

ALELOPATÍA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre *Meloidogyne* spp. en *Cucumis sativus* en condiciones de cultivo protegido

Effect of the water tried with static magnetic field on *Meloidogyne* spp. in *Cucumis sativus* in greenhouse

Rosa de los A. Quiala Pérez¹, Elizabet Isaac Alemán², Francisco A. Simón Ricardo¹, Ismael Regueiferos Fernández², Gerardo Montero Limonta¹.

1. Empresa Comercializadora de Productos Agropecuarios y Forestales. UEBGEMA Santiago de Cuba MINAZ. Cuba.
2. Dpto de Bioelectromagnetismo. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Apartado 4078. CP 90 400. Santiago de Cuba . Cuba.

Email: elizabeth@cnea.uo.edu.cu; economia@gema.sc.minaz.cu.

RESUMEN. En Cuba el cultivo protegido constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosechas de las hortalizas. Estas condiciones favorables también lo son para el desarrollo de los nematodos del género *Meloidogyne*. Numerosas alternativas se emplean para la reducción de esta plaga. En la agricultura se han realizado estudios de la utilización del riego con agua tratada magnéticamente, con el propósito de lograr mayores rendimientos en los cultivos. La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto que ejerce el agua tratada con campo magnético estático con inducciones entre 005 y 007 Tesla sobre *Meloidogyne* spp. en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*), se utilizaron los híbridos HA 454 y HA 436 en la campaña de primavera del 2008 bajo condiciones de Cultivo Protegido, en la Unidad Hortícola de Campo Antena en Santiago de Cuba. Los resultados de la investigación arrojaron que *Meloidogyne* spp afectó más al área sin magnetismo que la tratada con inducción magnética, con diferencias significativas entre tratamientos, alcanzando medias de 3.25 y 3.00 en el testigo y medias de 2.00 y 1.50 en el área tratada, logrando además, mayor longitud de la guía, de la raíz y mejor calidad de los frutos, incrementándose los rendimientos. El uso de esta tecnología resulta una alternativa positiva en el manejo de los nematodos en cultivo protegido, al permitir mejor, asimilación de los nutrientes promoviendo mayor tolerancia a la planta de las plagas y enfermedades contribuyendo a la protección del medio ambiente.

Palabras clave: Agua de riego, cultivo protegido, pepino, *Meloidogyne* spp., campo magnético.

ABSTRACT. In Cuba the greenhouse constitutes a technology in order to extend the calendars of crops of the vegetables. The favourable conditions that this system of cultivation offers to the plantations also are it for the development of the nematodes of the *Meloidogyne* genus. Numerous alternating they are employed for the reduction of the levels of infection of this pest, in our country the utilization of the watering with water tried magnetically has reached great repercussion in the agriculture, there is been carrying out numerous studies with the purpose of improve of crop yield. The investigation was carried out with the objective of evaluating the effect that exercises the water had dealings with magnetic static field with inductions between 005-007 Tesla on *Meloidogyne* spp. in cucumber (*Cucumis sativus*) crop in conditions of greenhouse, in the Horticultural Unit of Field Antenna in Santiago from Cuba. The experiment was carried out there in the spring of the 2008 with the hybrid it Is HA 454 and there it Is HA 436. The outputs of the investigation reported that *Meloidogyne* spp affected more to the area without magnetism that she had dealings with magnetic induction, achieving greater longitude of the guide, diameter of the shaft, and quality of the fruits, incrementing of yield. The use of this technology results a positive alternative in the control of nematodes in greenhouses, upon permitting better, assimilation of nutritious promoting greater tolerance of the plant to the pest and diseases and contributing to the protection of the environment.

Key words: Water of watering, greenhouse, cucumber, *Meloidogyne* spp., magnetic field.

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es uno de los principales cultivos explotado en ambiente protegido, obteniéndose frutos de excelente calidad comercial. La forma intensiva de producción de los

cultivos protegidos ha provocado problemas con los patógenos del suelo, siendo una de las principales afectaciones fitosanitarias la incidencia de los nematodos del género *Meloidogyne* spp. que

provoca una disminución del tiempo útil de la plantación y de los rendimientos (Arza et al., 1993). En Cuba los nematodos se encuentran distribuidos en todo el país, son muy polívoros y las plantas con grandes infestaciones pierden gran parte de su sistema radicular afectándose los procesos de nutrición y suministro de agua al resto del vegetal, (Martínez, 2007). Numerosas alternativas no químicas de manejo han sido empleadas con éxito en el mundo en este tipo de plantaciones, formando partes componentes de los sistemas de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo protegido de hortalizas (González, 2007), las tecnologías que se han desarrollado a partir de métodos físicos no contaminantes de estimulación del crecimiento y el rendimiento de las plantas, constituyen una de las soluciones más prometedoras al problema antes planteado que conlleve al desarrollo de una agricultura sostenible, en esta dirección el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), perteneciente a la Universidad de Oriente, ha trabajado en la aplicación del agua tratada magnéticamente con fines agrícolas, demostrando las bondades que tiene el tratamiento magnético del agua de riego en la germinación, fotosíntesis, crecimiento, desarrollo y elevación de los rendimientos agrícolas entre otros. (Christie, 1974). Se han realizados estudios por García (2005) para enfrentar las plagas y enfermedades y refieren que las plantas sometidas al agua tratada magnéticamente, muestran tendencias a comportarse tolerantes a estos patógenos, aunque hay poca información hasta el momento, siendo el objetivo de nuestro estudio evaluar el efecto que ejerce el agua tratada con campo magnético estático sobre *Meloidogyne* spp en *Cucumis sativus* en condiciones de cultivo protegido. (Márquez, 1994 y Martínez, 2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las Casas de Cultivo Protegido de Campo Antena ubicado en el Km. 5 ½ Carretera la Autopista en el municipio Santiago de Cuba.

El cultivo empleado fue el pepino (*Cucumis sativus*) híbridos HA 454 y HA 436 en la campaña de primavera del 2008, el suelo donde se realizó el experimento aparece clasificado como Pardo sin Carbonato.

Los análisis del suelo para determinar los índices de infestación de la plaga antes y después del tratamiento, se realizaron en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal por el método de las plantas indicadoras (*Cucúrbita máxima*, L.), (MINAGRI, 1982), por la escala de seis grados (0-5), mientras que los niveles de resistencia, tolerancia y susceptibilidad de los cultivos se determinaron teniendo en cuenta, la escala recomendada por Roberts (1990):

-**Muy susceptibles (MS)**: permiten una reproducción abundante del nematodo (Grado 4 y 5) y sufren severos daños en el sistema radicular y fuerte disminución del crecimiento y reducción del rendimiento.

-**Susceptibles (S)**: permiten una reproducción del nematodo (Grado 3) y sufren daños intermedios en el sistema radicular, la disminución del crecimiento y reducción del rendimiento son inferiores al caso anterior.

-**Tolerantes (T)**: alcanzan un nivel medio de infestación Grado 2, no se afecta de forma significativa su rendimiento y crecimiento, pero mantienen o incrementan ligeramente el nivel de infestación del sustrato.

-**Resistentes (R)**: Son aquellas plantas que se infestan de forma muy ligera. Se observan sólo aisladas agallas en las raíces (grado 1) y no se afectan el crecimiento y rendimiento.

-**Altamente resistentes (AR)**: cuando prácticamente no son atacadas ni dañadas por *M.* incógnita y el nematodo no se reproduce.

Se realizó un diseño experimental totalmente aleatorizado con 4 tratamientos y 4 réplicas:

Tratamiento 1: (control) Variedad HA 454. Riego sin tratamiento magnético.

Tratamiento 2: (Tratado) Variedad HA 454. Riego con tratamiento magnético con rango de inducción de 0.05-0.07 T.

Tratamiento 3: (control) Variedad HA 436. Riego sin tratamiento magnético

Tratamiento 4: (Tratado) Variedad HA 436. Riego con tratamiento magnético con rango de inducción de 0.05-0.07 T.

El agua tratada se comenzó a utilizar inmediatamente después de la siembra y hasta finalizar el

experimento. Los muestreos para determinar los parámetros morfológicos del cultivo longitud de la guía, longitud de la raíz, calidad de los frutos (longitud y diámetro de los frutos) se realizaron de forma semanal en 25 plantas seleccionadas al azar. Para el tratamiento magnético se utilizó un magnetizador exterior de imanes permanentes o de campo magnético estático, los magnetizadores fueron diseñados en el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. (CNEA Los resultados obtenidos fueron procesados biométricamente empleando el paquete estadístico computarizado STATGRAPHICS plus 5.0; y la prueba de comparación múltiple de medias con significación de 0.05 según Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la variable nivel de infestación hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos 2 y 4 con inducción magnética los índices de infestación por *Meloidogyne spp* fueron inferiores que los tratamientos 1 y 3 sin inducción con medias de 2.00 y 1.50 catalogados en la escala evaluadas como tolerantes, reflejándose las mayores afectaciones en los tratamientos 1 y 3 con medias de 3.25 y 3.00 respectivamente clasificados como susceptibles. El híbrido HA 436 resultó menos afectado que el HA 454 comportándose más tolerante al fitonematodo. (Figura 1)

Nuestros resultados coinciden con Garcia, 2005 quien refiere que *Meloidogyne incognita*, afectó más el área control (2.65 grados de infestación en la escala de Zeck para el control y 1.60 para el experimental) y con Christie (1974), que reporto que dentro de los factores que influyen en el desarrollo de los nematodos. Se destacan, la aptitud de la planta que sirve como huésped y el vigor de la planta que se refleja en los nutrientes disponibles, en la experiencia se obtuvo resultados similares frente a un cultivo susceptible como el pepino (*Cucumis sativus*) comportándose el mismo tolerante cuando recibió el riego con inducciones magnéticas.

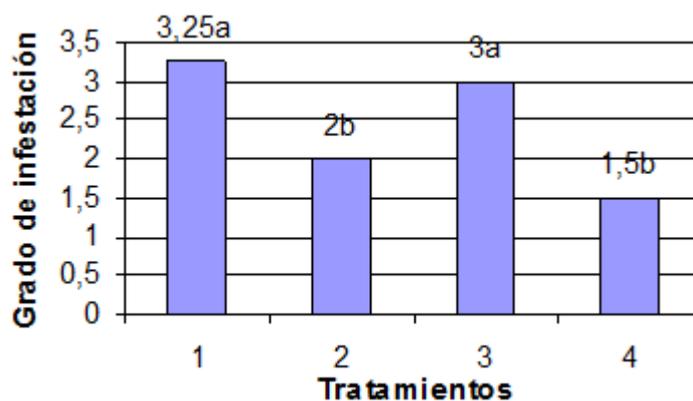


Figura 1. Influencia del tratamiento magnético sobre el grado de infestación por *Meloidogyne spp.*

CV.= 30.09. Letras diferentes denotan diferencias $p \leq 0.05$ según Tukey

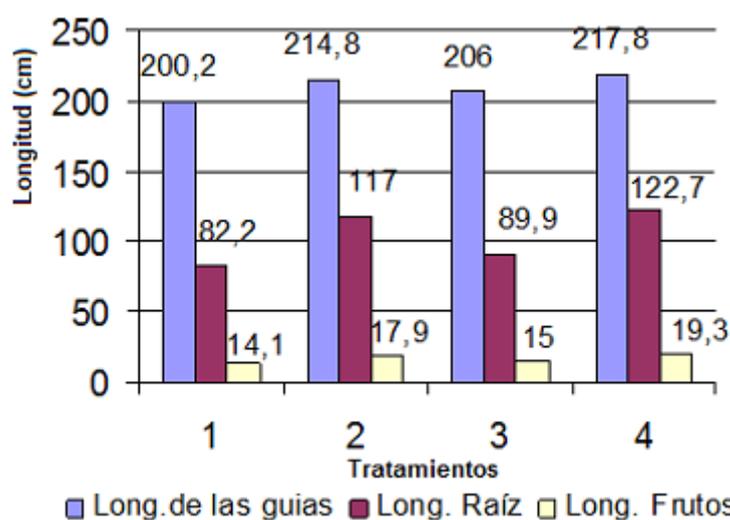


Figura 2. Efecto de los tratamientos magnéticos en variables morfológicas de plantas de *Cucumis sativus*

Las variables longitud de la guía, longitud de la raíz y longitud del fruto, (figura 2) donde hubo respuestas significativas en los tratamientos con magnetismo con relación al testigo, no ocurriendo diferencias reveladoras entre los híbridos HA 454 y HA 436 con inducción magnética en la longitud de la guía.

El diámetro del fruto tuvo similar respuesta al resto de las variables ocurriendo diferencias significativas entre tratamientos con mayores resultados en los tratados con respecto a los no tratados.

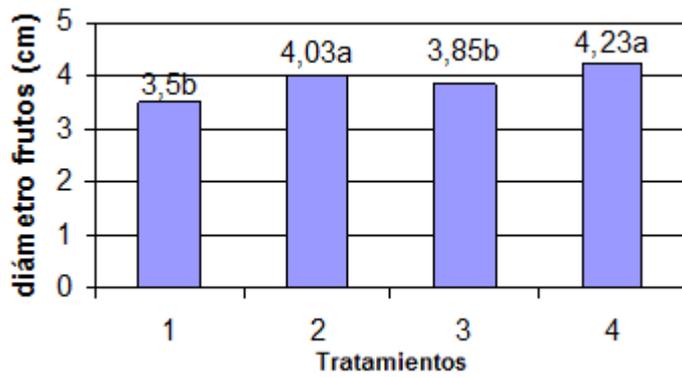


Figura 3. Influencia de los diferentes tratamientos en el diámetro de los frutos de *Cucumis sativus*
CV.= 30.09. Letras diferentes denotan diferencias $p \leq 0.05$ según Tukey

Los mayores rendimientos se lograron en los tratamientos que recibieron riego con agua magnetizada, presentando mayor respuesta al magnetismo el híbrido HA 436. (Tabla 1)

Tabla 1. Resultados de los Rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos aplicados a plantas de *Cucumis sativus*

Tratamientos	Rendimientos (t/ha)
4	87,5
2	80,0
1	50,0
3	46,3

Leyenda:

Tratamiento 1 Control HA 454 Riego sin tratamiento magnético
Tratamiento 2 HA 454. Riego con tratamiento magnético (0.05-0.07 T)

Tratamiento 3 Control HA 436. Riego sin tratamiento magnético
Tratamiento 4 HA 436. Riego con tratamiento magnético (0.05-0.07 T)

Los resultados logrados pueden deberse a una mejor nutrición de la planta producto a la rápida asimilación de agua y nutrientes de forma equilibrada cuando está sometida a la inducción magnética, demostrando que la ionización magnética previene los desbalances iónicos dando solución a los problemas de nutrición del suelo, por lo que se produce un aumento el crecimiento y rendimiento de la cosecha en la agricultura.

Se expone que esta agua es mejor asimilada por las células, favoreciendo la intensidad del flujo de agua hacia el interior de la planta de forma más rápida que en condiciones normales por los diferentes mecanismos de ósmosis y difusión y comprende los mecanismo de alteración de la permeabilidad de la membrana, asociada con los mecanismos de

transporte de nutrientes, planteados por (11), lo que le confiere una mayor resistencia o tolerancia contra los embates de las plagas y enfermedades (García, 2001), también se reporta por Fong (1989) y Rodríguez (2004) que el magnetismo en los explantes del cafeto estimula las reacciones inmunológicas con mejoramiento de sus factores de inmunidad natural y desarrollo de sus procesos biológicos.

Estamos de acuerdo con Chaboussou (reportado por Restrepo (1990)), en su Teoría de la trofobiosis que plantea que un mayor o menor ataque a las plantas por los insectos y enfermedades depende de su equilibrio nutricional.

Lo logrado en el estudio corrobora lo planteado por muchos autores como Ferrer et al 2005 que obtuvieron un aumento en la longitud del tallo para las plantas de Pepino (*Cucumis sativus* L.) lo que conllevó al incremento de los rendimientos. Se plantea que la nutrición de la planta se hace más eficiente al lograrse una mejor dilución de los nutrientes en la solución del suelo con un mejor aprovechamiento en la fertilización química, además que el pH se estabiliza, el agua es saturada en oxígeno, y es bien mineralizada por lo que se ven favorecidos los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta, permitiendo que el crecimiento sea más rápido. (Frómata, 2005)

CONCLUSIONES

1. La aplicación del agua tratada magnéticamente en el cultivo de *Cucumis sativus*, logró reducir el nivel de infestación por *Meloidogyne* spp, durante la etapa productiva.
2. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos # 2 y 4 con diferencias significativas en cuanto grado de infestación por *Meloidogyne* spp, longitud de la guía, longitud y diámetro de los frutos y longitud de la raíz, lográndose los mayores rendimientos.
3. El híbrido HA 436 con inducción magnética se comporto más tolerante a *Meloidogyne* spp, alcanzando resultados superiores en los parámetros morfológicos y de rendimiento del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a los compañeros del CNEA, en especial a las compañeras de la sesión vegetal del Dpto. de Bioelectromagnetismo que nos facilitaron toda el material científicos, los equipos y la ayuda desinteresada y a los ingenieros, técnicos y obreros de las casa de cultivos protegidos de Campo Antena, sin los cuales nos hubiese sido muy difícil recopilar todos los datos, es especial al especialista fitosanitario Ismael Regüeiferos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arza, L. et. al. Tratamiento magnético de hortalizas. Trabajo presentado en el 9no FORUM Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba, 1993. 16p.
2. Christie, J.R. .Nemátodos de los vegetales. Su ecología y control. 1974.p 62-73
3. Ferrer, A. E., Fung Y., Isaac E., Novoa I. Utilización de riego con tratamiento magnético en el crecimiento de pepino (*Cucumis sativus* L.) I Conferencia Internacional de Electromagnetismo Aplicado. CNEA 2005. Revista Tecnología Química. 2005.
4. Fong. A; H. Domínguez.; F; Rrguera. Estimuladorelectromagnético para cultivo in vitro Bio-NaK03. Centro Nacional de Electromanetismo Aplicado. (CNEA) Santiago de Cuba; 1989
5. Frómeta, R; T et al Efectos del agua tratada magnéticamente en la aclimatización de Musa spp variedad FHIA-18 .2005.
6. García, R; F et al. Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part I : Theoretical Considerations. 2001
7. García, R; F et al. Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part I : Theoretical Considerations. 2005
8. González, FM.et al. El injerto herbáceo: Alternativa para el manejo de plagas del suelo. 2007
9. <https://s3.amazonaws.com/ppt-download/006-aplicacin-del-tratamiento-agnetico-en-la-agriculturay-ganaderia450.pdf> 2008
10. Márquez, C, M. Uso de diferentes intensidades magnéticas en el tratamiento del agua de riego y su influencia en el riego de *Polyphagotarsonemus latus* Bur. en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) 1994. 114p. (S.I), (S.n).
11. Martínez, G E et. al. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico, 2007. 98.99, 175 p
12. MINAGRI. Norma Ramal. Cuarentena Vegetal. Peritaje Nematológico. Meloidogyne en suelos para semilleros y viveros: NRAG 548, 1982.
13. Roberts, P.A. (1990): Resistance to nematodes. Definitions, concepts, and consequences. En Methods for evaluating plant species for resistanceto plant parasitic nematodes (Start, J. L. Edit.). The society of nematologists, Hyattsville Maryland. pp.1-15.
14. Restrepo, J. R. Teoría de la Trofobiosis. Plantas enfermas por el uso de agrotóxicos, 1994 p 2,7,21
15. Roberts, P.A. (1990): Resistance to nematodes. Definitions, concepts, and consequences. En Methods for evaluating plant species for resistanceto plant
16. Rodríguez, G; M. y al .Los Nematodos como plagas de las hortalizas en sistemas de Cultivo Protegido: alternativas para su manejo 2004

Recibido: 15/12/2010

Aceptado: 11/06/2011