

ALELOPATÍA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Efecto del agua magnetizada en algunos parámetros morfológicos de las especies romero (*Rosmarinus officinalis*) y llantén menor (*Plantago lanceolata*)
Effect of magnetic water on morfological parameters of species romero (*Rosmarinus officinalis*) y llantén menor (*Plantago lanceolata*)

Karen Alvarado, Albaro Blanco, Enidia Téllez, Norbelis Abreu y Keyler Matos.

Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz, El Salvador. Guantánamo, Cuba.

E-mail: karen@cdm.gtm.inf.cu

RESUMEN. Con el objetivo de conocer el efecto del agua magnetizada en algunos parámetros morfológicos de dos plantas medicinales se realizó el presente trabajo en el Centro de Desarrollo de la montaña en el período comprendido de enero-junio de 2006. Para el mismo se emplearon posturas de romero (*Rosmarinus officinalis*) de 10,0 cm de altura con 2 ramas y de Llantén menor (*Plantago lanceolata*) con una altura de 15 cm y un promedio de 7 hojas. Los tratamientos empleados fueron riego con agua tratada magnéticamente 1 vez al día y un control, el cual se regó con agua no tratada. El riego se realizó con manguera hasta capacidad de campo. Se empleó un diseño completamente al azar y los datos fueron analizados a través de un ANOVA de clasificación simple empleando el paquete estadístico STATGRAPHIC plus 5.1. Como resultado se encontró que el empleo del agua magnetizada resultó favorable para el desarrollo morfológico de estas especies.

Palabras clave: Agua magnetizada, morfología, *Plantago lanceolata*, *Rosmarinus officinalis*.

ABSTRACT. With the objective of knowing the effect of the water magnetized on morphological parameters of two medicinal plants was carried out the present work in the Center of Development of the Mountain in the understood period of January-June of 2006. For the same one postures of rosemary were used (*Rosmarinus officinalis*) of 10.0 cm of height with 2 branches and of smaller Llantén (*Plantago lanceolata*) with a height of 15 cm and an average of 7 Leaves. The used treatments were Watering with water tried magnetically 1 time to the day and a control which was watered with not treated water. The watering was carried out with hose until field capacity. A design was used totally at random and the data were analyzed through an ANOVA of simple classification using the statistical package STATGRAPHIC plus 5.1. as a result it was found that the employment of the magnetized water was favorable for the morphological development of theses species.

Key words: Water magnetized, morphology, *Plantago lanceolata*, *Rosmarinus officinalis*.

INTRODUCCIÓN

El agua es considerada el solvente universal, debido a la propiedad de disolver en mayor o menor grado, cualquier sustancia inorgánica y muchas sustancias orgánicas con las que llega a tener contacto. Esto debido esencialmente al “momento dipolar” de su molécula, que le permite separar las partículas formando iones, que se mantienen luego en la solución.

En los últimos años, ha surgido una nueva técnica: el tratamiento magnético del agua, por medio del cual se hace pasar ésta por un campo magnético a una velocidad media del orden de algunos litros por

minuto, luego de lo cual adquiere una propiedad singular.

En la agricultura se ha empleado el tratamiento magnético al agua de riego para propiciar a las plantas una mejor asimilación de los nutrientes y consecuentemente, favorecer el mejoramiento y desarrollo de las mismas (Francis, 1996).

La aplicación de la técnica del tratamiento magnético a los cultivos induce el aumento en los rendimientos (en dependencia de la especie) en cantidad de productos, tamaños de frutos, tubérculos, rizomas, así como el aumento de la calidad. Existen reportes

sobre la mayor durabilidad de la cosecha obtenida sobre el tratamiento magnético en el proceso de conservación. En varios experimentos llevados a cabo por especialistas nacionales y extranjeros, se ha podido conocer sobre la reducción significativa del proceso de evapotranspiración que se lleva a cabo en las plantas al estar sometidas a esta técnica de riego lo que conlleva a un menor consumo de agua por las plantas y permite reducir considerablemente niveles económicamente aceptados (Sarmientos y González, 1996).

En los últimos años el empleo de las plantas medicinales ha cobrado cierta importancia tras los efectos adversos de la síntesis química. El romero y el llantén menor son

plantas medicinales que deben ser cultivadas en las áreas del plan Turquino (Salud Pública, 1999). En la provincia de Guantánamo, especialmente en el Macizo de Nipe-Sagua-Baracoa, es muy escaso el consumo de medicamentos procedentes de ambas plantas, a partir del hecho de la no disponibilidad de la cantidad de biomasa vegetal necesaria para ello.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del agua tratada magnéticamente en el comportamiento de algunos parámetros morfológicos de las especies medicinales romero (*Rosmarinus officinalis*) y llantén menor (*Plantago lanceolata*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la casa verde del Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Centro de Desarrollo de la Montaña, en el período comprendido entre enero-junio de 2006. En el mismo se emplearon plantas de romero de 10,0 cm de altura y 2 ramas, procedentes de estacas colectadas en la localidad de Limonar de Monte Ruz y que habían sido previamente enraizadas en condiciones de casa de vegetación. Las posturas de Llantén menor con cuatro

meses de edad poseían una altura de 15 cm, 5-8 hojas y no poseían vástagos florales. Estas procedían de semillas germinadas en la casa de vegetación y que fueron traídas de la Estación Experimental de Plantas medicinales Juan Tomás Roig de Güira de Melena. En ambos casos se emplearon bolsos de polietileno los cuales contenían como sustrato la mezcla suelo (pardo con carbonato): humus de lombriz a razón 1:1 (Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas y físicas del sustrato empleado

pH(H ₂ O)	M.O (%)	P ₂ O ₅ (mg/100)	Da(g/cm ³)	Pa (%)	Cc (%)	Pt (%)	Dr (g/cm ³)
7.5	4.72	11.17	0.61	28.2	19.2	61.75	2.65

Leyenda: Da: densidad aparente, Pa: porosidad de aireación, Cc: Capacidad de campo, Pt: porosidad total, Dr: densidad real

Las características de la mezcla fueron determinadas por los métodos siguientes:

pH: método potenciométrico.

Materia orgánica: Espectrofotometría (Norma ramal MINAG 1988)

Contenido de fósforo: Oniani (Norma ramal MINAG 1988)

Densidad aparente: método de los cilindros (98cm³) en campo, (NRAG-371)

Densidad real: picnometría (NRAG-373)

Porosidad de aireación: Diferencia

Porosidad total: a través de la fórmula, $P = (1 - Da/Pe)100$

Capacidad de campo: prensa Richard.

Las normas ramales mencionadas son descritas por MINAGRI(1979, 1980, 1985 y 1988).

Los tratamientos empleados se describen a continuación:

1. Riego con agua no tratada magnéticamente (Control)
2. Riego con agua tratada magnéticamente

El riego y el resto de las atenciones culturales se realizó según instructivo técnico. 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 soviético 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. El mismo fue colocado en la tubería que lleva el agua hasta la llave. Se empleó un diseño completamente al azar, con 50 plantas por tratamiento. Para la evaluación se tomó una muestra constituida por 20 plantas que fueron

tomadas al azar teniendo en cuenta el efecto de borde. Las evaluaciones se realizaron a los 30 y 60 días posteriores al montaje del experimento.

Se evaluó, en el caso del romero, la longitud: (se midió con una regla graduada desde la base del tallo hasta el cuello de la raíz) y número de ramas; para el llantén menor se evaluó la longitud, número de hojas y número de vástagos florales emitidos.

Se aplicó test de Student para $p < 0,05$ a los datos que cumplían con los supuestos teóricos y cuyas varianzas eran iguales, los que no cumplían estos requisitos fueron procesados con la prueba no paramétrica de Mann Whitney $p < 0,05$. Se utilizó Statgraphic. Versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El agua magnetizada tuvo un efecto positivo sobre la altura de las plantas en ambas especies estudiadas y se mantuvo hasta los 60 días, encontrándose

diferencia estadísticamente significativa para todos los casos. Es válido destacar que el incremento logrado fue superior para el romero. (figura 1)

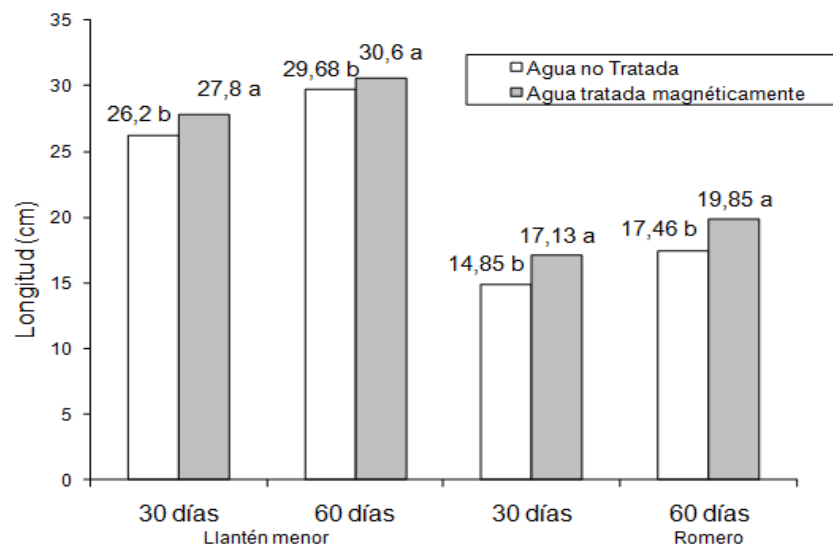


Figura 1. Altura de las plantas de romero y llantén menor tratadas con agua magnetizada

Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student (30 días) y Mann Whitney (60 días) para $p \leq 0,05$

Lo anterior pudiera estar dado por una mayor y mejor absorción de los elementos nutritivos presentes en el agua tratada. Ferrer *et al.* (2004), realizaron un estudio en algunos parámetros fisiológicos de plántulas de cafeto en fase de aclimatización y observaron un aumento en el número de estomas y en la apertura estomática.

Pudiéramos inferir que en el presente experimento pudo haber ocurrido algo similar, lo que permitiría mayor regulación del intercambio gaseoso de las

plantas, permitiendo un notable desarrollo de las mismas.

Los diversos procesos de crecimiento que ocurren simultáneamente en una planta no son independientes, sino que están muy ligados unos con otros. Cuando el tallo incrementa longitud por la actividad del meristemo apical, también incrementa su grosor por la actividad cambial; se aumenta la rigidez de las partes más viejas lo que hace posible que todo el tallo se mantenga erecto. Cuando el

tallo incrementa los requerimientos de agua y nutrientes minerales, estos son abastecidos con un balance adecuado entre el crecimiento del tallo y la raíz. Cuando el tallo aumenta en volumen, el tamaño del sistema radical se torna proporcionalmente mayor, lo que hace posible cubrir los requerimientos adicionales de nutrientes minerales.

El sistema radicular crece más con riego de ATM que con agua corriente, siendo en muchas especies un aspecto relevante, pues alcanza en ocasiones hasta dos veces más de longitud. Las plantas sometidas a ATM tienden a alargar su ciclo de desarrollo, es decir, demoran en envejecer luego de arribadas a la cosecha en comparación con las regadas con agua corriente. Se ha observado además, tendencia al adelanto del comienzo de la

floración y al cuajado de los frutos. (Smith, 1993). Viltre (1999) obtuvo incremento en la solubilidad de las sales con la aplicación del campo magnético. En otras especies también se han encontrado diferencias altamente significativas en la altura de la planta; por ejemplo en la aclimatización con agua tratada magnéticamente de ñame (*Dioscorea alata* variedad Cartagena) (Botta y otros., 2001) y café (*Coffea arabica* variedad Caturra rojo) (Ferrer y otros., 2001).

Se observa un incremento de las variables evaluadas al emplear para el riego agua tratada magnéticamente (tabla 2), con diferencias estadísticamente significativas tanto para el número de hojas en el llantén como para el número de ramas en el romero.

Tabla 2. Número de hojas emitidas en el llantén menor y el número de ramas en posturas de romero tratadas con agua magnetizada bajo condiciones de casa de vegetación

Tratamientos	Número de Hojas (Llantén menor)		Número de ramas (Romero)	
	30 días	60 días	30 días*	60 días*
Agua no tratada	8.0 b	10.2 b	4.8 b	6.2 b
Agua tratada magnéticamente	9.0 a	12.7 a	7.48 a	6.65 a

Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student (30 días) y Mann Witney (60 días) para $p \leq 0,05$

Un mayor número de hojas en las plantas garantiza una mayor absorción de agua y nutrientes; así como una mayor eficacia de procesos metabólicos como la fotosíntesis y la transpiración. Tengamos en cuenta que las plantas con una mayor superficie foliar, deben poseer una mayor ventaja al realizar los procesos de fotosíntesis, respiración y transpiración, obteniéndose una mayor eficacia de los procesos metabólicos que contribuirán en un mejor desarrollo de la planta.

Bonner y Galston (1977) plantean que el valor alcanzado por la fotosíntesis es en efecto proporcional a la concentración en clorofila en la célula en un amplio intervalo. Por lo que al obtenerse un mayor porcentaje de pigmentos fotosintéticos las plántulas aumentaron su capacidad para realizar la fotosíntesis, proporcionando un mayor vigor y desarrollo durante su crecimiento.

Todos los organismos fotosintéticos, excepto las bacterias, utilizan al agua como dador de electrones o de hidrógeno para reducir a varios aceptores electrónicos, desprendiendo como consecuencia

oxígeno molecular procedente del agua (Azcón – Bieto, 1993). El agua bajo estímulos magnéticos sufre modificaciones (Pirovarova y Vélez, 1993), lo que puede repercutir favorablemente en el transporte electrónico que se realiza durante la fotosíntesis.

La figura 2 muestra que el número de vástagos florales emitidos estuvo influido por el riego con agua tratada magnéticamente en el llantén menor a los 30 días. A los 60 días no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, no obstante el valor medio de vástagos florales en plantas tratadas magnéticamente fue ligeramente superior que para las plantas regadas con agua no tratada.

Desde el punto de vista biológico es válido tener en cuenta este resultado, pues como ya se refirió con anterioridad el incremento de la absorción de nutrientes en este tratamiento, repercute de forma positiva en el crecimiento y desarrollo de las células vegetales.

Es posible que con el tratamiento magnético del agua de riego se incremente la presión de turgencia de las células epidérmicas adyacentes, al penetrar mayor cantidad de agua en células vegetales expuestas a la acción de campos magnéticos. Cabrera y otros. (1999) plantean que el agua tratada magnéticamente es más fácilmente asimilable por las células.

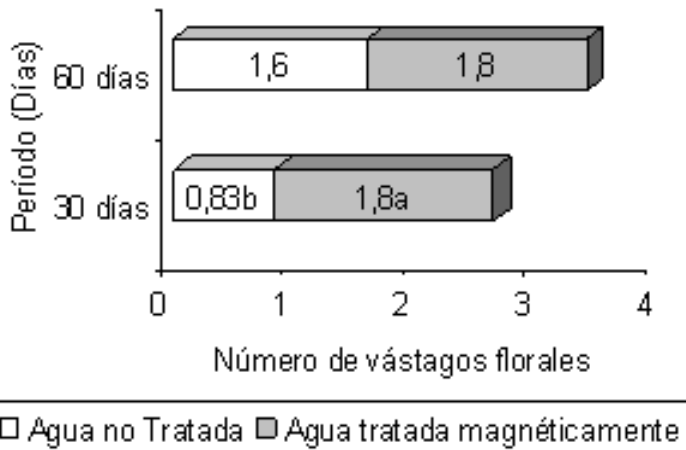


Figura 2. Número de vástagos florales emitidos por las plantas de llantén bajo el efecto del tratamiento con agua magnetizada

En el agua tratada magnéticamente se disminuye la tensión superficial, causando un aumento en la solubilidad y transportación de la misma (principio magneto-hidrodinámico), lo cual favorece un mejor transporte de las sustancias minerales que utiliza la planta en el proceso de adaptación al medio, permitiéndole sobrevivir.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que con el empleo del agua de riego tratada magnéticamente fue posible incrementar los índices morfológicos evaluados para el romero y el llantén menor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Azcón-Bieto, J. y M. Talón.: *Fisiología y Bioquímica Vegetal*, Mc Graw - Hill - Interamericana de España, pp. 580, 1993.
2. Bonner, J. y A. Galston: *Principios de Fisiología Vegetal*, Editorial Pueblo y Educación, 4ta Edición, Ciudad de la Habana, Cuba, pp. 485, 1937.

3. Botta, A.M.; Y. Fung; A. Ferrer; S.M. Cots: "Efecto del campo magnético en la aclimatización de ñame (*Dioscorea alata* L.)". Libro Resumen BioVeg'2001. Centro de Bioplasmas. Ciego de Ávila, Cuba, 2001.

4. Ferrer. A.; S. M. Cots; Y. Fung; E. Isaac : "Aclimatización de caféto (*Coffea arabica* L.) var. Caturra Rojo utilizando agua tratada magnéticamente". Libro Resumen BioVeg'2001. Centro de Bioplasmas, Ciego de Ávila, Cuba.

5. Ferrer.AE.D; Y.Fung; E.Isaac; I.Novoa: Estudio fisiológico a plántulas de caféto (*Coffea arabica* L.) var. Caturra rojo aclimatizadas con agua tratada magnéticamente. Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. Publicación Electrónica en CD ROM. ISBN: 959-7189-01-1, pp 6, 2004.

6. Francis, V.H.: "Cell culture dosimetry for low frequency magnetic fields". Sequence: Wiley-liss. Inc pp 48-57. 1996.

7. MINAGRI: DNMCC. Dirección de Normalización, Metrología y Control de la Calidad. Normas ramales 262, 263, 371, 373, 375. Cuba, 22 pp.,1979.

8. MINAGRI: DNMCC. Dirección de Normalización, Metrología y Control de la Calidad. Normas ramales 262, 263, 371, 373, 375. Cuba, 22 pp., 1980.

9. MINAGRI: Instituto de suelos: *Manual de técnica de análisis químico de suelos, plantas y agua*, Acad. Ciencias Cuba, La Habana, 64 pp.,1985.

10. MINAGRI: Norma Ramal Suelos Análisis Químico. Determinación de los contenidos de fósforo y nitrógeno total, % de materia orgánica y de humus. CDU: 631.416 (083.75)(729.1). NRAG 892, 1988.

11. Pirovarov, N. y R. Velez: : Aplicación de campos magnéticos en líquidos y soluciones acuosas. Conferencias, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Santiago de Cuba, Cuba,1993.

12. Salud Pública: Programa Nacional de Medicina Tradicional y Natural, 1999.

13. Sarmientos, L. y J. González: "Biomagnetismo: Una aproximación a su estudio". Centro Nacional de

Electromagnetismo Aplicado (CNEA) Santiago de Cuba, 1996.

14. Smith, S.D.: "Effects of pulsed magnetic fields on root development in plant cutting". Preliminary observation pp. 67, 1993.

15. Viltre. R.;J. M Pérez; E. Vega; *et. al.*: "Efecto del tratamiento magnético del agua sobre la solubilidad del carbonato de calcio y magnesio presentes en una muestra de incrustación a diferentes temperaturas". *Tecnología Química*, 19 (2): 72-78, 1999.

Recibido: 17/06/2009

Aceptado: 07/11/2011