

**Influencia del agua tratada magnéticamente en la obtención de posturas de lechuga (*Lactuca sativa*, L).**  
**Influence of magnetically treated water in obtaining postures of lettuce (*Lactuca sativa* L).**

**Autores:** Keyler Matos, Álvaro Blanco, Marcelo Columbié y Esmérida Sánchez.

**Centro:** Centro de Desarrollo de la Montaña.

**Email:** [albaro@cdm.gtmo.inf.cu](mailto:albaro@cdm.gtmo.inf.cu)

**Resumen.**

El trabajo se desarrolló en el Centro de Desarrollo de la Montaña ubicado a 470msnm con el objetivo de conocer la influencia del agua tratada magnéticamente en la obtención de posturas de la lechuga (*Lactuca sativa* var. Black S-S). Para el mismo se emplearon semillas procedentes de la empresa de semillas Guantánamo. Se utilizó un diseño completamente al azar unifactorial donde el factor lo constituyó el riego (Control: riego con agua no tratada, riego con agua tratada magnéticamente). El riego se realizó con manguera y la norma se aplicó según lo establecido por el instructivo técnico. La siembra se realizó sobre sustrato constituido por suelo pardo con carbonato y humus de lombriz a razón 3:1. La preparación de suelo y las actividades agrotécnicas se realizaron según instructivo técnico. Los datos fueron analizados a través del paquete estadístico STATGRAPHIC plus 5.1. Los datos mostraron que el riego con agua magnetizada resultó favorable para el desarrollo de las plantas.

**Palabras clave:** Lechuga, *Lactuca sativa*, L, agua tratada magnéticamente, Sustrato, humus de lombriz.

**Abstract.**

The work was developed in the Centro de Desarrollo de la Montaña located at 470msnm with the objective of knowing the influence of the water tried magnetically in the obtaining of postures of the lettuce (*Lactuca sativa* var. Black S-S). For the same one seeds coming from the Guantánamo company of seeds were used. A design completely randomised unifactorial was used where the factor constituted it the watering (Control: water with not treated water and water tried magnetically). The watering was carried out with hose and the norm was applied according to that settled down by the technical instructive. The substrate was constituted by brown floor with carbonate and worm casting to reason 3:1. The data were analyzed through the statistical package STATGRAPHIC plus 5.1. The result showed that the watering with magnetized water was increased for the development of the plants.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, L, magnetized water, substrate, worm casting

### Introducción.

Las plantas al ser regadas con agua tratada magnéticamente (ATM), logran acelerar el crecimiento y este se ve influenciado en varias magnitudes en dependencia de la caracterización y especificación del tratamiento que ha sufrido el agua en cuestión. Esto se cumple para un gran número de eventos ocurridos en esta rama de la ciencia (Francis, 1996).

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 arribada 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).

Según Vélez *et. al* (1993), estos cambios se relacionan con modificaciones en la propia agua, en tanto otros autores plantean que las modificaciones ocurren en los iones de las sustancias disueltas en ella y un tercer grupo la relacionan con las partículas coloidales ferromagnéticas, las cuales poseen una gran susceptibilidad a los CM. Se refieren variaciones en cuanto a la capacidad humectante, tensión superficial, capacidad de disolución, conductividad eléctrica y presión osmótica.

La lechuga (*Lactuca sativa*, L) es una hortaliza muy demandada en Cuba. Según Guenkov, (1989) su cualidad como alimento, se refiere al contenido de vitaminas y sales minerales de fácil absorción. En la zona montañosa del municipio El Salvador de la Provincia Guantánamo, la producción de ésta es muy pobre y las plantas obtenidas son de baja calidad, debido entre otros aspectos al nivel de erosión de los suelos; que ha provocado la pérdida de la fertilidad y al poco acceso al riego.

Teniendo en cuenta que el riego con agua tratada magnéticamente permite un mayor aprovechamiento del agua en función de la calidad de las plantas, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la influencia del agua tratada en la germinación de semillas de lechuga y el desarrollo morfológico de las posturas.

### Materiales y métodos.

El trabajo se desarrolló en el Centro de Desarrollo de la Montaña ubicado en Limonar de Monte Ruz a 470m snm, en el período comprendido entre Octubre y Diciembre de 2008. Con el objetivo de evaluar la influencia del agua tratada magnéticamente en la obtención de posturas de lechuga (*Lactuca sativa* var.Black Seeded Simpsom BSS), para ello se construyeron canteros en casa verde de 1m<sup>2</sup>, en los cuales se depositó el sustrato constituido por suelo y humus de lombriz a razón de 3:1 (Tabla 1).

**Tabla 1. Características químicas y físicas del sustrato empleado.**

<i>pH</i> (H <sub>2</sub> O)	<i>M.O</i> (%)	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i> (mg/100)	<i>Da</i> (g/cm <sup>3</sup> )	<i>Pa</i> (%)	<i>Cc</i> (%)	<i>Pt</i> (%)	<i>Dr</i> (g/cm <sup>3</sup> )
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 siguientes métodos:

pH: método potenciométrico.

Materia orgánica: Espectrofotometría (Norma ramal MINAG. 1988)

Contenido de fósforo: Oniani (Norma ramal MINAG. 1988)

Densidad aparente: método de los cilindros (98cm<sup>3</sup>) en campo, (NRAG-371)

Densidad real: picnometría (NRAG-373)

Porosidad de aireación: Diferencia

Porosidad total: a través de la fórmula,  $P = (1 - D_a / P_e) \cdot 100$

Capacidad de campo: prensa Richard.

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

Se emplearon semillas certificadas procedentes de la Empresa de Semillas Guantánamo, con un poder de germinación del 94%, para 1m<sup>2</sup> se utilizaron 1.5 g de semillas según instructivo técnico.

Los tratamientos empleados fueron:

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

El riego se realizó con regadera y una norma de 6.8 L/m<sup>2</sup> según instructivo técnico como el resto de las atenciones culturales. Se utilizó un magnetizador exterior de imanes permanentes, diseñado, construido y calibrado en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA).

El magnetizador tenía las siguientes características: largo de los dos dispositivo 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 es 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.

El experimento se montó bajo un diseño completamente al azar con tres réplicas. Fueron evaluadas 30 plantas por tratamiento que fueron tomadas al azar desechándose la de los bordes.

Se evaluó Días necesarios para que el 70% de las posturas estén aptas para el transplante, según Guenkov (1989):

Parámetros	Valor
Período necesario para que estén aptas (Días)	20
Altura (cm)	8-10
Número de Hojas	3

En el momento del transplante se evaluó:

Número de Hojas

- Altura de la planta (cm): con una regla graduada.

**Número de raíces**

- Longitud de las raíces.
- Se evaluó además total de posturas obtenidas por m<sup>2</sup>.
- Se consideró germinadas las semillas cuando las hojas cotiledonales eran perceptibles.

Para los datos que cumplían con los supuestos teóricos además las varianzas eran iguales se realizó un test de Student para  $p \leq 0.05$  al resto se les aplicó la prueba no paramétrica de Mann Whitney  $p \leq 0.05$ , a través del paquete estadístico STATGRAPHIC.

**Evaluación económica.**

La valoración económica de los resultados para la etapa de semillero (mejores tratamientos en cada cultivo) se realizó según la metodología propuesta por la FAO (1980), evaluando los siguientes indicadores:

- Valor de venta (\$) de 1000 posturas.
- Costo de producción (\$): según los gastos incurridos para la producción de 1000 posturas
- Beneficio (\$): según la ganancia neta obtenida de acuerdo a la diferencia entre el valor de venta de las posturas y los costos de producción
- Relación B/C: cociente obtenido de dividir el beneficio entre el costo de producción. Valores de la relación beneficio / costo mayores a 1 indican el aporte de ganancia y un valor de 2 la obtención de un beneficio del 100 %. Valores de 3 o superiores corresponden a ganancias muy notables (FAO, 1980).

Para el cálculo de estos indicadores, se utilizó como información básica:

Precio de venta de 1000 posturas (\$), según Listado Oficial de Precios (Cuba. MINAG, 2001 b).

-Lechuga.....	15,00
Otros Precios	
Agua (L) _____	0.60\$
Materia orgánica (t) _____	36.00\$
Magnetizador _____	210.00\$
Salario de 1 técnico de producción media _____	350.00\$
 Semilla (kg) _____	 16.68\$

**Resultados y discusión.**

Como es un cultivo de ciclo corto es muy importante el período necesario para la obtención de las posturas. En la tabla 1 se muestra que con el empleo del agua tratada magnéticamente se logró disminuir el número de días necesarios para que el 70% de las posturas estén aptas para ser transplantadas con diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento control.

**Tabla 1. Días necesarios para que el 70 de las posturas estén aptas para el transplante.**

Tratamientos	Días necesarios para que el 70% de las posturas estén aptas.
Control	23b
Agua Tratada	18a

Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student  $p \leq 0.05$ .

En el test de Student realizado para la altura de la planta y el número de hojas se observó diferencias, con una significación estadística de 0.05 (Tabla 2). Las plantas tratadas mostraron un valor medio para la altura de 13.56cm, mientras en las no tratadas fue de 12.13cm. Para el número de hojas las plantas tratadas mostraron un valor medio de 3.53cm, mientras en las no tratadas fue de 3.33cm

**Tabla 2. Respuesta de la altura y el número de hojas de las posturas al momento del transplante.**

Tratamientos	Altura (cm)	NH
Control	8.13 b	3.33 a
Agua Tratada	13.56 a	3.53 a

Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student  $p \leq 0.05$ .

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 yuca (*Manihot esculenta* Crantz), ñame (*Dioscorea alata* variedad Cartagena) (Botta *et. al.*, 2001) y café (*Coffea arabica* variedad Caturra rojo) (Ferrer *et. al.*, 2001).

Diyak y col (1986) aplicaron campos magnéticos permanentes de diversas intensidades durante distintos tiempos en algunas variedades de tomate, obteniendo un máximo de longitud de las distintas plantas tratadas, frente a las plantas sin tratar, cuando la intensidad del campo fue de 1250 Gauss y el tiempo de aplicación de 15 minutos.

González, J. *et. al.* (2000) evaluaron el efecto del agua tratada magnéticamente en semilleros de tomate híbrido FA-516 en condiciones de casa de cultivo protegido. Encontraron que la germinación, tamaño de la planta, diámetro del tallo y número de ramas emitidas fueron estimuladas cuando las plantas fueron regadas con el agua tratada. Esto trajo como resultado una aceleración del proceso de germinación de la semilla y estimulación del desarrollo de la planta en todo el período evaluado (Goldsworthy, 1992).

El Análisis para las variables número de raíces y longitud de las raíces mostró diferencias significativas entre los tratamientos. (Tabla 3). Al comparar las medias de ambos tratamientos se observa que los mayores valores medios se obtuvieron en las plantas regadas con agua tratada magnéticamente con relación al control; demostrándose así que el riego con agua tratada magnéticamente mejoró la tasa de crecimiento de estos órganos. Esto pudiera estar dado porque el agua tratada magnéticamente al estar más disponible sobre el sustrato vegetal, facilita la absorción radicular y el desarrollo de la planta en general.

**Tabla 3. Respuesta del número de raíces de las posturas de lechuga al momento del transplante.**

Tratamientos	Nra *	Long. raíz (cm)**
Control	13 b	3.5 b
Agua Tratada	24.1 a	5.4 a

\*Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student  $p \leq 0.05$

\*\*Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para prueba no paramétrica de Mann Witney  $p \leq 0.05$ .

El agua en su forma líquida permite la difusión del flujo masivo de solutos y por esta razón es esencial para el transporte y distribución de nutrientes y metabolitos en toda la planta; es el componente mayoritario en las plantas, por lo que afecta directa o indirectamente la mayoría de los procesos fisiológicos. (Azcon - Bieto y Talon, 1993). Oleshko *et. al.* (1980), analizaron conjuntamente la alteración del suelo y el desarrollo de la planta cuando aplicaron campos magnéticos permanentes de 1500 - 3500 Gauss, durante 15 y 30 minutos, observando que aumentó el grado de agregación del suelo en función de sus componentes paramagnéticos y ferromagnéticos, favoreciendo el desarrollo de la raíz y a su vez de la planta en general.

En trabajos realizados por Justiz *et. al.* (1995), se obtuvieron incrementos en la longitud de la raíz en plántulas de maíz (*Zea mays*) puestas a germinar utilizando agua tratada magnéticamente por un electroimán a 1500 Gauss.

Como se puede observar en la tabla 4 en el tratamiento donde se empleó el agua tratada magnéticamente el número de posturas obtenidas superó significativamente al tratamiento control, el cual estuvo por debajo de lo planteado por Guenkov (1989) quien refiere que deben obtenerse 500 posturas por  $m^2$ .

**Tabla 4. Respuesta del número de raíces de las posturas de lechuga al momento del transplante.**

Tratamientos	Número de posturas obtenidas/ $m^2$
Control	335b
Agua Tratada	520a

Medias con letras desiguales para cada variable de manera independiente difieren significativamente para Test de Student  $p \leq 0.05$

### Evaluación económica.

Como se puede observar en la tabla 5 al emplear el riego con agua tratada magnéticamente el costo de producción de 1 postura disminuyó en 0.08\$, en lo cual influyó notablemente el número de días necesarios para que las posturas estén aptas y el número de posturas obtenidas al final del proceso.

**Tabla 5. Evaluación económica**

Tratamiento	Costo de producción de 1 postura (\$)
Control	0.43
Agua Tratada	0.35

### Conclusiones.

El empleo del agua tratada magnéticamente permitió disminuir el número de días necesarios para que el 70% de las posturas estén aptas para el trasplante.

El riego con agua tratada magnéticamente permitió lograr incrementos en altura, número de hojas, número de raíces y longitud de las raíces, lo que indica que puede ser utilizada en condiciones de montaña para incrementar la eficiencia del riego y para la obtención de posturas de lechuga de optima calidad para ser trasplantadas.

El costo de producción de una postura disminuyó cuando se empleó el riego con agua tratada magnéticamente.

### Bibliografía.

- Azcón-Bieto, J. & Talón, M. (1993). Fisiología y Bioquímica Vegetal. España: Mc Graw - Hill - Interamericana de España.
- Botta, A.M.; Fung, Y.; Ferrer, A. & Cots, S.M. (2001). Efecto del campo magnético en la aclimatización de ñame (*Dioscorea alata* L.). Ciego de Avila: Centro de Bioplasmas.
- Dijak, M.; Smith, D. L.; Wilson, T. J. & Brown, D. X. W. (1986). Stimulation of direct embryogenesis from mesophyll protoplasts of *Medicago sativa*. *Plant Cell Reports* 5, p. 468-470.
- Ferrer, A.; Cots, S. M.; Fung, Y. & Isaac, E. (2001). Aclimatización de café (Coffea arabica L.) var. Caturra Rojo utilizando agua tratada magnéticamente. Ciego de Avila: Centro de Bioplasmas.
- Francis, V. H. (1996). Cell culture dosimetry for low frequency magnetic fields. Sequence: Wiley-liss. Inc., p. 48-57.
- Goldsworthy, A. & Lago, A. (1992). Electrical control of differentiation in callus natural electric potentials. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 30, p. 221-226.
- González, J.; Martín, R.; Alarcón, O. & Sarmientos, L. (2000). Incidencia del agua tratada magnéticamente en el cultivo del tomate híbrido FA-516, en fase de

- semillero en condiciones de cultivo protegido. Ponencia Forum Tecnológico Especial de Magnetismo. La Habana.
- Justiz, E.; Ferrer, A. & Novoa, I. (1995). Influencia del Tratamiento magnético del agua en la germinación de semillas de maíz (*Zea mays*). Forum Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Universidad de Oriente.
- MINAGRI. DNMCC. (1979). Dirección de Normalización, Metrología y Control de la Calidad. Normas ramales 262, 263, 371, 373, 375. Cuba.
- MINAGRI. DNMCC. (1980). Dirección de Normalización, Metrología y Control de la Calidad. Normas ramales 262, 263, 371, 373, 375. Cuba.
- MINAGRI. (1985). Manual de técnica de análisis químico de suelos, plantas y agua. La Habana: Academia de Ciencias, Instituto de Suelos.
- MINAGRI. (1988). 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.
- Oleshko, K. P; Vadyunina, V.A. & Zhilyayeva, A. (1980). Effect of magnetic field on the properties of soil and plants. *Soviet Soil Sciences*. 12(4), p. 422-431.
- Sarmientos, L. & González, J. (1996). Biomagnetismo: Una aproximación a su estudio. Santiago de Cuba: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA).
- Smith, S. D. (1993). Effects of pulsed magnetic fields on root development in plant cutting. Preliminary observation.

**Fecha de recibido: 28. jun. 2011**  
**Fecha de aprobado: 19. sep. 2011**