

# Fluid Force (FF) y la producción Agrícola.

## 1) Procesos básicos de la nutrición en las plantas.

a) Absorción: se produce asimilando las sales disueltas por las raíces, donde se emplean dos mecanismos: por una parte, los de osmosis a través de los poros; por otra, el uso de transportadores de membrana que captan a los iones, facilitando su paso a través de la raíz.

b) Circulación: se realiza transportando las sustancias desde las raíces hacia las hojas y, de éstas a toda la planta.

c) Transpiración: elimina el exceso de agua.

d) Respiración: oxida las sustancias para obtener energía. Se consume el oxígeno y se produce dióxido de carbono.

e) Fotosíntesis: sintetiza sus propias sustancias orgánicas, donde intervienen el agua, la clorofila, el dióxido de carbono y la luz.

f) Asimilación: incorpora los compuestos solubles de la savia elaborada para todas las células de la planta.

g) Excreción: expulsa las sustancias producidas por el protoplasma, gracias a los órganos especializados.

## 2) Órganos implicados en la nutrición de las plantas.

**2.1) La raíz** capta los iones y el agua como materia inorgánica. Se encuentra enterrada en el suelo (también existen raíces acuática y aéreas) debido a su geotropismo positivo hacia el centro de la Tierra. Sus funciones principales son:

- Fijación: Proporcionar a la planta una estructura de fijación al suelo.

- Absorción: Absorber y conducir al tallo de la planta las sustancias alimenticias disueltas en el suelo, incorporando agua y sustancias inorgánicas a la planta mediante las raíces más jóvenes. Esta absorción se realiza, principalmente, por ósmosis porque las membranas celulares son permeables a ciertos iones.

- Transporte del agua y las sales inorgánicas que, después de atravesar varios órganos, llegan a los conductores del xilema en donde los nutrientes se distribuyen por toda la planta.

- Almacenamiento de agua y alimento. El azúcar y el almidón son las principales sustancias usadas como reserva por la planta.

**2.2) El Xilema** distribuye la materia inorgánica por la planta para crear materia orgánica.

**2.3) Las Hojas** transforman la materia inorgánica en materia orgánica.



## FF Innovación y Calidad

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

### **3) Los nutrientes.**

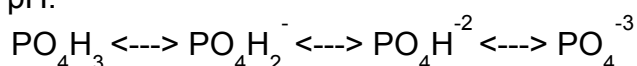
Las plantas recogen todo tipo de nutrientes del suelo y la atmósfera. Estos nutrientes pueden presentarse en cualquier estado: sólido, líquido y gaseoso, y deben llegar a toda la planta. Los sólidos deben estar disueltos en el agua para que puedan ser tomados por las plantas a través de los llamados *pelos radicales*. Nutrientes más destacados:

- Carbono, esencial para la fotosíntesis y es tomado a través del suelo.
- Dióxido de Carbono, se encuentra en la atmósfera.
- Oxígeno, como elemento fundamental, es asimilado por la planta a partir del Dióxido de Carbono durante la fotosíntesis.
- Hidrógeno y Nitrógeno, donde el Nitrógeno es asimilado por el Nitrato de Sodio y del Potasio.
- Fósforo, igualmente muy importante, es asimilado en forma de sal por los Fosfatos de Calcio, de Sodio, de Potasio y de Magnesio. ¿

De qué depende la disponibilidad de los nutrientes? Algunos factores influyen en la absorción de los nutrientes:

a) La Cantidad de H<sub>2</sub>O en el suelo: Dependiendo de la cantidad de agua disponible habrá una mayor o menos cantidad de sales disueltas. A mayor cantidad de agua, mayor será la cantidad de sales que esta pueda disolver, aumentando así la absorción y el flujo de agua e iones.

b) El pH del agua y del suelo: Afecta a la carga y al tamaño de los iones. La carga y el tamaño influyen a su vez tanto en el paso por los poros, como en el reconocimiento de los transportadores presentes en la raíz (ya que los transportadores pueden reconocer o no a un ión dependiendo de la forma en la que esté presente). Como ejemplo, diferentes son las formas que presentan las sales de fósforo según los valores de pH:



Se nota la variación de la carga neta del anión (cero, -1, -2, y -3 respectivamente), y por lo tanto su radio. Dependiendo de la forma en que se encuentre se verá favorecida o impedida su absorción.

c) El potencial Redox afecta a la carga del ión. Si analizamos el caso del hierro ( $\text{Fe}^{2+} \text{ <----> } \text{Fe}^{3+}$ ) este puede aparecer con dos tipos de carga +2 y +3. En este caso, la forma  $\text{Fe}^{+2}$  (soluble) es la que es podría ser absorbida, mientras que la forma  $\text{Fe}^{+3}$  no puede serlo, y esto se debe a que esta misma precipita como  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  insoluble.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

d) La concentraciones relativas de otros iones, ya que pueden competir entre ellos por el poro o por los transportadores.

- d.1. *Por el poro*: A menor diámetro mayor absorción. En cuanto a carga, pasan primero las neutras. Neutras > C<sup>+</sup> A<sup>-</sup> > C<sup>2+</sup> A<sup>2-</sup> > C<sup>3+</sup> A<sup>3-</sup>

- d.2. *Por los transportadores*: Se establece competencia entre moléculas con un tamaño parecido. El K<sup>+</sup> entra en competencia con Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup> y H<sup>+</sup>.

e) Sinergia: un ejemplo de la sinergia lo tenemos en el ión Ca<sup>2+</sup>. El Ca<sup>2+</sup> favorece la absorción tanto de aniones como de cationes. Aún no queda claro el mecanismo de este proceso, pero parece posible que el Ca<sup>2+</sup> dé estabilidad a la membrana favoreciendo la adsorción selectiva.

f) Absorción de K<sup>+</sup> en función del pH del suelo: en condiciones de pH bajo (ácidos), los iones K<sup>+</sup> no entran, porque los H<sup>+</sup> ocupan los lugares del Potasio. Ocurre lo contrario si hay mayor pH. Es decir se favorece su absorción a pH básicos.

#### **4) Importancia del pH para los cultivos**

El pH de la solución nutriente en contacto con las raíces puede afectar el crecimiento vegetal de dos formas principalmente:

a) La disponibilidad de los nutrientes: para que el aparato radical pueda absorber los distintos nutrientes, éstos obviamente deben estar disueltos. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes con lo que permanecen en forma no disponible para las plantas.

b) El pH puede afectar al proceso fisiológico de absorción de los nutrientes por parte de las raíces: todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es idónea. Fuera de este rango la absorción radicular se ve dificultada y si la desviación en los valores de pH es extrema, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).

**4.1) Factores causantes** de los cambios de pH en la solución de nutrientes. Muchos son los factores que afectan al pH de la solución de nutrientes, uno de los más importantes es la relación de absorción de nutrientes negativamente cargados (aniones) y nutrientes cargados positivamente (cationes). En general, un exceso de en la absorción de cationes sobre aniones, provoca un descenso del pH (ácido), mientras que un exceso en la absorción de aniones sobre cationes produce un incremento del pH (básico).



## **FF Innovación y Calidad**

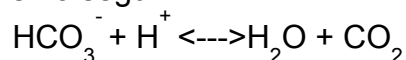
C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

Si atendemos al nitrógeno (nutriente requerido en grandes cantidades), puede ser aportado a la planta como catión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o como anión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), pues bien, la relación existente entre estas dos formas nitrogenadas en la solución de nutrientes puede afectar sustancialmente al pH. La raíz de las plantas posee una marcada capacidad de modificar el medio inmediatamente alrededor de ellas, sobre todo a nivel de la superficie radical, con el fin de incrementar la disponibilidad de los nutrientes. Cuando la planta absorbe preferentemente cationes ( $\text{NH}_4^+$ ), se produce un exceso de carga negativa que la propia planta intenta neutralizar segregando cationes hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), con lo que el pH de la solución desciende. De la forma contraria, cuando se absorben preferentemente aniones ( $\text{NO}_3^-$ ), las raíces liberan iones hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) o iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) para mantener la neutralidad eléctrica en la superficie de la raíz, con lo que el pH de la solución tiende a incrementarse.

**4.2) pH del agua de riego.** La inmensa mayoría de las aguas de riego que manejamos muestran un pH superior al óptimo. Para regular este pH, la cantidad de ácido a aportar depende principalmente de la concentración del ión bicarbonato presente en el agua de riego, ya que reacciona con el mismo según:



De esta forma, el ión bicarbonato actúa de tampón amortiguando los cambios de pH del agua de riego, y cuando su concentración es elevada, se precisa mayor cantidad de ácido para su neutralización y ajuste del pH al valor deseado. El factor pH puede ser muy importante no sólo para el proceso exclusivo de fertirrigación, así también puede jugar un importante papel en el uso de plaguicidas a través del riego (quimigación). Aguas de naturaleza alcalina pueden romper las moléculas de ciertos plaguicidas reduciendo su actividad química, mediante un proceso denominado hidrólisis alcalina, sobre todo si los productos permanecen en tanques de mezcla durante un tiempo prolongado y si la temperatura ambiental es elevada.



## FF Innovación y Calidad

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

# **Bibliografía sobre el Tratamiento Magnético del Agua (TMA) en la agricultura cubana, en su tiempo impulsada por técnicos de la EX U.R.S.S.**

## **1) información general**

Según la Ing. María Elena García Cossio, ciudad de la Habana, Cuba, abril 2002, el uso contemporáneo del Tratamiento Magnético del Agua tratada (TMA) en la agricultura se remonta al año 1965 (publicaciones de I. I. Brechman, citado por Pérez J. R., 1992, donde se describe sus notables ventajas en el cultivo de riego). Sobre la base de los estudios teóricos de las propiedades físico-químicas-biológicas del agua, relacionados con la fisiología de las plantas, varios experimentos evidenciaron la utilidad del TMA aplicado en riego agrícola. Citamos los resultados obtenidos en diferentes cultivos:

- a.- Aumenta la presión osmótica de la planta.
- b.- Acelera el crecimiento de las plantas.
- c.- Aumenta el tamaño de los frutos.
- d.- Aumenta el porcentaje de brotación, y del Brix.
- e.- Aumenta la capacidad de absorción de las raíces.
- f.- Aumenta la resistencia hacia algunas plagas y enfermedades.
- g.- Mejora la solubilidad de los nutrientes.
- h.- Mejora la durabilidad de las cosechas en el proceso de conservación o almacenamiento.
- i.- Disminuye la presencia de hongos trasmisibles a través de la semilla.
- j.- Varía el contenido de algunos macro y micro-elementos en las hojas.
- k.- Aumenta las sustancias orgánicas en las plantas.
- L.- Se contrarresta el efecto de las condiciones climáticas adversas durante la etapa de semilleros.
- m.- Se ahorra hasta el 50% del agua utilizada para el riego.

Conclusión: el TMA aporta a los métodos tradicionales un notable número de utilidades en el uso de agua de riego, favoreciendo el desarrollo técnico – económico en las producciones agrícolas.

## **2) TMA, Experiencias de Laboratorio**

La introducción del TMA en el riego influye en el comportamiento de las plantas (Hernández, 1992). Autores como Davimov, citados por Klassen (Institutos de sustancias biológicas activas de Dalniesbastoki, y agrícola de Kubankii), mencionan el aumento del crecimiento de las plantas de soya de hasta un 40%, así como de su tallo. Los resultados obtenidos con otras variedades fueron excepcionales (cebolla, zanahoria, tomate y arroz), aumentándose las cosechas hasta un 118% a pesar de haberse reducido el consumo de agua.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

Según R. Dunandy y sus colaboradores (1989), el uso del TMA es muy favorable al regadío (agrega las partículas del suelo; aumenta la solubilidad de las sustancias nutrientes en la raíz de la planta, lo que supone una mayor succión de las sustancias nutritivas; aumenta la permeabilidad de las membranas de las plantas).

**Los experimentos se realizaron en 2 etapas:**

2.1) La primera etapa experimental se realizó entre los meses de octubre de 1985, agosto de 1986, y Diciembre de 1987, en los laboratorios de la subdirección de Mecanización del Instituto Cubano de Investigación Azucareras (ICINAZ). Se practicó con variedades como el tomate, cebolla, frijoles negros, ají, maíz y caña de azúcar. Para dichos cultivos, excepto la caña de azúcar, se prepararon 70 macetas con igual calidad y volumen de tierra. En cada maceta se sembraron 5 semillas de las plantas en estudio y se escogieron 10 macetas por cada variedad (5 para el regadío con TMA y 5 para el regadío con agua corriente, o de control). Las macetas se regaron diariamente con 15 y 20 ml. de agua en dependencia de la variedad y se obtuvo el agua tratada magnéticamente de un reactor que consistía en un electroimán conectado a la línea del agua corriente que generaba campos magnéticos con intensidades de hasta 0,12 Tesla/1200 Gauss, y trataba un volumen de agua de hasta 300 l/h. Ambos experimentos (con TMA, y de control) fueron rigurosamente controlados y estabilizados: Volumen de riego, Condiciones climáticas, Indicadores del tratamiento. Los experimentos se realizaron durante 2 meses y se recogieron diariamente datos acerca del desarrollo de las plantas.

2.2) La segunda etapa experimental inició el 24 de diciembre de 1986, con caña de azúcar, en la subdirección de mecanización del ICINAZ. Se utilizaron 10 macetas de 55 galones: 5 macetas fueron regadas con TMA, 5 con agua corriente o de control. En cada maceta se plantaron 2 esquejes de 40 cm. de longitud y 30 cm. de diámetro, con 3 yemas cada uno, seleccionados al azar. Se controlaron los siguientes indicadores: Humedad del suelo (4 –5 días), Temperatura ambiente, Mediciones de la altura de las plantas cada 10 días (desde los 30 días de haberse efectuado la plantación, hasta los tres meses), Medición diaria de la brotación de las yemas durante 30 días.

2.3) Resultados: La aplicación de TMA mostró su eficacia en los brotes de la caña de azúcar (76,7% contra el 23.3% en la germinación de las yemas con agua corriente). El riego con TMA se realizó cada 4—5 días en dependencia del requerimiento de las plantas y en función de la humedad al suelo.



## FF Innovación y Calidad

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)



Al realizarse el análisis de humedad al suelo, se observó que, en los bidones regados con TMA, la humedad era superior a la humedad de los bidones regados con agua corriente, lo que suponía, cada 5-6 días, un ahorro del 50% en el consumo de agua. La cosecha de la caña se llevó a efecto a los 12 meses y el análisis de azúcar se realizó el 29-12-87, lo que demostró que con el TMA se produjo un aumento en los valores de todos los indicadores rutinariamente analizados en el laboratorio.

En la caña de azúcar regada con TMA, el análisis del Brix corregido en un 10.74 %, el polen ascendió de 16.8 a 18.66%; la pureza creció ligeramente y el rendimiento en azúcar aumentó de 11.68 a 12.99, lo que corresponde a un incremento del 11%. En el caso de la cebolla y el maíz se obtuvieron mayores aceleraciones del crecimiento, 68 y 25 % respectivamente; en el tomate y frijoles en un 20 y 19%; en el ají un 9%.

### **3) Científicos experimentados**

*a) Pérez (1993)* refiere que las plantas regadas con TMA absorben con mayor facilidad los nutrientes del suelo, desarrollando su sistema radicular por la mayor solubilidad de los minerales fluyentes en el agua, que facilitan el proceso de osmosis de las membranas biológicas.

*b) Duarte (1994)* y Pérez (1993), afirman que el remojo de las semillas en agua tratada magnéticamente reduce la presencia de hongos transmisibles a través de las semillas.

*c) Duarte (1997)* realizó en la estación experimental de riego y drenaje, situada al sur de La Habana, una investigación con el objetivo de determinar el efecto del TMA de riego en el crecimiento del tomate HC-3880. La siembra se realizó en canteros; el momento del riego se determinó por el método bio-climático (se utilizaron los coeficientes biológicos de evapo-transpiración máxima). La aportación de agua se realizó con riego localizado (intervalos fijos) mediante micro-aspersores de 2x140 de 1 mm de diámetro. Se aplicaron 2 tratamientos, cada uno con cinco réplicas y ubicadas en un diseño de bloques al azar:

- Riego con TMA.
- Riego con agua corriente.

Se hicieron las mediciones de dinámica y crecimiento. Los muestreos foliares se realizaron en la última fase del ciclo del cultivo. También se tomaron muestras de fruto. Para generar el efecto TMA, se empleó un electro-magnetizador comercial de 3 pulgadas de 1.5 m/s de velocidad de flujo del agua.

Se estableció un régimen de trabajo fijo con intensidad magnética constante. Se observó una tendencia al aumento en el crecimiento de las plantas regadas con TMA.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

En general, la plantación con tratamiento difería en intensidad de coloración verdosa en las hojas, vigorosidad del tallo y cantidad de ramas, aspectos que están asociados al incremento de los nutrientes, fácilmente absorbidos por las plantas con el agua tratada magnéticamente. Los macro-nutrientes incrementaron sus valores porcentuales entre 3 y 17% (NPK y Mg) y el Ca aumentó en 34%. En los micro-elementos, hubo variaciones en el Zn, el Cu y el Fe, incrementados entre 32 y 41 % respectivamente.

d) Harrari (1989), durante un experimento con TMA en el riego del melón, realizó muestras foliares. En su composición química, se estimuló la concentración de los valores porcentuales de N, P, K, Na y Zn, así como el contenido de materia seca. Lezhkna (1988) obtuvo resultados similares en plantas de pepino, trigo y maíz, hechos corroborados por Ramírez (1972), Sotolongo (1992), Pérez (1993) y demás autores.

e) Vinogradov (1988), en la región de Krasnodar en la antigua URSS, probó el TMA en un semillero a temperatura de 12°C. El riego aumentó considerablemente el crecimiento de posturas de tabaco de variedades Habana 7.5.1 y 8.0.2, Cabaiguan 17 HC y 72, Esmeralda, criollo y Virginia 315. Se obtuvieron posturas con calidad para trasplante con no menos de 7-10 días de adelanto sobre el tratamiento convencional, un hecho que demostró poder contrarrestar el efecto de las condiciones climáticas adversas durante la etapa de semillero.

f) Fernández (1996), experimentó en el zeopónico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), provincia Habana, con el objetivo de averiguar el efecto estimulante del MWT en el cultivo de la cebolla, observándose que, en condiciones de zeopónico, el mejor efecto de este tipo de regadío se alcanza cuando el suministro inicial de nutrientes de zeolita se realiza por carga lenta, método que contribuye al ahorro de fertilizantes. Los resultados muestran un efecto estimulante del tratamiento magnético del agua de regadío sobre los índices de crecimiento de las posturas de cebollas, variedades red Creole y Yellow Granex. Su carácter positivo manifiesta selectividad diferentes variedades por ser más marcado en la Y.G.

#### **4) Casos de notable relevancia**

4.1) Efecto del TMA en la adaptación de *Spathoglottis alicata*: Por Jorge González Aguilera, Gerardo de la Cruz Licea, Roberto García Pozo, Enma Morán Luquez, Karelis Soria Céspedes, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente y Departamento de Biología, Universidad de Oriente.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)



Se evaluó la acción del agua tratada magnéticamente (TMA) durante la etapa de adaptación de vitroplantas de *Spathoglottis plicata*, utilizando un dispositivo de imanes permanentes con una inducción en la zona central de 0,12 Tesla/1.200 Gauss. Se analizaron las variables: porcentaje de supervivencia, longitud de la planta, número de hojas, número de raíces, área foliar y contenido de pigmentos fotosintetizadores. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento magnético fue superior al control para todas las variables evaluadas, lo que evidencia que con este tratamiento se puede lograr una mejor y más rápida adaptación de las plantas a las condiciones ex vitro.

4.2) Efecto del TMA con semillas de tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill*): Estudio sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas. A. De Souza Torres, E. Porras León; Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Gaveta Postal 2140, Bayamo, Granma, CP 85100, Cuba; R. Casate Fernández, Delegación Territorial del CITMA. Carretera vía Santiago, km. 3 1 /2, Bayamo, Granma, CP 85100, Cuba. La mejora de las propiedades de siembra de las semillas constituye una de las vías que se pueden emplear para elevar el rendimiento de los cultivos. Uno de los métodos más empleados con este fin es el tratamiento presiembra de las semillas con diferentes agentes físicos, entre los cuales se encuentra el campo magnético.

Se han observado los efectos de los campos magnéticos sobre los sistemas vivientes y materiales biológicos, principalmente en el rango de los campos magnéticos superiores al campo magnético de la tierra (Ueno, 1996). Los organismos biológicos son por naturaleza mayormente diamagnéticos, y el efecto de los Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 14 (3), 1999 Recibido: 24-8-98. Aceptado para su publicación: 17-5-99.

Se estudió el efecto del ATM con semillas de tomate sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas en condiciones controladas. El tratamiento se realizó con tres niveles de intensidad de campo magnético constante (0,08; 0,10 y 0,17 T) durante diferentes tiempos de exposición (1, 3, 5, 10, 15, 20 y 25 min). Se observó un aumento del porcentaje de germinación en las semillas tratadas a los cinco días. El crecimiento de las plántulas fue estimulado (5-25 %) en 12 de los 21 tratamientos, mostrándose que el estímulo depende de los niveles de intensidad del campo magnético y del tiempo de exposición, alcanzándose un valor óptimo de la altura de las plántulas de 11,68 cm. para una intensidad de campo magnético de 0,14 T y un tiempo de exposición de 1 min. El factor intensidad de campo magnético también incrementó significativamente la longitud de la raíz.



## FF Innovación y Calidad

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

www.fluidforceagricultura.com [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

4.3) Riego con TMA en semillero de tomate (*Lycopersicum lycopersicum*) híbrido FA-516 en condiciones de casa de cultivo. Por Jorge González Aguilera, Osmar Alarcón Rodríguez, Roberkis Rodríguez Rodríguez, Leonides Sarmientos Ferrer; Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente, Departamento Agropecuario, Universidad de Oriente, Facultad de Biología. Universidad de Oriente. En Cuba, la producción de tomate en los últimos años se ha visto favorecida por novedosos sistemas intensivos de producción, entre los que se destaca la producción en casas de cultivo protegido. En la actualidad, en estos sistemas se hace necesaria la búsqueda de soluciones que eliminen en gran medida el uso de fertilizantes inorgánicos, que favorezcan la producción de hortalizas cada vez más sobre la base de producciones ecológicas. Por esta razón evaluamos el efecto del agua tratada magnéticamente en semilleros de tomate híbrido FA-516 en condiciones de casa de cultivo protegido. Al evaluar las variables: por ciento de germinación, tamaño de la planta, diámetro del tallo y número de ramas emitidas, dándose como resultado que todas las variables fueron estimuladas al regarse las plantas con agua tratada.

Los resultados más notables, entre otros, fueron los siguientes: aceleración del proceso de germinación de la semilla, estimulación del desarrollo de la planta en todo el período evaluado, aumento de la productividad, ahorro en la manutención general, trayendo consigo un ahorro de salario, electricidad y agua.

4.4) En Agrónomos se trabaja para mejorar la germinación de las semillas y el rendimiento de los cultivos. El Bioelectromagnetismo y sus aplicaciones en la agricultura. Un equipo de investigadores del Departamento de Física y Mecánica Fundamentales y Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal de la Universidad Politécnica de Madrid, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, desarrolla su labor investigadora en el área del Bioelectromagnetismo y sus aplicaciones en la agricultura. Desde hace años este equipo está aplicando técnicas electromagnéticas para aumentar el poder germinativo de semillas irradiadas y mejorar el rendimiento de los cultivos. Sus principales líneas de investigación se basan en la irradiación de material vegetal con campos magnéticos estacionarios, campos magnéticos alternos, y riego con agua tratada magnéticamente. El programa de doctorado de este departamento incluye asignaturas fundamentadas en este tema y se están realizando tesis doctorales en este ámbito.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

[www.fluidforceagricultura.com](http://www.fluidforceagricultura.com) [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

En la actualidad, se está desarrollando un proyecto en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) de la Habana (Cuba) en el que se combinan técnicas nucleares con técnicas electromagnéticas, y que ha dado lugar a la estancia recíproca de investigadores del INIFAT y del Instituto de Riego y Drenaje a nuestro departamento y viceversa. El campo magnético tiene una influencia decisiva en los seres vivos, pues es conocido que la vida en la Tierra no sería posible en ausencia del campo magnético terrestre. La intensidad de este campo magnético varía, dependiendo de la latitud, entre 0.4 y 0.6 Gauss. Este valor es muy pequeño comparado con los valores de campos magnéticos creados de forma artificial por el hombre con imanes, que pueden alcanzar valores del orden de 25.000 Gauss. Otra fuente generadora de campos magnéticos artificiales es una corriente eléctrica, por lo que cualquier aparato eléctrico o electrodoméstico va a ser fuente de campo magnético alterno. La repercusión de estos últimos sobre la salud y el medio ambiente es una de las preocupaciones a la que se enfrenta la sociedad actual y objeto de numerosas investigaciones a nivel mundial. La influencia que ejerce el campo magnético sobre un ser vivo está condicionada por muchos factores (tipo de campo, intensidad, tiempo de aplicación...); otro factor es la propia especie, en función de la susceptibilidad o capacidad de respuesta al campo magnético, el equipo de la E.T.S.I. Agrónomos está elaborando una clasificación de las especies en función de su magnetosensibilidad. En general, los resultados obtenidos hasta la fecha, muestran que los campos magnéticos continuos (permanentes) empleados (0,15-025 Tesla/1500-2500 Gauss) ejercen sobre las especies tratadas un efecto estimulante, en ocasiones con tiempos de exposición relativamente pequeños, del orden de minutos.

Por el contrario, la aplicación de campos magnéticos alternos, similares a los creados por una línea de alta tensión, produce un efecto inhibitorio. Cuando el agua es sometida a la acción de un campo magnético de intensidad y dirección adecuada se produce una orientación y/u ordenación de sus moléculas polares. Esto origina alteraciones de algunas de sus propiedades físico-químicas (solubilidad, conductividad eléctrica, tensión superficial, densidad...). El incremento que tiene lugar en la disolución de sales en agua tratada magnéticamente tiene numerosas aplicaciones. Es de destacar el aumento en la solubilidad del carbonato cálcico del agua sometida a tratamiento magnético, debido al cambio en su forma de cristalización (calcita-aragonito); esta propiedad se utiliza industrialmente para evitar depósitos de cal en tuberías y calderas. Las investigaciones realizadas utilizando para el riego agua sometida a tratamiento magnético, muestran un mayor crecimiento de las plantas.



## **FF Innovación y Calidad**

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

[www.fluidforceagricultura.com](http://www.fluidforceagricultura.com) [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)

Este hecho se justifica por el uso más eficiente tanto del agua como de nutrientes, de forma que los cambios en las propiedades físico-químico del agua sometida a tratamiento magnético, afectan principalmente a la disolución y absorción de nutrientes por las raíces. El equipo de investigadores del Departamento de Física y Mecánica Fundamentales y Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal de la Universidad Politécnica de Madrid en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos está constituido por los profesores José Manuel Amaya (doctor ingeniero agrónomo), María Victoria Carbonell (doctor ingeniero agrónomo), Mercedes Flórez (ingeniero agrónomo), Elvira Martínez (doctor en ciencias químicas) y Agustín Raya (doctor en ciencias químicas).

4.5) Tecnología Química (edición especial 2001 ISSN 0041-8420 dedicada a las aplicaciones del Electromagnetismo). Aclimatización de Cafeto (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra Rojo utilizando TMA. Por Albys E. Ferrer Dubois, Yilan Fung Boix, Elizabeth Isaac Alemán, Ana M. Botta Gómez; Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. GP 4078. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, CP 90400 Cuba. E-mail: [albys@cnea.uo.edu.cu](mailto:albys@cnea.uo.edu.cu)

Se estudió la acción del agua tratada magnéticamente en el proceso de aclimatización de las vitroplantas de cafeto (*Coffea arabica* L. var. Caturra Rojo) utilizando imanes permanentes con inducción magnética de 400 Gauss. Se determinó el porcentaje de supervivencia, y varios parámetros morfométricos como la longitud total de las plantas, de la raíz principal y la longitud y el diámetro del tallo, además del número de pares de hojas. Se obtuvo un efecto positivo en la aclimatización de las plántulas de cafeto.



## FF Innovación y Calidad

C/ Maestro Solano nº 9, local 1 – 29620 Torremolinos (Málaga)

Telf: (+34) 952 05 43 93 Fax: (+34) 952 38 46 44

[www.fluidforceagricultura.com](http://www.fluidforceagricultura.com) [central@fluidforce.com](mailto:central@fluidforce.com)