



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2025; 16:1-8. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2025.15>

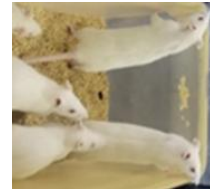
Nota de Investigación. Recibido:23/07/2024. Aceptado:18/10/2025. Publicado:28/12/2025. Clave: e2024-42.

<https://www.youtube.com/watch?v=Hxz9gLp2KVw>

Efecto del agua tratada con bajo voltaje en crecimiento y consumo en ratas Wistar

Effect of electric field treatment in water on growth and water consumption of Wistar rats

Pardo-Ramírez Ramiro^{1ID}, Pizaña-Venegas Alberto^{1ID}, Mendoza-Martínez Germán^{2ID}, Hernández-García Pedro^{3ID}, Vázquez-Silva Gabriela^{4ID}, Díaz-Galván Cesar^{*2ID}



¹Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Bioterio Unidad de Investigación Dr. Moisés Selman Lama. México, 56230, México. ²Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Xochimilco, Calzada, del Hueso 1100, 04960, Ciudad de México. ³Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM, Amecameca, km 2.5 Carretera Amecameca-Ayapango, 56900, Amecameca, México. ⁴Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de El Hombre y su Ambiente, Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, 04960, Ciudad de México. *Autor de correspondencia: Cesar Díaz-Galván. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Calzada, del Hueso 1100, 04960, Ciudad de México. E-mail: ramiopr77@yahoo.com.mx, apv38@hotmail.com, gmendoza@correo.xoc.uam.mx, pedro_abel@yahoo.com, gavaz@correo.xoc.uam.mx, cesarwardi14@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue investigar los efectos de la aplicación de voltaje en la ingesta de agua en ratas para reducir el consumo de agua sin afectar el crecimiento. Veinte ratas Wistar (PI 72.6 ± 7.72 g) distribuidas aleatoriamente con dos tratamientos que consistieron en agua potable y agua tratada con 150 mV/m^3 durante 30 días. El agua se suministró *ad libitum* y se midió diariamente, así como el consumo de alimento. No hubo efectos ($P > 0.05$) en la cantidad de agua ingerida, consumo de alimento, ganancia de peso ni en materia seca de heces. El agua tratada con bajo voltaje no mostró valores de potencial redox diferentes (-4.77 vs -5.47 mV) pero el pH fue más alto (7.69 vs 7.95 ; $P < 0.10$). Los resultados indican que la aplicación de bajo voltaje en el agua no afectó al crecimiento de las ratas ni la cantidad de agua ingerida.

Palabras clave: agua, campo eléctrico, ratas, crecimiento.

ABSTRACT

The objective was to investigate the effects of voltage application on water intake in rats to reduce water consumption without affecting growth. Twenty Wistar rats (PI 72.6 ± 7.72 g) randomly distributed with two treatments consisting of drinking water and water treated with 150 mV/m^3 for 30 days. Water was supplied *ad libitum* and measured daily, as well as feed consumption. There was no effect ($P > 0.05$) on the amount of water ingested, feed consumption, weight gain or fecal dry matter. Water treated with low voltage did not show different redox potential values (-4.77 vs -5.47 mV), but pH was higher (7.69 vs 7.95 ; $P < 0.10$). The results indicate that the application of low voltage to the water did not affect the growth of the rats, or the amount of water ingested.

Keywords: water, electric field, rats, growth.



INTRODUCCIÓN

El agua electrolizada se ha utilizado en procesos alimentarios para inactivar microorganismos debido a sus efectos sobre las membranas biológicas con el propósito de suprimir sustancias emergentes y persistentes que no pueden ser eliminadas por medio de procesos o tratamientos convencionales (Knoerzer *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2016). La electrólisis del agua confiere propiedades únicas en la parte catódica, como alcalinidad, bajo contenido en oxígeno disuelto y alto contenido en hidrógeno (Ogawa *et al.*, 2019), por lo que se ha demostrado que su contenido de hidrógeno en agua puede suprimir la generación de aniones superóxido así como de peróxido de hidrógeno durante el proceso oxidativo (Buchholz *et al.*, 2008). Asimismo, se ha demostrado el efecto del agua electrolizada en la eliminación de especies reactivas de oxígeno, la reducción de la inflamación, así como la protección del ácido desoxirribonucleico frente al daño oxidativo (Hamasaki *et al.*, 2017), del mismo modo existen reportes que mencionan que mejora la glucosa en sangre, la interleucina-6 y el factor de necrosis tumoral alfa, además de aumentar la capacidad antioxidante (Choi *et al.*, 2020; LeBaron *et al.*, 2020).

El electrolizado ligeramente ácido se ha recomendado como una alternativa segura al agua estéril de bebida en instalaciones de animales de laboratorio (Inagaki *et al.*, 2011). Bodas *et al.* (2013) utilizaron agua electrolizada ligeramente ácida y demostraron que no se afectaron los parámetros de bioquímica sanguínea, así como la producción y composición de la leche en ovejas. Sin embargo, en una evaluación del agua electrolizada se redujo el peso corporal de las ratas después de 32 semanas con una ingesta similar de alimento y agua potable, lo que reduce las concentraciones de glucosa y colesterol en sangre (Jin *et al.*, 2006). Se ha demostrado que el consumo de agua rica en hidrógeno es capaz de suprimir la inflamación en ratones (Kasuyama *et al.*, 2011). En conejos, la acidificación del agua de bebida con ácidos orgánicos mejoró el crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento, efectos asociados a reducción de *Escherichia coli* (Zhu *et al.*, 2014).

La información disponible sugiere que pueden existir interacciones entre los distintos tratamientos de agua y el tipo de especie que la recibe. Los tratamientos del agua deberían tener como objetivo mantener su inocuidad y mejorar la eficiencia en el uso del agua. La hipótesis de este experimento fue que el agua tratada con bajo voltaje podría reducir la cantidad de agua ingerida sin afectar el consumo de alimento y los cambios de peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamiento y análisis del agua

Se empleo agua potable comercial (Bonafont® México) y se trató con 150 V/m³, para aplicar el voltaje se cubrió una batería con baquelita y se colocó en un recipiente de 10 litros donde se utilizó el agua para el experimento con ratas. Se uso agua no tratada como testigo. Se midió el pH y el potencial redox (Bridgewater, 2017) con un potenciómetro Termoscientific Orion Star A 215 en muestras de agua de los dos tratamientos.



Experimento con ratas

El experimento se realizó en el Bioterio Unidad de Investigación Dr. Moisés Selman Lama del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER), México. Se utilizaron 20 ratas Wistar (*Rattus norvegicus albinus*) con un peso inicial de $(72.6 \pm 7.72 \text{ g})$, alojadas individualmente y mantenidas en un ciclo de luz/oscuridad de 12 horas a una temperatura promedio de 25°C . El experimento tuvo una duración de 30 días y fue aprobado por el Comité Académico del Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, y se siguieron los lineamientos de la NOM-062-ZOO-1999 para el cuidado y uso de animales de laboratorio, así como procedimientos de manejo del Bioterio del INER.

Las ratas fueron asignadas aleatoriamente a los tratamientos y tuvieron libre acceso al agua y al alimento con bebederos y comederos individuales. Se usó el concentrado de LabDiet elaborado por Laboratorio Autoclavable para Roedores 5010. Los tratamientos consistieron en agua (testigo) y tratada con voltaje, registrándose diariamente la ingesta de alimento y agua; el día 15 se recogieron muestras de heces para determinar la materia seca (AOAC, 2012).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente aleatorizado con la prueba de comparación de medias de Tukey del software JMP 7 (Sall *et al.*, 2012).

RESULTADOS

El agua tratada con bajo voltaje mostró un potencial redox similar al agua control, sin embargo, tendió a aumentar el pH ($P=0.09$; Tabla 1).

Tabla 1. Composición química del agua con bajo voltaje

	Tratamiento agua control	Agua tratada con 150 v/m^3	EEM	P-value
pH	7.69	7.95	0.078	0.09
Potencial redox mV	-4.77	-5.47	0.205	0.68
Temperatura	19.05	19.10	0.087	0.73

EEM: Error estándar de la media; ^{a,b,c}Valores con diferentes literales en la misma fila son diferentes ($P<0.05$)

Respecto al efecto observado en el comportamiento productivo, no se encontraron cambios significativos ($P>0.05$) en peso corporal, ganancia diaria, ingesta de alimento, materia seca en heces o el consumo de agua (Tabla 2).

**Tabla 2. Efecto de la fuente de agua y del tratamiento en el comportamiento productivo de las ratas**

	Tratamiento agua control	Agua tratada con 150 V/m ³	EEM	P-value
Peso corporal inicial, g	73.0	72.2	1.726	0.80
Peso corporal final, g	268.9	276.5	4.513	0.41
Ingesta de materia seca, g/d	19.3	19.1	0.355	0.79
Ganancia diaria, g/d	6.52	6.81	0.187	0.46
Consumo de agua, ml/d	34.2	33.3	0.538	0.42
Materia seca fecal, %.	49.6	46.55	2.341	0.93

EEM: Error estándar de la media; ^{a,b,c}Valores con diferentes literales en la misma fila son diferentes (P<0.05).

DISCUSIÓN

Tratamiento y análisis del agua

El paso de corriente eléctrica provoca electrólisis y el hidrógeno puede reaccionar con minerales o sales de calcio, lo que puede cambiar el pH del agua a alcalina con un pH 8-10 (Rias *et al.*, 2020) y en algunos experimentos con agua de ratones el pH se han reportado valores entre 9 y 10 (Zhu *et al.*, 2013; Rahardjo *et al.*, 2018). Estudios previos han demostrado que un pH de 9.8 podría reducir las especies reactivas de oxígeno, así como los procesos inflamatorios, además de disminuir los niveles de citoquinas en ratones (Huang *et al.*, 2006; Rahardjo *et al.*, 2018). Como se ha observado con el agua tratada con campos magnéticos, los efectos de la aplicación de voltajes eléctricos varían en función de las características del agua, la intensidad del campo eléctrico, el tiempo de exposición, los iones contenidos en el agua y la cantidad de oxígeno disuelto (Pang *et al.*, 2012). La aplicación de bajo voltaje al agua dio lugar a agua alcalina, similar a la utilizada en el proceso para el agua potable.

Experimento con ratas

La mayoría de las evaluaciones con agua alcalina en roedores no registran el consumo de agua, en un experimento el agua alcalina generada químicamente afectó el peso corporal (Jin *et al.*, 2006). Un estudio realizado por Zhu *et al.* (2013) donde utilizó tres tipos de agua preparada (agua filtrada, agua con alto contenido de H₂ creada por electrólisis y agua deshidrogenada) no reportaron diferencias en el peso corporal, consumo de agua, así como en el consumo de alimento en ratas Dahl SS; Xue *et al.* (2014) evaluaron agua a diferentes pH (6.8 vs 9.5) e H₂ (0 vs 0.84 ppm) y no



encontraron diferencias en la ganancia de peso ni en el volumen de agua consumida en ratas Sprague Dawley, del mismo modo [Saitoh et al. \(2010\)](#) al emplear el mismo tipo de rata, utilizaron agua electrolizada que diferían en concentración de H_2 (0.90 vs 1.14 ppm), potencial de óxido reductor (-150 vs ~ -80 mV) y pH de (7.5 vs 7.9) y no encontraron diferencias en la ganancia de peso ni en el consumo de alimento.

Un estudio realizado por [Tsai et al. \(2009\)](#) demostraron el efecto hepatoprotector del agua electrificada (ERW) contra el daño hepático inducido por tetracloruro de carbono en ratones, sus resultados mostraron que el peso corporal a los 56 días fue similar en los ratones del grupo testigo y en los ratones con daño hepático inducido, lo que destaca el efecto hepatoprotector del ERW debido al aumento de la actividad de las enzimas antioxidantes, y remarca su efecto como agente hepatoprotector contra la hepatotoxicidad inducida por sustancias químicas *in vivo*. En un estudio realizado por [Kim et al. \(2007\)](#), al emplear ratones diabéticos, reportan que el peso corporal a los 29 días fue similar en ratones diabéticos o no diabéticos, cabe destacar que el ERW redujo la concentración de glucosa en sangre, lo que aumentó el nivel de insulina y mejorar la tolerancia a la glucosa, por lo que el ERW puede ser útil como agente antidiabético.

El procesamiento de agua electrificada está ampliamente aceptado como agua potable para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades en muchos países y es un proceso complejo, además de que se ha reportado que reduce la resistencia a la insulina en modelos animales ([Kim & Kim, 2006](#); [Rias et al., 2020](#); [Mârza et al., 2022](#)), sin embargo, los animales domésticos productivos han recibido poca atención.

CONCLUSIÓN

El agua tratada con bajo voltaje de 150 mV/m³ no afectó los cambios de peso corporal en ratas en crecimiento, así como el consumo de alimento y agua.

LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA. ISBN: 9780935584837.

BODAS R, Bartolomé DJ, Tabernero De Paz MJ, Posado R, García JJ, Rodríguez L, Olmedo S, Martín-Diana AB. 2013. Electrolyzed water as novel technology to improve hygiene of drinking water for dairy ewes. *Research in Veterinary Science*. 95(3):1169-1170. ISSN: 0034-5288. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.07.009>



Bridgewater LL. 2017. Standard methods for the examination of water and wastewater. American public health association. 23rd edition. USA. ISSN: 55-1979.

<https://repositori.mypolycc.edu.my/handle/123456789/4588>

BUCHHOLZ BM, Kaczorowski DJ, Sugimoto R, Yang R, Wang Y, Billiar TR, McCurry KR, Bauer AJ, Nakao A. 2008. Hydrogen inhalation ameliorates oxidative stress in transplantation induced intestinal graft injury. *American Journal of Transplantation*. 8(10):2015-2024. ISSN: 1600-6135. <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2008.02359.x>

CHOI YA, Lee DH, Cho DY, Lee YJ. 2020. Outcomes assessment of sustainable and innovatively simple lifestyle modification at the workplace-drinking electrolyzed-reduced water (OASIS-ERW): a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Antioxidants*. 9(7):564. ISSN: 2076-3921. <https://doi.org/10.3390/antiox9070564>

HAMASAKI T, Harada G, Nakamichi N, Kabayama S, Teruya K, Fugetsu B, Gong W, Sakata I, Shirahata S. 2017. Electrochemically reduced water exerts superior reactive oxygen species scavenging activity in HT1080 cells than the equivalent level of hydrogen-dissolved water. *PLOS ONE*. 12(2), e0171192. eISSN: 1932-6203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171192>

HUANG KC, Yang CC, Hsu SP, Lee KT, Liu HW, Morisawa S, Otsubo K, Chien CT. 2006. Electrolyzed-reduced water reduced hemodialysis-induced erythrocyte impairment in end-stage renal disease patients. *Kidney International*. 70(2):391-398. ISSN: 1523-1755. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5001576>

INAGAKI H, Shibata Y, Obata T, Kawagoe M, Ikeda K, Sato M, Toida K, Kushima H, Matsuda Y. 2011. Effects of slightly acidic electrolyzed drinking water on mice. *Laboratory Animals*. 45(4):283-285. ISSN: 0023-6772. <https://doi.org/10.1258/la.2011.010122>

JIN D, Ryu SH, Kim HW, Yang EJ, Lim SJ, Ryang YS, Chung CH, Park SK, Lee KJ. 2006. Anti-diabetic effect of alkaline-reduced water on OLETF rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 70(1):31-37. ISSN: 1347-6947. <https://doi.org/10.1271/bbb.70.31>

KASUYAMA K, Tomofuji T, Ekuni D, Tamaki N, Azuma T, Irie K, Endo Y, Morita M. 2011. Hydrogen-rich water attenuates experimental periodontitis in a rat model. *Journal of Clinical Periodontology*. 38(12):1085-1090. ISSN: 1600-051X. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2011.01801.x>

KIM MJ, Jung KH, Uhm YK, Leem KH, Kim HK. 2007. Preservative effect of electrolyzed reduced water on pancreatic β -cell mass in diabetic mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 30(2):234-236. ISSN: 1347-5215. <https://doi.org/10.1248/bpb.30.234>



KIM MJ, Kim HK. 2006. Anti-diabetic effects of electrolyzed reduced water in streptozotocin-induced and genetic diabetic mice. *Life Sciences*. 79(24):2288-2292. ISSN: 1879-0631. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2006.07.027>

KNOERZER K, Buckow R, Trujillo FJ, Juliano P. 2015. Multiphysics simulation of innovative food processing technologies. *Food Engineering Reviews*. 7(2):64-81. ISSN: 1866-7929. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9098-3>

LEBARON TW, Singh RB, Fatima G, Kartikey K, Sharma JP, Ostojic SM, Gvozdjakova A, Kura B, Noda M, Mojto V, Niaz MA, Slezak J. 2020. The effects of 24-week, high-concentration hydrogen-rich water on body composition, blood lipid profiles and inflammation biomarkers in men and women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Diabetes Metabolic Syndrome and Obesity*. 13:889-896. ISSN: 1178-7007. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S240122>

MACHADO I, Meireles A, Fulgêncio R, Mergulhão F, Simões M, Melo LF. 2016. Disinfection with neutral electrolyzed oxidizing water to reduce microbial load and to prevent biofilm regrowth in the processing of fresh-cut vegetables. *Food and Bioproducts Processing*. 98:333-340. ISSN: 1744-3571. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.008>

MÂRZA SM, Popescu S, Tătaru M, Lăcătuș R, Purdoi RC, Luca VE, Papuc I. 2022. Effect of alkaline water with a pH of 8.5 on weight and main blood indicators in rats. *Agricultura*. 124(3-4):54-64. <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/agricultura/article/view/14446>

OGAWA S, Shimizu M, Nako K, Okamura M, Ohsaki Y, Kabayama S, Tabata K, Tanaka Y, Ito S. 2019. A clinical study on the insulin resistance improvement effects of electrolyzed hydrogen rich water in type 2 diabetes patients: a multicenter prospective double-blind randomized control trial. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3350543>

PANG XF, Deng B, Tang BO. 2012. Influences of magnetic field on macroscopic properties of water. *Modern Physics Letters B*. 26(11):1250069. ISSN: 1793-6640. <https://doi.org/10.1142/s0217984912500698>

RAHARDJO MB, Ridwan RD, Hikmah DA. 2018. Effect of electrolyzed reduced water on malondialdehyde levels and neutrophil cells in aggressive periodontitis. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 17(2):233-237. ISSN: 1596-9827. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v17i2.6>

RAHMAN S, Khan I, Oh DH. 2016. Electrolyzed water as a novel sanitizer in the food industry: current trends and future perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 15(3):471-490. ISSN:1541-4337. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12200>



RIAS YA, Kurniawan AL, Chang CW, Gordon CJ, Tsai HT. 2020. Synergistic effects of regular walking and alkaline electrolyzed water on decreasing inflammation and oxidative stress, and increasing quality of life in individuals with type 2 diabetes: a community based randomized controlled trial. *Antioxidants*. 9(10):946. <https://doi.org/10.3390/antiox9100946>

SAITOH Y, Harata Y, Mizuhashi F, Nakajima M, Miwa N. 2010. Biological safety of neutral-pH hydrogen-enriched electrolyzed water upon mutagenicity, genotoxicity and subchronic oral toxicity. *Toxicology and Industrial Health*. 26(4):203-216. ISSN: 1477-0393. <https://doi.org/10.1177/0748233710362989>

SALL J, Lehman A, Stephens M, Creighton L. 2012. JMP® Start Statistics: A Guide to Statistics and Data Analysis (5th ed.; SAS Institute Inc, Cary, NC, USA. ed.). https://books.google.com.mx/books?id=WYpGDgAAQBAJ&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

TSAI CF, Hsu YW, Chen WK, Chang WH, Yen CC, Ho YC, Lu FJ. 2009. Hepatoprotective effect of electrolyzed reduced water against carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. *Food and Chemical Toxicology*. 47(8):2031-2036. ISSN: 1873-6351. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.021>

XUE J, Shang G, Tanaka Y, Saihara Y, Hou L, Velasquez N, Liu W, Lu Y. 2014. Dose-dependent inhibition of gastric injury by hydrogen in alkaline electrolyzed drinking water. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 14(1):81. ISSN: 2662-7671. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-81>

ZHU KH, Xu XR, Sun DF, Tang JL, Zhang YK. 2014. Effects of drinking water acidification by organic acidifier on growth performance, digestive enzyme activity and caecal bacteria in growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*. 190:87-94. ISSN: 1873-2216. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.01.014>

ZHU WJ, Nakayama M, Mori T, Hao K, Terawaki H, Katoh J, Kabayama S, Ito S. 2013. Amelioration of cardio-renal injury with aging in dahl salt-sensitive rats by H₂-enriched electrolyzed water. *Medical Gas Research*. 3(1):26. ISSN: 2045-9912. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-3-26>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>