



EVALUACIÓN CUALITATIVA DE MONOTERPENOS EN *Rosmarinus officinalis* CULTIVADOS CON AGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE

Qualitative evaluation of monoterpenes in *Rosmarinus officinalis* cultivated with magnetically treatment water

Yilan Fung Boix¹✉, Jorge Molina Torres², Enrique Ramírez Chávez², Liliana Gómez Luna¹, Janet Quiñones-Galvez³, Albys Ferrer Dubois¹, Elizabeth Isaac Alemán¹ y Ann Cuyper⁴

ABSTRACT. Lamiaceae (labiatae *labiadas*) family have many species for example *Rosmarinus officinalis* L., it is one of the species with the highest antioxidant power by the presence of essential oils, monoterpenes and phenolic compounds. Its vegetative propagation in Cuba is one of its difficulties and in recent years, this species has been removed from the National Formulary of Phytopharmaceuticals because of its availability. The magnetically treated water has been used for irrigation because it stimulates the growth and development of plants, showing that its application can activate metabolism of cells; however, studies have been very limited in these respects. The aim of this work was to evaluate monoterpen bioactive compounds present in the species *Rosmarinus officinalis* L., cultivated with magnetically treated water in Santiago de Cuba. N-hexane extracts were analysed by the method of thin layer chromatography of high-resolution (HPTLC) silica gel (fluka plates, foils analytical Alu thickness 0, 2 mm) with a solvent system of toluene and ethyl acetate. Monoterpen standard solutions as cineol, borneol, geraniol, linalool, citral, eucalyptol, citronellal were used and two types of developers vanillin in 10 % ethanol and a solution of sulphuric acid in ethanol, the observation was with white light. The results showed that hexane extracts from treated plants with 120 mT and control plants had the presence of monoterpen, and it was identified with retention factor (Rf) between 0,08 to 0,93.

RESUMEN. La familia Lamiaceae (labiatae *labiadas*), está formada por numerosas especies entre ellas el *Rosmarinus officinalis* L. La misma constituye una de las especies con mayor poder antioxidante por la presencia de sus aceites esenciales, monoterpenos y compuestos fenólicos. Su propagación vegetativa en Cuba es una de sus dificultades y en estos momentos se encuentra retirada del Formulario Nacional de Fitofármacos, debido a la disponibilidad en el país. El agua tratada magnéticamente ha sido muy utilizada en el riego ya que estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, mostrando que su aplicación puede activar el metabolismo de las células; sin embargo, los estudios han sido muy limitados en estos aspectos. El objetivo del trabajo fue evaluar los compuestos bioactivos monoterpenos presentes en la especie *Rosmarinus officinalis* L., cultivadas con agua tratada magnéticamente en Santiago de Cuba. Los extractos n-hexano fueron analizados a través del método de cromatografía de capa fina de alta resolución (HPTLC), en sílica gel (placas Fluka, alufoils analítica espesor 0,2 mm), con sistema de solvente de tolueno y acetato de etilo, soluciones estándares de monoterpenos: cineol, borneol, geraniol, linalol, citral, eucaliptol, citronelal y dos tipos de reveladores la vainillina en etanol al 10 % y una solución de ácido sulfúrico en etanol, la observación fueron con luz blanca. Se obtuvo como resultado que los extractos de las plantas tratadas con 120 mT y las plantas control, se identificaron la presencia de monoterpenos con un factor de retención (Rf) entre 0,08-0,93.

Key words: chromatography, magnetic field, lamiaceae, medicinal plants

Palabras clave: cromatografía, campo magnético, lamiaceae, plantas medicinales

1 Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, CNEA. Universidad de Oriente, ave Las Ameritas s/n. Santiago de Cuba, Cuba, CP 90400.

2 CINVESTAV, Unidad Irapuato. km 9.6 libramiento norte, CP 36821. Irapuato, Guanajuato. México.

3 Centro de Bioplantitas, Universidad de Ciego de Ávila. Carretera a Morón, km 9. Ciego de Ávila. CP 69450, Cuba.

4 Centro de Ciencias Ambientales. Universidad de Hasselt. Bélgica.

✉ yilan@uo.edu.cu

INTRODUCCIÓN

Rosmarinus officinalis L. es una de las plantas utilizadas en la medicina tradicional, debido a la presencia de diferentes compuestos entre los que se encuentran los compuestos fenólicos, ácido rosmarinico, flavonoides, monoterpenos, ac. carnosico, carnosol y rosmanol (1). Debido a su alto contenido de estos metabolitos presenta elevada actividad antioxidante y sus extractos constituyen excelente secuestradores de radicales libres (estrés oxidativo) (2), o moléculas que al reaccionar con las proteínas, grasas y ácidos nucleicos, pueden causar cambios que originan enfermedades cardíacas, cáncer, Alzheimer y envejecimiento prematuro.

Las condiciones ecológicas en diferentes países pueden influir en los compuestos fitoquímicos de las plantas, ya que pueden ser acumulados particularmente debido a las respuestas de las condiciones ambientales (3). Por lo que dependiendo del lugar geográfico donde crezcan las plantas bajo condiciones de clima, suelo, humedad, altura sobre el nivel del mar generan diferentes cambios en cantidad y tipos de moléculas bioactivas presentes; por ejemplo, las variedades de romero originarias de Portugal se caracterizan por poseer altas cantidades de mircenol, mientras que en Francia es el alcanfor y en Marruecos el cineol los que se encuentran en mayor concentración (4, 5).

En Cuba esta planta crece de manera espontánea y sus cultivos se encuentran en jardines privados. Es una especie que florece esporádicamente y cuando lo hace, sus semillas presentan poca viabilidad. Del mismo modo, su propagación vegetativa en la mayoría de las ocasiones presenta dificultades en el enraizamiento de las estacas y cuando logran generar raíces su crecimiento es muy lento (6). Actualmente se encuentra retirada del formulario nacional de fitofármacos y apifármacos por disponibilidad del cultivo^A; y en los últimos años esta especie forma parte del listado de plantas priorizadas para el desarrollo de la medicina natural y tradicional en nuestro país.

Recientemente, el uso de los campos magnéticos para la estimulación del crecimiento vegetal es cada vez más utilizada debido a la menor influencia perjudicial sobre el medio ambiente. Entre los métodos empleados se destaca el agua tratada con campo magnético estático en sistemas de riego, reportándose los efectos beneficiosos en la producción y rendimiento de las plantas. Aunque estos estudios son todavía muy limitados se plantea que los efectos biológicos del campo magnético dependen de los niveles de inducción magnética, tiempo de exposición, contenido de iones, calidad, volumen y flujo del agua, así como la temperatura (7).

El agua tratada magnéticamente ha sido utilizada en la agricultura y su aplicación en el riego mejora el crecimiento, desarrollo y productividad en las plantas (8). Estudios realizados hasta la actualidad han demostrado el papel significativo del riego con agua tratada magnéticamente sobre las plantas, siendo recomendada para el ahorro del agua en el riego (9, 10).

Otros estudios del tema han mostrado que la aplicación de campos magnéticos en el agua de riego puede activar el metabolismo celular. Investigaciones en plantas de frijol regadas con agua tratada magnéticamente obtuvieron un incremento en el crecimiento, concentración de giberelinas (GA3), kinetina, pigmentos fotosintéticos (clorofila a, b y carotenoides), en comparación con plantas que fueron regadas con agua sin tratamiento magnético (8). Otros estudios en la irrigación con agua tratada magnéticamente en plantas de garbanzo indujo un efecto positivo en el porcentaje de germinación y rendimientos de dichas plantas (11, 12). Otros autores utilizaron 125 mT en la germinación de *Glyxine max*, obteniendo un incremento de la rubisco (13). En la especie *Raphanus sativus* se obtuvieron estimulación en la síntesis de lípidos en cloroplastos, mitocondrias y membrana celular cuando fue aplicado el campo magnético con una densidad de flujo de 500 μ T (14). También fueron encontrados aumentos positivos en el rendimiento de las semillas, y estimulación en la síntesis de los lípidos en rábano (14, 15).

El objetivo del trabajo fue evaluar la presencia de los compuestos bioactivos monoterpenos presentes en la especie *Rosmarinus officinalis* L. cultivadas con agua tratada magnéticamente en Santiago de Cuba, a través de las técnicas de cromatografía de capa fina de alta resolución (TLC/HPTLC).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas fueron cultivadas en la parcela experimental (CNEA) en Santiago de Cuba, mediante la metodología planteada (16). La especie fue depositada en el herbario del Centro de Biodiversidad y Ecosistemas (BIOECO) en la misma provincia con registro No. 21324.

MATERIAL VEGETAL

Como material inicial se emplearon hojas de plantas adultas de la especie *Rosmarinus officinalis* L. de 50 cm de longitud, cultivadas en los canteros de la parcela experimental del CNEA, las mismas tenían seis meses de edad.

Se tomaron los datos meteorológicos existentes en el período durante el cual se desarrolló la investigación, la temperatura osciló entre 30 °C+2; un valor promedio de humedad relativa entre 60 y 70 %; precipitaciones entre 55 y 60 mm³. El sustrato estaba formado por materia orgánica y tierra (1:2), así como los diferentes tipos de minerales.

^ABuró nacional de farmacia MINSAP. *Formulario nacional fitofármacos y apifármacos*. Edit. Ciencias médicas, la Habana, 2010.

En las propiedades físicas del suelo se encuentran:

Materia orgánica > 4,3 %

Conductividad eléctrica: 271 $\mu\text{s cm}^{-1}$

pH: 6,8

El riego se realizó dos veces al día a través de un sistema de microjet por goteo, durante 30 minutos, el cual tiene entre sus accesorios una bomba itur y un sistema distribuidor, controlado por válvulas que garantizan que el riego se realice por secciones.

Las características del agua de riego utilizada fueron:

Velocidad del agua: 1,4 – 1,6 m/s

Caudal de la bomba: 2,54 – 2,91 m^3h^{-1}

Conductividad eléctrica: 208 μscm^{-1}

Ph: 7,50

Se realizó el análisis químico al suelo y agua de riego, obteniéndose los siguientes valores promedios (Tabla I).

TRATAMIENTO MAGNÉTICO

Para cada tratamiento magnético se utilizó un magnetizador exterior de imanes permanentes, diseñado, construido y calibrado en el centro nacional de electromagnetismo aplicado (CNEA). Se utilizó un magnetizador exterior de imanes permanentes con una longitud de 10 cm y una inducción magnética de 120 mT, la inducción magnética fue medida con un Microweberímetro 192041, de error relativo de las mediciones menores del 5 %. El tamaño de muestra fue de 40 plantas por cada tratamiento.

Los tratamientos estudiados fueron:

- ♦ Tratamiento 1 (T1): plantas testigo, que no fueron regadas con agua tratada magnéticamente.
- ♦ Tratamiento 2 (T2): plantas regadas con agua tratada magnéticamente a una inducción magnética de 120 mT.

Obtención de los extractos con solvente hexano a partir de hojas de *R. officinalis* L.

Las hojas fueron colectadas y sometidas a un proceso de secado en una estufa a 40 °C hasta peso constante. Se emplearon tres gramos de hojas como peso inicial de cada tratamiento en 100 ml del solvente.

Se realizaron extracciones sucesivas con hexano como solvente, con la finalidad de lograr un mayor agotamiento del material vegetal seco triturado. La extracción se realizó con el equipo Soxhlet durante cuatro horas de reflujo continuo. Lo extraído se filtró y concentró en un equipo Rotoevaporador Buchi modelo 461 a temperatura de 40 °C, hasta reducirlo a un volumen de 10 ml, para luego ser almacenado para su posterior análisis.

ANÁLISIS BIOQUÍMICO

La determinación de los pigmentos fotosintéticos de *R. officinalis* L. se realizó según metodología (17). Para ello se pesaron 100 mg de hojas frescas, se colocaron en un mortero con acetona al 80 %, en el que se maceraron y pasaron a un papel de filtro Whatman (GF/A, 110 mm), se obtuvo como volumen final 20 ml de la solución.

Las mediciones se realizaron en un espectrofotómetro UV-1602, a longitudes de onda de 663, 646 y 470 nm, y como blanco acetona al 80 %.

Los cálculos se realizaron a través de las fórmulas:

$$\text{Chl a } (\mu\text{g ml}^{-1}\text{extracto}) = 12,21 * A_{663} - 2,81 * A_{646}$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g ml}^{-1}\text{extracto}) = 20,13 * A_{646} - 5,03 * A_{663}$$

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g ml}^{-1}\text{extracto}) = 1000 * A_{470} - 3,27 * \text{Chl a} - 104 * \text{Chl b-L}$$

La evaluación cualitativa se realizó a través de la técnica de Cromatografía en Capa Fina de Alta Resolución (HPTLC), en sílica gel (placas Fluka, Alufoils analítica thickness 0,2 mm). Se aplicaron en la cromatoplaqueta 2 microlitros de las soluciones estándares de monoterpenos: cineol, borneol, geraniol, linalol, citral, eucaliptol y citronelal, además de los dos extractos preparados previamente. El sistema de solventes fue: tolueno y acetato de etilo (93:7), una vez desarrollada la placa fue revelada con dos tipos de soluciones: vainillina en etanol y la segunda solución etanol con ácido sulfúrico, luego fue calentada la placa a 110 °C durante cinco minutos, observada a la luz blanca (18).

Tabla I. Características químicas del suelo y agua de riego en la parcela experimental CNEA en Santiago de Cuba

Composición mineral del suelo	mg L ⁻¹	Composición mineral del agua	mg L ⁻¹
Fe	28966,20	HCO ₃ ⁻	130,58
Ca	29178,00	PO ₄ ⁻	1,33
Na	15	Na	12,42
K	67	Ca	39,88
Mg	10866,00	Mg	8,88
Co	17,35	K	2,54
Ni	11,30	Na	11,31
Cu	114,72	Cl	33,18
Zn	100,20	SO ₄	31,20
		Dureza total	158,5

Los datos experimentales obtenidos de la concentración de pigmentos fotosintéticos, se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación simple para un 95 % de confianza, y una prueba de t-Student. Los resultados se expresaron en valores medios±error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable concentración de pigmentos fotosintético aunque no existieron diferencias estadísticamente significativas, desde el punto de vista biológico los mayores valores de clorofila_a (1,70±0,04 mg L⁻¹), clorofila_b (0,60±0,04 mg L⁻¹) y carotenos (0,52±0,04mg L⁻¹) fueron en las plantas tratadas siendo el testigo los menores valores de clorofila a (1,40±0,06mg L⁻¹), clorofila_b (0,33±0,03mg L⁻¹) y carotenos (0,40±0,03 mg L⁻¹) (Tabla II).

En la figura se muestra la evaluación cualitativa de los monoterpenos presentes en extractos hexano de *R. officinalis* L., cultivados con agua tratada magnéticamente y con agua sin tratamiento magnético. Se presentan los estándares de monoterpenos cineol, borneol, geraniol, linalol, citral, eucaliptol y citronelal, además de los extractos.

El estudio de los compuestos bioactivos en los extractos procedentes de las plantas regadas sin y con agua tratada magnéticamente, mostraron la presencia de algunos de los compuestos estándares en su composición, existiendo coincidencia de la estándares linalol (0,38), citral (0,25) y citronelal (0,50) para los extractos procedentes de plantas regadas sin y con agua tratada magnéticamente como se observa en la (Tabla III).

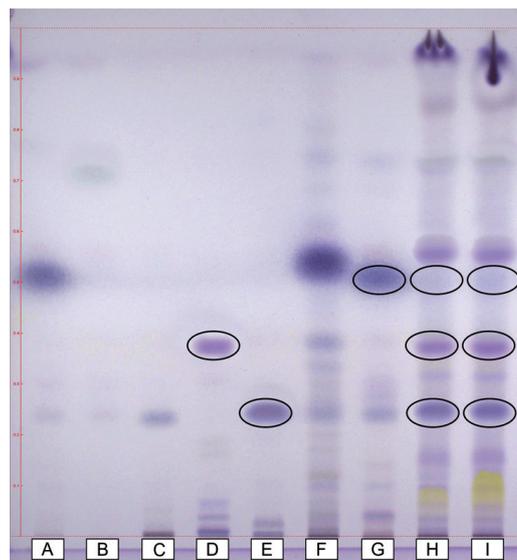
En los resultados algunos de los compuestos presentes en nuestros extractos están relacionados con la composición química de los aceites esenciales en la especie *Rosmarinus officinalis* cultivado en Pakistán, los cuales fueron determinados por métodos de cromatografía gaseosa y espectrometría de masa. En donde aparecen los grupos de monoterpenos oxigenados con un 67 % y los hidrogenados en un 27 % (3).

Debido a la importancia de los antioxidantes naturales existen estudios sobre los diferentes tipos de obtención y propiedades, pero la escasa difusión de los mismos y las diferentes condiciones de experimentación, hacen que se necesite de ajustes de ciertos parámetros de extracción como solventes y dosificación para que puedan más utilizados.

Tabla II. Efecto del agua tratada magnéticamente sobre la concentración de pigmentos fotosintéticos en hojas de *Rosmarinus officinalis* L. (p≤0,05)

Tratamientos	Pigmentos fotosintéticos(mg L ⁻¹)		
	Clorofila _a	Clorofila _b	Carotenos
Testigo	1,40 ± 0,06	0,33 ± 0,03	0,40 ± 0,03
120 mT	1,70 ± 0,04	0,60 ± 0,04	0,52 ± 0,04

Media±es (n=6)



A: cineol B: borneol C: geraniol D: linalol E: citral F: eucaliptol G: citronelal H: extracto hexano de plantas regadas sin campo magnético testigo I: extracto hexano de plantas regadas con agua tratada magnéticamente 120 mt

Perfil de monoterpenos identificados por HPTLC en extractos de hojas de *R. officinalis* cultivados con agua tratada magnéticamente

Tabla III. Valores del factor de retención (r_f) de los extractos hexano de *R. officinalis* L.

Compuesto	Rf
Cineol (A)	0,51
Borneol (B)	0,71
Geraniol (C)	0,23
Linalol (D)	0,38
Citral (E)	0,25
Eucaliptol(F)	0,53
Citronelal (G)	0,50
Extracto hexano control (H),	(1) 0,03; (2) 0,15; (3) 0,25; (4) 0,38; (5)0,50; (6) 0,55; (7) 0,73; (8) 0,84
Extracto hexano tratado (I)	0,03; (2) 0,15; (3) 0,25; (4) 0,38; (5)0,50; (6) 0,55;(7) 0,73; (8) 0,84

En la familia de las *Lamiaceae*, el aceite esencial se produce en las hojas por estructuras secretoras como los tricomas glandulares, peltados y capitados. En este aspecto el *R. officinalis* se han reportado diversos compuestos químicos, los cuales han sido agrupados de manera general por diversos autores, y se han identificado presencia de α -pineno, β -pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanil-acetato y β -cariofileno; los ácidos vanílico, caféico, clorogénico, oleanólico, rosmarínico, carnósico, ursólico, butilínico, betulínico, betulina, α -amirina, β -amirina, borneol, terpineol, linalol, citronelal y acetato de bornilo (19, 20).

Estudios realizados en *Melissa officinalis* perteneciente a la misma familia del *R. officinalis* reportaron en sus aceites esenciales compuestos similares como linalol, citronelal, metilcitronelal, siendo los monoterpenos los mayoritarios en la composición fitoquímica (21).

Los resultados obtenidos demuestran que las plantas regadas con agua tratada magnéticamente a una inducción de 120 mT, se obtuvieron mejores valores en la concentración de pigmentos fotosintéticos, en comparación con las plantas testigo. Al igual que se comprobaron la presencia de los monoterpenos linalol, citronelal y citral en los extractos obtenidos de plantas regadas con agua tratada magnéticamente y plantas control. Demostrándose que el campo magnético no varió ningún compuesto en ambos extractos; la ausencia de los demás estándares en la placa, pudo ser debido al método de extracción utilizado.

Este estudio contribuyó al conocimiento de la aplicación del agua tratada con campo magnético estático y su influencia en el riego del romero. Al mismo tiempo se utilizó el método de HPTLC como una herramienta rápida y económica para el análisis de drogas secas y extractos naturales. Todo ello permite la obtención de una materia prima desde el campo con mejor calidad, y que pueda ser utilizada en la elaboración de extractos antioxidantes naturales.

CONCLUSIONES

El trabajo se obtuvo mayores valores de clorofila a, b y carotenos con respecto a las plantas testigo. Se demuestra que el *Rosmarinus officinalis* cultivado con agua tratada magnéticamente presenta los mismos compuestos que las plantas sin tratamiento magnético. A través de las técnicas de Cromatografía de Capa Fina o Cromatografía de Capa Fina de Alta Resolución (TLC/HPTLC) se puede autenticar de forma preliminar y rápida, sustancias presentes en extractos naturales que son utilizados como medicamentos naturales o Fitofármacos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores ofrecen las gracias a la colaboración internacional de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)/CINVESTAV. Irapuato (México). Proyecto VLIR/UO, Universidad de Hasselt (Bélgica)/ Universidad de Oriente/CNEA (Cuba).

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández, L. F.; Palomino, O. M. y Frutos, G. "Effectiveness of *Rosmarinus officinalis* essential oil as antihypotensive agent in primary hypotensive patients and its influence on health-related quality of life". *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 151, no. 1, 10 de enero de 2014, pp. 509-516, ISSN 0378-8741, DOI 10.1016/j.jep.2013.11.006.
2. Afonso, M. S.; de O Silva, A. M.; Carvalho, E. B.; Rivelli, D. P.; Barros, S. B.; Rogero, M. M.; Lottenberg, A. M.; Torres, R. P. y Mancini-Filho, J. "Phenolic compounds from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) attenuate oxidative stress and reduce blood cholesterol concentrations in diet-induced hypercholesterolemic rats". *Nutrition & Metabolism*, vol. 10, 2013, p. 19, ISSN 1743-7075, DOI 10.1186/1743-7075-10-19.
3. Hussain, A. I.; Anwar, F.; Chatha, S. A. S.; Jabbar, A.; Mahboob, S. y Nigam, P. S. "*Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities". *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 41, no. 4, diciembre de 2010, pp. 1070-1078, ISSN 1517-8382, DOI 10.1590/S1517-83822010000400027.

4. Boix, Y. F.; Victório, C. P.; Defaveri, A. C. A.; Anuda, R.D.C.D.O.; Sato, A. y Lage, C. L. S. "Glandular trichomes of *Rosmarinus officinalis* L.: Anatomical and phytochemical analyses of leaf volatiles". *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, vol. 145, no. 4, 1 de diciembre de 2011, pp. 848-856, ISSN 1126-3504, DOI 10.1080/11263504.2011.584075.
5. Rodríguez, E. A.; Árias, A. J.; Vásquez, E. G.; Martínez, J. R. y Stashenko, E. E. "Rendimiento y capacidad antioxidante de extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* y *Psidium guajava* obtenidos con CO₂ supercrítico". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 36, no. 140, septiembre de 2012, pp. 305-316, ISSN 0370-3908.
6. Herrera, J. G. Á.; Rodríguez, S. L. y Chacón, E. "Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.)". *Agronomía Colombiana*, vol. 25, no. 2, 6 de marzo de 2010, pp. 224-230, ISSN 2357-3732.
7. Teixeira, da S. J. A. y Dobránszki, J. "Impact of magnetic water on plant growth". *Environmental and Experimental Biology*, vol. 12, 2014, pp. 137-142, ISSN 2255-9582.
8. Ali, Y.; Samaneh, R. y Kavakebian, F. "Applications of Magnetic Water Technology in Farming and Agriculture Development: A Review of Recent Advances". *Current World Environment*, vol. 9, no. 3, 31 de diciembre de 2014, pp. 695-703, ISSN 09734929, 23208031, DOI 10.12944/CWE.9.3.18.
9. Mostafazadeh-Fard, B.; Khoshravesh, M.; Mousavi, S. y Kiani, A. "Effects of Magnetized Water and Irrigation Water Salinity on Soil Moisture Distribution in Trickle Irrigation". *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 137, no. 6, 2011, pp. 398-402, ISSN 0733-9437, DOI 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000304.
10. El Sayed, H. E. S. A. "Impact of magnetic water irrigation for improve the growth, chemical composition and yield production of broad bean (*Vicia faba* L.) plant". *American Journal of Experimental Agriculture*, vol. 4, no. 4, 2014, pp. 476-496, ISSN 2231-0606.
11. Qados, A. M. S. A. y Hozayn, M. "Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituents of lentil (*Lens esculenta*) under greenhouse condition". *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, vol. 7, no. 4, 2010, pp. 457-462, ISSN 1818-6769, CABDirect2.
12. Ibrahim, A. y Mohsen, B. "Effect of irrigation with magnetically treated water on faba bean growth and composition". *International Journal of Agricultural Policy and Research*, vol. 1, no. 2, 2013, pp. 24-40, ISSN 2350-1561.
13. Shine, M. b.; Guruprasad, K. . y Anand, A. "Effect of stationary magnetic field strengths of 150 and 200 mT on reactive oxygen species production in soybean". *Bioelectromagnetics*, vol. 33, no. 5, 1 de julio de 2012, pp. 428-437, ISSN 1521-186X, DOI 10.1002/bem.21702.
14. Novitskii, Y. I.; Novitskaya, G. V. y Serdyukov, Y. A. "Lipid utilization in radish seedlings as affected by weak horizontal extremely low frequency magnetic field". *Bioelectromagnetics*, vol. 35, no. 2, 1 de febrero de 2014, pp. 91-99, ISSN 1521-186X, DOI 10.1002/bem.21818.
15. Maffei, M. E. "Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution". *Plant Physiology*, vol. 5, 2014, p. 445, ISSN 0032-0889, 1532-2548, DOI 10.3389/fpls.2014.00445.
16. Sturdivant, L. y Blakley, T. *Bootstrap guide to medicinal herbs in the garden, field & marketplace* [en línea]. edit. San Juan Naturals, NY, U.S.A., 1998, ISBN 978-0-9621635-7-9, [Consultado: 8 de febrero de 2016], Disponible en: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300044137>>.
17. Lichtenthaler, H. K. y Wellburn, A. R. "Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents". *Biochemical Society Transactions*, vol. 11, no. 5, 1 de octubre de 1983, pp. 591-592, ISSN 0300-5127, 1470-8752, DOI 10.1042/bst0110591.
18. Wagner, H. y Blatt, S. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*. edit. Springer Science & Business Media, 1996, 373 p., ISBN 978-3-540-58676-0.
19. Derwich, E.; Benziane, Z.; Chabir, R. y Taouil, R. "In Vitro antibacterial activity and GC/MS analysis of the essential oil extract of leaves of *Rosmarinus officinalis* grown in Morocco". *International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, vol. 3, no. 3, 2011, pp. 89-95, ISSN 0975-1491.
20. Türkmen, N.; Öz, A.; Sönmez, A.; Erol, T.; Gülümser, D.; Yurdakul, B.; Kayır, Ö.; Elmastas, M. y Erenler, R. "Chemical Composition of Essential Oil from *Rosmarinus Officinalis* L. Leaves". *Journal of New Results in Science*, vol. 6, no. 6, 2014, pp. 27-31, ISSN 1304-7981.
21. Saeb, K. y Gholamrezaee, S. "Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth". *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 2, no. 2, Supplement, febrero de 2012, pp. S547-S549, ISSN 2221-1691, DOI 10.1016/S2221-1691(12)60271-8.

Recibido: 15 de mayo de 2015

Aceptado: 29 de enero de 2016

TUTORIAL

NÚMERO ESPECIAL

*Este número de la revista está dedicado
al X Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal (BioVeg2015)*

El Centro de Bioplantas es una institución de investigaciones científicas, adscrita a la Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez” del Ministerio de Educación Superior de Cuba. El mismo surge en 1987 como un laboratorio de investigaciones y micropropagación de plantas frutales. Desde 1992, tiene como misión desarrollar, aplicar y ofrecer tecnologías, productos, asistencia técnica y servicios académicos de excelencia en el marco de la Biotecnología Vegetal.

El grupo de investigadores, técnicos de laboratorio y otro personal auxiliar altamente calificados, han sido galardonados con premios relevantes de la Academia de las Ciencias de Cuba y con reconocimientos por la labor que realizan en la transferencia de resultados científicos y tecnológicos, la producción de vitroplantas para el comercio internacional, y la educación postgraduada. Para el trabajo científico cuenta con seis laboratorios: Cultivo de Células y Tejidos Vegetales, Agrobiología, Interacción Planta-Patógeno, Ingeniería Metabólica, Mejoramiento Genético de Plantas y Computación Aplicada. Todos con las mejores facilidades y un equipamiento de alta calidad para asegurar resultados relevantes.

El Centro de Bioplantas desde 1997 y, como bienal, desarrolla su Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal (BioVeg), el cual constituye un marco excepcional para el intercambio de conocimientos y experiencias entre científicos, docentes y productores. En este se debaten en forma de Conferencia Magistrales, Talleres y Mesas Redondas durante sesiones de trabajo, los resultados más relevantes y los problemas más acuciantes que enfrenta la biotecnología vegetal cubana y mundial.

Por todo lo anterior, el Comité Organizador de BioVeg2015 en su décima edición se complace en presentarles una muestra representativa de 19 trabajos científicos completos recibidos y siente profunda satisfacción en invitarlos para el próximo BioVeg2017 que se desarrollará en la fecha 22-26 del mes de mayo.

Nota:

Durante el proceso de edición no se pudo acceder al trabajo de retoque y mejoramiento de imágenes, por lo que estas han sido insertadas con la misma calidad con la que enviaron sus autores.

La Editorial