corriente va lavando el material rocoso en la cabecera y sedimentario en el resto de la cuenca, siguiendo la dirección del flujo. A diferencia, en las aguas subterráneas las mayores concentraciones de dichos elementos están distribuidas espacialmente en zonaciones heterogéneas, condicionadas por las variables geoquímicas locales. Las concentraciones de estos oligoelementos superan en muchos casos a los valores de referencia y su utilización prolongada en el tiempo compromete la salud de la comunidad rural, incluidas escuelas, cooperativas y otras instituciones radicadas en el ámbito de la cuenca. Por otra parte, debe considerarse los aportes tanto de flujo superficial como del subterráneo que la cuenca realiza al embalse Paso de las Piedras.

The research was carried out in the basin of El Divisorio stream, which flows into Paso de las Piedras reservoir, providing 20 % of water and 50 % of the natural contaminants that determine the quality of the water resource, a harmful situation when concentrations exceed established guideline values for human consumption. This storage is used to provide drinking water to the cities of Bahía Blanca and Punta Alta and their industries, with a population of approximately 400,000 inhabitants. A period of regional drought resulted in the current water emergency situation of the reservoir, compounded by algal blooms.

The main economic activities in this area are agriculture and farming, which determine a strong presence of a residing and stable rural population, which uses this water resource. The boundaries of the basin for the geomorphological study, the soil hydrological classification and the location of sampling sites were defined using maps of the Instituto Geográfico Militar (Military Geographical Institute) and satellite images. Hydrochemical characteristics were described with maps that show the spatial distribution of concentrations of toxic elements found for the different sampling dates, using Surfer 8 software, after the corresponding statistical analysis (InfoStat). In the hydrological study, historical rainfall records were statistically analyzed; IDF (intensity-duration-frequency) curves and DAD (depth-area-duration) curves as well as design and real hyetographs were constructed. Relationships between rainfall and run-off were analysed with HEC-HMS 3.3 models and, finally, water balance for the basin was calculated.

Hydrodynamics are affected by rainfall contributions in the upper basin; surface run-off is concentrated in the middle-lower sector, causing rapid flood waves towards the mouth. Water recharge occurs mainly as a result of spring-summer rainfall contributions; 100 mm-events in short periods might cause significant increases in surface run-offs altering the local ecosystem. The increase in volume of flow depends mainly on soil moisture conditions and, above all, on event duration. Rainfall recorded during the study was less than average, thus affecting the hydrodynamics of the basin and significantly reducing the water volume collected in the reservoir. Natural contaminants (As, F, V, B, Cd, Na PO₄, HCO₃ and N-NO₃) are added to surface run-off water as the current erodes the rock material at the headwaters and the sedimentary material in the rest of the basin, following the direction of the flow. Conversely, the highest concentrations of the said elements in

groundwater show a heterogeneous spatial distribution, determined by local geochemical variables. Concentrations of these trace elements in many cases exceed reference guideline values and long-term exposure to them threatens the health of the rural population, including schools, cooperatives and other institutions located in the area of the basin. On the other hand, contributions from both surface and groundwater flow in the basin to Paso de las Piedras reservoir should be considered.

BIBLIOGRAFÍA

- ACGHI (American Conference Gubemmental Hygients Industrials). 2002. *Threshold Limit Values (TLVs[®]) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices (BEIs[®])*. Cincinnati. Ohio, USA.
- Adúriz M.A., Gargano A.O., Chimeno P., Saldungaray M.C., Conti V.P. 2003. Caracterización de los agrosistemas predominantes de la cuenca alta del río Sauce Grande. *RIA* **32(3)**, 3-26.
- Albouy E.R. 1994. *Hidrogeología de la cuenca superior del río Sauce Chico, Sierras Australes, provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 140 pp.
- Alessio L., Marinoni M., Dell'Orto A. 1988. Biological monitoring of vanadium. En: *Biological Monitoring of Toxic Metals*. Clarkson W.T., Friberg L., Nordberg F., Sanger R. (Eds.), Pp. 427-436, Plenum Press, Nueva York.
- APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Pollution Control Federation). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17 ed.
- Aparicio M.J. 1994. *Fundamentos de Hidrología de superficie*. 3ª Reimpresión. Limusa, Noriega, Mexico D.F. pp 303.
- Arriazu Navarro R. 2007. *El cadmio, ¿Carcinogénico prostático o no?*. Departamento de Histología y Anatomía Patológica. Universidad de San Pablo, Madrid, España. 9 pp.
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades). 1992. *Resumen de Salud Pública para el Vanadio*. División Toxicología. Depto. de Salud y Servicios Humanos de EEUU. Disponible: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades). 2000. *Resumen de Salud Pública para el Cromo*. División Toxicología. Depto. de Salud y Servicios Humanos de EEUU. Disponible: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades). 2007a. *Resumen de Salud Pública del Boro*. División Toxicología. Depto. de Salud y Servicios Humanos de EEUU. Disponible: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html

- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades). 2007b. *Resumen de Salud Pública del Cloro*. División Toxicología. Depto. de Salud y Servicios Humanos de EEUU. Disponible: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html
- Auge M. 1997. Deterioros de acuíferos por sobreexplotación y contaminación. En: *Congreso Internacional sobre Aguas, Conferencia Plenaria*. Ed. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Auge M. 2001. Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación con nitratos, presentado en ponencias del taller: Protección de acuíferos frente a la contaminación metodológica. Disponible: [http://tierra.rediris.es/hidrored/\(2002-05-9\)](http://tierra.rediris.es/hidrored/(2002-05-9)).
- Auge M., Espinosa Viale G., Sierra L. 2013. Arsénico en el agua subterránea de la Provincia de Buenos Aires. En: *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología: Aguas subterráneas recurso estratégico*. Tomo II. Pp. 58-63. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Ávila Carreras N.M., Farias S., Bianco G. 2008. Determinación de fluoruro en aguas de Rinconadillas (provincia de Jujuy). *Acta Toxicológica Argentina* **16(1)**, 14-20.
- Ayers R.S., Westcot D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO, irrigation and drainage. Paper N° 29 rev. 1. Roma. 147 pp.
- Ayerza A., 1917a. Arsenicismo regional endémico (keratodermia y melanodermia combinadas). *Boletín de la Academia de Dermatología* **2-3**, 11-24.
- Ayerza A., 1917b. Arsenicismo regional endémico (keratodermia y melanodermia combinadas) (continuación). *Boletín de la Academia de Dermatología* **2-3**, 41-55.
- Ayerza A., 1918. Arsenicismo regional endémico (keratodermia y melanodermia combinadas). *Boletín de la Academia Nacional de Medicina* **1**, 1-24.
- Azcue J.M., Nriagu J.O. 1994. Arsenic: historical perspectives. En: *Arsenic in the Environment. Part I: Cycling and Characterization*, Nriagu J.O. (Ed.). Pp. 1-15, John Wiley & Sons, NY.
- Bal W.Y., Kasprzak K.S. 2002 Induction of oxidative DNA damage by carcinogenic metals. *Toxicology Letters* **127**, 55-62.

- Bardsen A. 1999. Risk periods associated with the development of dental fluorosis in maxillary permanent central incisors: a meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica* 57, 247-256.
- Barthel R. 2006. Common problematic aspects of coupling hydrological models with groundwater flow models on the river catchment scale. *Advanced Geosciences* 9, 63-71.
- Bell F.C. 1969. Generalized rainfall-duration-frequency relationships. *Journal of Hydraulics Division* (Proc. ASCE) 95(HY1), 311-327.
- Beltramone C. 2007. Geomorfología fluvial del río San Antonio, provincia de Córdoba, Argentina. *Cuadernos del Curihan* 13, 19-30.
- Beltrán Valladares P.R., Cocom Tun H., Casanova Rosado J.F., Vallejos Sánchez A.A., Medina Solís C.E., Maupomé G. 2005. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. *Revista de Investigación Clínica*. 57(4), 532-539.
- Benítez Chunga C.A. 1978. *Estudio de los parámetros geomorfológicos de una cuenca*. Ministerio de Agricultura y Alimentación, Dirección General de Aguas, Perú. Boletín Técnico N° 2, 32. pp.
- Besuschio S.C., Desanzo A.C., Pérez A., Croci M. 1980. Epidemiological associations between arsenic and cancer in Argentina. *Biological Trace Element Research* 2, 41-55.
- Biagini R., Salvador M., Querio R., Torres Soruco C., Biagini M., Diez Barrantes A. 1995. Hidroarsenicismo crónico. Comentario de casos diagnosticados en el período 1972-1993. *Archivo Argentino de Dermatología* 45, 47-52.
- Billings R.J., Berkowitz R.J., Watson G. 2004. Teeth. *Pediatrics* 113 (4), 1120-1127.
- Bissen M., Frimmel F.H. 2003. Arsenic - a review. Part 1: Occurrence, toxicity, speciation, mobility. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 31(1), 9-18.
- Blanco M., Paoloni J., Morras H. 2005. Geoquímica del ión Arsénico y su partición en la fase sólida de suelos de la región Pampeana Sur, Argentina. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 33-40, Río Cuarto, ARG.

- Blanco M.C., Florentino C.E., Paoloni J.D., Sequeira M.E., Espósito M. 2007. Litologías y calidad de aguas superficiales y subterráneas: incidencia en el hidroarsenicismo de la región pampeana sur. En: *II Taller sobre arsénico en aguas en III Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea. V Congreso Hidrogeológico Argentino*. Pp. 93-98. Paraná, ARG.
- Boffeta P. 1993. Carcinogeny of trace elements with reference to evaluation made by international agency for research on cancer. *Scandinavian Journal Working Environmental Health* **19(Supl. 1)**, 126-127.
- Bohn H.L., McNeal B.L., O'Connor G.A. 1993. *Química del Suelo*. 1ª Ed. Limusa. MEX. 370 pp.
- Bonorino A.G. 1991. Evaluación de la recarga de agua subterránea en el área de la vertiente occidental de las Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* XLVI(1-2), 93-102.
- Bower C.A. 1964. Salinity control in irrigation agriculture. En: *Seminar en Waterlogging in Relation to Irrigation and Salinity Problems*. Lahore. PAK. 9 pp.
- Bresler E., McNeal B.L., Carter D.L. 1982. *Saline and Sodic Soils: Principles- Dynamics- Modeling*. Springer-Verlag, New York. 236 pp.
- Budipramana E.S., Hapsoro A., Irmawati E.S., Kuntari S. 2002. Dental fluorosis and caries prevalece in the fluorosis endemic area of Asembagus, Indonesia. *International Journal of Pediatric Dentistry* **12**, 415-422.
- Bundschuh J., Nicolli H., Blanco M del C., Blarasin M., Farías et al. 2008. Distribución del arsénico en la región sudamericana. En: Bundschuh J., Pérez Carreras A., Litter M.I. (editores): *Distribución del arsénico en las regiones Ibéricas e Iberoamericana*. Red Iberoarsen, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Argentina. 230pp. ISBN: 13978-84-96023-61-1.
- Bundschuh J., Farías B., Martín R., Storniolo A., Bhattacharya P., Cortés J., Bonorino G., Albouy R. 2004. Groundwater arsenic in the Chaco-Pampean Plain, Argentina: case study from Robles County, Santiago del Estero province. *Applied Geochemistry* **19**, 231-243.
- Cabrera A., Blarasain M., Cabrera S., Matteoda M., Gómez L., Villalba G., Hildman F., Bettera A. 2005. Arsénico y flúor en el acuífero freático en el sur de Córdoba: línea de

- base hidroquímica y problemática ambiental vinculada. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 41-52, Río Cuarto, ARG.
- Cacchiarelli J., Galantini J.A., Rosell R. 2008. Estabilidad estructural y P en fracciones de agregados en la cuenca del arroyo El Divisorio (Coronel Pringles, BA). *Ciencia del Suelo* **26(1)**, 71-79.
- Cáceres D.D., Pino P., Montesinos N., Atalah E., Amigo H., Loomis D. 2005. Exposure- to inorganic arsenic in drinking water and total urinary arsenic concentration in a Chilean population. *Environment Research* **98(2)**, 151-159.
- Cáceres L., Gruttner E., Contreras R. 1992. Water recycling in arid regions-Chilean case. *Ambio* **21**, 138-144.
- Calder I.R. 1993. Hydrologic effects of land-use change. En: *Handbook of Hydrology*, Maidment D.R. (Ed.). Chapter 13, pp. 1-50, McGraw-Hill, NY.
- Cañas Pérez A. 1992. *Regla: El agua y su influencia sobre la salud*. Ed. Ciencias Médicas. La Habana, CUB. 50 pp.
- Carpenter S.R., Caraco N.E., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N., Smith V.H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* **8**, 558-568.
- Carrica J.C. 1998. *Hidrogeología de la cuenca del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 215 pp.
- Castany G. 1971. *Tratado práctico de las aguas subterráneas*. Omega. Madrid.
- Castro G.E., Pacheco Medina A. y Coronado Peraza V. 2009. *Origen de los sulfatos en aguas subterráneas del sur de la sierrita de Ticul, Yucatán*. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-1, pp 49-58, ISSN: 1665-529.
- Chávez Cárdenas J.A., Rodríguez Castro J.A., Ruiz Chávez R., García Acevedo R., Serrano Medrano M. 2006. La importancia de la dureza del agua. Determinación de la Dureza. En: Segundo Foro Académico Nacional de Ingeniería y Arquitectura. Fac. Ingeniería Civil DES Ingenierías Arquitectura, UMSNH. Morelia, MEX. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Dureza-Del-Agua/2099096.html>

- Choubisa S.L. 2001. Endemic fluorosis in Southern Rajasthan, India. *Fluoride* **34**, 61-70.
- Chow V., Maidment D., Larry W. 1994. *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill Interamericana S.A. Santafé de Bogotá, COL. 538 pp.
- Christian J., Hopenhayn C.M. 2004. Is arsenic metabolism in exposed populations influenced by selenium? *Epidemiology* **15**(4), S107-S108.
- Círculo Médico del Rosario. 1917. Sobre la nueva enfermedad descubierta en Bell-Ville. *Revista Médica del Rosario* **VII**, 485.
- CAA (Código alimentario para uso de agua potable en Argentina). 2007. Cap. XII, Art. 982 (Res. Conj SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007). Buenos Aires, Argentina.
- Convenio UNS-ABSA-ORAB-ADA, 2005. Informe final año 2004. Convenio de Colaboración y Asistencia Recíproca entre la Autoridad del Agua, el Organismo Regulador de Aguas Bonaerenses, la empresa Aguas Bonaerenses S.A. y la Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 183p.
- Costa J.L. 1995. Pasos a seguir por parte del productor que desea regar. Calidad de agua. En: *Manual de Riego del Productor Pampeano*. Pp. 21-40. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Buenos Aires.
- Costa J. L.1996. Calidad de aguas para riego. En: *Curso de riego suplementario, Sistemas de aspersión*. Unidad Integrada INTA- Fac. de Ciencias Agrarias de Balcarce.
- Curvale D.A., Brigada A.M., Antón R. I. 2008. Determinación de cadmio en agua-suelo-oligoquetos de la zona del Dique Cruz de Piedra (San Luis Argentina). En: *XXI Congreso Argentino de la Ciencia Del Suelo*, pp 6, Potrero de los Funes, Argentina.
- Custodio E. 2013. *Trenes in groundwater pollution: loss of groundwater quality and related services*. Groundwater Governance: A global Framework for Country Action. GEF 10. 3726: 1-76.
- Custodio E., Llamas M.R. 1983. *Hidrología Subterránea*. (2 Tomos), Ediciones Omega S.A. Barcelona. ESP. 2350pp.

- Damiano F., Taboada M.A. 2000. Perdición del agua disponible usando funciones de pedo-transferencias en los suelos agrícolas de la región pampeana. Argentina. *Ciencia del Suelo* **18(2)**, pag 77 - 88.
- Das D.D.; Mahapatra R., Pradhan J., Das S.N., Thakur R.S. 2000. Removal of Cr (VI) from aqueous solution using activated cow dung carbon. *Journal of Colloid and Interface Science* **232(2)**, 235-240.
- Day D.G. 1978. Drainage density changes during rainfall. *Earth Surface Processes* **3**, 319-326.
- De Gregori I., Fuentes E., Rojas M., Pinochet H., Potin-Gautier M. 2003. Monitoring of copper, arsenic and antimony levels in agricultural soils impacted and non-impacted by mining activities, from three regions in Chile. *Journal of Environmental Monitoring* **5(2)**, 287-295.
- De la Sota M., Puche R., Rigalli A., Fernández L.M., Benasatti S., Boland R. 1997. Modificaciones en la masa ósea y en la homeostasis de la glucosa en residentes en la zona de Bahía Blanca con la alta ingesta espontánea de flúor. *Medicina* **57**, 417-420.
- Deam S.A., Tobin J.M. 1999. Uptake of chromium cations and anions by milled peat. *Resources, Conservation and Recycling* **27(1-2)**, 151-156.
- Degioanni, A. 1995. *Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para la estimación de caudales extraordinarios en la región centro-sur de Córdoba. Argentina.* Universidad de Alcalá de Henares, España.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. 2009. InfoStat versión 2009. Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, ARG.
- Díaz Rengifo J.A. 2001. Desarrollo de un sistema integrado para la monitorización *in situ* de metales pesados. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, ESP.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2004. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission Related to the Tolerable Upper Intake Level of Vanadium. *EFSA Journal* **33**, 1-22.
- Espósito M.E., Paoloni J.D., Sequeira M.E., Amiotti N.M., Blanco M.C. 2011a. Natural contaminants in drinking waters (arsenic, boron, fluorine and vanadium) in the southern

- pampean plains, Argentina. *Journal of Environmental Protection* **2(1)**, 97-108. Disponible: 10.4236/jep.
- Espósito M.E., Sequeira M.E., Paoloni J.D., Amiotti N.M. 2008. Análisis morfométrico de la cuenca endorreica de El Divisorio, Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. En: *Ambiente y recursos naturales del sudoeste bonaerense: Producción, contaminación y conservación* (V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerenses), Cazzaniga N.J., Arelovich H.M. (Eds). Pp. 17-29, EdiUNS, Bahía Blanca, ARG.
- Espósito M.E., Blanco M.C., Sequeira M.E., Paoloni J.D., Amiotti N.M. 2009a. Flúor en aguas freáticas: variabilidad espacio-temporal y zonas de riesgo en la cuenca del arroyo El Divisorio, Argentina. En: *VI Congreso Argentino de Hidrogeología: presencia de flúor y arsénico en aguas subterráneas*. Pp. 101-110. Santa Rosa.
- Espósito, M.E., Paoloni, J.D., Sequeira M.E., Amiotti, N.M., Blanco M.C. 2009b. Arsénico, boro, flúor y vanadio en aguas de la cuenca endorreica del arroyo El Divisorio, tributario del embalse Pasó de las Piedras. Provincia de Buenos Aires. En: *XXII Congreso Nacional del Agua: El agua y el Ambiente. Roles y Actores*. Pp. 12. Trelew. CD-ROM.
- Espósito M.E., Paoloni J.D., Sequeira M.E., Blanco M.C., Amiotti N.M. 2011b. Calidad del recurso hídrico subterráneo y su aptitud para riego en la cuenca del arroyo El Divisorio, Sudoeste Bonarense. En: *XXIII Congreso Nacional del Agua: El agua, factor de inclusión social*. Pp. 11. Resistencia, Chaco. CD-ROM.
- Espósito M.E., Sequeira M.E., Paoloni J.D., Blanco M.C., Amiotti N.M. 2013. High fluorine and other associated trace elements in waters from the south of the Pampean Plain. *Phyton (International Journal of Experimental Botany)*. ISSN: 0031-9457. El trabajo fue aceptado en julio de 2013. En Prensa.
- Farías S., Fernández Turiel J.L., Gimeno D. 2009. Arsénico en aguas superficiales y subterráneas del partido de Villarino, Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: *IV Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea. VI Congreso Argentino de Hidrogeología*. Santa Rosa.
- Fernández Cirelli A., Di Risio C. 2004. Uso y aptitudes del agua. En: *XVII Congreso Internacional CYTED. Aprovechamiento y gestión de recursos hídricos. El agua en Iberoamérica. Calidad del agua y manejo del sistema acuático*. Pp. 11. ARG.

- Fernández Turiel J.L., Galindo G., Parada M.A., Gimeno D., García Vallés M., Saavedra J. 2005. Estado actual del conocimiento sobre el arsénico en el agua de Argentina y Chile: Origen, movilidad y tratamiento. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 1-22, Río Cuarto, ARG.
- Ferreccio C., González C., Milosavljevic V., Marshall G., Sancha A.M., Smith A.H. 2000. Lung cancer and arsenic concentrations in drinking water in Chile. *Epidemiology* **11(6)**, 673-679.
- Ferrer Juliá M., Rodríguez J., Teodoro E. 1995. Generación automática del Número de Curva con sistemas de información geográfica. *Ingeniería del Agua* **2(4)**, 43-58.
- Fiorentino C.E. 1999. *Evaluación y riesgo de contaminación de los recursos hídricos superficiales en las vertientes del Sistema de Ventania*. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. UNS.
- French R.J., Jones J.H. 1993. Role of vanadium in nutrition: metabolism, essentiality and dietary considerations. *Life Sciences* **52**, 339-346.
- Galindo G., Fernández Turiel J.L., Gimeno D. 2005. El arsénico en las aguas termales del sur de la cuenca del río Salí, Tucumán, Argentina. En: *Arsénico en aguas: movilidad y tratamiento*. Taller. *II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 63-72, Río Cuarto, ARG.
- Galindo G., Herrero M.A., Flores M., Fernández Turiel J.L. 1999. Correlación de metales trazas en aguas subterráneas someras de la Cuenca del Río Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: *IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Río Cuarto. **13 (1)**, pag 251-261.
- García M.G., Lecomte K.L., Martínez J.O., Formica S.M., Depetris P.J. 2006. Flúor en aguas de ríos en las Sierras de Córdoba, Argentina. En: *Primer Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*. Pp. 7. Córdoba, ARG.

- Gasparí F.J., Senisterra G.E., Delgado M.I., Rodríguez Vagaría A., Beaterio, S. 2009. Manual de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. 1ª Ed., Edit. Autores, La Plata; ARG. 321 pp.
- Gebel T. 2000. Confounding variables in the environmental toxicology of Arsenic. *Toxicology* **144(1-3)**, 155-162.
- Génova .L. 2013. Comparación de tres clasificaciones de calidad de aguas para riego complementario en el Norte de la provincia de Buenos Aires. En: *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología: Aguas subterráneas recurso estratégico*. Tomo II. Pp. 131-138. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Gómez García A., Magaña Garns P. 2004. Papel del cromo y del cinc en el metabolismo de la insulina. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* **42(4)**, 347-352.
- Gonzales de Matauco A.I. 2004. Análisis morfométrico de la cuenca y la red de drenaje del Río Zadorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas. Depto. Geografía, Universidad del País Vasco. *Boletín de la A.G.E.* 38, 311-329.
- González Uriarte, M. 1984. Características geomorfológicas de la porción continental que rodea la Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires. En: *Actas IX Congreso Geológico Argentino*, AACS (Ed.). Vol. III, pp. 556-576, S.C. de Bariloche, ARG.
- Govil P.K., Reddy G.L.N., Rao T.G. 1999. Environmental pollution in India: heavy metals and radiogenic elements in Nacharam lake. *Journal of Environmental Health* **61(8)**, 23-32.
- Gravelius H. 1914. Flusskunde. Goschen Verlagshaus dlug Berlin. En: Zavoianu I. 1985. Morphometry of Drainage Bassins. Amsterdam, Elsevier.
- Gregory K.J., Ovenden J.C. 1979. Drainage network volumes and precipitation in Britain. *Transactions of the Institute of British Geographers*, New Series **4**, 1-11.
- Gregory K.J., Walling D.E. 1973. *Drainage basin form and processes. A geomorphological approach*. Arnold, London, ING. 472 pp.
- Griffin S.O., Beltran E.D., Lockwood S.A., Barker L.K. 2002. Esthetically objectionable fluorosis attributable to water fluoridation. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **30**, 199-209.

- Grillot G. 1954. The biological and agricultural problems presented by plants tolerant of saline or brackish water and the employment of such water for irrigation. En: *Utilization of Saline Water Arid Zone Programme*, UNESCO, Pp. 9-35. París, FRA.
- Guerra F., González J. 2002. Caracterización morfométrica de la cuenca de la Quebrada La Bermeja, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. *Geoenseñanza* 7, 88-108.
- Guevara J.A. 1996. Una semblanza de la química bioinorgánica del vanadio. *Educación Química* 7 (4), 185-189.
- Guzmán Ramos A., Fernández G. 2000. *Cromo, medio ambiente y salud humana: comentarios sobre la situación en las Toscas (Santa Fe, Argentina)*. Centro de investigaciones ecogeográficas y ambientales, UNCP-BA, Tandil, Argentina.
- Hartwig A. 1995. Current aspects in metal genotoxicity. *Biometals* 8, 3-11.
- HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System). 2005. User's Manual. Versión 3.3. U.S. Army Corps of Engineering, Davis. CA.
- Herazo Acuña B. 1988. *Fluoruros*. Ed. Monserrate Ltda., Bogotá. 80 pp.
- Herrero M.A., Birhman E., Villar E., Flores M., Carbó L., Valeriani E., Vacarezza D. 1997. Caracterización de la calidad del agua para bebida animal en explotaciones extensivas de la Pradera Pampeana. En: *Congreso Internacional sobre las Aguas*. Libro de resúmenes. Ed. Universidad de Buenos Aires, ARG.
- Hershfield D.M., Wilson W.T. 1958. Generalizing of Rainfall-Intensity-Frequency Data. Ceedings. International Association of Scientific Hidrology, General Assembly of Toronto, I, 499-506.
- Hindmarsh J., Mc Letchie O.R., Heffemay L.P., Hayne O., Elenberger H.A., Mc Curdy R.F., Thieboux H.J. 1977. Electromiographic abnormalities in chronic environmental arsenicalism. *Clinical Chemistry and Chemical Toxicology of Metals* 1, 287-293.
- Holguín C., Rubio H., Olave M.E., Saucedo R., Gutiérrez M., Bautista R. 2006. Calidad del agua del Río Conchos en la región de Ojinaga, Chihuahua: Parámetros Fisicoquímicos, metales y metaloides. *Universidad y Ciencia* 22(1), 51-63.
- Hopenhayn Rich C., Browning S.R., Hertz-Picciotto I., Ferreccio C., Peralta C., Gibb H., 2000. Chronic arsenic exposure and risk of infant mortality in two creas of Chile. *Environmental Health Perspectives* 108(7), 667-673.

- Horton R.E. 1932. Drainage basin characteristics. *Transactions of the American Geophysical Union* **13**, 350-361.
- Horton R.E. 1945. Erosional development of Streams and their drainage basins. *Geological Society of America Bulletin* **56**, 275-370.
- Howart R.W., Billen G., Swaney D., Townsend A., Jaworski N., Lajitha K., Downing J.A., Elmgren R., Caraco N., Jordan T., Berendse F., Freney J., Kudeyarov V., Murdoch P., Zhaoliang. 1996. Regional nitrogen budgets and riverine N and P fluxes for the drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and human influences. *Biogeochemistry* **35**, 75-139.
- Hynes H.B.N. 1975. The stream and its valley. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, Verhandlungen* **19**, 1-15.
- IARC (International Agency for Research on Cancer). 2006. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Cobalt in hard-metals and cobalt sulfate, gallium arsenide, indium phosphide and vanadium pentoxide*. Lyon, Vol. 86.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1989. *Mapas de suelos de la Provincia de Buenos Aires. Escala 1:500000*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG 85/019. Pp. 533. Buenos Aires, ARG.
- Israelsen O., Hansen V. 1965. *Principios y Aplicaciones del Riego*. Ed. Reverté S.A. Barcelona - Buenos Aires - México. 396 pp.
- Jardí M. 1985. Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que nos la definen. *Revista de Geografía* **XIX**, 41-68.
- Jolánkai G., Janauer G. 1997. *Ecohydrology. A new paradigm for the sustainable use of aquatic resources*. UNESCO IHP Technical Document in Hydrology N° 7, IHP-V Projects 2.3/2.4, UNESCO Paris, 60 pp.
- Jones J.A.A. 1997. *Global hydrology: processes, resources and environmental management*. Addison-Wesley, London, ING. 399 pp.
- Katz S.A., Salem H. 1994. *The biological and environmental chemistry of chromium*. VCH, New York.

- Keren R., Bingham F.T., Rhoades J.D. 1985. Plant uptake of boron as affected by boron distribution between the liquid and the solid phases in soil. *Soil Science Society of America Journal* **49(4)**, 297-302.
- Keren R. 2000. Salinity. En: *Handbook of Soil Science*, Sumner M.E. (Ed.), Pp. G3-G21. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Kimbough R.D., Jensen A.A. 1999. Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related - products. Elsevier Publ. pp 47-69
- Krásný J. 2003. Distribución espacial de los parámetros hidráulicos en diversos medios hidrogeológicos. *Boletín Geológico y Minero (Journal of Earth Sciences)* **114(2)**, 171-182.
- Lagerkvist G., Nordberb G.F., Vouk V. 1986. Vanadium. En: *Handbook on the toxicology of metal*. Vol. II, pp 638-663. Elsevier Science Publishing, Amsterdam.
- Lamper W., Sommer U. 1997. *Limnoecology. The ecology of lakes and streams*. Oxford Univesity Press, Oxford, UK, 382 pp.
- Letey J., Dinar A., Knapp K. 1985. Crop-water production function model for saline irrigated waters. *Soil Science Society of America Journal* **49**, 1005-1009.
- Levy G.J. 2000. Sodcity. En: *Handbook of Soil Science*, Sumner M.E. (Ed.), Pp. G27-G55. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Levy S.M. 2003. An update on fluorides and fluorosis. *Journal of the Canadian Dental Association* **69**, 289-291.
- Lima M.L., Massone H., Romanelli A., Galli G. 2013. Caracterización hidrogeoquímica del agua subterránea y superficial del corredor Mar del Plata-Tandil (provincia de Buenos Aires). En: *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología: Aguas subterráneas recurso estratégico*. Tomo II. Pp. 157-163. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Linsley R.K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. 1985. *Hidrología para ingenieros*. McGraw-Hill. 2º edición. Madrid, ESP.
- Litter M., Morgada M.E. y Bundschuh J. 2010. *Possible treatments for arsenic removal in Latin American waters for human consumption*. *Environmental Pollution* **158**, 1105-1118.

- Llamas J. 1993. *Hidrología general*. Universidad del Estado de México. Toluca. MEX, 627 pp.
- López N.C. 2008. *Optimización de la operación de un humedal artificial para el mejoramiento de la calidad del agua del arroyo El Divisorio, afluente al embalse Paso de las Piedras*. Tesis de Magister en Ingeniería. UNS.
- Loyola Rodríguez J.P., Pozos Guillen A.J., Rueda González A.M., Vázquez Moctezuma S., De la Paz Domínguez G. 1996. Factores a riesgo de fluorosis dental en San Luis Potosí. México. *Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI* **53**, 295-300.
- Lucey K.J., Goolsby E. 1993. Effect of climatic variations over 11 years on nitrate-nitrogen concentrations in the racoon river, Iowa. *Journal of Environmental Quality* **22**, 38-46.
- Lukaski H.C. 1999. Chromium as a supplement. *Annual Review of Nutrition* **19**, 279-302.
- Luque J.A., Paoloni J.D., Bonorino G.A. 1979. *Estudio hidrológico e hidrogeológico de la Cuenca del Río Sauce Grande*. Serie Hidrológica N° 3. Depto.de Ciencias Agrarias y Depto. de Ciencias Naturales. UNS, Bahía Blanca, ARG. 64 pp.
- Maas E.V. 1984a. Salt tolerance of plants. En: *Handbook of plant science in agriculture*. Christie B.R. (Ed.), Pp. 57-75, CRS Press, Boca Ratón, FL
- Maas E.V. 1984b. Crop tolerance. *California Agriculture* **38(10)**, 20-21.
- Maas E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* **1**, 12-26.
- Maidment D.R. 1992. *Handbook of Hydrology*. McGraw Hill. New York.
- Malpartida A.R. 2007. *Introducción a la Ecotoxicología*. Orientación Ecológica. 40 pp.
- McCutcheon S.C., Martin J.L., Barnwell Jr. T.O. 1993. Water Quality. En: *Handbook of Hydrology*, Maidment D.R. (Ed.), Chapter 11, pp. 1-73, McGraw-Hill, NY.
- Mead M.N. 2005. Arsenic. In search of an antidote to a Global Poison. *Environmental Health Perspectives* **6**, A378-A386.
- Melton M.A. 1957. *An analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology*. Technical Report N° 11, Dept. of Geology, Columbia University, New York.

- Mendoza M.E., Bocco G., Bravo M. 2002. Spatial prediction in hydrology: status and implications in the estimation of hydrological processes for applied research. *Progress in Physical Geography* 26(3), 319-338.
- Miller V.C. 1953. *A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee*. Office of Naval Research, Geography Branch, Project NR 389-042, Technical Report, 3, Columbia University.
- Montaner Salas M., Sánchez Almohalla Serrano E. 1988. Aproximación, por el método de Thornthwaite, al cálculo de infiltración de lluvia útil. *Papeles de Geografía* 14, 223-235.
- Montserrat Ferrer, Rodríguez J., Estrela T. 1995. Generación automática del número de curva con sistema de información geográfica. *Ingeniería del Agua* 2(4). 44 pp. España.
- Morales K.H., Ryan L., Kuo T.L., Wu M., Chen C.J. 2000. *Risk of internal cancers from arsenic in drinking water*. *Environmental Health Perspectives*. 108, 655-661.
- Morisawa M.E. 1968. *Streams: their dynamics and morphology*. McGraw-Hill, New York, 175 pp.
- Morrás H., Blanco M.C., Paoloni J.D. 2002. Algunas observaciones sobre el origen del arsénico en sedimentos, suelos y aguas de la región Chaco-Pampeana, Argentina. En: *II Taller Sedimentología y Medio Ambiente*. Pp. 37-38. Buenos Aires.
- Mukherjee B., Patra B., Mahapatra S., Banerjee P., Tiwari A., Chatterjee M. 2004. Vanadium-an element of atypical biological significance. *Toxicology Letters* 21, 135-143.
- Navarrete M.D. 2004. Propuesta metodológica para el análisis territorial en la cuenca hidrográfica del Estero El Peral, Comuna de Carahue, IX Región. Universidad Católica de Temuco, Chile. *Facultad de Ciencias Ambientales* 6, 133-134.
- Ng J., Wang J., Shraim A. 2003. A global health problem caused by arsenic from natural sources. *Chemosphere* 52, 1353-1359.
- Nicolli H.J., Smedley P., Tullio J. 1989. Aguas subterráneas con altos contenidos de flúor, arsénico y otros oligoelementos en el norte de la provincia de La Pampa. Estudio preliminar. En: *Congreso Internacional sobre Aguas. Workshop sobre Química Ambiental y Salud*. Libro de Resúmenes III-3.

- Nicolli H.J., Tineo A., Falcón C.M., García J.W. 2005. Distribución del arsénico y otros elementos asociados en aguas subterráneas de la región de Los Pereyra, Provincia de Tucumán, Argentina. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 83-92, Río Cuarto, ARG.
- Nicolli H.B., Tineo A., García J.W., Falcón C.M., Merino M.H. 2001. Origin and mobility of arsenic in groundwater from the Pampean Plain, Argentina. *Water Rock Interaction Report* **4**, 275-278.
- Nicolli H.J., Rusansky J., Blanco M., Tujchneider O., García J., Falcón C., Bundschuh J., Paris M., Paoloni J., Sequeira M., Amiotti N. 2013. Co-ocurrencia de uranio, vanadio y molibdeno en acuíferos chaco-pampeanos (Argentina): fuentes, movilidad y procesos de concentración en diversas cuencas. En: *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología: Aguas subterráneas recurso estratégico*. Tomo II. Pp. 86-93. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Nolan B.T. 1999. Nitrate behavior in ground waters of the southeastern USA, Reston. *Journal of Environmental Quality* **28**, 1518-1527.
- Nriagu J.O., Pacyna J.M. 1998. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *Nature* **333**, 134-139.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. *Guías para la calidad del agua potable. Vol 1. Recomendaciones*. 3ª Ed. Ginebra. 398 pp.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1995. *Guías para la calidad del agua potable. Vol 1. Recomendaciones*. 2ª Ed. Ginebra. 45 pp.
- Ongley E.D. 1997. *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Estudio FAO: riego y drenaje N° 55. FAO, Roma, ITA.
- Orellana Gallego R. 2002. Utilización de aguas salinas para la producción de hortalizas en zonas costeras. *Agricultura Orgánica* **8(1)**, 15-17.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 1988. Guía para la calidad del agua potable. Vol. I y II. Washington DC, EU.
- Ott D.J., Gelfand D.W. 1983. Gastrointestinal contrast agent: Indications, uses and risks. *JAMA* **249**, 2380-2384.

- Pacheco Calderón J., Salas Fernández P., Galli Rigo-Righi C. 2006. Actividad Insulinomimética del Vanadio. *Revista de Química* (4), 3-10.
- Palmer W.C. 1965. *Meteorological drought*. U.S. Weather Bureau, Research Paper N° 45, Washington DC., 58 pp.
- Paoloni J.D., Fiorentino C.E., Sequeira M.E. 2003. Fluoride contamination of aquifers in the southeast Subhumid Pampa, Argentina. *Environmental Toxicology* **18(5)**, 317-320.
- Paoloni J.D., González Uriarte M., Sequeira M., Fiorentino C.E., Navarro E. 2005. *Geoambiente y evaluación de las aguas freáticas del partido de Coronel Dorrego*. EdiUNS, 1ª Edición, ISBN 987-1171-26-9, 108 pp.
- Paoloni J.D., Sequeira M.E., Espósito M.E. 2010. Los recursos hídricos - evaluación de la calidad. En: *Ambientes y Recursos Naturales del Partido de Bahía Blanca: Clima, Geomorfología, Suelos y Aguas (Sudoeste de la provincia de Buenos Aires)*. Capítulo IV, 177-219. Paoloni J.D. Compilador. 1ª Edición Bahía Blanca, EdiUNS. (ISBN 978-987-1648-22-1)
- Paoloni J.D., Sequeira M., Espósito M., Fiorentino C.E., Blanco M.C. 2009. Arsenic in Water Resources of the Southern Pampa Plains, Argentina. *Journal of Environmental and Public Health* 2009 Article ID 216470, 7 pages, doi:10.1155/2009/216470. ISSN 1687-9805.
- Paoloni J.D., Vázquez R. 1984. Necesidades teóricas de agua de los cereales de invierno y probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones como base para el balance hídrico. *Anales de Edafología y Agrobiología* XLIII(11-12), 1545-1556.
- Paoloni J.D., Fiorentino E., Espósito M. 2011. Prefactibilidad de Sistematización y Aprovechamiento de la Cuenca del Sauce Chico. Informe Final. Hidrología (Tomo II). Consejo Federal de Inversiones.
- Park D., Yun Y.S., Park J.M. 2004. Reduction of hexavalent chromium with the brown seaweed *Ecklonia* biomass. *Environmental Science and Technology* **38(18)**, 4860-4864.
- Patton P.C. 1988. Drainage basin morphometry and floods. En: *Flood geomorphology*, Baker V.R., Kochel R.C., Patton P.C. (Eds.). Pp. 51-64, Wiley, New York.
- Pauwels H., Ahmed S. 2007. Fluoride in groundwater: origin and health impacts. *Geosciences* **5**, 68-73.

- Peinemann, N. 1997. *Formación, clasificación, manejo y recuperación de suelos salinos y sódicos con anexo de datos del sur de la Llanura Pampeana*. Ediciones Sur. La Plata. pp 110.
- Peinemann N., Diaz Zorita M., Villamil M.B., Lusarreta H., Grunewald D. 1998. Consecuencias de riego complementario sobre propiedades edáficas en la Llanura Pampeana. *Ciencia del Suelo* **16**, 39-42.
- Peluso F., Othax N., Usunoff E. 2007. Interrelación entre variables socioeconómicas y la calidad del agua de bebida para la gestión integral del recurso hídrico. En: *II Taller sobre arsénico en aguas. III Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea, V Congreso Hidrogeológico Argentino*. Pp. 47-55, Paraná, ARG.
- Pérez Carrera A., Fernández Cirelli A. 2009. Impacto de la composición del agua de bebida animal sobre la calidad de los productos pecuarios. En: *XXII Congreso Nacional de Agua*. Trelew, ARG.
- Pizarro Tapia R., Abarza A., Flores J. 2001. Determinación de las curvas Intensidad-Duración-frecuencia- (IDF), para 6 estaciones pluviográficas de la VII región. *Revista Virtual de UNESCO*. Disponible en: [http:// biblioteca.unesco.org.uy](http://biblioteca.unesco.org.uy).
- Pizarro F. 1978. *Drenaje Agrícola y Recuperación de suelos salinos*. Editorial Agrícola Española S.A., Madrid, ESP.
- Posadas C. 1944. Las inundaciones producidas por las lluvias del 7 al 10 de abril de 1944 en la Región de Bahía Blanca. *Revista La Ingeniería*.
- Prieto D., Angueira C. 1996. Calidad de agua para riego. Módulo II. En: *Métodos de riego*. INTA- PROCADIS, Programa Clima y agua. 94 pp.
- Puche R.C., Rigalli A. 2007. Fluorosis esquelética. *Actualizaciones en Osteología* **3(1)**, 50-52.
- Queirolo F., Stegen S., Restovic M., Paz M., Ostapczuk P., Schwuger M.J., Muñoz L. 2000. Total arsenic, lead, and cadmium levels in vegetables cultivated at the Andean villages of northern Chile. *Science of the Total Environment* **255(1-3)**, 75-84.
- Rabassa J. 1982. Variación regional y significado geomorfológico de la densidad de drenaje en la cuenca del río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **37(3)**, 268-284.

- Rankama K., Sahama T.G. 1962. *Gequímica*. 2^a ed. Aguilar S.A., Málaga. 862 pp.
- Rhoades J. D. 1972. Quality of water for irrigation. *Soil Science* **113**, 277-284.
- Richard F.C., Bourg A.C.M. 1991. Aqueous geochemistry of chromium: a review. *Water Research* **25**, 807-816.
- Richards L.A. 1954. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. Manual de agricultura N° 60. Depto. de Agricultura de los Estados Unidos de América. 171 pp.
- Richards R.P., Baker D.B., Creameer N.L., Kramer J.W., Ewing D.E., Merryfield D.J., Wallrabenstein L.K. 1996. Well water quality, well vulnerability, and agricultural contamination in the midwestern United States. *Journal of Environmental Quality* **25**, 384-402.
- Robinson M.A. 2000. *Geomorfología del sector ibérico valenciano entre los ríos Mijares y Tina*. Departamento de Geografía, Universidad de Valencia, ESP. 217 pp.
- Rodríguez Mercado J.J., Altamirano Lozano M.A. 2006. Vanadio: Contaminación, Metabolismo y Genotoxicidad. *Revista internacional Contaminantes Ambientales* **22** (4), 173-189.
- Rodríguez Serrano M., Martínez de la Casa N., Romero Puertas M.C., Del Río L.A., Sandalio L.M. 2008. Toxicidad del cadmio en plantas. *Ecosistemas* **17**(3), 139-146.
- Roy P., Saha A. 2002. Metabolism and toxicity of arsenic: A human carcinogen. *Current Science* **82**, 38-45.
- Ruiz de la Torre J., Ruiz del Castillo J. 1977. *Metodología y codificación para el análisis de la vegetación española*. Trabajos de la Cátedra de Botánica Vol. III, Sección de Publicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid, ESP. 47 pp.
- Rusansky J., Gómez Peral M., Soria M., Schamray V., Barros J. 2013. Concentraciones anómalas de oligoelementos contaminantes en aguas subterráneas del partido de Jose C. Paz, provincia de Buenos Aires, Argentina. En: *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología: Temas Actuales de la Hidrología Subterránea 2013*. Pp. 133-140. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Ryther J.H., Dunstan W.M. 1971. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in the coastal marine environment. *Science* **171**, 1008-1013.

- Safe Drinking Water Commission. 1980. *Drinking water and health*. Vol 3. Nat. Acad. Press, Washington, 415 pp.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación) – PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales). 1997. *Incorporación del riego complementario a los sistemas productivos sustentables de granos y forrajeras de la región pampeana, documentos y anexos*. Buenos Aires. 138 pp.
- Sajidu S.M., Masamba W.R., Thole B., Mwatseteza J.F. 2008. Groundwater fluoride levels in villages of Southern Malawi and removal studies using bauxite. *International Journal of Physical Sciences* **3(1)**, 1-11. Disponible: <http://www.academicjournals.org/IJPS>.
- Sala M., Gay R. 1981. Algunos datos morfométricos de la cuenca del Isábena. *Notes de Geografía Física* **4**, 41-65.
- Sala Sanjaume M., Batalla Villanueva R. 1996. *Teoría y métodos en Geografía Física*. Editorial Síntesis. Madrid, ESP.
- Salisbury F.B., Ross C.W. 2000. *Fisiología de las Plantas*. Editorial Paraninfo.
- Sancha A.M., Frenz P. 2000. Estimate of the current exposure of the urban population of northern Chile to arsenic. En: *Interdisciplinary Perspectives on Drinking Water Risk Assessment and Management* (Proceedings Symposium, September 1998). IAHS Publ. N° 260, 3-8. CHI.
- Sánchez T. 1991. *Estudio morfoclimático del CabeVó D'OR*. Universidad de Alicante. ESP. 69 pp.
- Santa Cruz N. 1995. Generalidades sobre aguas subterráneas. En: *Riego suplementario en la región pampeana*. Proyecto IPG. Publicaciones técnicas INTA. Serie Riego **2**, 7-10.
- Sasson A. 1993. *La alimentación del hombre del mañana*. UNESCO. Reverté S.A.
- Sastriques Ortega F., Orellana Gallego R. 2007. El riego con agua de mala calidad en la agricultura urbana. Aspectos a considerar. I. Aguas salinas o alcalinas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* **16(1)**, 41-44.
- Schade T., Haufler M. 2003. Watershed boundary conditions for global change impact analysis. En: *World Water & Environmental Resources Congress*. Conference Proceeding Paper. Pp. 1-10. Disponible: 10.1061/40685(2003)145 y <http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?0303414>.

- Schulz C.J., Castro E.C., Mariño E. 2005. Presencia de Arsénico en las aguas subterráneas de La Pampa. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 53-62, Río Cuarto, ARG.
- Schumm S.A. 1954 The relation of drainage basin relief to sediment loss. *Pub. International Association of Hydrology. IUGG.* 1, 216-219.
- Schumm S.A. 1956. The evolution of drainage systems and slopes in badlands at Peartsh Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society of America* **67**, 597-646.
- Schumm S.A. 1963. *A tentative classification of river channels*. U.S. Geological Survey Circular, 477 pp.
- Segura Muñoz S.I., Beltramini Trevilato T.M.M., Takayanagui A.M. 2003. Metales pesados en agua de bebederos de presión. *ALAN* **53(1)**, 59-64.
- Senciales J.M. 1999. *Redes fluviales, Metodología de análisis, estudios y ensayos*. Universidad de Málaga, ESP.
- Sequeira M. 2011. Prefactibilidad de Sistematización y Aprovechamiento de la Cuenca del Sauce Chico. Informe Final. Hidrología (Tomo I). Consejo Federal de Inversiones.
- Sequeira M.E., Fernández S.N., Paoloni J.D., Fiorentino E.C., Espósito M.E., Antonelli P.J. 2008. Calidad hidroquímica del recurso hídrico en una cuenca endorreica del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. *Cuadernos del CURIHAM* **14(1)**, 1-11. ISSN 1514-2906.
- Sherman L.K. 1932. The relation of hydrographs of runoff to size and character of drainage basins. *Transactions of American Geophysical Union* **13**, 332-339.
- Silva G. 1999. Análisis hidrográfico e hipsométrico de la cuenca alta y media del río Chama, estado Mérida, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* **40(1)**, 9-42.
- Sivapalan M., Blöschl G. 1998. Transformation of point rainfall to aerial rainfall: Intensity-duration-frequency curves. *Journal of Hydrology* 204, 150-167.
- Smedley P., Kinniburgh D. 2002. *A Review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters*. *Appl. Geochem.* 17, 517-568.

- Smith A.H., Arroyo A.P., Mazumder D.N.G., Kosnett M.J., Hernández A.L., Beeris M., Smith M.M., Moore L.E. 2000. Arsenic-induced skin lesions among Atacameño people in Northern Chile despite good nutrition and centuries of exposure. *Environmental Health Perspectives* **108(7)**, 617-620.
- Solisio C., Lodi A., Converti A., Borghi M.D. 2000. The effect of acid pre-treatment of the biosorption of chromium (III) *Aphaerotilus natans* from industrial wastewater. *Water Research* **34(12)**, 3171-3178.
- Spaliding R.F., Exner M.E. 1993. Occurrence of nitrate in groundwater. A review. *Journal of Environmental Quality* **22**, 392-402.
- Sparks B.Q. 1972. *Geomorphology*. Longman Group Ltd., London, ENG. 530 pp.
- Srivastava A.K., Mehdi M.Z. 2004. Diabetes. *Medicine* **22**, 2-13.
- Strahler A.N. 1957. Dynamic basis for Geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America* **63**, 923-928.
- Strahler A.N. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En: *Handbook of applied hydrology*. Chow V.T. (Ed.). Pp. 4-39/4-76, McGraw-Hill, New York
- Strahler A.N. 1974. *Geografía física*. Ediciones Omega S.A. Barcelona, ESP. 765 pp.
- Striffer J., Polansky M., Anderson R. 1993. Dietary chromium enhances insulin secretion in perfused rat pancreas. *Journal of Trace Elements in Experimental Medicine* **6**, 75-81.
- Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación. 2003. *Desarrollos de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente correspondiente a boro*.
- Susheela A. K. 1992. *Defluoridation of drinking water-merits of alternative Technologies*. A nutrition Foundation of India. Disponible: <http://www.nutritionfoundationofindia.org/ARCHIVES/JUL92C.HTM>.
- Szymanska J., Cchemielmika J. 1991. Health aspects of exposure of human to inorganic arsenic compounds. *Medycyna Pracy* **42(3)**, 199-206.
- Tavasoli A., Wahedi A. 1998. Effects of saline irrigation water on yield of wheat and salinity of soil. En: *Proceedings of the International Workshop*. Pp. 83-88. Bali, Indonesia.

- Tchernitchin A.N., Olivares F., Aranda C., Bustamante R.A., Gaete L., Ferrada K., Villagra R., Vera J., Iturbe R.J., Kim Y.A., Hernández N.B., Bizyak T., Novsak S. 2008. Efectos de exposición aguda a cadmio en la acción de estrógenos en útero de rata impúber. *Revista Chilena de Pediatría* 79(4), 373-380.
- Tedeschi P., D'Andria R., Lavini A., Giorio P., Sorrentino G., Romano G. 1997. Grain yield, oil, leafwater status and photosynthesis as affected by saline irrigation water in a field grown sunflower crop. En: International Conference on Water Management, Salinity and Pollution Control Towards Sustainable Irrigation in the Mediterranean Region. Vol. IV, 69-82. Bari, ITA.
- Texeira P.C., Misra R.K. 1997. Erosion and sediment characteristics of cultivated forest soils as affected by the mechanical stability of aggregates. *Catena* 30, 119-134.
- Tóth J. 2000. Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones. *Boletín Geológico y Minero (Journal of Earth Sciences)* 111, 9-26.
- Trejo Vázquez R., Bonilla Petriciolet A. 2001. Exposición a fluoruros del agua potable en la ciudad de Aguascalientes, México. *Revista Panamericana de Salud Pública* 10, 108-113.
- UNEP (United Nations Environment Program) - IETC (International Environmental Technology Center) - ILEC (The international Lake Environmental Committee Foundation). 2000. *Lakes and Reservoirs: Similarities, Differences and Importance*. Vol. 1. JAP. 4 pp.
- UNESCO 2010. *World Water Assessment Programme*. Disponible en: <http://www.Unesco.org/Water/wwap/2010/12>.
- UNESCO 2006. *Water a shared responsibility*. The United Nations World Water Development, Report 2. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. 600 pp. Disponible en: [un-water/wwap/2006/3](http://www.un-water/wwap/2006/3).
- UNESCO, 2001. *The design and implementation strategy of the HELP initiative*. IHP-V. Technical Documents in Hydrology N° 44. Paris, 67 pp.
- United Nations. 2002. *Water for People Water for Life*. Disponible: <http://www.unesdoc.org/image0012/001295/129556e.pdf>.
- United States Water Resources Council. 1981. *Guidelines for determining flood flow frequency: Hydrology*. Subcommittee Bulletin 17B, 183 p.

- USDA (United States Department of Agriculture). 1986. *Urban Hydrology for Small Watersheds*. U.S. Soil Conservation Service. Technical Release 55. National Technical Information Service (NTIS) # PB87101580. Disponible en: <http://www.info.usda.gov/CED/ftp/CED/tr55.pdf> .
- USDA (United States Department of Agriculture). 1972. *National Engineering Handbook, section 4, Hidrology*. U.S. Soil Conservation Service. Washington, D.C.
- USEPA (United State Environmental Protection Agency). 1994. *Quality criteria for water*. EPA 440/5-86-001. Office of water. Washington, USA.
- USEPA (United State Environmental Protection Agency). 1998. *Toxicological review of hexavalente chromium*. U.S. Environmental Protection Agency 18549-29-9. Washigton DC.
- USPHS (United States Public Health Service). 1990. *Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Public Health Service. 231 pp.
- Van Wambeke A., Scoppa C.O. 1976. Los regímenes hídricos y térmicos de los suelos argentinos calculados sobre la base de los registros climáticos. *IDIA (Supl.)* **33**, 388-401.
- Vega S.G. 1985. Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. En: *Toxicología III. Aspectos específicos de la toxicología de algunos contaminantes*. Pp. 12-20. Disponible: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2006/CD1/pdf/spa/doc10705/doc10705-a.pdf>.
- Verstappen H.T. 1983. *Applied Geomorphology*. Geomorphological Surveys for Environmental Development. ITC. Enschede, NED. 437 pp.
- Viessman W., Lewis L. 1995. *Introduction to Hydrology*. Harper Collins, 4ª Ed., 760 pp.
- Vilches F.E., Palomeque L.I., Córdoba G.V., Fuentes S.E., Navarro García L.F. 2005. El arsénico en la provincia de Catamarca, Argentina. En: *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 103-110, Río Cuarto, ARG.
- Villalba G., Blarasain M., Villegas M. 2005. Características hidroquímicas, con énfasis en arsénico y flúor, en el área Vicuña Mackena-Bañados del Tigre Muerto, Córdoba. En:

- Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, IV Congreso Hidrogeológico Argentino*, Galindo G., Fernández Turiel J.L., Parada M.A., Gimeno Torrente D. (Eds.). Pp. 111-122, Río Cuarto, ARG.
- Viramontes Olivas O.A., Escoboza García L.F., Pinedo Álvarez C., Pinedo Álvarez A., Reyes Gómez V.M., Roman Calleros J.A., Pérez Márquez A. 2007. Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua. *Tecnociencia Chihuahua* **1(3)**, 21-31.
- Vitousek P.M., Aber J.D., Likens G.E., Matson P.A., Schindler D.W., Schilesinger W.H., Tilman D.G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences. *Ecological Applications* **7**, 737-750.
- Ward R.C., Robinson M. 2000. *Principles of Hydrology*. McGraw-Hill, Suffolk, 360 pp.
- Ward M.H., Mark S.D., Cantor K.P., Weinsiburger D.D., Correavillaseñor A., Zahm S.H. 1996. Drinking water nitrate and the risk of nonHodgkin's lymphoma. *Epidemiology* **7**, 465-471.
- WHO (World Health Organization). 1992. *Environmental Health Criteria 135: Cadmium - Environmental Aspects*. 30 pp.
- WHO (World Health Organization). 2004. *Guidelines for drinking-water quality*. Vol.1. Recommendations. 3rd edition, Geneva. 515 pp.
- Wilcox L.V., Blair G.Y., Bower C.A. 1954. Effect of bicarbonate on suitability of water for irrigation. *Soil Science* **77**, 259-266.
- Wright J. 2003. *Environmental Chemistry*. Chapter 12, 305-330. 1st edition, Routledge Publisher
- Yoshida T., Yamauchi H., Sun G.F. 2004. Chronic health effects in people exposed to arsenic via the drinking water: doseresponse relationships in review. *Toxicology and Applied Pharmacology* **198(3)**, 243-252.