

# Riego con agua tratada magnéticamente en *Rosmarinus officinalis* L. (romero) como alternativa en la propagación convencional

## Watering treatment magnetic in *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) how propagation conventional alternative

Yilan Fung, Elizabeth Isaac, Albys Ferrer, Ana M. Botta

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA)

E-mail: [elizabeth@cnea.uo.edu.cu](mailto:elizabeth@cnea.uo.edu.cu)

---

**RESUMEN.** Se realizó un experimento con el objetivo de estudiar el efecto del agua tratada magnéticamente en el crecimiento de *Rosmarinus officinalis* L. en vivero. Es una de las plantas de gran utilización y demanda por la población. La propagación *R. officinalis* ha ido disminuyendo hasta el punto en que se encuentra escasa. Se emplearon dos tratamientos con un rango de inducción de 0,06 T y 0,12 T, además de un control. Se evaluaron las variables, longitud del tallo, raíz y área foliar. Se obtuvo como resultado que las plantas regadas con agua tratada magnéticamente lograron un mejor crecimiento y desarrollo obteniéndose mayor número de posturas en menor tiempo de estancia que en la propagación convencional.

**Palabras clave:** Agua tratada magnéticamente, plantas medicinales, romero.

**ABSTRACT.** One carries out an experiment with the objective of studying the effect of the water tried magnetically in the growth of *Rosmarinus officinalis* L. in nursery. It is one of the plants of great use and it demands for the population. The propagation of the *R. officinalis* has gone diminishing until the point in that it is scarce. Two treatments were used with a range of induction of 0,06 T and 0,12 T, besides a control. The variables were evaluated, longitude of the shaft, root and area to foliate. It was obtained as a result that the plants watered with water tried magnetically achieved a better growth and development being obtained bigger number of postures in smaller time of stay that in the conventional propagation.

**Keywords:** Tried magnetic water, medical plant, rosemary.

---

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muy pocas especies que tengan desarrollada una tecnología de cultivo que facilite la producción agroecológica de plantas medicinales a escala comercial donde se manejen: cultivos, suelos, clima y agentes patógenos. (Acosta, 2001)

En la producción de plantas medicinales es necesario establecer tecnologías que retomando los conocimientos y las prácticas populares hagan posible: desarrollar plantas sanas y bien nutridas, menos susceptibles al ataque de patógenos.

El magnetismo ofrece un campo del saber que puede contribuir a mejorar las formas de propagación de esta planta para que sea aprovechada con fines medicinales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del

agua tratada magnéticamente en el crecimiento del *Rosmarinus officinalis* L. (romero).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como material inicial se emplearon estacas sin raíces, con hojas, de la especie *Rosmarinus officinalis* L. (romero) de 10 cm de longitud, provenientes de plantas adultas recolectadas por la Empresa Cultivos Varios en el municipio Santiago de Cuba. Las mismas fueron sembradas en 3 canteros de la parcela experimental mediante la metodología expuesta por Sturdivant y Blakley (1999).

Se utilizó un sustrato compuesto por una mezcla de tierra y materia orgánica, además se realizaron controles de agentes patógenos, bacterias y hongos según certificación del Centro de Estudios de Biotecnología (CEBI) de la Universidad de Oriente.

Características del sustrato:

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 49 mg/L

K<sub>2</sub>O: 55,2 mg/L

MgO: 12,09 mg/L

Materia Orgánica: mayor de 4,3 %

Conductividad eléctrica: 273  $\mu$ S

pH: 6,4

Se comprobó que el sustrato utilizado cumplía con los requisitos adecuados para plantar las estacas de romero, según lo establecido por las instrucciones técnicas de producción de posturas en cepellón. (Campanioni y otros, 2002)

El riego se realizó 2 veces al día a través de un sistema de microjet aéreo 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 de 2,54-2,91 m<sup>3</sup>/h

Conductividad eléctrica: 0,25 mS/cm

Se realizó el análisis químico al agua de riego obteniéndose los siguientes valores promedios:

Dureza cálcica: 144,6 mg/L

Dureza magnésica: 79,95 mg/L

Dureza total: 224,5 mg/L

Composición mineral:

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 261,2

Cl: 33,18

pH: 7,5

Para cada tratamiento magnético se utilizó un magnetizador exterior de imanes permanentes, diseñado, construido y calibrado en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA).

El magnetizador tenía las características siguientes: largo de los dos dispositivos 20 cm, inducción magnética 0,06 T y 0,12 T en la zona central del magnetizador; la inducción magnética fue medida con un Microweberímetro 192041, de error relativo de las mediciones menor del 5 %. Estos

resultados fueron comprobados con un equipo de Resonancia Magnética Nuclear y con un Teslámetro del tipo 410 Gaussmeter (error relativo de 0,01 G) de la firma Lake Shore, encontrándose una alta reproducibilidad entre los tres métodos de medición de campo magnético.

Se describe un grupo control (tratamiento 1) y dos tratamientos uno con 0,06 T (tratamiento 2) y 0,12 T (tratamiento 3). El tamaño de muestra fue de 40 plantas para cada tratamiento. Se realizaron tres tratamientos: T. Contel No mg. T. 1-0,06 T T-2 - 0,12 T.

Para corroborar el éxito del tratamiento magnético, se realizó el método Cristalóptico, según Vélez y Pirovorova (1993). El control de la calidad del tratamiento magnético se realizó según el método Cristalóptico.

El agua tratada magnéticamente se comenzó a utilizar después de plantadas las estacas en el sustrato, durante 3 meses.

Se evaluaron las variables morfoanatómicas: longitud del tallo, longitud de la raíz y área foliar. En ambos casos se utilizó una cinta métrica con un error de 0,006. Los resultados se expresan en centímetros (cm).

El área foliar se determinó por el Método del papel milimetrado (Ortega y Rodés, 1986).

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza con un Anova de clasificación simple mediante el paquete estadístico Statgraphyc 5.1

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable de longitud del tallo se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, se obtuvo un valor de 15,5 cm para el tratamiento de 0,12 T, seguido del valor 12,65 cm para 0,06 T y, por último, los controles con un valor de 11,6 cm. (Tabla 1)

Para la variable longitud de la raíz se realizó el Análisis de Varianza ( $P \leq 0.05$ ), en el cual se obtuvieron diferencias significativas; de forma general se observó un incremento significativo de la

**Tabla 1. Valores medios de la influencia del agua tratada magnéticamente en el crecimiento del *Rosmarinus officinalis* L. (romero)**

Tratamientos	Longitud del tallo (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Control	11,65 b	5,20 bc	0,41 b
Tratamiento 1(0,06 T)	12,65 ab	7,49 b	0,74 ab
Tratamiento 2 (0,12 T)	15,55 a	12,23 a	1,06 a
EE = ± DS	0,058	0,14	0,02

longitud de la raíz en los tratamientos de 0,12 T (12,22 cm) y 0,06 T (7,45 cm), respecto a las plantas control (5,20 cm). (tabla 1) Con la inducción de 0,12 T la raíz crece 2,35 veces más que en el control y 1,4 veces más en el tratamiento de 0,06 T, un sistema radical bien desarrollado puede absorber grandes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, entre otros, en forma iónica.

La fijación de las raíces al sustrato permite sostener toda la parte aérea de la planta. Sin embargo, muchas plantas tienen la propiedad de formar raíces a partir del extremo cortado de un tallo, estos se usan como forma de multiplicación.

En estos experimentos se inició la propagación vegetativa a partir de estacas cortadas de plantas de romero adultas, las cuales carecían de un sistema radical; transcurrido un período de 2 meses, ya las plantas comenzaron a iniciar el crecimiento en longitud. Hay que tener en cuenta que durante el proceso de elongación y crecimiento celular juegan un papel fundamental las hormonas endógenas, las cuales permiten el crecimiento y desarrollo de las raíces y de otros órganos de las plantas. (Buchanan y otros, 2000)

Todo ello apunta que al existir una mayor solubilidad y reordenamiento de iones en las plantas con tratamiento magnético de 0,12 T; pueden activarse más rápido los genes involucrados en la diferenciación celular y el movimiento de hormonas endógenas, existiendo una mayor actividad en los esquejes, lo que puede acelerar un sistema radical completo, como se observa en las plantas regadas con agua tratada magnéticamente, con respecto a las plantas del tratamiento control.

Vélez y Pirovarova (1993) refieren que el tratamiento

magnético del agua de riego favorece el desarrollo de la raíz, también contribuye a la regulación tanto de la afinidad de los transportadores de iones, a través de las membranas de la raíz, como a su vez, de la velocidad máxima de absorción de estos iones, todo lo cual conlleva a un mejor y mayor crecimiento de las plantas.

Si se analizan integralmente los resultados obtenidos para tallo y raíz, apunta a que los tallos de romero en condiciones normales forman raíces en un período de 3 a 6 meses, posee un sistema radical bien desarrollado y profundo, lo cual determina una gran absorción de nutrientes. (Lemes y 2001). Los resultados obtenidos demostraron que en un período de 3 meses con el uso del agua tratada magnéticamente puede formarse un sistema radical completo.

Kumar (1980) refiere que probando con reguladores del crecimiento en estacas de romero, alcanzó hasta un 95 % de estacas enraizadas cuando se trataron con 5 000 ppm de Ácido Naftalinacético (ANA) y Ácido Indoacético (AIA).

Schroeder (1995) encontró que la actividad de los canales iónicos en las membranas celulares es la encargada de la osmorregulación y de la distensión celular. Esta es una hipótesis sobre la interacción del campo magnético con la corriente iónica, la cual plantea que se altera la concentración iónica y la presión osmótica a ambos lados de la membrana celular (García y Arza, 2001). Los estímulos magnéticos traen consigo cambios en el flujo acuoso a través de la membrana celular y esta podría ser la explicación de las variaciones detectadas en las células vegetales expuestas a campos magnéticos (Vakharia y otros; 2001). Los resultados obtenidos indican que la entrada del agua tratada

magnéticamente a través de la pared celular y la membrana citoplasmática en las estacas de romero, estimuló la elongación celular del tejido meristemático, diferenciándolo en sistema radical.

El agua tratada magnéticamente favorece el crecimiento vegetal en el romero, lo que puede asociarse a la estimulación del tejido meristemático presente, conjuntamente con las características de totipotencia, favoreciéndose el desarrollo de la raíz principal. Estudios previos realizados en el CNEA, explican que en plantas aclimatizadas de *Coffea arabica* L. var. Caturra rojo, hay un incremento en la entrada de iones de calcio y magnesio, cuando estas son regadas con agua tratada magnéticamente (Fung y otros, 2004). Vélez y Pirovarova (1993) sugieren cambios en las características físico-químicas del agua tratada magnéticamente, que afectan principalmente a la disolución y absorción de nutrientes por las raíces. Se refieren variaciones en cuanto a la capacidad humectante, tensión superficial, capacidad de disolución, conductividad eléctrica y presión osmótica, entre otras características; que favorecen el desarrollo de la raíz y la regulación tanto de la afinidad de los transportadores de iones a través de las membranas de la raíz, como a su vez, de la velocidad máxima de absorción de estos iones, todo lo cual conlleva a un mejor crecimiento de las plantas tratadas magnéticamente.

Cuando aumenta la longitud del tallo, el tamaño del sistema radical aumenta proporcionalmente, lo que hace que el crecimiento de ambos esté muy interrelacionado y es probablemente debido a sus mutuas dependencias nutricionales; los tallos suministran compuestos orgánicos que las raíces no pueden sintetizar y reciben de las raíces agua y sales minerales a los que no puede tener acceso directamente. El crecimiento de la raíz y el tallo en todos los casos corrobora la interrelación entre ambas partes de la planta (Azcon y Talon, 2000). Según los resultados obtenidos, el ATM a 0,06 y 0,12 T, estimula el crecimiento de ambos, siendo el crecimiento del tallo 1,34 veces mayor en el ATM a 0,12 T que en el control, mientras que para 0,06 T se obtuvo un crecimiento 1,08 veces mayor que en los controles. Para la variable área foliar ( $P < 0,05$ ), el mayor valor se obtuvo con el ATM para 0,12 T con un área de 1,06 cm<sup>2</sup>, asimismo con el tratamiento de

0,06 T el valor obtenido fue de 0,74 cm<sup>2</sup>. Se obtuvieron valores superiores al control (0,41 cm<sup>2</sup>). En las inducciones trabajadas de 0,06 y 0,12 T, el área foliar se incrementa.

En la proporción entre el área foliar del tratamiento de 0,12 T con respecto al control, se obtuvo un valor 2,58 veces mayor que en el control; y de 1,80 veces para el tratamiento de 0,06 T. Estos resultados demuestran que el campo magnético al favorecer el desarrollo de la planta en su conjunto también produjo una estimulación en el crecimiento del área de las hojas de las plantas tratadas con 0,12 T. Estudios realizados en otros cultivos muestran que el riego con agua tratada magnéticamente tuvo valores superiores con respecto a las plantas control, por ejemplo: Cabrera y otros (1999) obtuvieron diferencias significativas en el número de hojas en la aclimatización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz); Ferrer y otros (2001) obtuvieron un incremento en el área foliar en plantas aclimatizadas de *Coffea arabica* L. var. Caturra rojo, cuando aplicaron una inducción de 0,04 T con respecto a las plantas control.

Los resultados obtenidos demostraron que en diferentes especies vegetales el agua tratada magnéticamente favorece el desarrollo de la planta en sentido general y a la vez produce una estimulación en el crecimiento de la superficie de las hojas. Aunque existen variaciones en cuanto a las inducciones magnéticas empleadas por diferentes investigadores en el tema; casi siempre se han obtenido valores superiores en los parámetros morfológicos analizados en relación con el control. Todo esto se traduce en una mejor calidad de las plantas propagadas.

## CONCLUSIONES

1. El agua tratada magnéticamente en el rango de inducción ensayado, permitió mejores parámetros morfoanatómicos: longitud del tallo, longitud de la raíz y el área foliar; con los mejores resultados en la inducción de 0,12 T.
2. El agua tratada magnéticamente estimuló el desarrollo del sistema radical, parámetro dependiente del incremento de las inducciones magnéticas 0,06 T y 0,12 T.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA L.: “Principios Agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales”, V Simposio Internacional de Plantas Medicinales. Ciencias y Homeopatía, C. de la Habana, Cuba, 2001.
2. AZCÓN-BIETO J.; M. TALÓN. EDS: *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, McGraw-Hill/Interamericana, Madrid Edicions Universitat de Barcelona, 2000.
3. BUCHANAN, B.B.; W. GRUISSEM AND R. JONES: *Biochemistry and Molecular Biology of plants*, American Society of Plant Physiologists, Rockville, USA, 2000.
4. CABRERA, M.; V. MEDERO Y M. GARCÍA: “Influencia del agua de riego tratada magnéticamente en la aclimatización de vitroplantas de yuca (*Manihot esculenta* L.)”, en 5to Coloquio Internacional de Biotecnología Vegetal, Villa Clara (Instituto de Bioplantas), Cuba, pp: 170-171, 1999.
5. CAMPANIONI, N. Y OTROS: Tecnología de Producción para Posturas en Cepellón, INIFAT, ACPA, A. U. Cuba, 2002.
6. FERRER, A.: Estudio del efecto del campo magnético en la micropropagación del caféto *Coffea arabica* L. var. Caturra rojo, Tesis de maestría, Centro de Estudio de Biotecnología industrial, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2001.
7. FUNG Y.; E. ISAAC; A. FERRER Y J. GONZÁLEZ: “Efecto del campo magnético en la absorción de algunos minerales en plantas aclimatizadas de café (*Coffea arabica* L. var. Caturra roja)”, *Revista cubana de Química*, 16(3), Cuba, 2004.
8. GARCÍA, F; J. ORTIZ Y L. ARZA: “Interacción del campo magnético con las corrientes iónicas en membranas celulares”, *Revista Electrónica Enlace*, Cuba, 1998.
9. LEMES, M.; C. RODRÍGUEZ Y L. ACOSTA: “Multiplicación vegetativa de *Rosmarinus officinalis* L. (Romero)”, *Rev. Cubana Plant Med*; (3):79-82, 2001.
10. ORTEGA, E.D Y R. RODÉS: *Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología Vegetal*, Editorial Pueblo y Educación, pp. 45-99, 1986.
11. SCHROEDER J. I: “Anion channels as central mechanisms for signal transduction in guard cells and putative functions in roots for plant-soil interactions”, *Plant Mol Biol* 28: 353-361, 1995.
12. STURDIVANT, L. AND T. BLAKLEY: *Medical Herbs in the Garden, field & Marketplace*, San Juan Naturals, WA, 1999.
13. VAKHARIA, H.; GREG J. GERMAN AND RAJEEV MISRA.: “Isolation and Characterization of *Escherichia coli* tolC Mutants Defective in Secreting Enzymatically Active Alpha-Hemolysin”, *Journal of Bacteriology*, 183(23):6908-6916 American Society for Microbiology, 2001.
14. VÉLEZ, R. Y N. PIROVOROVA: “Aplicación de campos magnéticos en líquidos y soluciones acuosas”, Conferencias. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Santiago de Cuba, 1993.

Recibido: 5/mayo/2007

Aceptado: 22/octubre/2007