

*Artículo científico***APLICACIÓN DE TRATAMIENTO MAGNÉTICO AL AGUA DE IRRIGACIÓN DE CULTIVOS PROTEGIDOS.**

Pablo Barberena Hernández, Olga Esquivel Román y Ángel R. Díaz Echenique

**RESUMEN**

Se comprobó una vez más la efectividad de los activadores magnéticos MAGCIME (TMA) en el tratamiento magnético del agua de riego en cultivos agrícolas, particularmente en pepino, en los que se obtuvo un incremento de la cosecha de hasta un 53,1 %, por ese concepto. Además, los resultados evaluados permitieron comprobar los efectos positivos del TMA de riego con los dispositivos MAGCIME, superiores al cultivo sin tratamiento, en indicadores tales como, floración más temprana y de mayor densidad en las plantas, mayor velocidad de crecimiento de las plantas, mayor asimilación de los nutrientes, mayores rendimientos por unidad de área y una mayor resistencia a las plagas; el aumento de la productividad estuvo dado por un incremento en el número de frutos por planta y no por mayor peso o tamaño. Además, se aportan evidencias de disminución de las incrustaciones calcáreas en los dosificadores por goteo del sistema de riego.

**Palabras clave:** activador magnético, agricultura, riego

**Application of magnetic treatment to the water of irrigation of protected cultivations.****ABSTRACT**

The research proves the effectiveness of the MAGCIME magnetic activators (MTA) in the magnetic treatment of irrigation water in agricultural crops, particularly in cucumbers, in which an increase in the harvest of up to 53.1 % was obtained, for that concept. The results evaluated allowed us to verify the positive effects of the irrigation MTA with the MAGCIME devices, superior to the crop without this treatment, in indicators such as earlier flowering and greater density in the plants, greater speed of plant growth, greater assimilation of nutrients, higher yields per unit area and greater resistance to pests; the increase in productivity was given by an increase in the number of fruits per plant and not by greater weight or size. In addition, evidence of a decrease in calcareous incrustations in the drip dispensers of the irrigation system is provided.

**Key words:** activator magnetic, agriculture, watering

---

Pablo Barberena Hernández, Ingeniero Químico, Investigador Agregado de la Dirección de Ingeniería del Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIME). Ave. 51 No. 23611 entre 236 y 240, La Lisa, La Habana 13600, Cuba. E-mail: [pablobh1948@nauta.cu](mailto:pablobh1948@nauta.cu), Olga Esquivel Román [olquita@magcime.cu](mailto:olquita@magcime.cu)

## **INTRODUCCIÓN**

El Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIME) respondiendo a indicaciones del Ministerio de la Sideromecánica, a partir de 1997 se dio a la tarea de desarrollar proyectos de I+D para el diseño, producción y comercialización de dispositivos magnéticos a imanes permanentes, destinados al tratamiento de agua con fines anti-incrustantes, para aplicación en conductos de redes hidráulicas y de sistemas de intercambio calórico, con aportes de significativos beneficios técnicos y económicos por concepto de comercialización, disminución de los gastos de mantenimiento y reparaciones, ahorro de energía, reducción de mano de obra, reducción de gastos para tratamientos de residuales químicos (por limpieza de incrustaciones) y reducciones de vertimientos de esos residuales, con el consecuente aporte a la protección del medioambiente.

En correspondencia con lo anterior, considerando aspectos científico-técnicos que de los más de 30 años de desarrollo de esta especialidad resume Pérez-Alcázar (2016), se ejecutaron varios proyectos de I+D, actualizados en base a fundamentos teóricos según aparecen en Física 3 BGU (2016), que dieron lugar a tres líneas diferentes de activadores magnéticos a imanes permanentes, capaces de satisfacer cualquier demanda para el tratamiento magnético del agua u otro tipo de fluido acuoso, con fines anti-incrustante de deposiciones calcáreas, en redes hidráulicas y muy diferentes tipos de sistemas de intercambio calórico en la industria. Las tres líneas de activadores magnéticos a imanes permanentes, pueden ser consideradas análogas o superiores, en calidad y facilidades de aplicación, a sus homólogas en el mercado nacional e internacional.

Aunque el CIME posee amplias experiencias

positivas en las referidas aplicaciones, hasta la fecha no ha extendido la aplicación de sus activadores magnéticos a la Agricultura, en la que de seguro se obtendrán los referidos beneficios anti-incrustantes en sus líneas hidráulicas y accesorios de riego, esperándose que al igual que en otras partes del mundo, también se logren incrementos en la productividad de alimentos de procedencia agrícola (Carbonell *et al.*, 2017).

Como evidencia de lo expuesto en el año 2008, con dispositivos seleccionados se realizó una prueba de explotación a escala reducida, en la UBPC "La Vereda" en La Lisa, con resultados favorables. No obstante, las aplicaciones del tratamiento magnético de fluidos, abarcan muy diversos perfiles del magnetismo y sectores de la industria que no son posibles de cubrir en cortos períodos de tiempo, de acuerdo con los recursos disponibles.

Es por ello que resultó de gran interés, acometer trabajos que permitieran ampliar las aplicaciones del tratamiento magnético del agua en la agricultura, con el objetivo fundamental de ampliar la validación de la efectividad de los activadores magnéticos MAGCIME en el incremento de la eficiencia productiva en esta rama, así como disminuir o eliminar las incrustaciones calcáreas en las redes hidráulicas y accesorios de riego, mejorando la eficiencia de dichos sistemas y propiciando además ahorros por concepto de disminución de gastos por mantenimientos, lo que a la vez permitiera ampliar la comercialización de los mismos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Teniendo en cuenta aspectos planteados por Quiala *et al.* (2011) y Elías *et al.* (2020), este trabajo se desarrolló mediante prueba de explotación en dos casas de cultivos protegidos cuyas características principales se muestran en la Tabla 1. La casa 9 con dos activadores

MAGCIME AMN-1000, instalados a ambos lados de la "T" que, en conductos desde el centro frontal de la casa, distribuyen el agua de riego, hacia ambos lados de la misma y la casa 10, de control o referencia; en ambas se aplican por igual todas las labores culturales y de fertiriego, la única diferencia aplicada es el tratamiento magnético del agua de riego. Se realizaron controles por muestreos en canteros y plantas seleccionadas, así como de la producción total diaria y acumulada por cada casa con y sin tratamiento magnético (TMA), C/TMA y S/TMA,

respectivamente).

En la Tabla 2 aparecen las características principales del modelo de dispositivo seleccionado, destinado a conductos hidráulicos de 33 mm de diámetro exterior, diseñado a imanes permanentes de alta energía magnética, del tipo Neodimio-Hierro- Boro (NFeB), con un rango de inducción magnética en la zona efectiva de tratamiento, acorde con homólogos del mercado y con los que se han obtenido resultados satisfactorios con su aplicación en la agricultura (Gata *et al.*, 2016 y Gálvez, 2010).

**Tabla 1.** Características principales de las casas de cultivo

Características	UM	Valores
Dimensiones de las casas	m	44 x 26
Cantidad de canteros por casa	u	12
Dimensiones de los canteros	m	0,5 x 26
Área de un cantero	m <sup>2</sup>	13
Distancia borde a borde entre canteros	m	1
Distancia entre conductos con dosificadores	cm	30
Diámetro del conducto distribuidor del agua de riego	mm	12,7
Distancia entre centros de cantero	m	2,5
Número hileras de plantas por cantero	-	1
Distancia siembra promedio entre plantas	cm	15
Número de canteros seleccionados para muestreos	u	6
Número de plantas a muestrear en cada cantero	u	6
Cantidad de plantas por cantero	u	175
Cantidad de plantas por casa	u	2100
Canteros por casa para control de cosecha por muestreo	u	2

**Tabla 2.** Características principales del dispositivo AMN-1000 seleccionado para la prueba de explotación.

Descripción de característica	UM	Valores
Diámetro que ocupa el dispositivo ya instalado.	mm	102,8
Longitud coincidente con la zona efectiva de tratamiento magnético	mm	118
Rango de inducción magnética en la zona efectiva	kG	0,83 - 2,57

El Gaussímetro utilizado para las mediciones de Inducción Magnética (B), fue el modelo HGM09s de la firma MAGSYS Alemana y cuyas características técnicas principales son las siguientes:

- ✓ Fuente de suministro de potencia: Batería recargable 2 x AA 1,2 V NiMH recargable a través de cargador-transformador de 100-240 V de entrada a 50/60 Hz, 0,3 A
- ✓ Consumo de potencia: 2,5 w aprox.
- ✓ Unidades y rangos de mediciones pueden verse en HGM09\_Manual\_EN-1-00.
- ✓ La escala seleccionada para las mediciones de B, fue la 4 en kG hasta 45 máximo con resolución de 10 gauss, para mediciones de campos magnéticos generados por corriente directa (DC), que es la especificada para mediciones en imanes permanentes.

Además, se utilizaron un pie del rey digital de precisión hasta las centésimas y una cinta métrica para las mediciones de diámetro de los tallos y altura de las plantas de pepino cv. YA 2005'. En los controles de producción por muestreo, se utilizó una balanza calibrada de hasta 10 kg con precisión decimal. En general se

aplicó el Sistema Internacional de Unidades, publicado por Márquez *et al.* (2021).

Se evaluaron en ambas variantes, los indicadores:

- ✓ Altura de las plantas (cm) por muestreo.
- ✓ Diámetro del tallo (mm) a 5 cm sobre la superficie de la tierra por muestreo.
- ✓ Número de frutos (U) vs su masa total (kg) por muestreo.
- ✓ Pesaje de las cosechas (kg) por muestreos y general de ambas casas.

A los resultados de las mediciones realizadas según procedimiento para riego C/TMA y S/TMA, se aplicaron las herramientas estadísticas del programa Excel, con el fin de obtener las medias muestrales de los respectivos indicadores, en cada uno de los tres muestreos y controles realizados, así como los estadígrafos correspondientes (Spiegel *et al.*, 2009).

A los efectos de realizar las pruebas de hipótesis y de significación en cada caso, para determinar las diferencias de medias y así determinar si estas fueron debidas o no a la aplicación del TMA se aplicaron directamente las ecuaciones:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}} \quad \text{donde} \quad \sigma = \sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

Donde

t: Distribución muestral "t" de Student.

tc: Valores críticos o coeficientes de confianza tabulados

s: Desviación estándar muestral

s<sup>2</sup>: Varianza muestral

σ: Desviación estándar poblacional

N: Número de mediciones

μ: Media poblacional

Ā: Media muestral

Si  $\mu_1$  y  $\mu_2$  denotan a las medias poblacionales de los indicadores medidos C/TMA y S/TMA respectivamente, se tendrá que decidir entre las hipótesis siguientes:

$H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2$  y la diferencia es debida al azar, para lo cual deberá cumplirse que el estadígrafo  $t < t_c$  y entonces el TMA no demostraría influencia en el resultado.

$H_1$ :  $\mu_1 > \mu_2$  y el TMA mejoraría los indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas, para lo cual deberá cumplirse que el estadígrafo  $t > t_c$  negando la hipótesis  $H_0$  haciendo valer la  $H_1$ .

Por otra parte, en cualquier ecuación de ajuste por regresión (Chanchí, 2020), su coeficiente de correlación  $R^2$ , se interpreta de forma que si los puntos muestrales se ciñen bastante a la curva de regresión (correlación grande), entonces  $R^2$  tenderá a 1; pero si la curva de regresión presenta un ajuste pobre, significa que los puntos muestrales están ampliamente dispersos respecto a la regresión estimada, eso implica que  $R^2$  tenderá a 0, lo que de suceder indicaría una baja correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando los datos de la Tabla 3 se puede apreciar que, para el diámetro del tallo de las plantas, resultaron estadísticamente significativas las diferencias en todos los casos, en favor de su mayor desarrollo en las plantas con TMA, de forma semejante ocurrió con el crecimiento de las plantas (altura), que solo a los nueve días de sembradas no se observaron diferencias significativas, resultando significativas a los 15 y 28 días posterior a la siembra.

En relación con lo referido al desarrollo de las plantas, se hace énfasis llevando ese comportamiento a gráficos respectivos de las ya mencionadas tendencias, en las Figuras 1 y 2. En los que se puede apreciar un buen ajuste de

curvas por regresión, a partir del valor del coeficiente de correlación con valor de 1 (máxima correlación entre los puntos muestrales con la curva de tendencia) que acompaña a dichas ecuaciones.

Particularmente se aprecia la relativa alta velocidad de crecimiento de las plantas a partir de los 15 días de vida, observándose en las plantas con TMA de riego una velocidad de crecimiento de 5,45 cm/día, contra 4,17 cm/día las plantas sin TMA de riego a los 28 días de vida de las plantas, todo lo cual muestra la concordancia de los resultados obtenidos con los analizados en el estado del arte, respecto al mayor desarrollo de las plantas cuyo riego se realiza con agua tratada magnéticamente, en este caso con los activadores MAGCIME instalados a tales efectos.

En cuanto a la curva del diámetro del tallo con similar comportamiento de ajuste, se observa como era de esperar, que ya a los 28 días de vida de la planta se redujo la velocidad de crecimiento del espesor del tallo, siendo similares en ambos casos.

Además, cualitativamente se observó una floración más temprana, mayor densidad de frutos por planta y un tono de verde más intenso, en las plantas con TMA de riego.

### Resultados de la cosecha por muestreos.

A partir de la fecha de la primera recogida de frutos, las siguientes, en dependencia del desarrollo de los frutos con talla adecuada para recolección, se realizaron cada 2-3 días.

El primer aspecto a evaluar es, que la primera cosecha en la casa 9 con TMA de riego se adelantó en 4 días a la de la casa 10 sin TMA de riego, lo cual es consistente con lo analizado anteriormente en lo relacionado con el mayor desarrollo de las plantas en la casa 9, lo que de hecho va a constituir una diferencia que ya no podrá alcanzar la cosecha en la casa 10 sin TMA de riego.

**Tabla 3.** Desarrollo de las plantas en ciclo vegetativo (C/TMA: con tratamiento magnético y S/TMA: sin tratamiento magnético)

Días de cultivo	Estadígrafos	Diámetro tallo (mm)		Altura (cm)	
		C/TMA	S/TMA	C/TMA	S/TMA
9	N	36	36	36	36
	$\bar{X}$	5,40	4,92	8,92	8,41
	S	0,58	0,78	2,26	1,96
	$S^2$	0,34	0,61	2,97	3,86
	$\sigma$	0,70		1,87	
	$\sigma^2$	0,49		3,51	
	t	2,93		1,15	
	$tc_{0,05}$	1,66		1,66	
	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,48		0,51	
15	N	36	36	36	36
	$\bar{X}$	7,73	7,16	9,34	8,47
	S	0,97	0,98	1,59	1,96
	$S^2$	0,94	0,96	2,54	3,86
	$\sigma$	0,99		1,81	
	$\sigma^2$	0,98		3,29	
	t	2,46		2,16	
	$tc_{0,05}$	1,66		1,66	
	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,57		0,93	
28	N	36	36	36	36
	$\bar{X}$	10,43	9,98	157,50	121,78
	S	0,76	1,21	21,42	18,09
	$S^2$	0,58	1,47	458,71	327,26
	$\sigma$	1,03		20,11	
	$\sigma^2$	1,06		404,22	
	t	1,86		7,54	
	$tc_{0,05}$	1,66		1,66	
	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,45		35,72	

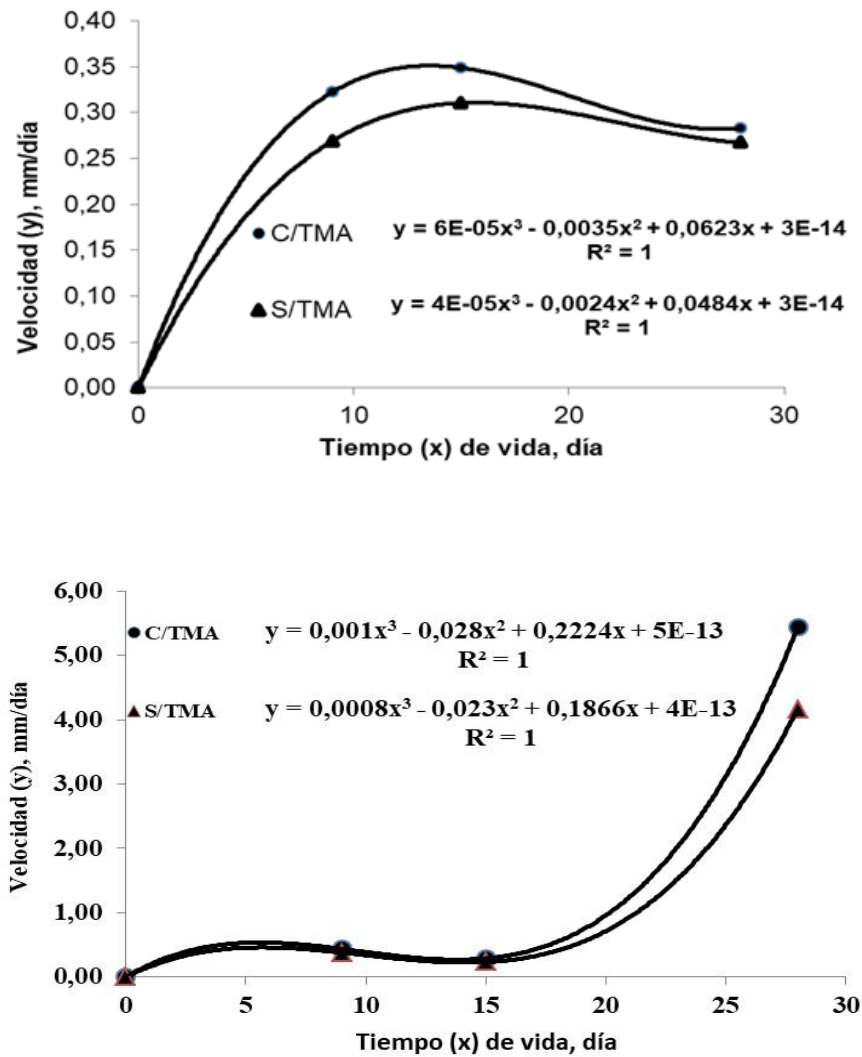


Figura 2. Velocidad de crecimiento de las plantas

En la Tabla 4 aparecen los resultados de los pesajes realizados en los canteros seleccionados para los muestreos, así como el conteo de la cantidad de frutos que correspondió a cada uno de ellos. También aparece el resultado del tratamiento estadístico realizado a dichas mediciones y conteos, por el mismo método que se aplicó en la evaluación del desarrollo de las plantas, tratado anteriormente. Se puede ver que, tanto para los

pesajes como para los conteos de frutos, se cumplió la hipótesis H1 de comparación de medias muestrales, es decir, que las diferencias fueron significativas a causa de la aplicación del TMA de riego en la casa 9, manteniendo la casa 10 con todas las condiciones culturales por igual, excepto el TMA de riego. Lo que representó un incremento de la productividad de un 46,7 %, determinados por una mayor cantidad de frutos en orden del 50,5 %.

Tabla 4. Resultados de cosecha por muestreos en plantas de 48 días de cultivo

Estadígrafos	Cosecha (kg)		Frutos	
	C/TMA	S/TMA	C/TMA	S/TMA
( $\Sigma$ )	634,9	432,8	3368	2238
N	16	16	16	16
$\bar{X}$	39,7	27,1	210,5	139,9
S	18,9	13,3	88,8	72,7
S <sup>2</sup>	358,6	175,7	7887,2	5280,7
$\sigma$	16,9		83,8	
t	2,12		2,38	
tc	1,70		1,70	
Incremento (%)	46,7		50,5	
kg/U	0,189	0,193		
U/kg			5,305	5,171
U/planta			9,623	6,394

En la Figura 3 se observa que el comportamiento de los puntos muestrales del pesaje de las cosechas, en el entorno de la línea de tendencia, ajustada por regresión lineal, presentan alta correlación por tender R<sup>2</sup> a la unidad, lo que corrobora los resultados de las pruebas de hipótesis antes realizadas, que indican como causa de las diferencias, a la

aplicación del TMA de riego en la casa 9. Similarmente se comportó la curva que presenta la tendencia del comportamiento del número de frutos recolectados (Figura 4); no obstante, a esa mayor cantidad de frutos también corresponde un mayor peso en la casa 9.

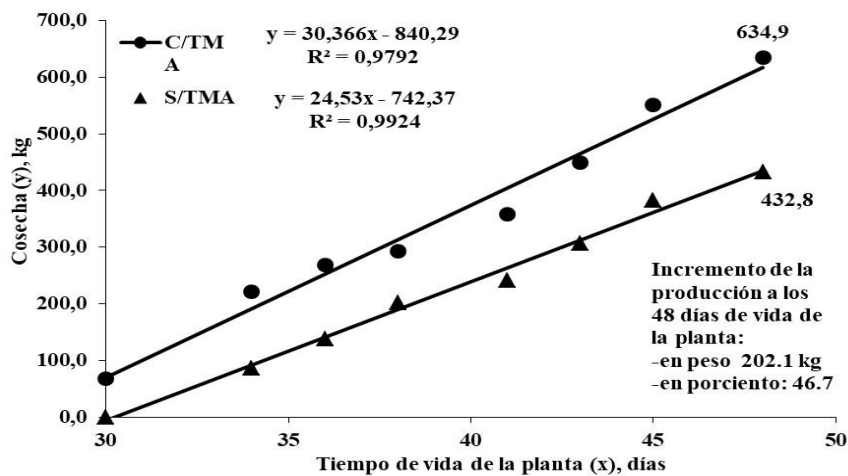


Figura 3. Muestreo de cosecha de pepino cv. 'YA-2005'.

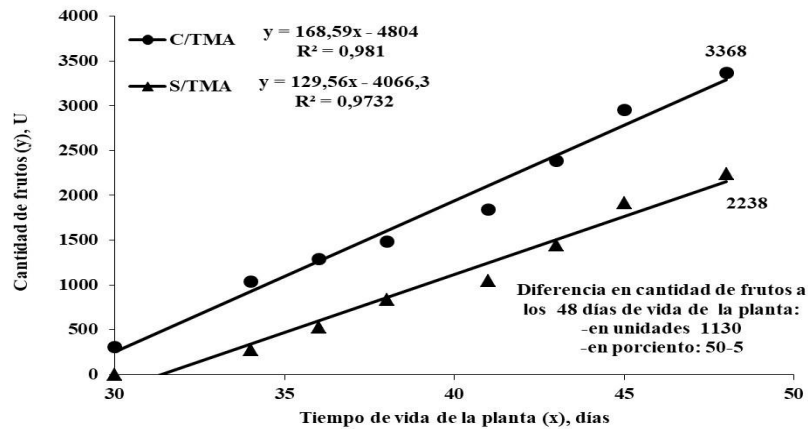


Figura 4. Muestréos de frutos en cosecha de pepino cv. 'YA 2005'.

Para determinar a qué responde la diferencia de peso obtenida, se calcularon las relaciones entre frutos /unidad de masa y viceversa, es decir, de masa/fruto recolectado, en cada variante respectivamente (Figura 5), pudiéndose apreciar que el resultado de la mayor productividad de la casa 9 con TMA de riego, se manifestó por mayor número de frutos por kg de masa, ya la masa (kg) por unidad de fruto fue prácticamente igual en las dos casas. Lo que también se puede corroborar por la cantidad de frutos por planta (U/P) (Figura 6).

**Resultados del procesamiento de la**

**información de la cosecha general en ambas casas de cultivo.**

En la Tabla 5 se muestran los datos de cosechas recolectadas por los trabajadores de la Empresas Agrícola responsabilizados con las casas de cultivo, hasta el día 48 de vida de las plantas. Las cifras presentan comportamiento similar a los muestréos desde el punto de vista estadístico, es decir el estadígrafo  $t > t_c$  y por tanto la mayor masa de cosecha en la casa 9, respecto a la de la casa 10, es atribuible a la aplicación del TMA de riego en la primera, representando un 53,1 % de incremento.

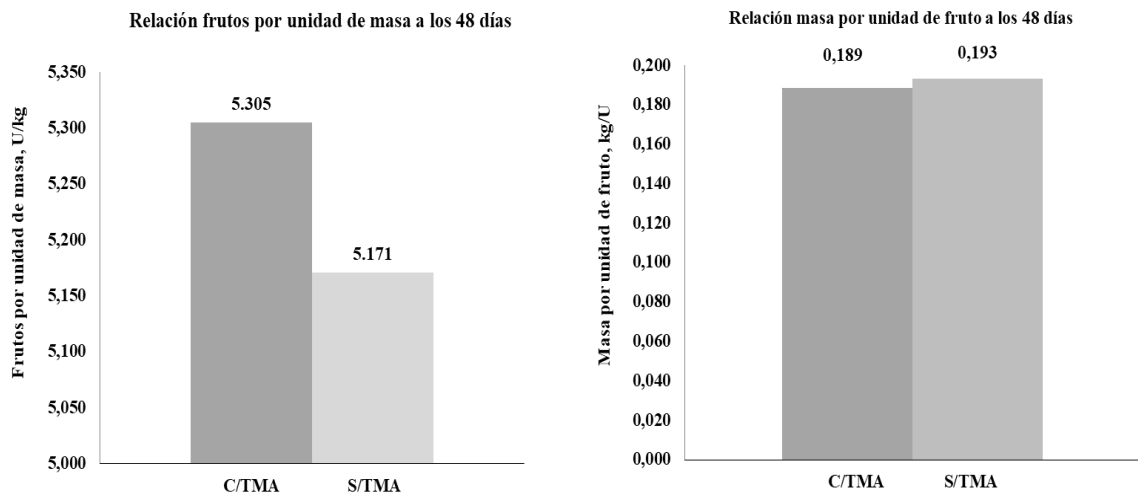


Figura 5. Relación entre número de frutos y masa cosechada

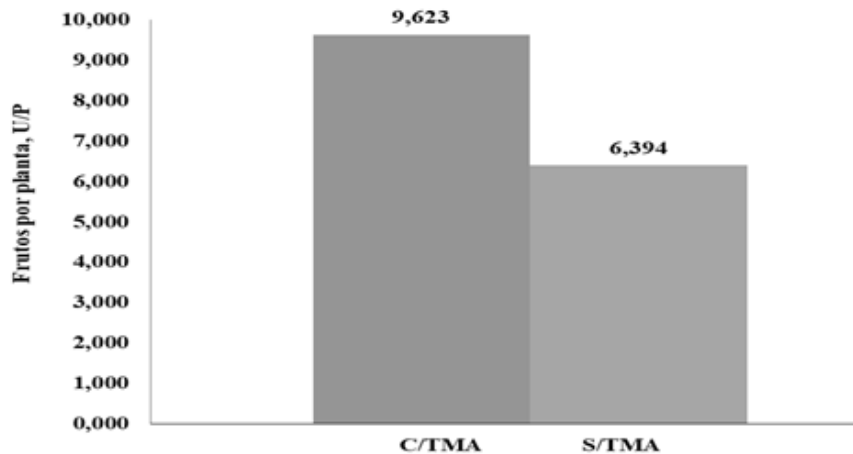


Figura 6. Frutos por planta a los 48 días

Tabla 5. Resultados estadísticos de cosecha general a los 48 días de cultivo.

Estadísticos	C/TMA	S/TMA
	Cosecha (kg)	Cosecha (kg)
Suma ( $\Sigma$ )	2826,3	1846,4
Rendimiento ( $\text{kg.m}^{-2}$ )	18,1	11,8
N	8	8
$\bar{X}$	353,3	230,8
S	46,2	107,0
$S^2$	2130,0	11452,9
$\sigma$	88,1	
t	2,8	
$t_c$	1,8	
Incremento de la producción (%)	53,1	

La Figura 7 muestra el gráfico de la línea de tendencia del comportamiento de las cosechas en ambas casas, con un buen ajuste por regresión lineal, dado que el coeficiente de correlación tiende a la unidad, lo que se interpreta de forma que los puntos muestrales

se ciñen bastante a la línea de regresión (correlación grande).

En la Figura 8 se puede observar que el incremento del rendimiento por la aplicación del TMA de riego en la casa 9, es de  $6,4 \text{ kg.m}^{-2}$  (considerada área de cada cantero).

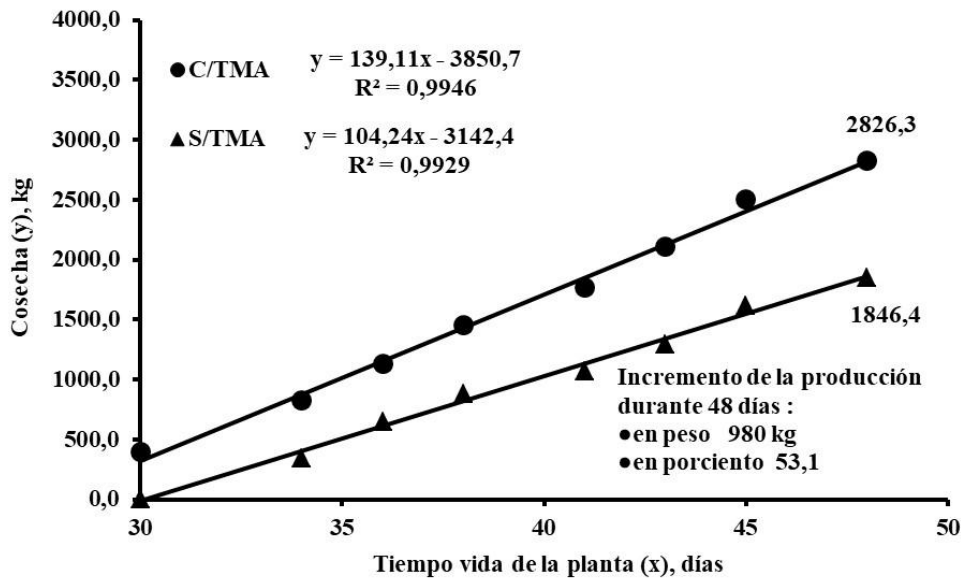


Figura 7. Cosecha general de pepino con y sin TMA en plantas a los 48 días de cultivo

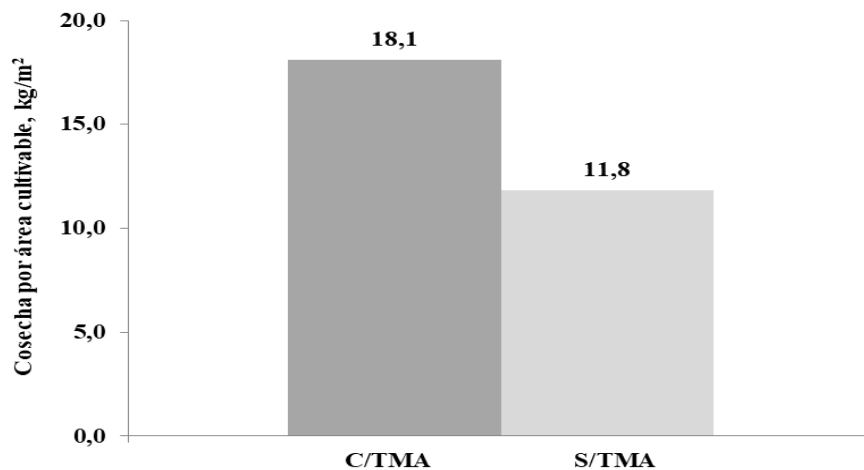


Figura 8. Rendimiento productivo a partir de cosecha general a los 48 días.

**Evaluación de los resultados de efecto anti-incrustante.**

En cada casa de cultivo existen un total de 3216 dosificadores, al finalizar el período total de cosecha de 99 días en la casa 9 C/TMA de riego solo dos dosificadores estaban tupidos por incrustaciones y a los 78 días en la casa 10 sin ese tratamiento, 22 dosificadores presentaron tupiciones a causa de incrustaciones, lo que constituye una muestra de efecto positivo del TMA de riego, en materia de reducción de la

formación de incrustaciones en redes hidráulicas y accesorios. Como también en la agricultura era de esperar, al igual que en más de 20 años en fábricas, hoteles, hospitales y otros centros de servicio por la aplicación del TMA mediante la adecuada instalación de activadores magnéticos MAGCIME, resultados coincidentes con los planteados por otros autores (Duarte et al. 2004; Gata y Mas, 2016), al aplicar tratamiento magnético al agua de riego agrícola en diferentes cultivos.

### CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados obtenidos reafirman el efecto positivo de la aplicación del tratamiento magnético al agua de riego sobre el incremento del desarrollo vegetativo y productivo de las plantas, en correspondencia con el estado del arte en esa materia.
- ✓ Los activadores magnéticos MAGCIME aplicados al tratamiento magnético del agua de riego, aportan resultados en el incremento de los indicadores del desarrollo vegetativo de las plantas y de la producción de hasta un 53 %, respecto al cultivo sin tratamiento magnético del agua de riego.
- ✓ Se evidenció un significativo aporte por la reducción de incrustaciones calcáreas en accesorios de riego, lo cual implica beneficios por reducción de gastos por mantenimiento y durabilidad de los accesorios y red hidráulica.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carbonell, M.V.; Flórez, M.; Martínez, E. y Álvarez, J. (2017). Aportaciones sobre el campo magnético: historia e influencia en sistemas biológicos. *Rev. Antrópico*, 12(2): 143-159, Santa Marta, Colombia, julio – diciembre. ISSN: 1794-161X.
- Chanchí, G.E.; Campo, W.Y. y Sierra, L.M. (2020). Aplicación de la regresión polinomial para la caracterización de la curva del COVID-19, mediante técnicas de machine learning. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(2). ISSN: 2344-8652. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.4103>.
- Duarte, C.; Guevara, G. y Méndez, M. (2004). Uso del agua activada y con tratamiento magnético del tomate en condiciones de organopónico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 13(3). Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
- Elías-Vigaud, L.Y.; Rodríguez, P.; Fung-Boix, Y.; Isaac-Alemán, E.; Ferrer, A. y Asanza, G. (2020). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en casa de cultivo semiprotegido bajo riego con agua magnetizada. *Ciencia en su PC*, 1: 75-86. ISSN: 1027-2887.
- Física 3 BGU. (2016). Editorial Don Bosco. 1ra. impresión, 105-125. Ministerio de Educación del Ecuador. ISBN: 978-9942-23-020-1.
- Gálvez, C. (2010). Uso del desincrustante magnético (DM) para mejorar la calidad del agua en la industria. *Ingeniería Industrial*, 28: 139-154. ISSN: 1025-9929.
- Gata, A. y Mas, S. (2016). Diseño de experimentos aplicado a investigaciones agrícolas relacionadas con el campo electromagnético. *Revista Avanzada Científica*, 19(1): 6-8, enero – abril. ISSN: 1029-3450.
- Márquez- Dávila, K.J.; Vega- Jara, L. y Álvarez - Benaute, L.M. (2021). Glosario de Términos Agronómicos. 1a edición digital. Huánuco, Perú. ISBN: 978-612-00-6109-1.
- Pérez- Alcázar, G.A. (2016). Imanes permanentes: características, aplicaciones y futuro. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40(155): 221-233, Departamento de Física, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Quijala, R. de los A.; Isaac, E.; Simón, F.A.; Regueíferos, I. y Montero, G. (2011). Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre *Meloidogyne* spp. en *Cucumis sativus* (pepino) en condiciones de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 38(4): 83-87, oct.-dic. Editorial Feijoo, ISSN papel: 0253-5785. ISSN on

line: 2072-2001.

Sistema Internacional de Unidades. Oficina Internacional de Pesas y Medidas. Organización Intergubernamental de la Convención del Metro. Centro Español de Metrología. 2ª edición en español 2008.

Spiegel, M.R.; Larry, J. y Gómez, R. (2009). Estadística. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. ISBN-13: 978-970-10-6887-8.

Fecha de recepción: 8 junio 2022

Fecha de aceptación: 26 octubre 2022

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

