



REDVET. Revista Electrónica de
Veterinaria
E-ISSN: 1695-7504
redvet@veterinaria.org
Veterinaria Organización
España

Alfonso Insua, Daniel; Pérez García, Caridad; Pérez Montiel, Ibrahim; Silveira Prado,
Enrique A.

Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos
REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 10, núm. 4, abril, 2009
Veterinaria Organización
Málaga, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611961010>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos (Magnetically treated water effect on biological processes)

Alfonso Insua, Daniel: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km. 5 ½. Santa Clara. CP 54830. Villa Clara. Cuba. E-mail: danielai@agronet.uclv.edu.cu | **Pérez García, Caridad:** Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km. 5 ½. Santa Clara. CP 54830. Villa Clara. Cuba. E-mail: cachita@uclv.edu.cu | **Pérez Montiel, Ibrahim:** Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5 ½, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. E-mail: ibrahinpm@agronet.uclv.edu.cu | **Silveira Prado, Enrique A.:** Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km. 5 ½. Santa Clara. CP 54830. Villa Clara. Cuba. E-mail: esilveira@uclv.edu.cu

Resumen

En la presente monografía se describen aspectos de la importancia práctica, económica y —con énfasis especial— biológica del biomagnetismo, en específico del agua tratada magnéticamente, incluyéndose una exposición resumida de la experiencia de los autores sobre los beneficios de ésta en los procesos biológicos que normalmente ocurren en los animales. Los resultados de los estudios de los fenómenos biofísicos relacionados con los efectos del consumo de agua con tratamiento magnético en el fisiologismo animal son más favorables. Se comprobaron bio respuestas positivas en los parámetros de salud y producción en las diferentes categorías de ganado bovino investigadas (terneros, vacas lecheras, toros sementales y toros de ceba). El consumo del agua con tratamiento magnético puede constituir una alternativa viable y económicamente factible para la explotación de las diferentes categorías zootécnicas del ganado bovino, repercutiendo favorablemente sobre los mecanismos defensa de la salud y los parámetros productivos.

Palabras clave: Magnetismo | Biomagnetismo | Campo magnético | Agua tratada magnéticamente

Abstract

In the present monograph were described aspects of the practical, economic and —with special emphasis— biological importance of biomagnetism, in specific of magnetically treated water, being included a summary of the experience of the authors about the benefits of this in the biological processes that usually happen in the animals. The results of the studies of the biophysical phenomena related with the effects of the consumption of water with magnetic treatment in the animal phisiologism are more favorable. They were proven bio positive answers in the parameters of health and production in the different investigated categories of bovine livestock (calves, cows milkmaids, bulls sires and bulls of it feeds). The consumption of the water with magnetic treatment can constitute a viable and economically feasible alternative for the exploitation of the bovine livestock in the different zootechnics categories, rebounding favorably on the mechanisms defense of the health and the productive parameters.

Key words: Magnetism | Biomagnetism | Magnetic field | Magnetically treated water

1. Introducción

La Medicina Veterinaria Complementaria —conocida también con los términos de Medicina Alternativa Natural, Tradicional, Paralela y no Clásica— constituye un sistema no convencional que en ocasiones se opone o contradice a la Medicina Veterinaria Clásica, pero la mayoría de las veces la complementa o constituye una alternativa natural que favorece la defensa de la salud y la producción animal. Entre las terapias alternativas se encuentran: la acupuntura, la homeopatía, la fitoterapia, la magnetoterapia y otras.

La tierra es un gigantesco imán natural que transmite energía magnética a todos los organismos vivos. El desarrollo de la vida está indisolublemente ligado a las radiaciones magnéticas y las plantas y los animales son afectados, para bien o para mal, por este fenómeno, a veces inevitable.¹⁻³

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*" La magneto biología, sin lugar a dudas, es

una ciencia de extraordinaria importancia por su influencia en la prevención y curación de las enfermedades y, por lo tanto, en la preservación de la vida.⁴⁻⁶

Uno de las aplicaciones del magnetismo, lo es el agua con tratamiento magnético, lo que permite contar con un líquido físicamente modificado—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 y virilización del torrente sanguíneo y, en las plantas, elevando el nivel de la fotosíntesis, el crecimiento de las semillas y la productividad de las plantaciones. Con la utilización del agua tratada magnéticamente para abrevar ganado bovino, porcino, ovino y aves se han obtenido resultados satisfactorios.^{1,3,6-8}

2. Biomagnetismo

2.1 Antecedentes históricos

Desde varias centurias antes de la Era Cristiana, se sabía que cierto mineral de hierro —óxido de hierro, Fe_3O_2 — tenía la propiedad de atraer el hierro y objetos fabricados con éste. Este mineral era muy abundante en la región de Magnesia, en Asia Menor por lo que se le nombró magnetita. Es este precisamente el origen del término “magnetismo” o sea la propiedad de cualquier cuerpo en virtud del cual se produce esta atracción. Este magneto natural fue mencionado por Tales de Mileto (624-548 a.n.e) y según el decir de Platón y Sócrates, en una cadena de anillos de hierro, cada anillo sostenía al vecino por una atracción magnética.¹⁻³

Los imanes y sus propiedades fueron ampliamente conocidos por los antiguos arios, que creían que además de poseer la capacidad de atraer al hierro también estaban dotados de poderes místicos y curativos. En el pasado se le atribuían a los imanes una gran variedad de propiedades maravillosas: por ejemplo, ciertos dignatarios egipcios los usaban directamente contra su piel con el propósito de mantener el vigor, la salud y evitar el proceso de envejecimiento, uno de ellos, Cleopatra, usaba un imán junto a su frente para conservar su belleza. También la gente del pueblo creía en la “fuerza divina” de los imanes.¹⁻³

Una de las primeras aplicaciones del magnetismo se basó en la orientación que experimenta un imán permanente situado en la tierra, el cual mantiene una posición fija con respecto a cierta dirección. Así surgió la brújula, instrumento

indispensable para la navegación y protagonista de innumerables descubrimientos geográficos.¹⁻³

En los primeros años del siglo XVI el famoso alquimista, médico y místico suizo Philippus Aureolus Paracelsus (1493-1541 ane) utilizó los imanes en procesos inflamatorios, heridas supurantes, ulceraciones y afecciones internas de los intestinos y el útero. William Gilbert (1540-1603), notable médico inglés de su época y Presidente del Colegio Médico de la Reina Isabel I, escribió en el año 1600 un libro que siguió toda una era titulado "El Magnetismo", cobrando gran difusión mundial.¹⁻³

En 1819 el físico y químico danés Hans Christian Ørsted (1777-1851) demostró que la corriente eléctrica produce efectos magnéticos. A mediados del siglo XIX, el físico y químico inglés Michael Faraday (1791-1867) y el físico norteamericano Joseph Henry (1797-1878), de manera independiente, demostraron que se podía producir corriente eléctrica mediante determinados efectos magnéticos. Faraday fue el fundador del biomagnetismo y la magneto química y demostró que toda materia es magnética en un sentido u otro, es decir, la materia es atraída o repelida por un campo magnético.¹⁻³

En 1885 el físico escocés James Clerk Maxwell (1831-1879), publicó una teoría unificada, rigurosa y coherente en que explicaba la íntima relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos poniendo de relieve la posibilidad de existencia de las ondas electromagnéticas. Sin embargo, a luz de los descubrimientos actuales, el hecho de que los polos de un imán tengan la capacidad de reconocer la atracción o repulsión de los polos de otro imán aún permanece inexplicable. El magnetismo es un fenómeno físico estrechamente ligado a la electricidad, cuya complejidad hace que no sea fácil comprender teóricamente sus principios y fundamentos, especialmente para los especialistas en biología y medicina, aunque esto no impide que tenga realmente efectos sobre los seres vivos.⁸⁻⁹

Aunque el magnetismo es hoy ampliamente utilizado en los campos de la física, la industria y el comercio y sus notables efectos sobre los metales se conocen desde hace siglos, en el caso de los organismos vivos no han sido completamente estudiados, desarrollados y difundidos. En la década de los cuarenta se comenzaron a estudiar los efectos biológicos de los campos magnético y electromagnético, sin embargo, en la actualidad es muy limitada la información bibliográfica que existe, de lo que se puede inferir que los investigadores e instituciones militares mantienen en secreto sus resultados. Una muestra evidente de esto lo constituye el hecho de que el Simposio Internacional de Desarrollo de Consecuencias Electromagnéticas EURO-MAGNETIC 94, fue patrocinado por importantes instituciones militares.⁶

Hasta hace poco se pensaba que solo los campos electromagnéticos de alta frecuencia e intensidad podían influir sobre los procesos biológicos, sin embargo desde principios de la década de los ochenta comenzaron a publicarse trabajos científicos en los que se demostró que los sistemas vivos son también sensibles a campos electromagnéticos débiles de frecuencia e intensidad baja.¹⁰ Por otro parte, la creación de la Sociedad Europea de Bioelectromagnetismo significó un futuro promisorio para esta parte de la ciencia. La bioelectromagnética es una ciencia joven que estudia tanto los campos electromagnéticos emitidos por los seres vivos como los efectos biológicos de campos eléctricos y magnéticos emitidos por fuentes artificiales.⁵

2.2 Fundamentos del magnetismo

A las interacciones magnéticas o electromagnéticas que se establecen a través de determinada materia (sustancias u objetos) con cierta estructura y composición físico-química, se les llama campo magnético o electromagnético. La acción de la fuerza magnética puede desencadenar procesos en los que existen transformaciones de una forma de energía a otra. Se conoce que todos los cuerpos —sólidos, líquidos o gaseosos— son susceptibles de imantarse.^{1-3,6} El campo electromagnético se define como una forma de existencia de la materia, que se determina en todos los puntos mediante magnitudes vectoriales, que caracterizan sus componentes denominados:

- Campo eléctrico
- Campo magnético

El campo magnético origina efectos en forma de fuerza de las partículas cargadas que dependen de la velocidad de éstas y de la magnitud de la carga. El campo electromagnético es un agente físico ampliamente utilizado en dispositivos técnicos y físicos para la transformación y transmisión de energía o señales.

Las propiedades magnéticas de las sustancias se caracterizan por su permeabilidad frente al campo magnético. La mayoría de los tejidos y medios del organismo por sus propiedades pertenecen tanto a la diamagnética como a las paramagnéticas, y su permeabilidad magnética es un poco menor o mayor a la unidad para las diamagnéticas y paramagnéticas respectivamente.

La intensidad, el gradiente, el vector, la frecuencia, la forma de impulso y el tiempo de exposición frente al campo magnético son las características físicas del campo electromagnético que determinan los mecanismos biológicos primarios de acción de éste. Mediante la variación de estas características se puede regular la efectividad de su acción.

Las sustancias de acuerdo a su comportamiento frente a un campo magnético se clasifican en:

Diamagnética

- Disminuyen ligeramente el flujo magnético

Paramagnética

- Aumentan ligeramente el flujo magnético

Ferromagnética

- Aumentan considerablemente el flujo magnético

2.3 Equipos para el tratamiento magnético de diversos sistemas biológicos

Los diversos equipos que se han diseñado para aplicar los efectos del campo magnético sobre diferentes sistemas biológicos incluyen:⁵

Tipo	Principales características
Binak 03	<p>Niveles de inducción que dependen de la magnitud del campo. Potencia de 0-170 gauss. Señales: sinusoidal, media onda, onda completa, trapezoide. Alimentación: corriente alterna. Frecuencia uniforme de 10, 20, 30 y 60 Hz. Sirve para todos los tipos de sistemas biológicos.</p>
De zapatas polares planas	<p>Valores de inducción de 0-2000 gauss. Señales: sinusoidal, media onda, onda completa. Alimentación: corriente alterna de 220 v Campo no uniforme.</p>
Para fermentaciones	<p>Valores de inducción de 0-2000. Señales: cuadradas. Alimentación: corriente directa de 110 v. Campo no uniforme.</p>

Genim	Valores de inducción de 2.48 T. Señales: sinusoidal Alimentación: corriente alterna Campo no uniforme.
Nak	Valores de inducción de 40-120 gauss. Señales: sinusoidales, onda media, onda completa, triangular y cuadrada. Alimentación: corriente alterna de 110 v. Campo uniforme con frecuencia desde los 10-90 Hz. Es de aplicación local

2.4 Agua

La humanidad desde sus albores, ha sentido la obligatoriedad de disponer de agua para sus diferentes necesidades. En muchas ocasiones la carencia de este elemento ha sido el factor por el cual se han iniciado muchas migraciones humanas. No es casual que el hombre al comenzar su asentamiento abandonando la vida nómada, eligió lugares donde tenía la oportunidad de disponer de agua en abundancia.¹¹

2.4.1 Fuentes de agua

El hombre dispone de dos tipos fundamentales de fuentes para obtener el agua: superficiales y profundas o subterráneas, aunque algunos investigadores incluyen también como fuente la lluvia.¹¹

Las fuentes superficiales, por ser las más accesibles, son también las más importantes desde el punto de vista sanitario dada la facilidad con que se impurifica y contamina. La mayoría de las veces las aguas superficiales están impurificadas y contaminadas con microorganismos patógenos y no pueden considerarse potables. Entre las fuentes superficiales pueden citarse: ríos, arroyos, lagos, lagunas, embalses, etc. Las fuentes profundas o subterráneas están constituidas por: captación de manantiales, galerías de filtración y pozos.

Estas aguas son recomendables para su uso ya que:¹²

- Suelen estar exentas de bacteria patógenas.
- Generalmente no requieren de tratamiento para su utilización.
- Su captación y distribución son prácticas económicas.

En cambio tienen algunos inconvenientes como:

- Contienen gran cantidad de sustancias minerales.
- Suele ser necesario elevarlas mediante procedimientos mecánicos o electromecánicos (bombas y electro bombas)

Las aguas terrestres (superficiales y profundas) constituyen los recursos hídricos de un país en su carácter de riqueza natural y su utilización tiene que ser regulada para su mejor aprovechamiento y conservación.¹²

El agua requerida por los animales proviene tres fuentes:¹³

- ◆ El agua contenida en o sobre los alimentos.
- ◆ El agua de bebida.
- ◆ El agua metabólica producida por las degradaciones de los nutrientes en el interior del organismo.

2.4.2 Características físico-químicas del agua

Se conoce que la molécula del agua tiene la estructura de un tetraedro alrededor del átomo de oxígeno, con pares de electrones de valencia en dos de sus vértices y enlaces por un par de electrones en sus otros dos vértices, unidos a dos protones, que hacen que se produzca una separación de cargas en la molécula. La presencia de los dos protones disminuye la repulsión electrostática de los electrones y como resultado el ángulo de enlace correspondiente a una hibridación sp³, según la teoría de enlace de valencia, de 109,280 se contrae a 104,50°. Los centros de cargas positiva y negativa se señalan habitualmente como cargas parciales ($\delta +$, $\delta -$) que le dan a la molécula la posibilidad de comportarse como un dipolo eléctrico, pudiéndose así asociarse a otros imanes, orientando sus cargas parciales positivas hacia los iones positivos y negativos. Esta asociación reduce mucho la carga efectiva de los iones, permitiendo que se separen uno de otros en disolución acuosa (Fig. 1)¹⁴⁻¹⁵

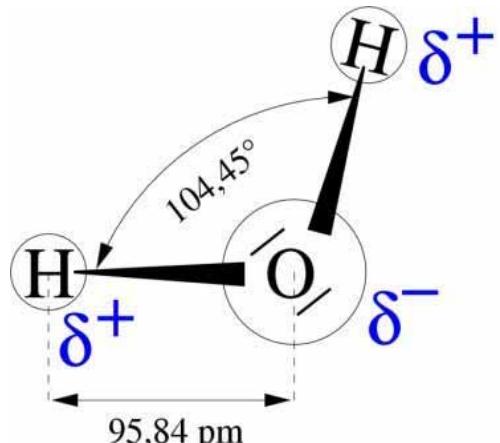


Fig. 1. Estructura de la molécula de agua¹⁵

El agua es un líquido polar cuyo momento dipolar es de 0,387 Å y con una constante dieléctrica (ϵ) de 80 en relación del aire que es de 1. Los dos electrones de los hidrógenos están como absorbidos por el oxígeno de donde resulta la polaridad negativa de éste y la polaridad positiva de los hidrógenos. La diferencia electronegativa de los átomos de oxígeno e hidrógeno es la causa del desplazamiento conformando la estructura triangular. Los enlaces de hidrógeno tienen exclusivamente naturaleza electrostática y por consiguiente son flexibles y capaces de deformarse.¹

El agua es un disolvente mucho mejor que la mayor parte de los líquidos corrientes. Muchas sales cristalizadas y otros compuestos iónicos se disuelven con facilidad en el agua, mientras que son casi insolubles en los líquidos no polares tales como el cloroformo o el benceno. El agua tiende a oponerse a la atracción electrostática entre los iones positivos y negativos. Esta tendencia viene expresada por la constante dieléctrica (D), definida por la relación: $F = \epsilon_1 \epsilon_2 / Dr^2$ En la F de atracción entre dos iones de carga opuesta, ϵ_1 y ϵ_2 son las cargas de los iones y r la distancia entre ellos.¹⁴

2.4.3 Importancia fisiológica y sanitaria del agua

La actividad hídrica de los animales es muy importante pues el agua constituye aproximadamente el 70% de su peso corporal; es evidente que es el más abundante de los compuestos presentes en los tejidos, salvo algunas excepciones. El agua es de primordial importancia para todos los procesos vitales, pues constituye el vehículo en el que se lleva a cabo el metabolismo, es el medio en el que se transportan los iones, nutrientes y productos de desechos; además, es esencial para la secreción de enzimas y hormonas. Tiene un importante papel en la regulación de la temperatura corporal, el volumen sanguíneo, la presión arterial y la lubricación de la superficie del cuerpo. Debe recordarse también que la mayoría de los procesos químicos se realizan en medio acuoso, sujetas esas reacciones a leyes físicas y químicas que rigen a las reacciones que tienen lugar en las soluciones diluidas.¹⁶⁻¹⁸

El contenido de agua en el organismo disminuye con la edad. En el ganado vacuno la proporción al nacer es del 75-80% del peso corporal, a los cinco meses del 66-72% y en los adultos del 50-60%. Influye en estas proporciones la grasa corporal de manera que los animales gruesos y obesos contienen menos agua que los delgados.^{17,19}

La cantidad de agua en los distintos órganos varía notablemente. La cifra máxima corresponde al plasma sanguíneo con una proporción del 90-92%, en los músculos es de 72-78%, en huesos un 22% y en los tejidos grasos un 15%. En los órganos parenquimatosos y en los músculos la mayor parte del agua es

intracelular, por el contrario el tejido tendinoso exhibe una elevada proporción de agua extracelular.²⁰

La importancia del agua para los procesos vitales se desprende del hecho de que la interrupción del aporte hídrico conduce a la muerte de la mayoría de las especies animales en breve plazo —la carencia de agua se comporta peor que la falta de alimentos.²⁰ Desde el punto de vista sanitario no se concibe un individuo sano sin tener agua en la cantidad y calidad requerida por el organismo, igualmente no se concibe un medio saneado y limpio sin la utilización del agua.¹⁶

2.5 Agua y campos magnéticos

Es bien conocido el hecho de que cuando el agua fluye en presencia de un campo magnético con una densidad de flujo y velocidad determinados, surgen cambios de diferentes parámetros como: pH, tensión superficial, solubilidad, densidad óptica y conductividad eléctrica, siendo necesario para ello que se produzca un desplazamiento del agua perpendicular al campo magnético.⁶⁻⁸

Los estudios sobre la influencia del campo electromagnético sobre el agua comenzaron a partir del 1940. Se han expuesto evidencias y emitido teorías que tratan de explicar esta relación aunque persiste una aparente contradicción entre los resultados de los parámetros físico-químicos que varían ante este fenómeno bien establecido y técnicamente controlado. Por otra parte no se ha podido establecer de forma integral la acción del agua tratada magnéticamente sobre los sistemas biológicos, temática en la que queda mucho por investigar. Erróneamente se ha creído que el agua tratada magnéticamente con fines industriales si se aplica a los sistemas vivos tiene una marcada influencia sobre éstos. La utilización al azar de inducciones e intensidad en las aguas de riego de cultivos ha provocado incongruencias al informar los bioefectos.⁵⁻⁸

2.5.1 Hipótesis y limitaciones del uso de los campos magnéticos en el tratamiento del agua

Cuando el agua se somete a las cargas magnéticas incluso durante fracciones de segundo, se produce una modificación de la tensión superficial y viscosidad, se altera la conductividad eléctrica, se estimula la coagulación de las partículas sólidas, aumenta la concentración de oxígeno y se incrementa su actividad biológica. Estas variaciones de las propiedades del agua dependen de:

- a. La intensidad y el gradiente del campo magnético.
- b. La velocidad y el movimiento del agua.
- c. El tamaño y forma de los polos.
- d. La instalación.
- e. La presencia de partículas coloides en el agua.
- f. La concentración de iones
- g. Otros factores

No se ha podido precisar sobre que actúa el campo magnético, sobre el agua o sobre las impurezas contenidas en ésta, pues el agua pura no existe. No obstante se han expuesto varias hipótesis relacionadas con modificaciones en la propia agua:

- a) Los iones de la sustancia disueltas en ellas. Se basa en que las partículas coloidales ferromagnéticas poseen una elevada susceptibilidad magnética.
- b) Modificaciones en la propia agua. Algunos partidarios de esta hipótesis fundamentan la posibilidad de que bajo la acción del campo magnético se produce disminución, en más de dos grados del ángulo entre los átomos de hidrógeno de la molécula de agua. Esto conduce al refuerzo del momento dipolar de la molécula alternando la interacción entre éstas y los restantes agregados. Otros proponen la posibilidad de que como resultado de la polarización de las nubes electrónicas de las moléculas de agua, éstas adquieren un momento magnético inducido dirigido contrariamente al campo magnético exterior y la energía de los enlaces del puente de hidrógeno se altera produciéndose su flexión y ruptura lo que conduce a un cambio en la disposición relativa de las moléculas y, por tanto, en la estructura del agua.
- c) Interacción de los campos electromagnéticos con los iones presentes en las soluciones acuosas. Se basa en que durante la acción del campo magnético sobre los sistemas acuosos surgen toda una serie de fenómenos que se interrelacionan haciendo aún más compleja su acción.

Toda hipótesis tiene determinada fundamentación experimental, pero no todas permiten explicar completamente los datos acumulados. La situación se complica aún más cuando muchos factores se consideraban ausentes o muy debilitados.⁶

2.5.2 Alteraciones de las propiedades del agua al someterse a tratamiento magnético

Los efectos del tratamiento magnético en sistemas acuosos (Fig. 2) provocan variaciones en las propiedades de éstos, conllevan a cambios en la cinética de todos los procesos físico-químicos y por tanto, en los procesos tecnológicos y biológicos. Estas variaciones generalmente son pequeñas, sin embargo, las consecuencias en los ámbitos industrial y biológico son muy significativas:^{3,6}

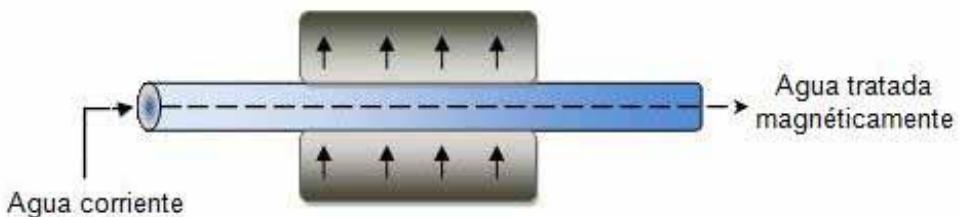


Fig. 2. Tratamiento magnético del agua (original)

- a) Hidratación de los iones. La fijación de la molécula de agua por los iones, ejerce una influencia muy grande en las propiedades de las soluciones y en la cinética de muchos procesos físico-químicos. El grado de hidratación se comporta en dependencia de la naturaleza del ión.
- b) Conductividad eléctrica. Generalmente disminuye entre el 8 y 10% después del tratamiento magnético. No obstante existen informes en que se relata su aumento.
- c) Tensión superficial. En general se produce disminución. Los cambios de ésta tienen un carácter completo observándose el valor máximo con una intensidad entre 560-640 KA/m.
- d) Solubilidad. Regularmente se plantea un aumento de la solubilidad de las sales en el agua tratada magnéticamente. En varias investigaciones se ha demostrado un aumento significativo de la solubilidad del carbonato de calcio. Semejantes resultados se obtuvieron con respecto a la solubilidad del oxígeno; hay autores que señalan aumento de la actividad del oxígeno disuelto.
- e) Cristalización. Este aspecto está bastante estudiado. Se plantean cambios en la velocidad de cristalización, en la morfología, tamaño, forma etc. Como sustancia patrón clásica para todo estos estudios se tomó el carbonato de calcio.

- f) Coagulación. Numerosos resultados experimentales evidencian un aumento significativo en la coagulación en los sistemas coloidales.
- g) Memoria magnética. Una de las peculiaridades del tratamiento magnético en los sistemas acuosos son los cambios reversibles que se producen cuando el agua atraviesa al campo magnético. Es decir, después de un tiempo determinado por las condiciones externas, el sistema recupera su estado original. El tiempo durante el cual mantiene el sistema las variaciones en las propiedades con respecto a las originales, se denomina memoria magnética.

2.6 Usos y aplicaciones de agua tratada magnéticamente

La utilización del agua con tratamiento magnético se remonta a la época en que se observaron cambios en la precipitación de los cristales de una solución salina sometida a un campo de fuerza magnética. Actualmente ha cobrado gran auge, se realizan estudios y se conocen numerosas aplicaciones en la industria, la agricultura y la medicina.^{1,3,6,8}

▪ Industria

El agua magnetizada se utiliza para evitar incrustaciones y la formación de concreciones. Por sus características está indicada para piscinas, inmuebles, clínicas, lavanderías, saneamientos, refrigeración y todo tipo de maquinaria industrial ya que reduce la corrosión y necesita menor energía para su calentamiento. En la industria azucarera se ha utilizado para los evaporadores de jugos, comprobándose disminución en el consumo de materiales y prolongación del tiempo entre una limpieza y otra; también se ha utilizado en las calderas y en otras áreas, con reducción del consumo de combustible y costos y aumento de la eficiencia en general.^{5-6,8}

▪ Agricultura

El agua tratada magnéticamente hace que las semillas germinen más rápidamente y mejor y los brotes se desarrollen más rápidamente. Se han informado resultados sobre la influencia en la germinación de pimientos al obtenerse una significativa estimulación en la longitud del tallo y la raíz de las plántulas a los 14 días de sembrados. Se ha observado una disminución de la cantidad de nitrógeno en la fertilización del maíz, así como incremento en la altura de las plantas debido a un contenido mayor de potasio y de materia seca en las plantas debido a una fácil hidrolización del suelo por el agua tratada.

Con fines de riego de los cultivos, incrementa la permeabilidad de las membranas biológicas de las plantas (lo que propicia una mejor asimilación de

los nutrientes) con el consecuente aumento de los rendimientos, según la especie, en crecimiento y desarrollo, cantidad de productos, tamaño de los frutos, tubérculos, rizomas, etc. así como en la calidad. Además, se conoce la reducción significativa del proceso de evado-transpiración, lo que conlleva a un menor consumo del líquido y por lo tanto, a una reducción de los costos a niveles económicamente aceptables.

Las semillas, en términos generales, germinan más rápido, en dependencia de la especie. Además, crecen más vigorosas cuando se someten a riego con agua tratada magnéticamente en comparación con el agua normal.²¹

Se ha demostrado que el sistema radical crece más cuando el riego se realiza con agua tratada magnéticamente que con agua corriente, siendo en muchas especies un aspecto relevante pues las plantas alcanzan en ocasiones hasta dos veces más su longitud. Las plantas tienden a alargar su ciclo de desarrollo, o sea, demoran en envejecer luego de arribar a la cosecha; también se ha observado tendencias en el adelanto de la floración y cuajado de los frutos.²¹

Las plantas muestran cierta tendencia a comportarse tolerantes al ataque de algunas plagas y enfermedades, aunque en este sentido se debe continuar trabajando, teniendo en cuenta que hasta el presente, no existe ninguna fuente bibliográfica que indique el efecto del magnetismo sobre plagas y enfermedades de los cultivos. Las plantas de tabaco afectadas por el virus del mosaico del tabaco se curan con un tratamiento magnético de 900 gauss de intensidad durante cinco minutos de exposición.²¹

En el tratamiento pregerminativo de semillas de fruta bomba con agua tratada magnéticamente, se comprobó una disminución del tiempo de ensayo hasta un 50% de los días establecidos en las normas así como incremento la germinación en el 33% y disminución del período de ensayo en 27 días a temperatura alternas de 35-40°C. Se ha demostrado que especies como el pepino, frijol, culantro, cebolla, ajo y la remolacha responden mejor al tratamiento magnético con electroimán con una intensidad de 800 gauss, mientras que otras como el cedro, col y apio lo hacen con imán permanente de 1400 gauss.²²

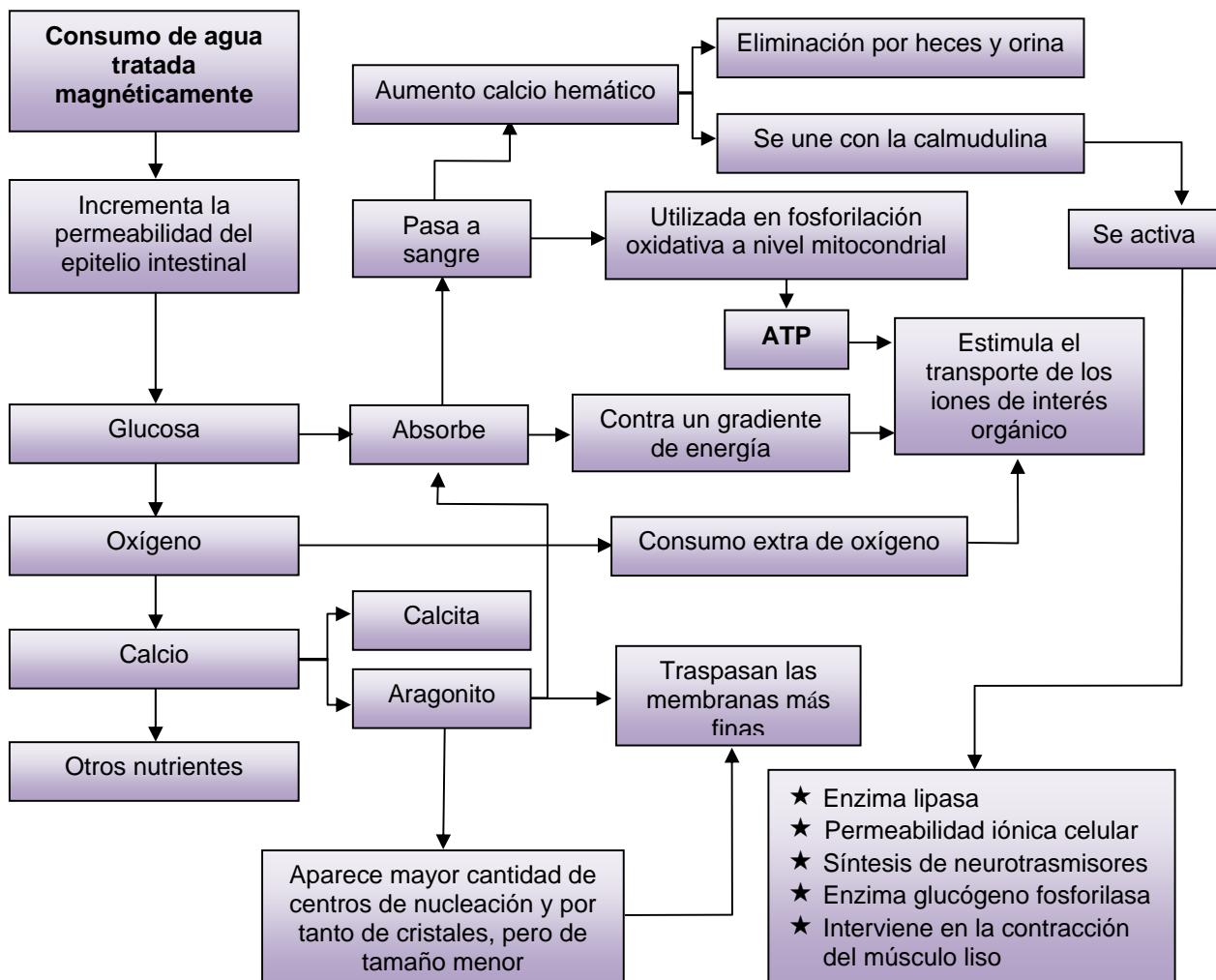
▪ Medicina

El magnetismo se ha empleado directamente como medio diagnóstico y procedimiento terapéutico en la medicina humana y veterinaria, informándose diferentes resultados positivos y negativos. En la terapéutica se han obtenido logros en la cirugía al mejorar el proceso de cicatrización y formación de cayos óseos al estimular la fijación del calcio. Con el auge y desarrollo que ha cobrado la magnetoterapia en la medicina actual, su aplicación se amplía en el tratamiento de numerosas y diversas enfermedades.²³⁻²⁹

3. Beneficios del agua tratada magnéticamente en los procesos biológicos

Los beneficios aportados por el agua tratada magnéticamente (Cuadro 1) se traducen en un incremento en la capacidad de absorción del epitelio intestinal para las sustancias nutritivas disueltas en el agua.

Cuadro 1. Evidencias experimentales (original)



En investigaciones realizadas en Cuba,³⁰ en que se valoró la absorción intestinal en animales de laboratorio se demostró un incremento de ésta. En varios parámetros determinados en solución Tyrodes —glucosa, calcio y otros minerales— se demostró siempre un comportamiento favorable al grupo de animales que consumió agua con tratamiento magnético.

Los mecanismos de absorción intestinal son de vital importancia en el traslado de sustancias desde el canal intestinal al resto de la economía, debiendo atravesar la túnica epitelial del intestino antes de ser transportada por la sangre o la linfa.^{19-20,31-33}

El transporte de las sustancias nutritivas en el organismo se realiza normalmente a través de una serie de mecanismos muy bien definidos y de forma adecuada para que éste desarrolle todas las funciones esenciales para la vida.

Estas sustancias nutritivas provienen de la digestión de los alimentos de elevado peso molecular (proteínas, almidón, grasas neutras) en sus sillas estructurales de bajo peso molecular, en su mayor parte solubles en agua (aminoácidos, azúcares sencillos, glicerina, ácidos grasos); estos productos se absorben fácilmente, a diferencia de las sustancias de elevado peso molecular.

La absorción se verifica conforme a los denominados mecanismos de transporte,^{19-20,31-33} que se favorecen al consumir el agua con tratamiento magnético, biológicamente más eficiente, lo que le confiere primordial importancia en todos los procesos vitales al ser el vehículo en el que se efectúa el metabolismo.¹⁷⁻²⁰

Las evidencias en nuestras investigaciones sobre el comportamiento del agua con tratamiento magnético (Cuadro 2), la señalan como un líquido cuyas propiedades físico-químicas trasciende sus propiedades biológicas y químicas, que la mejora también como solvente en los procesos biológicos. Esto hace presumible que incremente el intercambio de líquidos a través de las membranas celulares que conforman las estructuras corporales, según se demostró en el estudio antes señalado,³⁰ todo lo cual se traduce en una mejor incorporación al organismo para ser utilizados en las funciones vitales según sus necesidades.

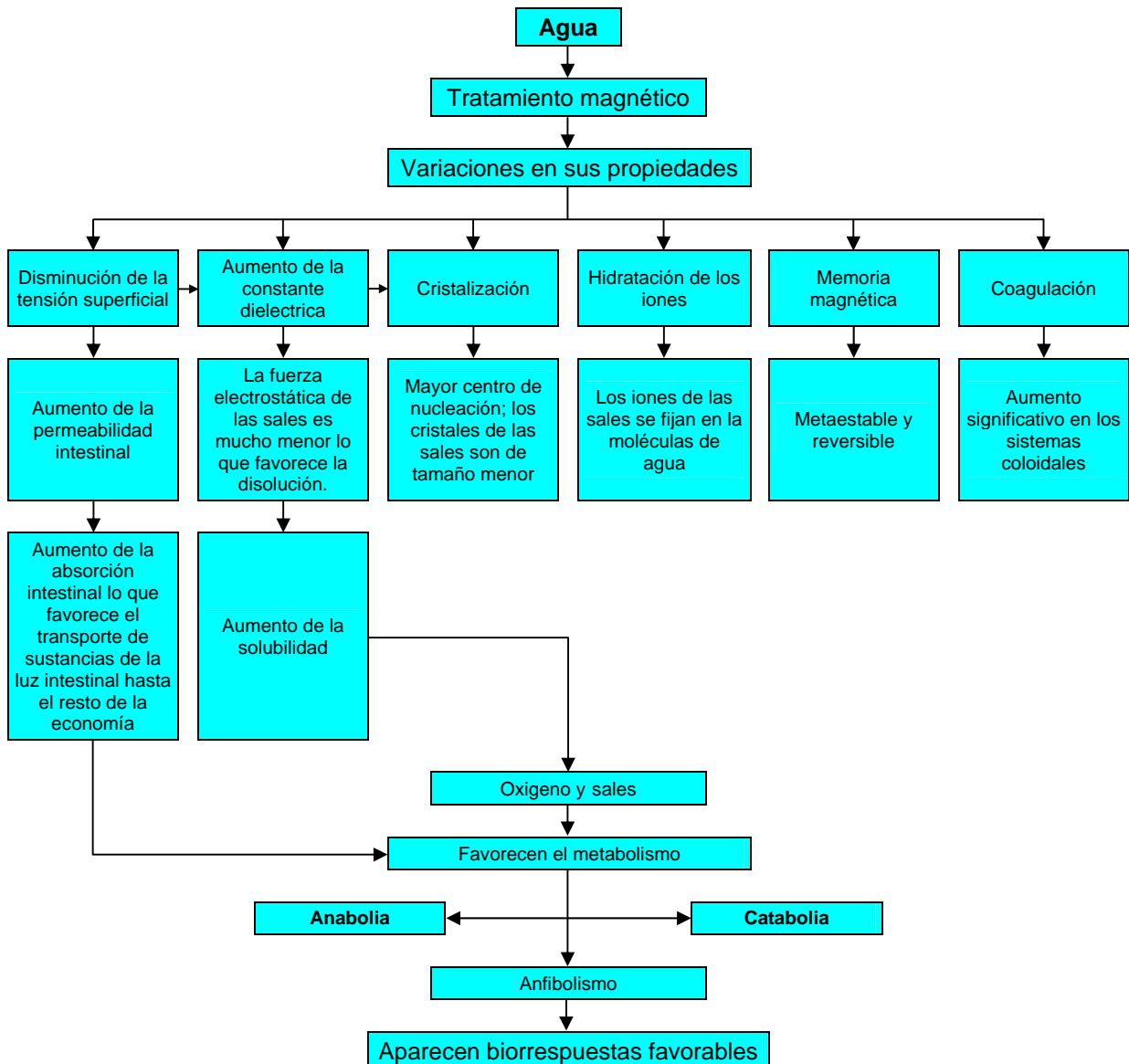
Un ejemplo de esto es el caso del ión calcio, lo que implica una mayor disposición para las necesidades del organismo desempeñando papeles importantes, por ejemplo su unión con la calmodulina hace que ésta se active permitiendo la estimulación de gran número de enzimas; como todas las enzimas del metabolismo lipídico (lipasa reguladora por AMPc), son las encargadas de la permeabilidad iónica de las células, la síntesis de los neurotransmisores y de su liberación y enzima indicadora del metabolismo del glucógeno (glucógeno fosforilasa). Además interviene en la contracción del músculo liso mediante la reacción de cuatro iones calcio con la proteína reguladora calmodulina.^{19,30,34}

El calcio de la alimentación no siempre se aprovecha en su totalidad, principalmente porque su absorción suele ser incompleta dependiendo en gran

parte de los otros componentes de la dieta que dificultan de un modo especial la absorción de este elemento en el intestino delgado debido a que originan sales difícilmente solubles.^{14,20}

Se conoce que el calcio ingerido se absorbe fundamentalmente por transporte activo en el intestino delgado superior, por tanto es necesario su movimiento en contra de un gradiente de energía y concentración, proceso que requiere una fuente adicional de energía,^{19,34} que la constituye el ATP, cuya producción debe estar aumentada ya que proviene de la fosforilación oxidativa ocurrida en las mitocondrias de las células,³² proceso que se incrementa por existir una mayor disponibilidad de glucosa.³⁰

Cuadro 2. Comportamiento del agua tratada magnéticamente (original)



Esto también estimula el transporte de los iones restantes. Además se conoce que cuando se transporta un ión, el trabajo realizado en contra de un gradiente electroquímico requiere un consumo extra de oxígeno. Se ha calculado desde un 10 hasta un 50% del metabolismo basal de un músculo.

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 los diferentes iones. Este proceso también se beneficia por otra de las propiedades del agua tratada magnéticamente, el aumento de la constante dieléctrica (permeabilidad dieléctrica),¹ íntimamente relacionada con una mayor solubilidad de las sales disueltas en ella; debido a que los cristales de las sales son de tamaño mucho menor y se hacen menos adhesivos por lo que fluyen con mayor facilidad dentro del torrente aún a través de las membranas más finas y por tanto se traduce en una mayor absorción por los tejidos del organismo, evitando obstrucciones en las membranas celulares encargadas del transporte de los elementos esenciales para el metabolismo.³²

En las células el nivel citoplasmático de calcio sin excretar es normalmente de 10^{-7} a 10^{-8} mmol/L, varios órdenes de magnitud menores que la concentración en el medio extracelular, esto evita un acelerado proceso de calcificación biológica en todas las células del organismo.^{32,35-36}

Lo anteriormente expuesto explica un incremento de los valores de calcio hemático y de los niveles de excreción de los minerales por las heces y por la orina en los animales que consumen agua con tratamiento magnético,³⁰ regulándose los niveles del calcio según las necesidades corporales.³³

Considerándose los resultados obtenidos (Cuadro 2) en nuestras investigaciones podemos plantear que el consumo del agua con tratamiento magnético se comporta biológicamente de forma más eficiente en el organismo.^{30,37-39}

Sin lugar a dudas, las bio-respuestas evaluadas en los parámetros de salud y producción en los animales que consumen dicha agua son mucho más favorables, que en los animales que no la consumen. A continuación exponemos de forma general, algunas de estas bio-respuestas producto de los resultados de nuestras investigaciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Bio-respuestas del consumo del agua con tratamiento magnético en conejos y bovinos (original)^{30,37-39}

Especie	Indicadores de Salud	Comportamiento
Conejos	Hematología Bioquímica sanguínea Coprología	Aumento de la hemoglobina, calcio sérico y disminución de la parasitosis.
Bovino Vacas de leche	Hematología Bioquímica sanguínea Bioactividad ruminal Comportamiento reproductivo	Resultados muy semejantes a los anteriores. Se destaca el incremento de la bioactividad ruminal y la presentación del estro.
Bovino Toros sementales	Hematología Bioquímica sanguínea Comportamiento en la calidad del semen Bioactividad ruminal	Resultados semejantes. Se destaca la calidad del eyaculado.
Bovino Toros de ceba	Hematología Bioquímica sanguínea Bioactividad ruminal	Los indicadores de salud evaluados se traducen en una mejor conversión de los alimentos en esta categoría.

Conclusiones

Las resultados de los estudios sobre los efectos del consumo de agua con tratamiento magnético sobre el fisiologismo animal fueron más favorables que en aquellos animales que consumieron agua común y se tradujeron en:

- Aumento de la permeabilidad del epitelio intestinal de las sustancias nutritivas disueltas en la misma.
- Mejora de la respuesta hematopoyética.
- Mejora de la respuesta inmunológica.
- Disminución de la aparición de cálculos urinarios.
- Favorecieron, en general, el metabolismo (anfibolismo).

Se comprobaron bio respuestas positivas en los parámetros de salud en las diferentes categorías de ganado bovino investigadas:

- Terneros: disminución del por ciento de animales anémicos y mejora de la actividad ruminal.
- Vacas lecheras: mejoraron los valores hematopoyéticos y se incrementaron los de las proteínas totales.

- c. Toros sementales: mejoraron los valores hematopoyéticos y se incrementaron los del calcio hemático.
- d. Toros de ceba: f mejoraron los valores hematopoyéticos.

Se comprobaron bio respuestas positivas en los parámetros de producción en las diferentes categorías de ganado bovino investigadas:

- a. Terneros: aumento del peso vivo.
- b. Vacas lecheras: incremento de la producción de leche y la presentación del celo.
- c. Toros sementales: incremento de la producción y calidad del eyaculado.
- d. Toros de ceba: incremento del peso vivo, mejora en la ganancia media diaria y en la conversión de los alimentos.

El consumo del agua con tratamiento magnético puede constituir una alternativa viable y económicamente factible para la explotación de las diferentes categorías zootécnicas del ganado bovino, repercutiendo favorablemente sobre los mecanismos defensa de la salud y los parámetros productivos.

Bibliografía

1. Petrianov IV. Las sustancias más extraordinarias del mundo. Moscú: Mir; 1980.
2. Volkenshtein MV. Biofísica. Moscú: Mir; 1989.
3. Mezentsev V. Enciclopedia de las Maravillas. 1^{ra} ed. Moscú: Mir; 1991.
4. Guillen P. Madriagal IM. Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos: magnetoterapia y magnetosteogenia. Rev Esp Cir Ortop 1985; 20:257-79.
5. Pérez VH, Chacón DA, Oselis RJ. Biomagnetismo: una ciencia joven. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente, Sede Julio Antonio Mella. Cuba. 1996.
6. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). El tratamiento magnético del agua en sistemas industriales. Universidad de Oriente. Sede Julio Antonio Mella. Cuba. 1997.
7. Bulgakov NG. Hygienic evaluation of repurification schemes for wastes water containing complexes for organic substances. Epid Microb Immun 1983; 27(3):345-350.
8. Peire FJ. El tratamiento magnético en el agua. Técnica de Laboratorio. Tomo XV. 179:114-116. 1993.
9. Berteaud AJ, Dardalhon M, Rebeyrotte N, Averbeck D. Action d'un rayonnement électromagnétique à longueur d'onde millimétrique sur la

- croissance bactérienne. CR Acad Sci Hebd Seances Acad Sci D. 1975; 281(12):843-846.
10. Aarholt E, Flin EA, Smith CW. Effects of Low-Frequency Magnetic Fields on Bacterial Growth Rate. Physiological Medical Biology 1981; 26(4):613-621.
11. Martinez PH, Leiva Claudia, Cruz Esther. Higiene Pecuaria. Higiene del agua. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1988.
12. Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba. Ley No. 33. Protección del Medio Ambiente. Artículo 31. La Habana: Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba. 1981.
13. García E, Rodella Carmen, Torruella J, Villalonga Marta. Metodología de Balance Alimentario para el Ganado Vacuno en Cuba. La Habana: Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). 1976. pp 67-68.
14. Cox MM, Nelson DL. Lehninger. Principios de Bioquímica. 4^{ta} ed. Barcelona: Ediciones Omega SA. ISBN-978-84-282-1410-0. 2006.
15. Agua (molécula). Wikipedia. La enciclopedia libre. [online] Disponible en URL: [http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_\(mol%C3%A9cula\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_(mol%C3%A9cula)) [citado 2 julio 2007].
16. Carrasco A, Fustes E, Martinez JA, Galis-Menéndez H, Hernández O, Cabezas HY, Vera A. Zoothigiene Tropical. Tomo I. La Habana: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. 1984.
17. Cuesta M, Ruiz L, López R, Gutiérrez Marisol. Enfermedades de la nutrición y el metabolismo y anemias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1989.
18. Laurent RE, Boado E. Importancia del agua en la salud de las aves. Rev Avicultura (Cuba) 1989; 3(33):56-57.
19. Guyton AC. Tratado de Fisiología Médica. 9^{na} ed. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana de España SAU; 1996.
20. Kolb E. Tratado de Fisiología Veterinaria. 1^{ra} y 3^{ra} edición alemana. Zaragoza: Ed. Acribia SA; 1995.
21. Noggle GR, Fritz GJ. Introductory plant physiology. 2nd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1983.
22. Vignon E. Efectos económicos del agua tratada con campo magnético en la germinación de semillas botánicas. C. Habana: Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) y Ministerio de Educación Superior (MES). 1990.
23. Chernoshchekov KA. [A method for studying the effect of the geomagnetic field on the vital activities of microorganisms in the enteric family] Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol 1989; 9:28-34.
24. Omote Y, Hosokawa M, Komatsu M, Namieno T, Coboyash H. Treatment of experimental tumors with a combination of a pulsing magnetic field and an antitumor drug. Jap J Cancer Res 1990; 81:956-961.

25. Gorczynska E, Wegrzynowicz R. Structural and functional changes in organelles of liver cells in rats exposed to magnetic fields. *Environ Res* 1991; 55:188-198.
26. Burchard JF, Nguyen DH, Richard L, Block E. Biological effects of 60 Hz of electric and magnetic fields on productivity of dairy cattle. *J Dairy Sci* 1996; 79(9):1549-1554.
27. Cuesta M, Alfonso D, Menéndez A, Pérez C, Quiñones R, Gutiérrez Marisol, Mollineda A. Indicadores de salud y producción en conejos tratados con agua tratada magnéticamente. En: XV Congreso Panamericano de Veterinaria (PANVET). Campo Grande, Brasil. 25 de Octubre 1996. Resumen 1333.
28. Bansal HL, Bansal RS. Curaciones magnéticas. Guía Práctica para tratar enfermedades comunes. 1^{ra} ed en español. México, DF: Editora Yug SA. 1996.
29. Chacón DA, Rodríguez Oselis. Efectos del campo electromagnético de extremada baja frecuencia en la producción de la proteína recombinante GP-41-0 del VIH. XII Forum de Ciencia y Técnica. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente, Sede Julio Antonio Mella. Cuba. 1997.
30. Alfonso D, Cuesta Axis, Pérez I, Jiménez R, Gutiérrez Marisol. Evidencia en la absorción intestinal en ratas Sprague-Dawley que consumen agua con tratamiento magnético. Informe Final de Investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 2000.
31. Pérez I. Manual Práctico de Biofísica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1991.
32. Robertis EDP, Robertis EMF. Biología celular y molecular. Buenos Aires: El Ateneo; 1996.
33. Ganong W. Fisiología Médica. 15^a ed. México DF: El Manual Moderno, 1998.
34. Rodríguez L. Calmudulina. Proteína sensor del calcio. Diplomado de Clínica Veterinaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1999.
35. Tada M, Yamamoto T, Tonomura Y. Molecular mechanism of active calcium transport by sarcoplasmic reticulum. *Physiol Rev* 1978; 58(1):1-79.
36. Asano H, Stamatoyannopoulos G. Role of calcium in non-electrolyte transport across animal cell membrane. *Mol Cell Biol* 1999; 19(5):3571-3579.
37. Alfonso D, Makugu M, Cuesta M. Evaluación de la producción y salud de sementales bovinos que ingieren agua con tratamiento magnético. Informe Final de Investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1997.

38. Alfonso D, Cuesta M, Quiñones R. Evaluación de la producción y salud de los toros de ceba que ingieren agua de bebida tratada magnéticamente. Informe Final de Investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1998.
39. Alfonso D, Ferrer Arahi, Pérez I, Jiménez R, Gutiérrez Marisol. Caracterización de los índices hemáticos y evidencias serológicas en ratas Sprague-Dawley que consumen agua con tratamiento magnético. Informe Final de Investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. 1999.

REDVET: 2009 Vol. 10, Nº 4

Recibido 14.06.08 - Ref. prov. N013 - Revisado 03.01.09 - Aceptado 10.02.09
Ref. def. 040416REDVET Publicado: 14.04.09

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409.html> concretamente en
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409/040916.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con
REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>