

### **Área temática nro 1: Electromagnetismo en la industria**

#### **1. Título:** Metodología para modelación y construcción de magnetizadores.

El efecto del campo magnético sobre aguas duras ha sido reconocido por cerca de 100 años, no obstante, el mecanismo del mismo es aún desconocido. Una de las principales aplicaciones es la de suprimir las incrustaciones dentro de calderas, intercambiadores de calor y conductos de transmisión. Este trabajo, tiene como objetivo demostrar la importancia que tiene la determinación de algunos parámetros físico-químico del agua y sus efectos en los procedimientos y metodologías para la construcción de magnetizadores utilizados en el tratamiento de aguas. Se determinó la dureza cálcica y total y la clasificación de las aguas en dependencia del contenido de iones disueltos. Se determinaron además parámetros mecánicos como la velocidad del fluido, el diámetro de la tubería y el tiempo de exposición. Además de utilizar el método cristalóptico para corroborar si el tratamiento magnético fue efectivo o no. Se obtuvieron resultados comparativos e ilustraciones donde se observaron como con diferentes inducciones magnéticas del agua cambian el tamaño de los cristales. Evidenciándose que para valores de inducciones cercanas al valor efectivo el tratamiento magnético es positivo, sin embargo cuando estos valores de inducción es superior o inferior al valor efectivo el tratamiento magnético es negativo. Se demuestra el efecto económico que conllevaría el conocer previamente cual sería la inducción magnética más adecuada para obtener un tratamiento magnético efectivo. Todo esto se refleja en la construcción de magnetizadores y en el resultado esperado por las instalaciones que lo necesiten.

**Autores:** Lic. Alfredo Ferrer Castillo, Ing. Pedro López Juanes, Lic. Fidel Gilart González

#### **2. Título:** Campo magnético en la obtención de carbón activado.

En el presente trabajo se realiza un estudio de la obtención del carbón activado por el método químico-físico; estudiando la influencia del campo magnético en la etapa de lixiviación del proceso.

Se estudió como las variables intensidad del campo magnético y tiempo de exposición al mismo influyen en el tratamiento químico del carbón vegetal. Los resultados experimentales fueron procesados estadísticamente y se obtuvo un modelo matemático que permite describir las mejores condiciones en la que este sistema extrae mayor cantidad de alquitrán del carbón vegetal en rango analizado para las variables, de lo cual se concluye que la intensidad del campo magnético no ejerce una influencia significativa, pero si, al interactuar con el tiempo de exposición al mismo, que muestra los resultados favorables cuando este es mayor.

El carbón vegetal lixiviado fue sometido al proceso de tratamiento térmico para obtener finalmente el carbón activado.

**Autores:** Dolores Salas Tort<sup>1</sup>, Melvis Betancourt Pérez<sup>2</sup>, Norma Marzal Blanco<sup>1</sup>, Benigno Labrada Vazquez<sup>1</sup>.

**Palabras Claves:** carbón vegetal, carbón activado, campo magnético, alquitrán.

1Dpto. Fundamentos Químicos y Biológicos, Universidad de Oriente.  
2Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente.  
Avenida de la Américas s/n, Santiago de Cuba, Cuba.  
E-mail: [dsalas@fiq.uo.edu.cu](mailto:dsalas@fiq.uo.edu.cu)

**3. Título:** Low frequency electromagnetic field measurement: guidelines for experimental setup in urban environment.

In the last years the wide diffusion of electrical devices and, in particular, of cellular systems and antennas increased the level of electromagnetic field (EMF) in the environment, and, at the same time, the suspects in the population about their biological effects. Such suspects are often not confirmed by scientific evidences or laboratory studies. However there are many epidemiological studies concerning the long-time effects of low frequency (LF) magnetic fields. Even if the people attention is generally limited to the big plants, the domestic devices contribution was verified to be remarkable.

This paper presents the results of a year-long complete investigation on the EMF levels and on the sources' characteristics in a typical urban environment. The case of study was a Rome quarter, chosen because of the existence of many EMF sources and diseases, reported by physicians, for which EMF exposure could be a risk factor. Three kinds of measurement were performed: outdoor, domestic (inside flats and on common home devices), aboard trains. Such trains are meaningful since they may be a possible work place and a mean of transport daily used by residents.

This research provided interesting indications about the measurement procedures, the settings of the adopted instrumentation, and the protection mechanisms in several practical conditions.

**Autores: F. Aloisi, D.A. Lampasi, L. Podestà**

Department of Electrical Engineering – University of Rome “La Sapienza” Via Eudossiana, 18 – 00184 Rome, Italy, Phone: +39 06 44585543, Fax: +39 06 4883235 e-mail: [luca.podesta@uniroma1.it](mailto:luca.podesta@uniroma1.it)

**5. Título:** Estudio por Microscopía Óptica del Efecto del Campo Magnético Estático en la Formación de  $Mg(OH)_2$  Y  $MgSO_4$ .

Se presentan los resultados de un trabajo realizado utilizando la técnica de microscopía óptica para observación de la influencia del campo magnético en la formación de precipitados  $Mg(OH)_2$  y  $MgSO_4$ . Se muestran las fotos tomadas con una cámara digital colocada en el ocular de observación de un microscopio óptico donde se observan los precipitados de  $Mg(OH)_2$  y  $MgSO_4$  obtenidos después de mezclar una solución de  $MgCl_2$  ( sin tratar magnéticamente) con soluciones de KOH y  $Na_2SO_4$  expuestas a un campo magnético de 0.16T y tiempo de exposición de 10min, los resultados obtenidos se comparan con los experimentos control.

**Autores: Melvis Betancourt Pérez, Daria Tito Ferro**

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado Email: [melvis@cnea.uo.edu.cu](mailto:melvis@cnea.uo.edu.cu)

**6. Título:** Aumento de la Durabilidad del Filo de la Herramienta de Corte, Magnetizando el Líquido Lubricante-Refrigerante en la Práctica Industrial.

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental evaluar la influencia del fluido de corte con y sin tratamiento magnético en la durabilidad del filo de la herramienta de corte en un proceso de torneado de desbaste en la Empresa Militar Industrial (EMI) "Desembarco del Granma". La aplicación práctica se ejecutó en un torno horizontal modelo 16K20, utilizando como herramienta de corte una cuchilla de cilindrar con fijación mecánica de la placa al soporte, el material de la placa de aleación dura P20 (ISO), T14K8 (GOST); como material a elaborar barras cilíndricas de Acero 45 y como líquido lubricante-refrigerante una emulsión aceite soluble-agua con y sin tratamiento magnético. Los resultados mostraron que existen amplias perspectivas a la utilización de los líquidos lubricante-refrigerante con tratamiento magnético en la esfera de fabricación de piezas con arranque de viruta, demostrando como al aumentar la durabilidad del filo de la herramienta producto del empleo de líquido magnetizado podemos aumentar la velocidad de corte, este aumento de la velocidad de corte se traduce en una disminución de los tiempos básicos de maquinado y por lo tanto en la disminución del tiempo total de fabricación de la pieza.

Autores: No aparecen registrados

**7. Título:** Efecto del Campo Magnético Estático en la Formación  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a  $30^\circ\text{C}$ .

En este trabajo, se investiga el efecto del campo magnético estático en la reacción de formación del  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a  $30^\circ\text{C}$ . La reacción en el tiempo es seguida como una medida de los cambios de la dispersión de la luz en un espectrofotómetro UV-visible a una longitud de onda de 400 nm. Se encontró que la frecuencia de nucleación de las partículas de hidróxido de calcio y sulfato de calcio se disminuyó con respecto al control, pero el crecimiento de las partículas se aceleraba si la densidad del flujo magnético aumentaba de 0.1 T-0.4 T, con tiempo de exposición 5 min. El campo magnético puede cambiar el tamaño de los cristales de las sales que participan en la reacción química.

Autor: **Jorge Erick Marín Morán, Roberto Viltre Rodríguez**

Autor para correspondencia: [jorge@cnt.uo.edu.cu](mailto:jorge@cnt.uo.edu.cu)

**8. Título:** Posibilidades de Aplicación de la Tecnología Magnética Integral en la Industria Azucarera.

Desde el mismo comienzo, la aplicación del tratamiento magnético en la industria azucarera cubana ha estado fundamentalmente dirigida a la mitigación de los dañinos efectos que producen las incrustaciones calcáreas en las superficies de intercambio térmico. Sin embargo, han sido desentendidas o poco estudiadas otras muchas posibilidades que la citada técnica es capaz de proporcionar a un conjunto de operaciones involucradas en las tecnologías azucareras.

Entre los resultados producto de la aplicación de la Tecnología Magnética en la Industria Azucarera se han obtenido en los Sistemas de Evaporación ahorros del 35 % en los productos de limpieza (ácido y sosa cáustica); debido a la utilización en la

clarificación se prevén aumentos graduales en el rendimiento y el recobrado que pueden llegar hasta 2,5 %; debido a la utilización en licores de refinaria se ha incidido favorablemente en lograr entre un 10 - 30 % en la reducción de insumos (cal, ácido fosfórico, peróxido de hidrógeno, etc.) y en el caso de la utilización de colectores o trampas magnéticas en el azúcar se han logrado disminuir las impurezas ferrosas hasta 4 ppm.

Este trabajo está dirigido fundamentalmente a proporcionar una visión más completa y actualizada de las posibilidades de utilización del tratamiento magnético en la tecnología azucarera, con un concepto integral en aras de ampliar su campo de acción en busca de mayor eficiencia industrial.

**Autores: Lic. Rafael Dunand Castellanos (ICINAZ), Ing. Carlos M. Acea Fiallo (CUJAE), Lic. Ricardo Martínez Aguila (CIME), Ing. Alberto Pérez Govea (DITEL), Dr. Israel Cepero Acan (ICINAZ)**

**Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ) e-mail:**  
[rdunand@icinaz.co.cu](mailto:rdunand@icinaz.co.cu) , [director@icinaz.co.cu](mailto:director@icinaz.co.cu)

**9. Título:** Efectos de Tratamiento Magnético en el Proceso de Desincrustación del Sistema de Agua Caliente Sanitaria del Hotel Sol Cayo Coco.

Desde la inauguración e noviembre de 1996 del Hotel Sol Cayo Coco el nefasto problema de las incrustaciones calcáreas en el interior de las tuberías comenzó a afectarlo, incluso cuando se utilizaban tuberías de PVC reticulado que por su bajo coeficiente de rugosidad superficial se planteaba que eran (antiincrustante). Ante la aparición de las primeras incrustaciones aplicaron la tecnología Desincal DI-10 (radiofrecuencias) pero tampoco resolvió el problema, pues pasados 2 años dicho sistema hidráulico ya presentaba graves incrustaciones que impedían el normal suministro de agua caliente a las habitaciones, generando permanentes quejas de los turistas y un alto costo energético; entonces se decidió aplicar la tecnología Duo-Magnum/125 T (intercambio iónico) que permitió en 3 años de explotación que las incrustaciones llegaran a obstruir el 95% de las secciones transversales de las tuberías, lo que motivó tomar la decisión de sustituir 7,6 km de tuberías que viajaban por debajo de pisos, techos o por dentro de paredes enchapadas de azulejos u otros costosos revestimientos. Para realizar este trabajo se tendrían que detener los servicios del hotel durante un año con un ingreso planificado de 6 millones de dólares y un costo por concepto de trabajos de demolición y reconstrucción ascendentes a 1,6 millones de dólares.

En estas condiciones se aplicó el 16 de marzo del 2001 la Tecnología del Tratamiento Magnético al Agua por su reconocido efecto desincrustante, utilizando magnetizadores Dimag fabricados en Cuba y 6 meses después se lograba la desincrustación total del Sistema de Agua Caliente Sanitaria del referido Hotel ahorrándosele al país 7 593 250.00 dólares. En la actualidad se realiza el levantamiento de la demanda tecnológica en los 11 Hoteles del “Polo Turístico Jardines del Rey ” para generalizar integralmente la referida tecnología.

**Autor: Héctor Vidal Iglesias.**

**10. Título:** Influencia del Campo Magnético en la Cinética de la Cristalización de Soluciones Azucaradas.

Investigaciones, experimentos en plantas pilotos y el uso en la practica han demostrado que el Campo Magnético (CM) influye sobre algunas propiedades fisico quimicas de las soluciones acuosas. Se ha verificado que la presencia de coloides e impurezas en las soluciones electrolíticas sometidas a la acción del CM influye en forma directa sobre la nucleación, tamaño y morfología del cristal, precipitando en la solución una incrustación más soluble y de fácil remoción. Conocidas y estudiadas las experiencias antes citadas, en el presente trabajo se muestran los resultados de varios experimentos en los que se verifica la influencia del CM en la dinámica de la cristalización de soluciones azucaradas, en particular en el proceso de inducción y formación de núcleos de una solución de dextrosa monohidratada. Se muestra además la diferencia en la rugosidad de la superficie de una solución de sacarosa cristalizada con y sin la influencia del CM, estudio que se realizo a través de la Microscopía de Fuerza Atomica.

**Autores: M.Sc. G. RIBEAUX KINDELAN\*, DR. O. ARES MUZIO\*\*, DR. F. FALCON\*\***

**\*Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente.**

**\*\*Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE). Universidad de la Habana.**

**Email- [ribeaux@cnea.uo.edu.cu](mailto:ribeaux@cnea.uo.edu.cu)**

**11. Título:** Efectos del campo magnético constante en la formación del  $\text{CaCO}_3$  y el  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  a 30 0C.

En el presente trabajo, se investiga el efecto del campo magnético estático en la reacción de precipitación del  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  y  $\text{CaCO}_3$  a 30 0 c. La reacción en el tiempo es seguida como una medida de los cambios de la dispersión de la luz en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 350 nm para  $\text{CaCO}_3$  y 400 nm para el  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Se encontró que la frecuencia de nucleación de las partículas de carbonato de calcio y de fosfato de calcio disminuyó con respecto al control, y estas seguían la expresión cinética de una reacción de primer orden en función de la propiedad física; el crecimiento de las partículas es mayor si la densidad del flujo magnético aumentaba de 0.1042-0.4T, y el tiempo de exposición 5 min. El campo magnético puede cambiar la forma y tamaño de los cristales de las sales que participan en la reacción química, formándose una incrustación en forma de arenilla que puede ser arrastrada o removida fácilmente del recipiente por un simple lavado.

**Autor: Roberto Viltre Rodríguez, Jorge Erick Marín Morán**

**Autor para correspondencia: [jorge@cnt.uo.edu.cu](mailto:jorge@cnt.uo.edu.cu)**

**12. Título:** Diseño, Simulación y Construcción de un Separador Magnético de Partículas Ferrosas a Electroimanes

En este trabajo se diseña un separador de partículas ferromagnéticas partiendo de la metodología propuesta por el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). En la cual se tiene en cuenta un conjunto de variables, la caracterización del material a separar y las consideraciones de diseño que se unen para dar como resultado los datos técnico necesarios para la modelación por Elementos Finitos en 2D del

separador y su posterior construcción. Para la modelación se utilizó el programa EFCAD desarrollado por el Grupo de Diseño y Análisis de dispositivos electromagnéticos (GRUCAD) de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil. Con la ayuda de este programa se obtuvo la carta de campo, la distribución de las líneas de inducción magnética en el equipo. Una vez construido el prototipo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la etapa de diseño y simulación, se obtuvo la curva correspondiente a la distribución de la inducción magnética en el equipo y se comparó con la simulada. Ambas curvas tienen la misma tendencia lo que confirma los criterios utilizados en la metodología.

**Autores: Mónica Berenguer Ungaro, Douglas Deas Yero, Arístides Berenguer Maurant.**

**Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. E-mail: [monicab@cnea.uo.edu.cu](mailto:monicab@cnea.uo.edu.cu)**

### **13. Título:** Instalación generadora de campos magnéticos impulsivos GENIM 03.

Identificación del Número: 1 Esta es una instalación que permite la generación de campos magnéticos impulsivos de gran intensidad, basada en el método de descarga capacitiva de un banco de condensadores sobre una bobina inductora. Consta de dos bloques esenciales: bloque de control, bloque de fuerza y red exterior formada por una bobina inductora que posee una inductancia (L) determinada y un banco de condensadores (C) con su correspondiente resistencia (R) en todo el circuito. En el presente trabajo se describe brevemente cada uno de estos elementos. Su principio de funcionamiento se basa en el control a lazo abierto de un esquema de fuerza manejado por el bloque de control que gobierna el disparo de los tiristores de potencia permitiendo la carga del banco de condensadores y su posterior descarga sobre una bobina inductora calculada para obtener campos magnéticos de gran intensidad en la cual se introducen las muestras para ser tratadas.

El diseño de la bobina y la red exterior se realiza por programas de computación implementados para estos fines, los mismos permiten además la simulación en forma gráfica del comportamiento de las magnitudes del sistema durante el proceso de la descarga magnética.

El sistema está concebido para ser empleado en el proceso de carga de ferritas de bario para la fabricación de imanes permanentes, con un gasto mínimo de energía y resultados más efectivos en comparación con otros dispositivos y técnicas empleadas para estos fines (electroimanes). Su uso se puede extender a otras aplicaciones en diferentes procesos tecnológicos o investigaciones que requieran de campos magnéticos de gran intensidad.

**Autores: Emilio Vega C, Pedro López J, Arístides Berenguer Maurant.**

### **14. Título:** El Tratamiento Magnético como complemento tecnológico de la fosflotación.

Las elevadas exigencias del mercado actual en cuanto a calidad y pureza más los bajos precios del azúcar, han colocado a la industria azucarera ante la urgente necesidad de perfeccionar sus tecnologías

El camino emprendido está dirigido, fundamentalmente, hacia la adecuación e implantación de procedimientos de purificación de alta eficiencia, provenientes de la industria biotecnológica, los que aun resultan muy poco viables por sus altos costos de

inversión. Otra vía más factible sería la elevación de la eficiencia de las tecnologías tradicionales con el empleo de técnicas no convencionales.

Para un adecuado régimen de tratamiento magnético, sobre el licor crudo de la refinería de azúcar, se logra una remoción de color de un 39 % previo al proceso de fosflotación, con lo cual la demanda de ácido fosfórico, normalmente requerida en éste, se reduce en un 34 %.

Autor: **MSc. Carlos M. Acea Fiallo** [acea@quimica.cujae.edu.cu](mailto:acea@quimica.cujae.edu.cu)

**Facultad de Ingeniería Química. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE.**

**15. Título:** Recuperación de Polos Magnéticos de Motores CD con el empleo del GENIM 03.

Identificación del Número: 1 En la industria en general, existen numerosos equipos que en su funcionamiento cuentan con la presencia de imanes permanentes. Debido a malas operaciones ó a condiciones adversas las características de trabajo de estos imanes se degradan, siendo necesaria su recuperación.

En este trabajo se expone el proceso de recuperación de los polos magnéticos a imanes permanentes de dos motores del sistema de control de dos frezadoras por mando numérico de la fábrica de equipos médicos de la provincia Santiago de Cuba, y de un tacogenerador del sistema de control de la minihidroeléctrica “Los Asientos” de la provincia de Guantánamo de 0.5 MW. Para la recuperación de los polos magnéticos de estas máquinas se utilizó la curva de desmagnetización del lazo de histéresis de dichos imanes y como generador de campo magnético el generador de campos magnéticos impulsivos de elevada intensidad GENIM-03.

Como resultado del trabajo, los polos magnéticos de las máquinas antes mencionadas alcanzaron las características técnicas adecuadas para el trabajo y que en un principio evidenciaban su deterioro. En el caso de los motores, la característica velocidad a voltaje nominal y para el tacogenerador el voltaje generado a la velocidad de trabajo. En ambos casos se logro la reinserción de estas máquinas al proceso del cual forman parte.

Autores: **Emilio Vega C\*\***, **Pedro López J\***, **Aristides Berenguer Maurant\***.

**\*Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado CNEA.**

**\*\* Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Mecánica.**

**Contacto: Pedro López J. E-Mail: [pedro@cnea.uo.edu.cu](mailto:pedro@cnea.uo.edu.cu)**

**16. Título:** EMC CHARACTERISTICS OF A NEW CLASS OF INTERDIGITAL CAPACITORS FOR WIRELESS APPLICATIONS.

A class of planar interdigital capacitors (IDCs) for wireless applications is presented. A locally conformal FDTD scheme is employed to determine their circuitual and EMC characteristics. In particular, interdigital capacitors having zig-zag profile fingers are analyzed and a frequency-independent equivalent circuit is derived. The particular shape of the proposed capacitor's fingers allows to obtain low-emission compact IDCs structures

Autores: **Diego Caratelli\*** and **Renato Cicchetti**

Key words: Interdigital capacitors, spurious energy emission, wireless applications, EMC/EMI.

**\*Department of Electronic Engineering, University of Rome “La Sapienza”, Italy  
Tel.: +39-06-44585850, Fax: +39-06-4742647, E-mail: [cicchetti@mail.die.uniroma1.it](mailto:cicchetti@mail.die.uniroma1.it)**

### **Área temática nro 2: Bioelectromagnetismo aplicado**

#### **1. Título:** Utilización de Riego con Tratamiento Magnético en la Germinación de Semillas de Pepino (Cucumis Sativus L.)

En Cuba la producción de hortalizas tiene una gran importancia por los requerimientos alimentarios que ellas aportan a la salud humana y específicamente se ha prestado una atención priorizada a las casas de cultivo protegido. Por estos motivos la agricultura urbana tiene como objetivo ofertar un amplio surtido de hortalizas frescas de forma permanente a la población para lo cual necesita un suministro permanente de posturas. Los efectos del campo magnético en la agricultura han sido evidentes en varios cultivos hortícolas, es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del agua tratada magnéticamente en la germinación y crecimiento de semillas de Pepino (Cucumis Sativus L.) Var. SS-5. La investigación se desarrolló en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) y en la Casa de Posturas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Luis M. Pozo”. Se emplearon semillas de pepino (Cucumis Sativus L.) var. SS-5, las cuales se sembraron en bandejas de poliespuma, se determinó el porcentaje de germinación, además de la longitud y el diámetro del tallo de las plantas. El crecimiento de las plantas se realizó durante 28 días y se emplearon dos tratamientos utilizándose 30 plantas para cada uno. Para el tratamiento magnético se utilizó 1 magnetizador de imanes permanentes, el cual se construyó en el CNEA y presentaba una inducción magnética entre 400 y 800 Gauss. La aplicación del agua tratada magnéticamente en el riego favoreció el porcentaje de germinación en 96 y 94 % para el tratado y el control, respectivamente. Se obtuvo un valor de 55 centímetros en la longitud del tallo para las plantas tratadas, así como 53 centímetros para las plantas control. Esta investigación es una muestra de la acción de los campos magnéticos sobre posturas de pepino, lográndose resultados favorables al aumentar la germinación y el crecimiento de esta hortaliza. Se obtendrían las posturas en menos tiempo y estarían listas para ser trasladadas a las casas de cultivo protegido donde continuarán su crecimiento y desarrollo.

**Autores: Albys E. Ferrer Dubois, Yilan Fung Boix, Elizabeth Isaac Alemán, Irina Novoa Colás**

**Institución: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). GP 4078.  
Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.**

**Email: [albys@cnea.uo.edu.cu](mailto:albys@cnea.uo.edu.cu)**

#### **2. Título:** Incremento del rendimiento de la lechuga (Black Seeded Simpson) por tratamientos magnéticos presiembra en período tardío.

Se estudió el efecto de tratamientos magnéticos presiembra en el rendimiento de la lechuga (Black Seeded Simpson) en condiciones de campo. Las semillas de lechuga se expusieron a campos magnéticos dinámicos (inducidos por un electroimán experimental) de 120 mTrcm (raíz media cuadrática) durante 1 min, 120 mTrmc durante 3 min, 160 mTrmc durante 5 min y 160 mTrmc durante 1 min. Semillas sin tratamiento se emplearon como control. Las semillas se sembraron en canteros (24 m<sup>2</sup>) y se cultivaron de acuerdo a las normas agrícolas normales. En madurez fisiológica, se determinó la altura de las plantas y el rendimiento por área. Los resultados mostraron que los tratamientos magnéticos incrementaron significativamente ( $p < 0.05$ ) la altura de las plantas (3-63%) y el rendimiento por área (11-81%) en las plantas provenientes de semillas tratadas magnéticamente comparados con las plantas del control. Las combinaciones de campos de 120 mTrcm durante 1 min y 120 mTrcm durante 3 min revelaron los mejores resultados. Los tratamientos magnéticos presiembra estimularon el rendimiento de la lechuga.

**Autores: Dagoberto García Fernández\*, Angel De Souza Torres, Lilita Sueiro Pelegrín, Elia Porras León y Luis Licea Castro**

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", A.P.2140,. Bayamo, Granma, Cuba,\* E-Mail: [dgarcia@dimitrov.granma.inf.cu](mailto:dgarcia@dimitrov.granma.inf.cu) (autor de contacto).**

3. Título: Multiplicación "in vitro" de Musa sp. variedad FHIA-18 bajo estímulos electromagnéticos

En el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado se han realizado varias investigaciones que demuestran las enormes potencialidades que tiene el tratamiento magnético en el desarrollo de las vitroplantas. En este trabajo se muestra como la estimulación electromagnética incrementa el coeficiente de multiplicación de banano (Musa sp.) variedad FHIA-18, así como la factibilidad económica de la aplicación de campos magnéticos a la micropropagación de esta especie. Para la experimentación se utilizaron vitroplantas de banano (Musa sp.) en buen estado fitosanitario y colocadas durante 24 horas semanales en el interior de un estimulador electromagnético regional para cultivos "in vitro" BioNaK – 03. Las vitroplantas se sometieron a la acción de un campo electromagnético, con un nivel de inducción de 35 a 65 Gauss, frecuencia 60 Hz y onda sinusoidal. A la cuarta semana se determinó el número de propágulos (coeficiente de multiplicación); para el procesamiento estadístico de los datos se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y Test de Duncan. Se realizó una estimación acerca de los beneficios económicos que se obtienen al desarrollar la multiplicación in vitro de esta especie vegetal bajo la influencia de campos electromagnéticos; para determinar la viabilidad económica se realizó una comparación del método de multiplicación convencional y la multiplicación con tratamiento electromagnético, se analizó un plan de producción para una supuesta demanda de 1 000 000 de vitroplantas. Se utilizó el programa Excel versión 7.0 para la confección de las fichas de costo de la etapa de multiplicación para cada una de las especies trabajadas. Se obtuvo un mayor número de propágulos con el tratamiento electromagnético existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ); con la aplicación del campo electromagnético, se obtendría un cambio notable en la eficiencia del proceso, las vitroplantas estarían listas en menor tiempo influyendo directamente en los costos de producción. El impacto económico del uso de esta nueva tecnología es considerable, pues el costo para 1 millón de vitroplantas tratadas con electromagnetismo es menor que

la convencional, lo mismo en moneda libremente convertible que en moneda nacional.  
Palabras claves: estimulación electromagnética, micropropagación, bioelectromagnetismo.

Autores: **I. Novoa Colás, A.E. Ferrer Dubois, E. Isaac Alemán, Y. Fung Boix, A.M. Botta Gómez.**

**CENTRO NACIONAL DE ELECTROMAGNETISMO APLICADO. Dirección Postal: Universidad de Oriente SEDE “Julio Antonio Mella”, Avenida “Las Américas” s/n. GP 4078, CP 90400, Santiago de Cuba, CUBA. Teléfonos: 643721 Fax: 53 226 46376. E-mail: [irina@cnea.uo.edu.cu](mailto:irina@cnea.uo.edu.cu)**

**4. Título:** Cultivo de hongos con campo magnético sobre soporte sólido.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de productos de síntesis química, brinde alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica. Es el resultado de la acción individual de agricultores apoyada por los movimientos ecologistas, frente a riesgos inherentes al uso excesivo o al mal uso, en cuanto al momento y forma de aplicación, de los productos químicos, para convertirse en una nueva concepción de producción de alimentos.

El trabajo muestra los resultados de la fermentación en estado sólido de los hongos *Trichoderma reesei* y *Aspergillus niger* con aplicación de campo magnético en columnas de vidrio.

Una producción importante la constituyen los preparados fúngicos, entre los que se destacan los hongos del género *Trichoderma* porque estos atacan una gran variedad de hongos fitopatógenos responsables de las enfermedades más importantes de las cosechas de café, tabaco, hortalizas y plantas ornamentales.

Se realizó el estudio con el *Aspergillus niger* con el objetivo de evaluar su efecto en la producción del complejo de enzimas que posibilitan la digestibilidad y en contenido proteico del residual de cáscara cítrica empleado, de ahí su importancia en la preparación de un biproducto con fines de alimentación animal.

Se obtuvo un efecto positivo del campo en la estimulación del crecimiento microbiano y que el tiempo de exposición tenía una mayor influencia sobre la variable medida que la inducción magnética en todos los casos. Se encontraron valores óptimos alrededor de 600 Gs y 45 minutos de exposición al campo.

Autores: **Ing. Siannah Mas Diego, Ing. Melek Campos Sofía, Lic. Dainelis Cabeza Pullés**

**Email:** [siannah@cnea.uo.edu.cu](mailto:siannah@cnea.uo.edu.cu)

**5. Título:** Uso del campo magnético como alternativa en la siembra de *Rosmarinus officinalis* L.

El Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) nativa de la región mediterránea, muy conocida en la sociedad por sus propiedades medicinales: antirreumático, sedante, diurético, digestivo, tónico, estimulante de la circulación periférica, antibacteriano, colerético y protector del tejido hepático. Su principio activo es un aceite esencial compuesto por cineol, canfeno, borneol, alcanfor y otros. Además se le han identificado

alcaloides, taninos, ácidos orgánicos y un principio amargo. Esta especie está muy poco difundida en la naturaleza, es una de las plantas que por su gran utilización y demanda por la población, se ha venido propagando en una menor escala. Este trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto del agua tratada magnéticamente en la supervivencia de la especie *Rosmarinus officinalis* L. En la agricultura los campos electromagnéticos han sido aplicados para acelerar el crecimiento y germinación de las plantas, tomando auge en los últimos tiempos por su acción positiva, ya que provocan cambios morfológicos y fisiológicos en muchas especies vegetales. Se emplearon dos tratamientos: uno con treinta plantas regadas con agua tratada magnéticamente (ATM) y treinta plantas control sin agua tratada magnéticamente (STM). Para ello se empleó un magnetizador caracterizado y construido en el CNEA. La caracterización magnética se realizó por tres métodos diferentes. Se efectuaron las mediciones con un Microweberímetro soviético 192041, de error relativo menor del 5%, con un equipo de Resonancia Magnética Nuclear y con un Teslámetro del tipo 410 Gaussmeter de la firma Lakeshore. Existió una alta reproducibilidad entre los tres métodos utilizados. Se realizó el análisis químico del agua y análisis al sustrato para saber si estaba libre de nemátodos. Se realizaron evaluaciones diarias durante un período de quince días. El tamaño de muestra fue de treinta plantas para cada tratamiento para hacer un total de sesenta estacas. Al analizar los resultados se obtuvo una curva de supervivencia. Los mismos arrojaron como resultado, que las plantas regadas con agua tratada magnéticamente lograron un mejor porcentaje de supervivencia que aquellas plantas control que no tuvieron campo magnético. En el trabajo se evidencia, que el empleo del agua tratada magnéticamente, ayuda a las estacas del *Rosmarinus officinalis* L. a fijarse en el suelo con una mejor adaptación a las condiciones naturales, son más vigorosas, estos resultados fueron obtenidos en el mes de diciembre.

Autores: **D. Cabeza Pullés, Y. Fung Boix, E. Isaac Alemán, A. E. Ferrer Dubois, L. Verdecia**

**Correo electrónico:** [danielis@cnea.uo.edu.cu](mailto:danielis@cnea.uo.edu.cu)

#### **6. Título:** Efectos del Tratamiento Magnético de Semillas en Diferentes Condiciones Experimentales.

Se realizaron tratamientos magnéticos de semillas bajo diferentes condiciones experimentales: 1-En condiciones de laboratorio en España se utilizaron semillas de girasol, maíz y trigo, donde se evaluó la longitud total de la planta. 2-En condiciones de laboratorio en Cuba se efectuaron tratamientos a semillas de ajonjolí para realizar ensayos de germinación con diferentes tiempos de exposición e inducción magnética. 3-Se efectuaron evaluaciones de componentes del rendimiento en plantas de trigo provenientes de semillas tratadas, durante tres campañas experimentales en condiciones de campo, donde se analizó la repetibilidad de los resultados, así como la presencia de efectos acumulativos y residuales durante varias generaciones. Se obtuvo que los tratamientos estacionarios a 250 mT de inducción magnética provocaron mayores efectos estimulantes respecto a 125 mT, en las especies, girasol, maíz y trigo. Resultado similar fue obtenido en el incremento de la viabilidad de semillas de ajonjolí, bajo condiciones de laboratorio en Cuba, donde se obtuvieron efectos estimulantes en el porcentaje de germinación en semillas tratadas a 200 mT, mientras que a 100mT no se observaron diferencias significativas. Bajo condiciones de campo se apreciaron efectos estimulantes significativos sobre la masa fresca de los granos en las tres campañas. Los tratamientos aplicados de forma acumulativa sobre varias generaciones incrementaron los efectos estimulantes en la altura de las plantas, el número de hijos fértiles y granos

por espiga. No se apreciaron efectos residuales en las plantas no tratadas que provienen de un ascendiente biológico tratado.

Autores: **Alfredo Socorro García**, \***Susana Pérez Talavera**, \*\***Elvira Martínez**, \*\***M. Victoria. Carbonell**, \*\***J.Manuel Amaya** y \***Eduardo Hernández**.

Palabras claves: estimulación, magnético, semillas, viabilidad.

\***Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT Calle 2 esq. 1, S. de Las Vegas. Boyeros Ciudad Habana. Cuba. email: [asocorro@inifat.co.cu](mailto:asocorro@inifat.co.cu)**

\*\***Departamento de Física y Mecánica Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid España. email: [emartinez@fis.etsia.upm.cu](mailto:emartinez@fis.etsia.upm.cu)**

**7. Título:** Efectos de la irradiación láser en el vigor de la semilla de maíz.

En este estudio se propuso, mejorar el vigor mediante el empleo de la luz láser de baja intensidad en la semilla de maíz (*Zea mays* L.) como tratamiento previo a la siembra. Para ello en una primera fase, bajo un diseño factorial empleando un láser semiconductor, con salida de 30 mW de potencia y longitud de onda de 660nm fueron aplicados 3 intensidades y 6 tiempos de irradiación en semillas del híbrido de cruza simple CL1 x CL4, coloreadas previamente con rojo metil. Los resultados obtenidos indicaron, que a determinada combinación de tiempo e intensidad de irradiación láser en la semilla se incrementó significativamente la velocidad de emergencia, peso seco y emergencia de plántulas. La combinación con la cual se obtuvo el mejor resultado fue a una intensidad de 20 mW/cm<sup>2</sup> durante un tiempo de 1 minuto; ya que el incremento fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) en velocidad de emergencia de plántulas (42%), en peso seco (63%) y en % de emergencia (48%) con relación a la muestra de control (no radiada). En una segunda fase se estableció en condiciones de invernadero otro experimento, empleando semilla sin colorear. Se aplicaron 16 tratamientos de luz láser en semillas no coloreadas del híbrido de maíz CL1 x CL4, manejando un diseño factorial de 4 intensidades y 4 tiempos de irradiación emitidas por un láser de AsAlGa en una longitud de onda de 660nm. Los resultados puntualizan que la combinación que obtuvo una mejor respuesta fue a una intensidad de 10 mW/cm<sup>2</sup> durante un minuto; tratamiento que originó incrementos significativos ( $p < 0.05$ ) en velocidad de emergencia (33.19%), en peso seco (14.45%) y en % de emergencia (25%) con relación al control (muestras de semillas no irradiadas).

Autores: **Claudia Hernández Aguilar**<sup>1</sup>, **Aquiles Carballo Carballo**<sup>2</sup>, **Ernesto Mercado Ramírez**<sup>1</sup>, **Alfredo Cruz Orea**<sup>3</sup>.

**1**Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME-ZACATENCO. México. [clauhaj@yahoo.com](mailto:clauhaj@yahoo.com)

**2** Area de Mejoramiento y Control de Calidad Genética de la semilla. Colegio de Postgraduados, Montecillo. Edo de Mexico,

**3** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV- México, D.F.

**8. Título:** Electromagnetic field improves seed vigor of primed tomato and carrot seeds.

Magnetism affects animal and plant development. Primary roots of radish seedlings responded tropically with the tropism appearing to be negative. In *Escherichia coli* alter antibiotic sensitivity. In *Drosophila melanogaster* diminish its developmental stability. The water absorption rate of lettuce seeds and biomass accumulation were increased. Wheat yields were 7% higher in treated plants (average of 5 years). Directly interact with the Ca<sup>2+</sup> channel protein in the cell membrane. The application of magnetic fields to enhance seed germination and early seedlings development was explored. Priming allowed better germination speed and improved growth uniformity. Tomato (Tropic) and carrot (Nantes) seeds hydro-primed in gibberellic acid (8.6 x 10<sup>-6</sup> M) and CaCl<sub>2</sub> (5 x 10<sup>-4</sup> M) solutions exhibited the best germination capacity: 27 (un-treated) to 56 in the case of tomato and 48 (un-treated) to 66%. Under these conditions, the time required for 50% of seeds germination was 82 h for Tropic (151 h the un-treated seeds) and 63 h for carrot (127 h the un-treated seeds). The hydro-primed seeds required, in both cases, longer times. Twelve h for tomato and 18 h for carrot seed exposure to the magnetic field, while they were being hydro- or chemo-primed, promoted the highest germination (59%, carrot; 75%, tomato). The magnetized seeds required less time (tomato, 80 h; carrot, 60 h) to reach 50% of seed germination. Chemo-primed and magnetized seeds of the tomato hybrid Aztec, and the varieties Flora Dade, and Rio grande exhibited similar enhancements as Tropic and Nantes seeds

**Autores: Guillermo Carrillo-Castañeda<sup>1</sup> and José Ronald Otiniano Villanueva. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México. E. mail: [carrillo@colpos.mx](mailto:carrillo@colpos.mx)**

**9. Título:** Variación del coeficiente de transferencia de oxígeno en bioreactores en presencia de campos electromagnéticos.

La aireación y el mezclado son las operaciones fundamentales que lleva a cabo un biorreactor para cumplir sus objetivos más importantes que son los de proporcionar el oxígeno necesario al cultivo de que se trate y el mantenimiento de cierta homogeneidad en sus parámetros físico químicos. El buen desarrollo de estos procesos depende en gran medida de la eficacia con que se realicen estas operaciones. Desde el punto de vista de la dificultad para mezclar y transferir sustancias dentro del biorreactor, los procesos de cultivo de células se dividen en dos grupos: de baja y de alta viscosidad. Los cultivos de baja viscosidad son característicos de las fermentaciones microbianas que involucran a bacterias y levaduras y las de alta viscosidad son las que emplean hongos filamentosos y aquellas en las que se producen polisacáridos microbianos y también del cultivo de células vegetales.

Debido a la importancia de los microorganismos empleados para el control de hongos patógenos en los cultivos de hortalizas y la demanda de oxígeno que los mismos requieren para su desarrollo y para garantizar la calidad del bioproducto obtenido se realizó el siguiente trabajo, en el cual se reporta un estudio de la influencia del campo electromagnético en el coeficiente de transferencia de oxígeno en suspensiones celulares de *Trichoderma* sp, en un biorreactor de 2.5 litros.

Se determinó el K<sub>La</sub> (coeficiente de transferencia de oxígeno) a las 12 horas de fermentación por el método dinámico diferencial. Además se empleó un electroimán diseñado en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado de la Universidad de Oriente, el cual permite realizar variaciones en los parámetros de inducción magnética en dependencia de las necesidades de la experimentación. Se empleó un diseño experimental factorial 2<sup>2</sup> considerando como variables independientes el número de

iteraciones en el magnetizador y la inducción magnética. Se obtuvieron los modelos matemáticos que describen el comportamiento del sistema y se encontraron efectos positivos del campo electromagnético sobre el coeficiente de transferencia de oxígeno en dependencia de las combinaciones entre las magnitudes analizadas en las condiciones de experimentación utilizadas, evidenciando la importancia del empleo de esta técnica para mejorar la calidad del producto.

Palabras clave: Biorreactores, Trichoderma sp., Coeficiente de Transferencia de Oxígeno, Kla, Electromagnetismo.

Autores: **Melek Campos, Siannah Más, Dainelis Cabeza. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. AP4078, CP 90400. Cuba, E-mail: [melek@cnea.uo.edu.cu](mailto:melek@cnea.uo.edu.cu)**

**10. Título:** Efectos de tratamientos magnéticos presiembra de semillas de tomate en el crecimiento y rendimiento de las plantas.

Se estudiaron los efectos de tratamientos magnéticos presiembra en el crecimiento y rendimiento del tomate (Lignon) en condiciones de campo. Las semillas de tomate se expusieron a campos magnéticos dinámicos (inducidos por un electroimán experimental) de 160 mTrmc (raíz media cuadrática) durante 1 min y de 200 mTrmc durante 1 min. Semillas sin tratamiento se emplearon como controles. Las plantas crecieron en parcelas experimentales (30.2 m<sup>2</sup>) y se cultivaron acorde a las prácticas agrícolas normales. En la madurez fisiológica, se cosecharon las plantas de cada parcela y se determinó el rendimiento y sus componentes. En la etapa vegetativa, los tratamientos condujeron a un incremento significativo en el área foliar, masa seca foliar y área foliar específica (AFE). También, las tasas relativas de crecimiento de las hojas, tallos y raíces de las plantas provenientes de semillas tratadas magnéticamente fueron superiores que las mostradas en las plantas del control. En la etapa generativa, el área foliar, el AFE y la tasa relativa de crecimiento de los frutos de las plantas de semillas tratadas magnéticamente fueron superiores a las plantas del control. En la etapa de madurez de los frutos, todos los tratamientos magnéticos incrementaron significativamente ( $p < 0.05$ ) la masa promedio de los frutos, el rendimiento por planta, rendimiento por área y el diámetro ecuatorial de los frutos comparados con el control. La masa seca total de las plantas provenientes de semillas expuestas magnéticamente resultó significantivamente superior que en las plantas del control. Los tratamientos magnéticos presiembra mejoraron el crecimiento y rendimiento del cultivo del tomate.

Autores: **Angel De Souza<sup>1\*</sup>, Dagoberto García<sup>1</sup>, Lilita Sueiro<sup>1</sup>, Fidel Gilart<sup>2</sup>, Elía Porras<sup>1</sup>, Luis Licea<sup>1</sup>**

**1 Centro de Investigaciones, Servicios y Tecnologías Ambientales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Gaveta Postal 2140, Bayamo CP 85100, Granma, Cuba,**

**\*E-mail: [angelrdt2002@dimitrov.granma.inf.cu](mailto:angelrdt2002@dimitrov.granma.inf.cu) (autor de contacto)**

**2 Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente. Ave. Las Americas s/n, G.P. 4078, CP 90100, Santiago de Cuba, Cuba**

**11. Título:** Estudio de las propiedades del suelo Ferralítico Rojo y el manejo de insumos con tratamiento magnético del agua de riego.

La aplicación de los campos magnéticos para el tratamiento de las aguas ha sido numerosa en diferentes esferas productivas, dentro de las cuales está la Agricultura. Teniendo en cuenta que el tratamiento magnético del agua de riego constituye una alternativa que puede clasificarse de bioestimulante, la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto del Agua Tratada Magnéticamente (ATM) en las propiedades del suelo Ferralítico Rojo, así como, en el manejo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de la papa, el movimiento del agua en suelo y planta (tomate), el posible ahorro del agua de riego, y sobre el rendimiento y calidad de las cosechas. Los resultados obtenidos mostraron que el riego con ATM tiende a aumentar el pH del suelo y la disponibilidad de los nutrientes (NPK), la CCB se hace significativa en el tercer año y no afectan la CCC, además influyó positivamente sobre las propiedades físicas del suelo en particular en su estructura, con un incremento en el % de agregados estables al agua en ambas profundidades, disminuyendo en general de forma ligera la densidad aparente, facilitando la disponibilidad del agua en la zona radical e incrementando la velocidad de filtración.

El análisis de las curvas características de suelo permiten observar la tendencia a la retención de la humedad, cuando se riega con ATM. Se establece que la disminución de la evapotranspiración en 0.6 mm / día para el tratamiento magnético del agua permite corregir las normas de riego del cultivo del tomate, con una reducción entre un 10 - 15% con respecto al tratamiento testigo. Por otra parte influyó sobre el rendimiento del cultivo de la papa de forma significativa entre un 6 y 10%. Se concluye que el TMA tiene un impacto favorable sobre las propiedades del suelo, mejorando su fertilidad global repercutiendo en la mejora de los rendimientos de los cultivos utilizados.

Autores: **Milagros Monedero<sup>1</sup>**; **Carmen Duarte<sup>2</sup>**; **Claro A. Alfonso<sup>1</sup>**; **Graciela Dueñas<sup>1</sup>**, **Benjamín Gonzalez<sup>1</sup>**; **Raquel Uriarte<sup>1</sup>**.

**1. Dirección Provincial de Suelos La René – Habana. (I.S)**

**2. Instituto de Investigación de Riego y Drenaje.(IIRD)**

**12. Título:** Influencia de tratamientos magnéticos presiembra sobre la infección de geminivirus, causado por mosca blanca en el cultivo del tomate.

Se estudió la influencia de tratamientos magnéticos presiembra (TMPS) sobre la aparición de geminivirus en el cultivo del tomate en las variedades Campbell-28 y Lignon, en condiciones de campo. Las semillas de tomate se expusieron a cuatro combinaciones de intensidades de campo magnético dinámico (inducido por un electroimán experimental) y períodos de exposición, dos para Campbell-28 (170 mTrmc (raíz media cuadrática) durante 3 min y 100 mTrmc durante 10 min) y dos para Lignon (200 mTrmc durante 1 min y 160 mTrmc durante 1 min). Semillas sin tratamiento se emplearon como controles. Se evaluó la severidad e incidencia de la geminivirosis causado por mosca blanca, el momento de aparición de los primeros síntomas. Los resultados indican que los tratamientos magnéticos tuvieron una respuesta significativamente positiva ( $p < 0.05$ ) sobre el momento de aparición de la geminivirosis, mostrándose un retraso en la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en las plantas provenientes de semillas tratadas magnéticamente, entre 7 y 9 días para Campbell-28 y entre 5 y 7 días para Lignon con respecto a las plantas de control. Los tratamientos evaluados no tuvieron una influencia significativa en la incidencia y severidad de la enfermedad en ninguna de las variedades estudiadas, sin embargo, se observó una tendencia a disminuir sus valores.

Autores: **Lilita Sueiro Pelegrín<sup>1\*</sup>, Angel De Souza Torres<sup>1</sup>, Dagoberto García Fernández<sup>1</sup>, Ana Puerta Arias<sup>2</sup>, Raquel Arévalo Arévalo<sup>3</sup>, Elia Porras León<sup>1</sup> y Luis Licea Castro<sup>1</sup>.**

**1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", A.P.2140, Bayamo, Granma, Cuba,\* E-Mail: [lisupe@dimitrov.granma.inf.cu](mailto:lisupe@dimitrov.granma.inf.cu) (autor de contacto)**

**2Universidad de Granma**

**3Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Granma.**

**13. Título:** Efecto del agua tratada magnéticamente en la aclimatización de plántulas de (*Ananas comosus* Merr) var. MD-2.

En la agricultura los campos magnéticos han sido aplicados para acelerar el crecimiento de las plantas, ya que inducen alteraciones en su ambiente circundante, causando cambios morfológicos y fisiológicos en muchas especies vegetales de gran interés agronómico. Resultados de varias investigaciones confirman la existencia de una relación significativa entre el campo magnético y una amplia variedad de procesos biológicos a escala celular. Sin embargo, aún no ha quedado claro cómo las señales del campo se traducen a señales biológicas y como éstas se relacionan con las respuestas de los mismos. Para el caso de las vitroplantas de piña (*Ananas comosus* Merr), se han implementado diversas metodologías de micropropagación, sin embargo los resultados obtenidos en la aclimatización, aún no son los deseados, por lo que en este trabajo se propuso realizar una caracterización estomática de vitroplantas de piña fases de aclimatización, para lo cual se evaluó la influencia del riego con agua tratada magnéticamente en plántulas de piña de 6 meses de aclimatización para lo que se utilizó un magnetizador de imanes permanentes con un nivel de inducción de 500-700 Gauss. Al analizar los resultados, se observó que en piña, los estomas conservan su anatomía con su ostiolo, células oclusivas y células epidérmicas típicas en ambos casos. Cuando se regaron las plántulas de piña de 6 meses de aclimatización con agua tratada magnéticamente, se incrementaron los valores de densidad estomática y el área de la apertura estomática obteniendo  $64 \times 10^3$  estomas/mm<sup>2</sup> en las tratadas mientras que las no tratadas presentaron  $61,6 \times 10^3$  estomas/mm<sup>2</sup> de densidad estomática y presentaron  $3,06 \mu\text{m}^2$  de área de la apertura estomática, mientras que las no tratadas presentaron  $2 \mu\text{m}^2$ . De forma general, al existir un mayor número de estomas, entonces éstos desempeñarán un papel más activo en la regulación del intercambio gaseoso de las plantas, permitiendo un notable desarrollo de las mismas y su mayor supervivencia durante la fase de aclimatización.

Palabras claves: densidad estomática, área de la apertura estomática, piña.

Autores: **MSc. Elizabeth Isaac Alemán, Lic. Yilan Fung Boix, MSc. Albys Ferrer Dubois.**

Dpto. Bioelectromagnetismo. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Apartado 4073, CP: 90400, Santiago 4, Santiago de Cuba, Cuba. Email: [elizabeth@cnea.uo.edu.cu](mailto:elizabeth@cnea.uo.edu.cu)

**14. Título:** Comportamiento de los estomas en hojas de *Rosmarinus officinalis* L. con el uso de los campos magnéticos.

Las plantas medicinales son todas aquellas plantas que contienen, en alguno de sus órganos, principios activos, los cuales, administrados en dosis suficientes, producen efectos curativos en las enfermedades de los hombres y de los animales en general. Se calcula en unas 260.000 las especies de plantas que se conocen en la actualidad, de las que el 10% se pueden considerar medicinales, es decir, se encuentran recogidas en los tratados médicos de fitoterapia, modernos y de épocas pasadas, por presentar algún uso. Este trabajo se realizó con el objetivo de estudiar el comportamiento de los estomas en las hojas de la planta *Rosmarinus officinalis* L. regadas con agua tratada magnéticamente a los 10 días de adaptación al campo, se emplearon dos tratamientos (diferentes inducciones magnética) y un control, se realizaron impresiones epidérmicas para apreciar el desarrollo de los estomas. Se midieron las variables frecuencia e índice estomático obteniéndose como resultado **que las plantas regadas con campo magnético presentan una mayor índice estomático en relación al control.**

Autores: **Y. Fung Boix, E. Isaac Alemán, A. E. Ferrer Dubois, D. Cabeza Pullés, L. Verdesia**

Correo electrónico: [ylan@cnea.uo.edu.cu](mailto:ylan@cnea.uo.edu.cu)

### **Área temática nro 3: Electromagnetismo en la medicina**

**1. Título:** La Terapia Electroquímica en el Tratamiento del Tumor de Ehrlich y el Fibrosarcoma SA-37.

Se realizó un estudio para evaluar la efectividad de la terapia electroquímica empleando diferentes cantidades de carga eléctrica en los tumores de Ehrlich y Fibrosarcoma Sa – 37. Se emplearon ratones BALB/c con edades entre 7 y 8 semanas y pesos entre 20 y 22 grs. La terapia electroquímica fue aplicada a través de 4 electrodos de platino: 2 ánodos y 2 cátodos. Para el tumor de Ehrlich se formaron 3 grupos experimentales: grupo control (CG1), grupo tratado con 36 C/cm<sup>3</sup> (18.0 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) y 6.7 mA durante 45 min (TG1-1), grupo tratado con 63 C/cm<sup>3</sup> (31.5 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) and 11.7 mA por 45 min (TG1-2), y grupo tratado con 92 C/cm<sup>3</sup> (46.0 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) y 17 mA durante 45 min (TG1-3). Para el fibrosarcoma Sa-37 se formaron 3 grupos experimentales: grupo control (CG2), grupo tratado con 36 C/cm<sup>3</sup> (18 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) y 6.7 mA durante 45 min (TG2-1), grupo tratado con 63 C/cm<sup>3</sup> (31.5 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) y 11.7 mA durante 45 min (TG2-2), y grupo tratado con 80 C/cm<sup>3</sup> (40.0 C in 0.5 cm<sup>3</sup>) y 14.8 mA por 45 min (TG2-3). Los ratones de los grupos controles se mantuvieron bajo las mismas condiciones experimentales pero no se les suministró corriente eléctrica directa.

Se observó regresión completa para el fibrosarcoma Sa-37 y tumor de Ehrlich 80 y 92 C/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Nuestros resultados demuestran la efectividad de la terapia electroquímica sensibilidad de estos tumores.

Autores: **H Camué<sup>1</sup>, M Suárez<sup>2</sup>, L Bergues<sup>1</sup>, M Fariñas<sup>3</sup>, T. Rubio<sup>4</sup>, K. Caballero<sup>1</sup>, Y. Mesa<sup>1</sup>, D. Segura<sup>2</sup>, S González<sup>2</sup> y M Verdecia<sup>5</sup>**

**1Sección de Bioelectricidad. Departamento de Bioingeniería y Equipos, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba 90400, Cuba.**

**2Hospital Oncológico Docente Provincial Conrado Benítez, Santiago de Cuba 90100, Cuba.**

**3Departamento de Inmunología, Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Docente Saturnino Lora, Santiago de Cuba 90500, Cuba.**

**4Hospital Infantil Sur Docente. Santiago de Cuba, Cuba.**

**5Dirección Municipal de Salud Pública. Santiago de Cuba, Cuba.**

**Email: [camue@cnea.uo.edu.cu](mailto:camue@cnea.uo.edu.cu)**

**2. Título:** Determinación de las características de un imán permanente a partir de la medición de la inducción magnética sobre los polos en el eje.

La medición del momento magnético con un flujómetro y un par de bobinas de Helmholtz es una vía conveniente para caracterizar imanes permanentes. Otros valores tales como la inducción magnética y la intensidad del campo en el punto de operación, la intensidad del campo coercitivo de inducción, la inducción magnética remanente y el máximo producto energético pueden ser derivados del valor del momento medido. Además del valor medido del momento magnético para los cálculos subsiguientes se requiere conocer la permeabilidad de regreso y el coeficiente de permeabilidad del imán bajo prueba. En este trabajo se expone un método que permite determinar todas las características anteriores para imanes cilíndricos, de barra rectangular y toroidales haciendo uso solamente de un gaussmetro para la medición de la inducción magnética sobre los polos en el eje del imán.

**Fidel Gilart González**

**Centro Nacional de Electromagnetismo aplicado**

**e-mail: [fgilart@cnea.uo.edu.cu](mailto:fgilart@cnea.uo.edu.cu)**

**3. Título:** Efectividad del tratamiento con campos magnéticos oscilantes en Pélvica.”? Inflammatoria Enfermedadla Enfermedad Inflammatoria Pélvica.

Se realizó un ensayo clínico fase III aleatorizado estratificado que interesó a 138 pacientes con el diagnóstico de Enfermedad inflamatoria pélvica tumoral (tipo III) atendidas en el servicio de sepsis del hospital Materno Norte durante los meses de agosto del 2003 a julio del 2004, con un diseño en paralelo con el propósito de precisar la efectividad del tratamiento con campos magnéticos oscilantes respecto a las pacientes tratadas con antiinflamatorios no esteroideos habitualmente utilizados y precisar aspectos de la seguridad para ambos tratamientos.

Como criterio para evaluar la efectividad del tratamiento se escogió la medición ecográfica transvaginal del tumor genital, teniendo en cuenta que se trataba de un estudio paraclínico fácilmente medible por un método no invasivo. Se demostró que la terapéutica con campos magnéticos oscilantes mediante el inductor local Nak-02 fue más efectiva en la Enfermedad Inflammatoria pélvica Tumoral que la terapéutica empleada convencionalmente.

**Autores: • Dr. Carlos Manuel Corral Marzo<sup>1</sup>, Dr. Karel Fernández Pérez<sup>1</sup>, Dra. Emilia López Martín<sup>2</sup>**

**1Especialista de I Grado en Ginecobstetricia Materno Norte- Santiago de Cuba**

**2 Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación- Hospital Saturnino Lora**

**4. Título:** Caracterización magnética de un par de bobinas de Helmholtz para su utilización como sistema para la generación de campos magnéticos bajos en metrología.

Se presentan y se analizan los resultados de la caracterización experimental y teórica de un par de bobinas de Helmholtz para su uso como sistema de generación de campos magnéticos bajos entre 1 y 100 Gauss como parte de los trabajos que se realizan junto con la Oficina Territorial de Normalización de Santiago de Cuba para el establecimiento en base a la Resonancia Magnética Nuclear del Patrón Nacional de Inducción Magnética de la República de Cuba.

**Fidel Gilart González**  
**Centro Nacional de Electromagnetismo aplicado**  
**e-mail:** [fgilart@cnea.uo.edu.cu](mailto:fgilart@cnea.uo.edu.cu)

**5. Título:** Tratamiento Coadyuvante con Campo Electromagnético Pulsátil en la Seudoartrosis Séptica de la tibia asociado a la Fijación Externa.

Se realizó ensayo clinicoterapéutico multicéntrico, de fase III en los pacientes atendidos por seudoartrosis séptica de la tibia (SAST) y tratados con fijación externa y campo electromagnético pulsátil en los servicios de Ortopedia y Traumatología de los hospitales Docentes "Dr. Joaquín Castillo Duany" y Provincial Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora" de Santiago de Cuba respectivamente en el período comprendido desde enero de 1997 hasta diciembre de 1999. Se conformaron dos grupos de investigación: de estudio y control, al primero de los cuales se le aplicó el campo electromagnético pulsátil con el estimulador óseo ECMP-02. Una vez analizadas las características generales de la muestra, se evaluó la respuesta clínica, radiográfica y humoral en ambos grupos y se hicieron las inferencias poblacionales. En los primeros seis meses del tratamiento, en 86,7% de los integrantes del grupo de estudio desaparecieron las secreciones, se normalizaron los valores de la eritrosedimentación en 93,3% y se logró la consolidación ósea en 53,4%, en contraste con los pacientes del grupo control, que sólo recibieron fijadores externos; para una diferencia entre ambos tratamientos de 99,7 días como promedio, menor con el uso del campo electromagnético pulsátil; resultados estos que validan la eficacia de dicha combinación.

**Autores: Dr.C. Juan Carlos Mrad Cala, Dra. Gloria Barreiro Cisneros, Dr. Juan Daniel Zayas Guillot**

**6. Título:** Agua corporal total y su distribución: Intervalos de lo normal en el estudio mediante bioimpedancia eléctrica de una población de referencia.

Objetivo: Estimar el intervalo de lo normal de los parámetros agua corporal total (TBW), agua intracelular (ICW) y agua extracelular (ECW) y sus expresiones porcentuales del peso corporal (TBW%, ICW% y ECW%), medidos por bioimpedancia corporal total en una población adulta de Santiago de Cuba. Diseño: Estudio descriptivo transversal de las variables recogidas en la base de datos del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Sujetos: 1 720 individuos de ambos sexos, con edades entre 15 y 97 años, sin trastornos en la distribución del agua corporal, asimetrías corporales ni enfermedades cutáneas generalizadas. Intervenciones: Se empleó una corriente de 800  $\mu$ A a 50 kHz mediante el método tetrapolar ipsilateral derecho, según la metodología recomendada por la National Institutes of Health Technology Assessment

Conference Statement de 1994. Los parámetros fueron estudiados según sexos, color de la piel, índice de masa corporal y grupos étnicos, clasificándose por percentiles. Resultados: En la casuística, 1 121 (65,2%) eran hombres y 599 (34,8%) mujeres. La distribución según color de la piel fue: blanca, 505 (29,4%); negra, 526 (30,6%); y mestiza, 689 (40,1%). El BMI permitió catalogar con bajo peso a 75 (4,4%), normopeso a 1 104 (64,2%) y sobrepeso a 541 (31,5%). Se obtuvieron diferencias significativas en los valores de TBW, ICW y ECW por sexos (superiores en el masculino) y BMI/sexos (valores porcentuales superiores en bajo peso e inferiores en sobrepeso), pero no así según color de la piel/sexos y por grupos étnicos/sexos (tendencia al incremento progresivo de los valores absolutos a partir de los menores de 20 años, con descenso subsiguientemente a partir de los 50 en los varones y de 60 en las féminas). Conclusiones: Se proponen intervalos de lo normal por sexos, los cuales sirven como referencia para evaluar los valores fuera de lo esperado en una población adulta.

Palabras clave: Bioimpedancia, Intervalos de lo normal, Agua corporal total, Agua intracelular, Agua extracelular

Autores: **Ricardo Morales Larramendi<sup>1</sup>, Ana Caridad Román Montoya<sup>2</sup>, Ana Ibis Núñez Bourón<sup>3</sup>, Alcibíades Lara Lafargue<sup>4</sup>, Miriam Marañón Cardonne<sup>5</sup>, Lexa Digna Nescolarde Selva<sup>6</sup>, José Castillo Bonne<sup>7</sup>.**

**1 Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Auxiliar de Medicina Interna. Facultad 1, ISCM Santiago de Cuba.**

**2 Médico General. Hospital “Saturnino Lora”, Santiago de Cuba.**

**3 Especialista de Primer Grado en Fisiología Normal y Patológica. Hospital “Saturnino Lora”, Santiago de Cuba.**

**4 Ingeniero en Control Automático. Profesor Asistente. Departamento de Física. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Oriente.**

**5 Ingeniero MsC. en Electrónica. Profesor Asistente. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Santiago de Cuba.**

**6 Ingeniero en Control Automático. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España.**

**7 Ingeniero en Control Automático. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Santiago de Cuba.**

**Dirección del autor principal:**

**Dr. Ricardo Morales Larramendi. Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**

**Carretera Central y Calle 4ta. Santiago 90400. CUBA**

**e-mail: [lara@cnea.uo.edu.cu](mailto:lara@cnea.uo.edu.cu)**

**7. Título:** Tratamiento de la Psoriasis Vulgar con Campo Electromagnético.

En el presente trabajo se exponen los resultados de trabajo en el Ensayo Clínico Terapéutico con Tratamiento Electromagnético alterno de baja frecuencia en la Psoriasis Vulgar, cuyos principales objetivos son: Valorar la eficacia de este tratamiento en esta patología con el empleo del Estimulador Magnético Local Nak fabricado en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Universidad de Oriente, de Santiago de Cuba; establecer la relación clínico-terapéutica de los pacientes tratados con el mismo, determinar el porcentaje de respuesta clínica en los grupos tratados y evaluar las

reacciones adversas que se presentaron durante los tratamientos. Como resultados fundamentales pudimos apreciar que el grado de respuesta clínica en ambos grupos fue similar, logrando curar el 60% de los casos en el grupo control y un 75 % en el grupo estudio aunque el grado de afectación de este último al inicio era mayor que el del grupo control. Tres pacientes empeoraron con el tratamiento con pomada cádica al 20% y ninguno lo hizo en el grupo tratado con Campo Electromagnético. Al finalizar el análisis pudimos concluir que esta terapéutica era eficaz como tratamiento de la Psoriasis Vulgar, con resultados similares e incluso algo superiores a los alcanzados con las terapéuticas convencionales y de mayor efectividad descritas y usadas tradicionalmente en nuestra especialidad, sin que se presentaran reacciones adversas locales o sistémicas con su empleo. Este hecho pone en manos de los dermatólogos una terapéutica más eficaz, no invasiva y con posibilidades de generalización para el tratamiento y control de los pacientes Psoriáticos.

**Autor: Dra. Maritza Batista Romagosa. Especialista de Primer grado en Dermatología.. Aspirante a Doctor en Ciencias. Hospital Militar Joaquín Castillo Duany.**

**8. Título:** Análisis de los Efectos de los Campos Eléctromagnéticos Radiados por los Teléfonos Celulares.

Se presenta un modelo electrodinámico constituido por un bioplasma con capas metaquirales, el cual permite representar la estructura interna de la cabeza humana y analizar su comportamiento cuando es radiada por campos electromagnéticos de microondas en el espectro de la telefonía celular. Como técnica numérica se utilizó el de las diferencias finitas en el dominio del tiempo, FDTD, la cual permite simular, primeramente, los campos electromagnéticos deducidos de las ecuaciones de Maxwell y en seguida simular la tasa de absorción específica, SAR. Los resultados obtenidos muestran el comportamiento del coeficiente SAR en función de la potencia de entrada, de la impedancia de la antena, del factor de metaquiralidad y del campo magnético producido por la corriente de la batería. La conclusión más importante de nuestro trabajo es que, al haber considerado el factor metaquiral combinado con efectos de campo magnético de baja frecuencia en el modelo propuesto, la absorción en la cabeza humana, producto de los campos electromagnéticos emitidos por los teléfonos celulares, es hasta un 100% mas elevada que en el modelo clásico, obtenida por otras simulaciones de diferentes autores En los modelos clásicos la tasa de absorción es en torno de 1-1.5 mwatt/gr, en los cuales sólo se considera la permeabilidad, la permitividad y la conductividad eléctrica del tejido biológico

Descriptores: Ecuaciones de Maxwell; Metaquiralidad; FDTD; SAR

**Mario Zamorano L. y Héctor Torres S.**

**Departamento de Electrónica -Universidad de Tarapacá Casilla 6-D, 18 Septiembre # 2222, Arica - ChileÁrea N°3: Electromagnetismo Aplicado a la Medicina**

**9. Título:** Morfea y Campo Electromagnético Presentación de dos Casos.

En el presente trabajo se hace una exposición de los efectos del campo electromagnético alterno de baja frecuencia sobre las fibras del colágeno al nivel de la piel, y como este ejerce los efectos terapéuticos en afecciones dermatológicas que posibilitan la mejoría o curación de las mismas.

Se hace una breve descripción de la morfea, respecto a los aspectos clínicos, histopatológicos y terapéuticos, haciendo énfasis en la etiopatogenia de la enfermedad y su interrelación con el campo electromagnético.

Se exponen mediante fotos la respuesta terapéutica obtenida en dos pacientes portadores de esta afección con el uso del campo electromagnético, mediante el empleo del Estimulador electromagnético NaK, fabricado en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.

Estos análisis y resultados preliminares nos permiten valorar la posibilidad de realizar posteriores estudios clínicos con esta terapéutica en esta patología, con el objetivo de poner en manos de los dermatólogos una terapéutica más eficaz, no invasiva y con posibilidades de generalización para el tratamiento y control de los pacientes portadores de la Morfea.

Autor: **Dra. Maritza Batista Romagosa.**

**10. Título:** Caracterización magnética de un par de bobinas de Helmholtz para su utilización como sistema para la generación de campos magnéticos bajos en metrología.

El objetivo de este estudio es establecer una relación entre el método antropométrico (Pariskova) y el de bioimpedancia. La muestra estuvo constituida por 40 atletas del equipo de Béisbol de la Provincia de Santiago de Cuba, determinándose la composición corporal por ambos métodos. Se demostró que existe una correlación estrecha entre los resultados de uno y otro, lo que define a la impedancia como método confiable en la determinación de la composición corporal con la ventaja de su bajo costo y aceptación entre los atletas.

Palabras clave: bioimpedancia, composición corporal, deporte, béisbol, antropometría.

Autores: **Ana Román Montoya<sup>1</sup>, Ana Ibis Núñez Bourón<sup>1</sup>, Alcibiades Lara Lafargue<sup>2</sup>, Ricardo Morales Larramendi<sup>1</sup>, Miriam Marañón Cardonne<sup>3</sup>, José Castillo Bonne<sup>3</sup>, Franger Reynaldo Balbuena<sup>4</sup>**

**1: Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**

**2: Departamento de Física. Universidad de Oriente.**

**3: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.**

**4: INDER Provincial, Santiago de Cuba**

**Dra. Ana Román Montoya. Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**

**Carretera Central y Calle 4ta. Santiago de Cuba.**

**e-mail: [lara@cnea.uo.edu.cu](mailto:lara@cnea.uo.edu.cu)**

**11. Título:** La impedancia bioeléctrica como estimador del metabolismo basal en Cuba. Estudio preliminar.

Desde finales de la década de los 80 en nuestro país disminuyeron las mediciones del metabolismo basal como método diagnóstico de enfermedades, no sólo

en la esfera de la salud humana, sino también en la animal, debido a la escasa disponibilidad para la adquisición de las costosas, pero adecuadas tecnologías que permitían su medición tales como la calorimetría directa, e indirecta por balance entre otras.

Al mismo tiempo, la escasez de estas posibilitó el empleo de fórmulas de muy fácil manejo, pero que sobrestimaban dicho metabolismo entre un siete a un veinticuatro por ciento, limitándose el uso de dichas ecuaciones solamente a la fabricación de dietas para los pacientes graves, diabéticos así como también en deportistas, pero no como método diagnóstico certero en las diversas enfermedades.

La introducción de métodos basados en la propiedad del cuerpo humano de conducir electricidad, como es el análisis por bioimpedancia eléctrica (BIA), constituye una de las más importantes novedades en este ámbito, ya que cumple las características anteriormente mencionadas como estimador del metabolismo basal, por lo que nos propusimos en el presente trabajo dar inicio a su determinación a través de este método, lo que constituirá un aporte de gran valía social y económica para nuestro país.

El metabolismo basal constituye un importante elemento diagnóstico en diferentes patologías tales como:

- Alteraciones en el funcionamiento de la glándula tiroides
- La insuficiencia hipofisaria y suprarrenal.
- El trauma, la sepsis, las leucemias, disneas y policitemias entre otras.

En estas enfermedades se produce una disminución o aumento del metabolismo basal con respecto a sus valores normales y por lo tanto, su conocimiento por esta vía constituirá una herramienta fundamental para el médico en el diagnóstico de dichas enfermedades.

El objetivo del trabajo fue la obtención de la ecuación predictora del metabolismo basal a partir de la medición de la impedancia bioeléctrica corporal total utilizando como método testigo o gold standard el de calorimetría indirecta.

Palabras clave: Bioimpedancia, Metabolismo basal, Índice metabólico basal.

Autores: **Maylén Santiago Pérez<sup>1</sup>**, **Ana Ibis Núñez Bourón<sup>2</sup>**, **Ana Román Montoya<sup>2</sup>**, **Alcibíades Lara Lafargue<sup>3</sup>**, **Ricardo Morales Larramendi<sup>2</sup>**, **Miriam Marañón Cardonne<sup>4</sup>**, **José Castillo Bonne<sup>4</sup>**

- 1. Licenciada en Biología. Universidad de Oriente.**
- 2. Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**
- 3. Departamento de Física. Universidad de Oriente.**
- 4. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.**

## **12. Título:** Efecto de Estimulación Electromagnética en Femur de Rata.

Se evaluaron los efectos de campos electromagnéticos pulsados en fémur de ratas Wistar

hembras de una misma camada. Se formaron dos grupos: Grupo 1, cinco ratas, que se sometieron a estimulación con campo electromagnético pulsado, sobre la metafisis distal del fémur de la extremidad posterior derecha, a dosis de 10 miliTeslas (mT) y una frecuencia de 1 Hz, con duración de 30 minutos al día, durante 20 días.. Grupo 2, cinco ratas, las cuales constituyeron el grupo control. Al final del periodo de estimulación electromagnética, ambos grupos de ratas fueron sacrificadas para realizar la evaluación histológica del hueso. Los cortes obtenidos fueron visualizados con

microscopio de campo claro, que contó con un sistema de medición para evaluar las corticales anterior y posterior y pared trabecular. Para el análisis estadístico, se utilizó prueba “t” de Student para muestras pareadas .

Resultados. Se compararon el grosor de las corticales anterior y posterior y la pared trabecular, en ratas estimuladas y no estimuladas, así como la pata derecha de la rata estimulada y su propio control, la pata izquierda. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambos casos para todas las variables ( $P < 0.025$ ). El estudio mostró que la aplicación de pulsos electromagnéticos pulsados produjo aumento del grosor de las paredes óseas.

Autores: **Sotelo F<sup>1</sup>.**, **Sosa M.**, **Bernal J.**, **Barba R.**, **Holguín G\*.**, **Mesa F\*.** y **Ramos M.** **Universidad de Guanajuato, México.** \***Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana.**

**1 Autor para correspondencia. E-mail: [sotelo@fisica.ugto.mx](mailto:sotelo@fisica.ugto.mx)**

13. Título: Modulo para la Evaluación de Equipos Analizadores de Bioimpedancia.

En el presente trabajo se discute los fundamentos y aplicaciones de un modulo electrónico diseñado y puesto a punto con el objetivo de la evaluación de analizadores de bioimpedancia eléctrica en un rango de frecuencia entre 1 y 250 Khz respectivamente, dicho dispositivo forma parte del control de calidad que se realizan en el Centro Nacional de Electromagnetismos Aplicado de al proceso de medición de los parámetros bioeléctricos de la población cubana, así como un modesto esfuerzo en la creación de normas y procedimiento que garanticen la fiabilidad metrológica de los resultados de las mediciones realizadas . El mismo toma muestras del estímulo de corriente suministrada al objeto de estudio (paciente, muestras materializada, Phantom, etc.) y de la diferencia de potencial respuesta del sistema, debido a dicho estímulo en una frecuencia dada, y a partir de estos parámetros se realiza la evaluación de los parámetros: corriente  $I$  y el modulo de la impedancia  $Z$  del analizador de bioimpedancia que se estudia. Esta evaluación garantiza verificar una de la exigencia del método de medición de cuatros electrodos, Tetrapolar, que la corriente  $I$  debe ser constante en todo el rango de frecuencia de medición y dentro de un rango de variación de la impedancia que se mide (ejemplo 1 a 1000 Ohm respectivamente), pues de lo contrario los parámetros eléctricos estimados tendrían errores asociados a los interfase electrodo piel, la piel y otros factores de tipo tecnológicos, este modulo, permite tener no solo un idea cualitativa sino cuantitativa de lo expresado anteriormente. Los datos obtenidos son directos lo que nos permite asegurar que los resultados de están influenciado por errores debidos al procesamiento matemático de los resultados.

Palabras clave: Bioimpedancia, Impedancia, Analizadores de Bioimpedancia, Mediciones de parámetros bio eléctricos, Normas y Procedimientos Metrologicos.

Autores: **A. Lara Lafargue<sup>1</sup>**, **J. Castillo Bonne<sup>2</sup>** , **J. Carcase<sup>3</sup>** **M. Marañón Cardonne<sup>4</sup>**, **R. Morales Larramendi<sup>5</sup>**, **A. C. Román Montoya<sup>6</sup>**, **A. I. Núñez Bourón<sup>7</sup>**  
**1 Ingeniero en Control Automático. Profesor Asistente. Departamento de Física. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Oriente.**

**2 Ingeniero en Control Automático. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Santiago de Cuba.**

**3 Técnico en Electrónica. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Santiago de Cuba.**

**4 Ingeniero MsC. en Electrónica. Profesor Asistente. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Santiago de Cuba.**

**5 Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Auxiliar de Medicina Interna. Facultad 1, ISCM Santiago de Cuba.**

**6 Médico General. Hospital “Saturnino Lora”, Santiago de Cuba.**

**7 Especialista de Primer Grado en Fisiología Normal y Patológica. Hospital “Saturnino Lora”, Santiago de Cuba.**

**Correspondencia a -mail: [lara@uo.edu.cu](mailto:lara@uo.edu.cu)**

**14. Título:** Modificaciones de Parámetro Bioeléctricos Después el Entrenamiento en Atletas de Béisbol.

Se midieron los parámetros bioeléctricos a 50 kHz y a multifrecuencias de 10 a 225 kHz (54 tomas), en 27 atletas del equipo de béisbol de la provincia Santiago de Cuba al inicio y después de un mes de entrenamiento. Se obtuvieron los valores normalizados con talla de la reactancia ( $X_c$ ), resistencia ( $R$ ), impedancia ( $Z$ ), reactancia en paralelo ( $X_{cp}$ ) y resistencia paralelo ( $R_p$ ) a 50 kHz, así como el ángulo de fase ( $\phi$ ), y estos mismos parámetros a la frecuencia característica ( $F_c$ ). Se estimaron utilizando el modelo de Cole-Cole y luego normalizados contra talla para hacerlos comparables interindividuos, la resistencia cuando la frecuencia tiende a infinito y a cero ( $R_{inf}$  y  $R_0$  respectivamente), resistencia intracelular ( $R_{intra}$ ), capacidad de membrana ( $C_m$ ),  $F_c$ , Alfa, parámetro adimensional que caracteriza la inhomogeneidad eléctrica del medio ( $\alpha$ ), la diferencia entre las resistencias en los extremos de frecuencia del arco ( $\Delta R$ ), radio ( $r$ ), área debajo de la curva y el ángulo de depresión  $\theta$ . Se observó una disminución significativa de  $X_c/T$ ,  $R/T$ ,  $Z/T$ ,  $R_p/T$  y  $X_c/Talla$  a 50 KHz. Se obtuvo estos mismos resultados a la frecuencia característica. De los parámetros obtenidos según el modelo de Cole disminuyeron significativamente  $R_{inf}/Talla$ ,  $R_0/Talla$ ,  $R_{intra}/Talla$ ,  $F_c$ ,  $\Delta R$ , radio, área y el ángulo de depresión  $\theta$ . Por otro lado se observó un aumento significativo del Peso, BMI,  $C_m/Talla$  y Alfa después del entrenamiento. Con este trabajo se evidencia que la bioimpedancia sirve como método evaluador de la eficiencia del entrenamiento de los atletas estudiados.

Palabras clave: bioimpedancia, entrenamiento, béisbol, parámetros bioeléctricos

**Autores:** Ana Ibis Núñez Bourón<sup>1</sup>, Ana Román Montoya<sup>1</sup>, Alcibíades Lara Lafargue<sup>2</sup>, Ricardo Morales Larramendi<sup>1</sup>, Miriam Marañón Cardonne<sup>3</sup>, José Castillo Bonne<sup>3</sup>, Franger Raynaldo Balbuena<sup>4</sup>

**1: Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**

**2: Departamento de Física. Universidad de Oriente.**

**3: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado.**

**4: INDER Provincial Santiago de Cuba**

**Dra. Ana Ibis Núñez Bourón<sup>1</sup>. Hospital Provincial Docente “Saturnino Lora”.**

**Carretera Central y Calle 4ta. Santiago de Cuba.**

**e-mail: [lara@cnea.uo.edu.cu](mailto:lara@cnea.uo.edu.cu)**