

Efecto del agua tratada magnéticamente en pollitos de inicio de raza semirústico

Effect of magnetically treated water on semirustic start of breed chicks

Roxana Gómez Zaldívar^a, Nelson Zaldívar Quintero^b, Rubén Luis Fonseca Virelles^a

^aUnidad de Productos Ozonizados, Dirección de Investigación Desarrollo e Innovación, Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC). 55652999; 72728405. La Habana. roxana.gomez@cnic.cu

^bFacultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma (UDG). Carretera de Manzanillo km 17 ½, Bayamo, Provincia de Granma, Cuba.

^cUnidad de Producción Avícola, UEB "Mariana Grajales". Carretera Guisa Km 3^{1/2}, El Patio, Municipio Bayamo, Provincia de Granma, Cuba.

Recibido: 9 de septiembre de 2020;

Aceptado: 8 de julio de 2020;

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con una muestra de 5148 animales de la UEB "Mariana Grajales" del municipio Bayamo, perteneciente a la Empresa Avícola de la Provincia Granma. Con el objetivo de evaluar el efecto del agua tratada magnéticamente en algunos indicadores de salud y productivos, en la crianza de pollitos de inicio semirústico. Los animales se dividieron en dos grupos (experimental y control) de 2 574 pollitos cada uno. El grupo experimental, recibió agua de bebida tratada con campo magnéticamente (ATM), mientras que el grupo control recibió agua natural sin tratamiento de campo magnético. La duración del estudio fue de 21 días, tiempo durante el cual fueron mantenidos bajo condiciones de alimentación normal para su categoría. Para el tratamiento de esta agua se utilizó un magnetizador HP con una velocidad de 0.6 – 2.5 m/s. Al agua tratada magnéticamente se le realizó análisis físico-químico y microbiológico. Se registró la mortalidad, viabilidad, peso vivo y talla de los animales en distintos períodos de la crianza. Los resultados evidenciaron que los animales que recibieron agua tratada con campo magnético incrementaron significativamente su peso corporal, incluyendo el peso de los órganos (hígado, bazo, corazón), y la longitud del desarrollo esquelético (tibia, fémur, tarso) y mejoraron los valores de viabilidad. En este estudio se demostró la acción beneficiosa del uso del agua tratada con campo magnético sobre los indicadores productivos en aves semirústicas, por lo que se recomienda este tipo de tecnología con vistas a incrementar el rendimiento de las aves de producción para consumo humano.

Palabras claves: pollitas, magnetizador, tratamiento de agua, inicio de crianza.

ABSTRACT

This work was carried out with 5148 animals as samples from the UEB "Mariana Grajales", Bayamo municipality, belonging to Poultry Company from Granma Province. The objective of this study was to evaluate the effect of magnetically treated water on some health and productive indicators, in semi-rustic seed chicks. The animals were divided into two groups (experimental and control) of 2 574 chicks each. The experimental group received magnetically field treated drinking water (ATM), while the control group received natural water without magnetic field treatment. The study was performed during 21 days. During all the study, the animals were kept under normal feeding conditions for their category. The water treatment, an HP magnetizer with a speed of 0.6 - 2.5 m / s was used. Magnetically treated water underwent physical-chemical and microbiological analysis. Mortality, viability, live weight and height of the animals in different breeding periods were recorded. The results showed that animals how received magnetic field water treated, significantly increased their body weight, including organs weights (liver, spleen, heart), and the length of skeletal development (tibia, femur, tarsus) and improved feasibility values. This study demonstrated the beneficial action of magnetic field water treated use by which increase productive indicators on semi-rustic birds, so this type of technology is recommended with a view to increasing the yield of production birds for human consumption.

Keywords: chicks, magnetizer, water treatment, start of breeding.

INTRODUCCION

La avicultura en Cuba es una rama de la agricultura en la que se han introducido una serie de alternativas con el objetivo de lograr aves clínicamente sanas, altamente productivas, con óptimos rendimientos, vigorosas, con alta viabilidad y capacidad reproductivas, razones más que sólidas para actuar con extremo cuidado en el manejo donde se establece el proceso zootécnico que se debe seguir en las unidades avícolas (Arce *et al.*, 2011).

Existen diferentes tipos de razas de pollos como son: la gallina sedosa del Japón, Rhode Island Colorada, Brahma, Plymouth Rock, Orpington, Leghorn, Ameraucana, Kadaknath, Australorp, Gallina mapuche, Jersey Gigante, Isa Brown, New Hampshire, Legbar, entre otras; con diferentes propósitos, muy susceptibles a disímiles enfermedades (Roa, 2019).

Al presentarse las dificultades económicas a comienzos de la década de los años 90, las producciones alcanzadas se deprimieron a más de un 50%. Esto obligó a retomar métodos de producción abandonados anteriormente y así surgió el programa para la producción familiar de huevos y carne de aves lo que requirió la creación de nuevos genotipos de aves, surgiendo la gallina semirústica, una línea de gallinas muy resistentes y de fácil adaptación a las características de un país tropical, aplicándose como opción de crianza familiar en condiciones de sostenibilidad lo que constituye una avicultura alternativa (Barrios *et al.*, 2012).

Se propuso un programa de producción avícola en patios de campesinos y áreas de autoconsumo de organismos en zonas montañosas, rurales y semiurbanas. Este programa planteó la necesidad de crear una gallina idónea para producir en condiciones ambientales adversas con un mínimo de inversión de recursos, sobre todo, con piensos balanceados (Mwanza, 1991).

En Cuba se fomenta la crianza y explotación de aves de categoría de inicio de la raza llamada semirústica, que no es más que un cruzamiento entre las razas Rhode Island Red y la criolla de patio campesino, confiriéndole como resultado final una mayor rusticidad a este, además de ser un animal de doble propósito (producir huevo y carne), con un volumen adecuado de producción de huevos, baja mortalidad y capacidad de reproducirse mediante la incubación natural son las principales características de esta ave (Barrios *et al.*, 2012), cualidades que le permiten ocupar un lugar cimero para su crianza en la montaña y el llano, este tipo de crianza se ha incrementado y se extiende por todo el país garantizando la alimentación de la población, aportando huevo y carne principalmente en el Plan Turquino.

La raza semirústica en la etapa productiva de inicio se mantiene hasta los 21 días de edad, de ahí son comercializados con el propósito de utilizar sus carnes, garantizando la aptitud, cumpliendo con especificaciones de calidad, libres de deformidades, vigorosos y aparentemente sanos.

El magnetismo se ha empleado directamente como medio diagnóstico y procedimiento terapéutico en ramas de la medicina humana y veterinaria tales como Oncología, Cirugía, Imagenología, Ortopedia, Microbiología e Higiene. En la naturaleza cada ser vivo está sujeto a la influencia del campo magnético, incluso se ha afirmado que: “la energía magnética es la energía elemental de la cual depende la vida del organismo.” Lamagneto biología, sin lugar a dudas, es una ciencia de extraordinaria importancia por su influencia en la prevención y curación de las enfermedades y, por tanto, en la preservación de la vida (Insua *et al.*, 2009; Guillen & Madrigal, 1985; Pérez *et al.*, 1996).

Los beneficios aportados por el agua tratada magnéticamente (ATM) se traducen en un incremento en la capacidad de absorción del epitelio intestinal para las sustancias nutritivas disueltas en el agua. Los mecanismos de absorción intestinal son de vital importancia en el traslado de sustancias del canal intestinal, debiendo atravesar la túnica epitelial del intestino

antes de ser transportada por la sangre o la linfa (Insua *et al.*, 2009; Guyton, 1996; Kolb, 1995; Pérez, 1991 & Ganong, 1998).

El agua tratada magnéticamente para diferentes fines es reconocida desde hace tiempo, pues el campo magnético acelera la cristalización de las sustancias disueltas y algunas de las reacciones químicas que favorecen una mayor irrigación sanguínea en los animales (Arredondo *et al.*, 2017).

Una de las aplicaciones del magnetismo, es en el agua, permitiendo contar con un líquido físicamente modificado: con menor tensión superficial y mayor conductividad eléctrica, solubilidad, coagulación, cristalización y lo que se conoce como memoria magnética que la hace más ligera, pura y fluida en comparación con el agua en estado normal. Estas modificaciones repercuten favorablemente sobre los seres vivos y hacen que se comporte biológicamente más eficiente, favoreciendo en los animales y seres humanos una mayor irrigación del torrente sanguíneo (SENASA, 2015).

Por tanto, se hace necesario evaluar la influencia del consumo de agua tratada magnéticamente sobre los indicadores productivos de los pollitos de inicio semirrústico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se utilizaron 5148 pollitos de la raza semirrústica de la categoría inicio, de la UEB “Mariana Grajales” del municipio Bayamo, perteneciente a la Empresa Avícola de la Provincia Granma. Estos animales durante todo el estudio fueron mantenidos bajo condiciones de alimentación, basado en el consumo de pienso industrial para aves, programa establecido para esta etapa de crianza según el Manual Tecnológico para la cría de aves (2011); las condiciones ambientales de crianza fueron favorables, con un espacio vital de 18 aves por m², temperatura ajustada (tomada a la altura del lomo de las aves) entre 34 y 35° C, durante los primeros 3 días, la que fue disminuyendo para mantener a los 7 días de edad una temperatura de 30-32° C, durante la segunda semana la temperatura osciló entre 29-39° C, además, los ruedos fueron colocados en torno a la calentadora, a una altura de 40-50 cm y un diámetro aproximado de 3mts, hasta los 7 o 14 días de edad en dependencia de las condiciones climáticas y su comportamiento; los bebederos se mantuvieron con agua y se procuró la eliminación de todas las corrientes de aire, garantizando de esta manera las condiciones ambientales adecuadas; se cumplió con el programa de vacunación para los pollitos semirrústico (1 día de edad, Viruela aviar; 14 días de edad, Newcastle).

Diseño experimental

Los animales fueron distribuidos en dos grupos, uno experimental (ATM) y otro control con 2574 pollitos cada uno. Los animales del grupo I (grupo experimental) recibieron el agua tratada magnéticamente (ATM) como agua de bebida común, mientras que los animales del grupo II, recibieron el agua común (AC) en condiciones normales, no tratada, ambas suministradas ad libitum, utilizándose para ello la red hidráulica del suministro de agua de las naves. La duración del estudio fue de 21 días. De cada uno de los grupos de 2574 animales, fueron marcados 200 de estos con una pintura (mercurocromo) de color rojo en el ala derecha, seleccionados de forma aleatoria, a los que se les realizó todo el monitoreo de indicadores productivos.

Implementación del Tratamiento

Ambas aguas, ATM y AC, pertenecientes a la red hidráulica que alimenta cada una de las naves donde se encontraron los pollitos, fueron monitoreadas con el objetivo de determinar sus características físico-químicas y microbiológicas.

El tratamiento magnético, se realizó mediante un Magnetizador HP marca CNEA de polo Sur en el mismo sentido de la circulación del agua de bebida y una velocidad de líquido entre 0,6 – 2,5 m/s, serie No 1P100010, marca CNEA fabricado en Cuba, con el polo Sur en el mismo sentido de la circulación de agua de bebida, que se muestra en la **figura 1**. Este suministro de agua se realizó mediante los bebederos de tetinas.

Características químico-física y microbiológica de las aguas

Se tomaron muestras de agua tratada y sin tratar (120 ml), las que fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Investigaciones del Instituto de Recursos Hidráulicos, Bayamo, Granma. Donde se realizó la caracterización química (contenido de pH, Amonio, Conductividad eléctrica, Fe, K, Calcio, Magnesio, Na), física (Dureza total), tomando como base los métodos descritos en el Standard Methods, (1998), y microbiológica (contenido de coliformes totales), empleando el método del número más probable (NMP/100 mL).

Parámetros productivos evaluados en los animales

Los pesos de los animales fueron registrados al 1, 7, 14 y 21 días de ser ubicados en la nave, tiempo que complementa su periodo de crianza. Al concluir este período se seleccionaron al azar 10 pollitas de cada grupo, a los que se les practicó la eutanasia, mediante el método de dislocación cervical y desangramiento de la vena yugular. Posteriormente, se les extraen los órganos (hígado, bazo y corazón), mediante una incisión de ambas cavidades torácica y abdominal, para el registro del peso de cada uno de ellos. Además, se extirparon los huesos largos como el tarso, la tibia y el fémur con el objetivo de medir su longitud. Para el peso vivo de los animales y de los órganos, se utilizó una balanza digital (PEXAC, BMEP-15DI) y balanza digital (SARTORIUS, BSA2201 Max 2200g d-0,1g), respectivamente. Para determinar el desarrollo de los huesos, las mediciones se hicieron con la ayuda de un pie de rey.

Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó mediante un análisis estadístico donde se utilizaron las pruebas de hipótesis para la comparación de medias, análisis de varianza doble, prueba de Fisher y comparación múltiple de proporciones, utilizando los SOFTWARE STATISTICA v. 8 (Stat Soft, 2007) y COMPARPRO 1.0 (Font *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de los parámetros físico-químico y microbiológico realizados a las aguas no tratada y tratada que se les suministró a los animales durante el estudio se muestra en la tabla 1. Los datos reflejan cambios en el agua tratada magnéticamente con respecto al agua no tratada, en cuanto al contenido de K y Na ambos tuvieron una tendencia a la disminución en el ATM, con respecto al agua no tratada. Los valores de K y Na en el agua no tratada fueron de 8,10 mg/L y 19,40 mg/L respectivamente, mientras que, en la muestra de ATM, se obtuvieron valores de K y Na de 3,90 mg/L y 13,70 mg/L respectivamente. Resultados similares fueron descritos por Balieiro, (2013) y Fonseca, (2016), quienes también en sus investigaciones de forma independiente en otras especies y en aves de otra categoría observaron valores inferiores de Na y K, en el agua tratada (ATM).

En cuando al contenido de iones de Calcio, también se evidencian cambios perceptibles, donde el agua no tratada, presentó valores de 30,24 mg/L y el ATM fue de 45,9 mg/L, evidenciando un incremento de los niveles de calcio. El incremento de Ca favorece el desarrollo de los animales en estudio (Insua *et al.*, 2009), tal como se observa en los indicadores productivos (Tablas 2, 3, 5 y 6).

Otros indicadores como el pH y la conductividad eléctrica del agua aumentaron en el agua tratada magnéticamente, no siendo así para la dureza del agua que muestra tendencia de disminución en el ATM, resultado que no discrepa a lo determinado por Balieiro, (2013).

Algunos autores han planteado que todavía en el tema de la magnetización del agua hay cambios de sus propiedades fisicoquímicas que no se han podido explicar (Pérez, 2008). Se plantea que el agua tratada magnéticamente adquiere estructuras más finas y homogéneas, lo que aumenta la fluidez, se altera la conductividad eléctrica, se estimula la coagulación de las partículas sólidas, aumenta la concentración de oxígeno y además aumenta la capacidad de disolución de varios componentes como minerales y vitaminas logrando una mejora de la actividad biológica de las soluciones en los organismos (Al-Mufarrej *et al.*, 2005).

En cuanto al contenido de Coliformes totales, los resultados mostraron una disminución en el conteo de microorganismos al comparar el agua sin tratamiento y la tratada magnéticamente. El agua proveniente de pozo presentó un valor de coliformes totales de 16 UFC/ml y posterior al tratamiento de 14 UFC/ml en el agua. Aunque no se observa una disminución significativa en el número inicial de microorganismo el agua de partida cumple con lo descrito por la Asociación Americana de Medicina Veterinaria, (Waggomer y Good, 1984). Los tratamientos magnéticos al agua no son específicos para la eliminación de microorganismos. Varios autores sugieren que el tratamiento de las aguas por magnetismo puede actuar de diferentes maneras dependiendo de varios factores. Verdú, (2016) y González, (2017), demostraron una disminución del número de bacterias que depende de la calidad de agua desde el punto de vista químico, de la frecuencia y el tiempo de exposición del agua al tratamiento magnético.

La tabla 2 muestra el análisis del comportamiento del peso de los pollitos de inicio semirústico que ingieren ATM. Los pollitos que recibieron ATM incrementaron significativamente el peso corporal, con respecto al grupo control. Resultados similares fueron descritos por Insua *et al.* (2009), Balieiro, (2013), Almufarrej *et al.* (2005), en estudios realizados reportaron incremento de la ganancia media de peso en gallinas ponedoras. Por otra parte, Fonseca, (2016), reportó resultados favorables del ATM sobre indicadores bioproductivos, como el peso corporal, con una diferencia de 76 g, con respecto al grupo control sin agua tratada con campo magnético.

El análisis de los porcentajes de mortalidad de los pollitos que recibieron ATM con respecto a los controles, se expone en la tabla 3. Se puede observar una diferencia significativa en el porcentaje de mortalidad entre los pollitos de ambos grupos, en la segunda semana de vida, de 2,02 % para el grupo control y 0,97 % para el grupo experimental (ATM). Los pollitos que bebieron ATM fueron favorecidos, lo que puede estar dado por las ventajas que ofrece esta agua en los procesos de absorción de nutrientes a nivel intestinal. En esta misma tabla se pone de manifiesto que los valores de viabilidad mejoran significativamente en los pollitos que ingirieron ATM. Resultados similares fueron descritos por Fonseca, (2016) y Peña, (2004), quienes reportaron que los animales que consumieron agua magnetizada presentaron mejores indicadores epidemiológicos de salud, con índices de morbilidad, letalidad y morbiletalidad inferiores significativamente a los que se le suministró agua sin tratar, con 9.50, 3 y 22% respectivamente.

Las principales causas de muerte de los animales de cada grupo, se describen en la tabla 4. La onfalitis, los accidentes, el ahogamiento, el sacrificio por infección con enterobacterias, los que mueren durante el proceso infeccioso por enterobacterias, el sacrificio por atraso al desarrollo y el picaje, son las principales causas para ambos grupos. Se obtuvo en el grupo tratado (ATM) una disminución de estos factores, siendo significativamente superior en el grupo control, aunque de igual manera se puede observar que en ambos grupos las enterobacterias constituyen la principal causa de muerte en pollitos de inicio semirrústico. Estos resultados son avalados por Sánchez, (2010), quien plantea que, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*, son los principales microorganismos asociados a esta patología. Durante los aislados microbianos durante este estudio se aisló con mayor frecuencia *E. coli* como principal microorganismo. En esta investigación consideramos que el efecto del agua tratada magnéticamente se comportó de manera favorable, ya que a pesar que las enterobacterias son las que más inciden, solo representan el 33% en el grupo control y el 30,4% en el experimental, representando el 32,1% del total de muertes por tipos de causas.

El peso de los órganos (hígado, corazón, bazo) en ambos grupos al finalizar la crianza son mostrados en la tabla 5. El peso de los órganos de los pollitos del grupo control fue de 3,72 g, 0,74 g y 0,32 g respectivamente, mientras que para el grupo experimental fue de 4,20 g, 0,88 g y 0,54 g respectivamente, evidenciándose un incremento de peso en el hígado y bazo de los pollitos que ingirieron agua tratada magnéticamente, aunque no se observaron diferencias significativas en el incremento del peso del corazón. La literatura no refiere una comparación en el peso de los órganos, consideramos que los resultados están estrechamente relacionados con el efecto beneficioso que ejerce el agua tratada magnéticamente sobre la actividad fisiológica de los distintos sistemas orgánicos del animal (Insua *et al.*, 2009).

Por otro lado, la tabla 6 evidencia el comportamiento del crecimiento óseo de los animales tratados con ATM. Los animales que recibieron ATM, mostraron un incremento significativo en cuanto a la longitud del fémur (3,36 cm) con respecto al del grupo control (2,74 cm) y del tarso (3,87 cm) con respecto al grupo control (3,12 cm), no siendo así en el incremento de la longitud de la tibia (3,96 cm) con respecto al grupo control (3,64 cm).

El agua tratada magnéticamente, en comparación con el agua normal, posee un incremento de oxígeno disuelto lo que explica el aumento de la absorción de diferentes iones incrementando el intercambio de líquidos a través de las membranas celulares que conforman las estructuras corporales, lo que implica una mejor incorporación al organismo para ser utilizados en las funciones vitales según sus necesidades. Un ejemplo de esto es el caso del ion calcio, lo que implica una mayor disposición para las necesidades del organismo desempeñando papeles importantes. Varios autores han planteado un aumento en la actividad de determinadas enzimas dependiente de calcio al ser alimentado animales con agua tratada magnéticamente y su aumento y mejora en las estructuras óseas de los animales (Alfonso, D *et al.*, 2000; Putti *et al.*, 2015).



Fig. 1. Magnetizador HP marca CNEA, con velocidad de líquido 0,6 – 2,5 m/s, serie No 1P100010.

Tabla 1. Resultados del análisis de los parámetros físico-químico y microbiológico del agua tratada y no tratada.

INDICADORES	Grupo Control	Grupo Experimental
pH	7,72	7,83
Amonio (mg/L)	0,50	0,47
Dureza total (mg/L)	3,10	3,00
Conductividad eléctrica (S/cm)	275	280
Fe (mg/L)	0,07	0,03
K (mg/L)	8,10	3,90
Calcio (mg/L)	30,24	45,90
Magnesio (mg/L)	4,10	3,70
Na (mg/L)	19,40	13,70
Coliformes totales (UFC/ml)	16	14

Tabla 2. Peso de los pollitos en distintos tiempos durante la categoría de inicio.

GRUPOS	Día 1 Peso (g)	Día 7 Peso (g)	Día 14 Peso (g)	Día 21 Peso (g)
Grupo Control	33,40 ± 0,91 ^a	41,14 ± 0,63 ^b	50,24 ± 1,08 ^b	100,69 ± 1,01 ^b
Grupo experimental	33,31 ± 1,02 ^a	43,03 ± 0,9 ^a	62,78 ± 0,47 ^a	111,05 ± 0,70 ^a

En las columnas, medias con superíndices distintos presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tabla 3. Comportamiento de la mortalidad y la viabilidad por grupos en distintos períodos de la crianza.

INDICADORES	Grupos	7 días	14 días	21 días	Acumulado
Mortalidad (%)	Experimental	0,35 ^a	0,97 ^b	0,47 ^a	1,79 ^b
	Control	0,78 ^a	2,02 ^a	0,62 ^a	3,42 ^a
Viabilidad (%)	Experimental	99,65 ^a	99,03 ^a	99,53 ^a	98,21 ^a
	Control	99,22 ^a	97,98 ^b	99,38 ^a	96,58 ^b

En las columnas, medias con superíndices distintos por grupo presentan diferencias significativas, según prueba de Fisher ($p < 0,05$).

Tabla 4. Principales causas de muerte del número (n) de animales en cada uno de los grupos.

CAUSAS	Grupo Control n/(%)	Grupo Experimental n/(%)	Total
Onfalitis	4/(4,5)	2/(4,3)	6
Accidentes	18/(20,5)	9/(19,6)	27
Ahogados	13/(14,8)	7/(15,2)	20
Sacrificio por enterobacterias	13/(14,8)	7/(15,2)	20
Enterobacterias	16/(18,2)	7/(15,2)	23
Sacrificio por atraso en el desarrollo	18/(20,4)	11/(24)	29
Picaje	6/(6,8)	3/(6,5)	9
TOTAL	88^a	46^b	134

En la fila, números con superíndices distintos presentan diferencias significativas, según prueba de Fisher ($p < 0,05$).

Tabla 5. Peso del hígado, corazón y bazo en cada grupo al finalizar la crianza.

Grupos	Peso de los órganos (g)		
	Hígado	Corazón	Bazo
Grupo Control	3,2 ± 0,54 ^b	0,74 ± 0,17 ^a	0,32 ± 0,08 ^b
Grupo Experimental	4,20 ± 1,22 ^a	0,88 ± 0,24 ^a	0,54 ± 0,18 ^a

En las columnas, medias con superíndices distintos presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 6. Mediciones de los huesos largos por grupos al finalizar la crianza.

Grupos	Longitud de los huesos (cm)		
	Fémur	Tibia	Tarso
Grupo Control	2,74 ± 0,70 ^b	3,64 ± 0,32 ^a	3,12 ± 0,13 ^b
Grupo Experimental	3,36 ± 1,02 ^a	3,96 ± 1,20 ^a	3,87 ± 0,98 ^a

En las columnas, medias con superíndices distintos presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

CONCLUSIÓN

El suministro de agua tratada magnéticamente a pollitos de la categoría de inicio, favoreció los indicadores productivos en aves semirústicas. Los animales que recibieron agua tratada con campo magnético incrementaron significativamente su peso corporal, incluyendo el peso de los órganos (hígado, bazo, corazón), y la longitud del desarrollo esquelético (tibia, fémur, tarso) y mejoraron los valores de viabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, D., Cuesta, A., Pérez, I., Jiménez, R., & Gutiérrez, M. (2000). Evidencia en la absorción intestinal en ratas Spragne-Dawley que consumen agua con tratamiento magnético. [Trabajo de Diploma]. Facultad de Ciencias Agropecuaria. UCLV.
- AL-Mufarrej, S., AL-Batshan, H. A., Shalaby, M. I., Shafey, T. M. (2005). The effects of magnetically treated water on the performance and immune system of broiler

- chickens. *International Journal of Poultry Science*. Article of investigation. 4, 96-102. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps>.
- Arce, G. M. A., Le Thi, D., Morales, T., Camacho, M. C., Avello, F. E., Peña, R. I. et al. (2011). Comparación de indicadores de incubación artificial entre huevos de gallinas camperas y semirústicas en la provincia de Villa Clara, Cuba. *REDVET*, 12(12). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121211.html>
- Arredondo, J. L., Méndez, A., Medina, H. & Pimentel, C. (2017). Water: the importance of the adequate intake in children *Acta Pediatr Mex*. Mar; 38(2) 116-124.
- Balieiro, N. G. (2013). *Rev. Industria animal*, N. Odessa, 70(2), 158-166.
- Barrios, C. R., Soca, P. M., Vale, C. A. (2012). Comportamiento de la incubabilidad y fertilidad, de tres líneas de gallinas semirústicas. *REDVET*, 13 (4). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412.html>
- Fonseca, R. L. (2016). Efecto del agua magnetizada sobre indicadores bioproductivos en gallinas ponedoras White Leghorn. Tesis en opción al título de master en clínica veterinaria.
- Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera, M., Lizazo, D., Sarduy, L., et al. (2007). COMPARPRO. Comparación de Proporciones. Versión: 1.0. La Habana.
- Ganong, W. (1998). *Fisiología Médica*. 15ª ed. México DF: El Manual Moderno.
- González, N. (2017). Efecto del electromagnetismo sobre la dureza, bacterias y algas en agua. Universidad de Alicante.
- Guillen, P. & Madrigal, I. M. (1985). Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos: magnetoterapia y magnetosteogenia. *Rev. Esp. Cir. Ortop*. 20:257-79.
- Guyton, A. C. (1996). *Tratado de Fisiología Médica*. 9na ed. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana de España SAU.
- Insua, A. D., García, P. C., Montiel, P. M. & Prado, S. E. A. (2009). Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos. *REDVET*, ISSN: 1695-7504; 10(4). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409/040916.pdf>.
- Kolb, E. (1995). *Tratado de Fisiología Veterinaria*. 1ra y 3ra edición alemana. Zaragoza: Ed. Acribia SA.
- Malvestiti, L. J., Vicari, C. A., Ball, J. C., & Roberto, M. M. (2015). Manual para el diagnóstico de las enfermedades de aves y lagomorfos que pueden aparecer en las plantas de transformación primaria. p. 14-19.
- Mwanza, F. (nov-dic. 1991). Como salvar las preciosas gallinas. *Revista CERES-FAO*, 25-27.
- Pampín, M., Madrazo, G., Vidal, A., Edghil, E. (2011). *Manual Tecnológico para la cría de aves*. Reproductores semirústicos y sus remplazos.
- Peña, I. (2004). Inclusión de diferentes niveles de harina de morera (*morus alba*) en los piensos para gallinas ponedoras. [Tesis presentada en opción al título de master en nutrición]. UDG Bayamo.
- Pérez, I. (1991). *Manual Práctico de Biofísica*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.
- Pérez, V. H., Chacón, D. A., & Oselis, R. J. (2008). *Biomagnetismo: una ciencia joven*. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente, Sede Julio Antonio Mella. Cuba. <https://www.researchgate.net/.../26604197>
- Pérez, V. H., Chacón, D. A., Oselis, R. J. (1996). *Biomagnetismo: una ciencia joven*. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente, Sede Julio Antonio Mella. Cuba.

- Putti, F. F., Gabriel Filho, L. R. A., Klar, A. E., da Silva Junior, J. F., Cremasco, C. P., & Ludwig, R. (2015). Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. *African Journal of Agricultural Research*, 10(22), 2300-2308.
- Roa, Y. (2019): 18 razas de gallinas para sacarle provecho en una granja o casa de campo. Recuperado de <https://agronomaster.com/razas-de-gallinas/>.
- Sánchez, A., García, C. M., Lamazares, C. M., Pérez, M., Trujillo, E., Sardá, R. (2010). *Salud y producción de las aves*. Editorial Félix Varela. La Habana.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater, (1998); 20th edition APHA, AWWA WEF. USA.
- Stat Soft Inc. (2007): STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. Disponible en: www.statsoft.com.
- Verdú, D. (2016). Efecto del electromagnetismo sobre la dureza del agua.
- Waggoner, W. & Good, R. (1984). Calidad del agua y desarrollo de las aves. Proceedings AVMA Annual Conference, Julio, 1984. <http://ewtech.co/la-calidad-del-agua-en-las-granjas-avicolas-el-efecto-sobre-la-productividad-de-las-aves/>