

INCIDENCIA DE CAMPOS MAGNETICOS ESTACIONARIOS EN LA GERMINACION Y CRECIMIENTO DE SEMILLAS

por: J.M. Amaya, M^a V. Carbonell, E. Martínez, A. Raya*



El objeto de este artículo es dar a conocer los posibles efectos de la aplicación de campos magnéticos en la agricultura bien mediante la aplicación directa de un campo magnético estacionario en un cultivo, o mediante el riego con la denominada "agua imantada o magnetizada". Aunque en términos divulgativos se emplea la denominación de agua imantada, nosotros preferimos usar el término de "agua tratada magnéticamente" o simplemente "agua magnetizada". Hemos elegido este tema de investigación porque existe una gran controversia sobre el mismo, debido a la comercialización de diversos productos de dudosa efectividad. Los miembros que formamos parte del equipo de investigación del Bioelectromagnetismo del Departamento de Física y Mecánica de la ETSIA de Madrid estamos tratando de realizar una investigación con el máximo rigor y objetividad posible, con el fin de determinar la veracidad de las propiedades del Bioelectromagnetismo y sus aplicaciones.

CAMPO MAGNETICO. GENERALIDADES

No se conoce con exactitud la fecha en que se pone de manifiesto por primera vez la existencia del magnetismo, aunque se sabe que ya los griegos conocían que cierto mineral, hoy conocido como **magnetita**, tenía la propiedad de atraer piezas de hierro.

También se tienen referencias del siglo XII sobre el uso de imanes en la navegación. La existencia de campos magnéticos en un punto del espacio se puede comprobar simplemente con una *brújula*, viendo si la aguja de ésta se orienta en una dirección particular.

Hay referencias del siglo XIII, sobre el conocimiento de que todo imán posee un polo norte y un polo sur de forma que los polos iguales se repelen entre sí, y los polos opuestos se atraen.

En 1600, William Gilbert descubrió que la Tierra es un imán gigante con polos magnéticos próximos a los polos geográficos.

En el siglo XIX gracias a Oersted se conoce la relación entre electricidad y mag-

netismo, ya que comprobó que una corriente eléctrica influye en la orientación de la aguja de una brújula. Ampère y otros, elaboraron la teoría de que la fuente fundamental del magnetismo no es un polo magnético sino una corriente eléctrica. Faraday y Henry demostraron mediante experimentos independientes que un campo magnético variable produce un campo eléctrico. Y Maxwell demostró que un campo eléctrico variable produce un campo magnético. Hoy en día, es conocido por todos que electricidad y magnetismo no se pueden separar. Las ecuaciones que Maxwell dio a conocer en 1872, agrupando las ideas de Ampère y Faraday y haciendo síntesis de las mismas constituyeron el nuevo paradigma universal de electromagnetismo que aún continúa en vigencia.

El valor del campo magnético terrestre oscila entre 0,4-0,6 Gauss dependiendo de la latitud. Los campos magnéticos de imanes permanentes suelen ser de 1.000 a 5.000 Gauss, y nosotros en concreto trabajamos con imanes de 2500 Gauss. Estos campos, creados por imanes, son los denominados campos magnéticos estacionarios, permanentes o continuos. Además, existen los denominados campos magnéticos variables que son creados por una bobina, (tipo Helmholtz, por ejemplo).

En la actualidad se conoce el carácter magnético de la Naturaleza. Citando textualmente a KARTSEV (1974) "El mundo es magnético, el Sol es magnético, el Universo es magnético, lo es desde las gigantes nebulosas lejanas hasta las partículas elementales... El hombre también es un imán".

Nuestro cerebro, nuestro corazón, nuestros músculos funcionan a base de impulsos eléctricos. Teniendo en cuenta que cada corriente crea, ineludiblemente, un campo magnético en torno suyo, es evidente que tanto los seres vivos más sencillos hasta los pluricelulares más complejos, crean a su alrededor sus propios campos magnéticos. Así, al abrir y cerrar la mano, el hombre genera en la superficie de ésta, un campo magnético con una inducción de 10^{-6} Gauss. Estos campos extremadamente débiles pueden medirse con sorprendente exactitud con los denominados MAGNETOMETROS.

El campo magnético tiene una influen-

(*) Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos. Madrid.

NATURACION URBANA

cia decisiva sobre los seres vivos. La vida aparece sobre la Tierra cuando aparece el campo magnético, pues sin él no hay vida organizada. Los reinos vegetal y animal sobre la superficie terrestre están profundamente influenciados, aparición y extinción de especies, según las variaciones e inversiones del campo magnético terrestre.

Cuando una corriente de agua circula a través de un campo magnético estacionario, sus moléculas se ordenan, es decir que el agua cuya composición es H_2O , sigue teniendo la misma composición pero sus moléculas se han ordenado o alineado. Diversas publicaciones ponen de manifiesto que el agua magnetizada tienen unas propiedades físico-químicas distintas a las del agua que no ha sido sometida a la acción del campo magnético. Entre otras propiedades, el **agua magnetizada** tiene un **producto de solubilidad superior** al del agua no tratada magnéticamente. Una aplicación directa de esta propiedad es su uso como descalcificador de tuberías. Así mismo, se ha observado una ligera variación en el pH.

Es de destacar el hecho de que la obtención del agua magnetizada, o tratada magnéticamente, es de extremada sencillez y economía.

Independientemente de los aspectos beneficiosos que puede tener la aplicación de campos magnéticos y el uso del agua magnetizada, hay que tener en cuenta que el desarrollo de nuevas tecnologías por parte del hombre ha creado artificialmente campos electromagnéticos que pueden influir tanto en el medio ambiente como en la calidad de vida con su posible repercusión en la aparición de enfermedades. Tal es el caso de líneas de alta tensión, microondas, cocinas de inducción magnética, repetidores de las redes de telefonía móvil y otros pueden originar **contaminación electromagnética** ambiental.

GERMINACION Y CRECIMIENTO DE SEMILLAS SOMETIDAS A UN CAMPO MAGNETICO ESTACIONARIO DE 2500 GAUSS

El campo magnético aplicado es generado por un imán toroidal de material cerámico.

Las semillas se sembraron sobre sustrato o tierra vegetal. La mitad fueron sometidas a tratamiento magnético, colocando los imanes sobre la tierra. La otra mitad constituye el control.

Las semillas utilizadas en este tipo de experimentos han sido cardo, lenteja y tomate.

Las variables estudiadas son:

- porcentaje de germinación;
- longitud total (tallo + raíz), longitud de tallo;
- peso total (tallo + raíz), peso de tallo.

Los resultados obtenidos con *lenteja*,

medidos 15 días después de la siembra, han sido los siguientes:

% germinación: Control: 96,66%
Imán: 100%

Longitud: Control: 21,9 cm
Imán: 25,2 cm

El análisis estadístico (MANN-WHITNEY-TEST) consideró estas diferencias extremadamente significativas ($p < 0,0001$)

Peso (T): Control: 240,9 mg
Imán: 271,9 mg

También considerado muy significativo ($p = 0,0019$)

De los resultados obtenidos puede deducirse que tanto la longitud como el peso de los tallos de las plantas de lenteja son superiores cuando han sido sometidas a tratamiento magnético (15,1% superior en longitud y 12,87% en peso).

Un hecho muy destacable de este tipo de experimentos es que con la misma dosis de riego, el sustrato de las plantas tratadas magnéticamente estaba más húmedo que el control, lo cual es un aliciente para en investigaciones posteriores determinar el ahorro en la dosis de riego.

El cultivo sobre un sustrato tiene el inconveniente de que al extraer las plantas para medirlas, con mucha frecuencia parte de las raíces se rompen. Por este motivo, se han realizado otros ensayos en los que las semillas se adherían a un papel de filtro, el cual se enrollaba y se sumergía en un vaso con agua a fin de mantener una humedad constante.

Las medidas realizadas el 7º día para una muestra de 60 semillas de *lenteja* dieron como resultado:

Longitud media de tallo + raíz

Control: 15,79 cm
Imán: 19,22

% de germinación:

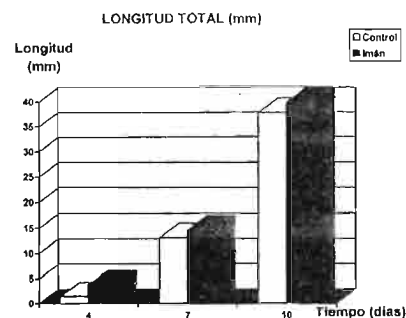
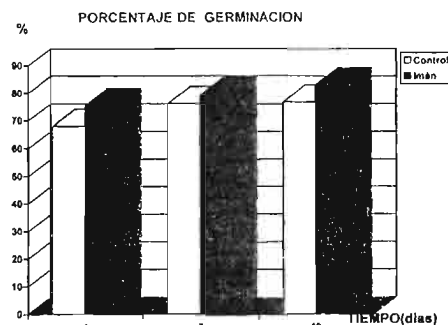
Control: 96,66%
Imán: 100%

Por este mismo método hicimos ensayos con semillas de menor tamaño, como el *tomate*, y por tanto de mejor manejo, y se hizo un análisis de la evolución del crecimiento y la germinación en los primeros días (4,7,10). La muestra fue de 160 semillas, obteniéndose los siguientes resultados:

% de germinación

Día	4	7	10
Control	68,12	76,25	76,87
Imán	75,62	82,50	83,12

TOMATE (GERMINACION Y CRECIMIENTO)

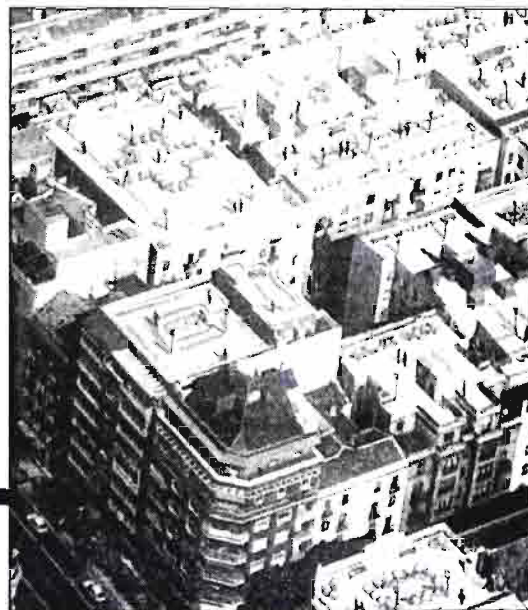


Longitud de tallo + raíz (en mm)

Día	4	7	10
Control	1,37	13,08	37,76
Imán	3,73	14,54	39,75

Se puede observar que el tratamiento magnético está beneficiando el desarrollo de la planta de tomate. El porcentaje de germinación es superior y en el 4º día se produce la diferencia más notable en cuanto a longitud de tallo + raíz.

El análisis estadístico de los datos refleja que las diferencias son muy significativas, con un valor de $p < 0,001$ en todos los casos.



**PRÁCTICA
DE LA
PERITACIÓN**

ALBERTO GARCÍA PALACIOS
ALEJANDRO GARCÍA HOMS

Editorial Agrícola Española, S.A.

**"PRÁCTICA DE LA
PERITACIÓN"**

**García Palacios A. y García
Homs A.**

264 pp. 1996 - 3.800 PTA

PRÓLOGO de Puignaire Hernández J.M.
Secretario de Gobierno del Tribunal
Superior de Justicia de Cataluña.

Colaboración de Díaz Valcárcel L.M.
Magistrado del Tribunal Superior de Justi-
cia de Cataluña y otros peritos judiciales.

Contenido. Prólogo. Introducción. La
Prueba de Peritos vista por el Juez. Dictá-
menes Periciales: La Valoración a lo largo
del tiempo. Deslinde. Daños causados a
una finca ribereña por obras hidráulicas.
Expropiación Forzosa de una Finca Agrí-
cola. Expropiación en el caso de paso de Líneas Eléctricas. Retasación en caso
de Expropiación Forzosa. Responsabilidad Patrimonial de la Administración.
Seguro. Impuestos Municipales. La Valoración a efectos fiscales.
Legislación, Comentarios y Sentencias referentes a cada Dictamen. Bibliografía.
Índice de Materias.

**Obra dirigida a los Abogados y Peritos Judiciales, Ingenieros, Arquitectos,
Agentes de la Propiedad Inmobiliaria y estudiantes de las Facultades de
Derecho y Escuelas Técnicas.**

Comentario. Como se dice en su Prólogo, "PRÁCTICA DE LA PERITACIÓN"
constituye, en su aspecto jurídico, una aportación novedosa al campo del Dere-
cho, al tratar la Prueba de Peritos desde la óptica de estos últimos.

Sin ser un libro de Valoración, stricto sensu, está inmerso en el campo de la Esti-
mación del Valor, utilizando métodos, alguno de ellos originales, pero siempre
acordes con la **Jurisprudencia del Tribunal Supremo**. En este sentido llena un
vacío de la literatura referente a la Praxis de la Peritación y, por consiguiente,
de la **Prueba de Peritos**.

El libro está estructurado de manera razonable. El propio Prólogo es de por sí
un corto ensayo jurídico de profundidad sobre la prueba pericial. Continúa,
en el capítulo redactado por un Magistrado del Tribunal Superior de Justicia
de Cataluña, con una pragmática exposición de cómo el Juez aprecia la Prue-
ba de Peritos, y como ésta debe adecuarse al papel que tiene asignado en el
pleito.

En los capítulos posteriores, en los cuales el **Dictamen del Perito** es el eje ex-
positivo, se hace referencia al marco legal en el que se desarrolla el Pleito (**Leyes
Civiles, Penales, Administrativas, Mercantiles y Fiscales**) para seguir con el
Dictamen del Perito propiamente dicho. Con posterioridad se comentan los
métodos empleados, justificándolos y contrastándolos con Sentencias del Tri-
bunal Supremo, las fuentes utilizadas y se realiza una **sana crítica** de los
Dictámenes de los Peritos de Parte, de los de la Administración y de los Voca-
les de los Jurados de Expropiación. Finalizan los capítulos, en general, con una
transcripción de las Sentencias en que Jueces y Magistrados aprecian en qué
medida el Dictamen del Perito ha sido útil para el fin que fue solicitado.

Nos encontramos ante un libro que sigue la tradición italiana de tratadistas
eminentes como **Medici y Famulario** y la americana de **Mc. Michael y del
Appraisal Institute**, cuya originalidad en lengua castellana radica en la inexis-
tencia de tratados de este género.

Si se nos permite una reflexión sobre los destinatarios de **Práctica de la Perita-
ción** mencionaríamos, en primer lugar, a los Abogados. La proposición de la
prueba es ciertamente un arte, del que no es pequeña parte conocer las posi-
bilidades de los Peritos para elaborar y emitir su Dictamen. Por parte de los
Peritos Judiciales, Ingenieros, Arquitectos, Agentes de la Propiedad Inmobiliaria,
el uso de las fuentes y la utilización de métodos de valoración contrastados con
las Sentencias del Tribunal Supremo y el conocimiento de las disposiciones
legales en cuyo ámbito se mueve el Dictamen que se solicita, resulta de vital
importancia para que el mismo sirva para el fin último a que va destinado den-
tro del período de Prueba.

La obra es, finalmente, multidisciplinar y ello le da un sentido didáctico que
esperamos le impulse al fin último a que va destinada que no es otro que el
hacer más eficaz la Prueba de Peritos y más científica y pragmática, a la vez,
la **Práctica de la Peritación**.

Agricultura

EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S.A.

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda. -

Teléfono: 521 16 33 - FAX: 522 48 72. Madrid-28013

SIMA

**CITA MUNDIAL DE LOS SUMINISTRADORES
DE EQUIPOS AGRICOLAS
Y GANADEROS**

SIMAGENA - SIMAVIP

**PARIS-NORD
VILLEPINTE
FRANCIA
23-27 de FEBRERO de 1997**

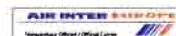
**VENGA A CONOCER A TODOS
LOS EXPOSITORES LIDERES DEL
MUNDO AGRÍCOLA**

Agricultura, ganadería, bosque, espacios verdes,
arboricultura, labores de huerta, son más de 1000 expositores
los que encontrará en SIMA, primer salón mundial
del equipamiento y suministro agrario.

Con SIMAGENA y SIMAVIP, los ganaderos de bovinos, cerdos,
aves y conejos encontrarán a todos los expositores
de materiales y construcciones de ganadería, de productos
para la salud y la alimentación animal, y de genética.

Todos los suministradores del mundo agrícola le esperan
en esta importante cita internacional de la maquinaria agrícola
y el suministro agrario.

**Acontecimiento principal del salón
FORO INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE**



Para recibir su tarjeta de invitación, cumplimente este cupón y remítalo a :
Promosalons - Diego de León, 44 - 28006 MADRID - Tel : 91/564 31 54 - Fax : 91/411 66 99

Deseo recibir _____ tarjeta (s) de invitación para visitar
SIMA/SIMAVIP/SIMAGENA.

Apellidos : _____ Nombre : _____

Sociedad/Explotación : _____

Dirección : _____

Ciudad : _____

Código postal : _____

País : _____

Teléfono : _____

Fax : _____





LOS TIEMPOS CAMBIAN

**NUESTRA
CALIDAD
PERMANECE**



Muchas cosas están cambiando en los últimos tiempos. También en BELLOTA. Porque, durante más de 80 años, BELLOTA ha ido labrando una trayectoria empresarial marcada por la evolución constante. Desarrollando productos que no sólo se han limitado a cumplir con las necesidades del mercado, sino que han logrado revolucionar el mundo del Recambio Agrícola.

Pero en BELLOTA hay algo que no ha cambiado, y es la Calidad. Esa Calidad que, generación tras generación, ha fortalecido la confianza de todos nuestros clientes.

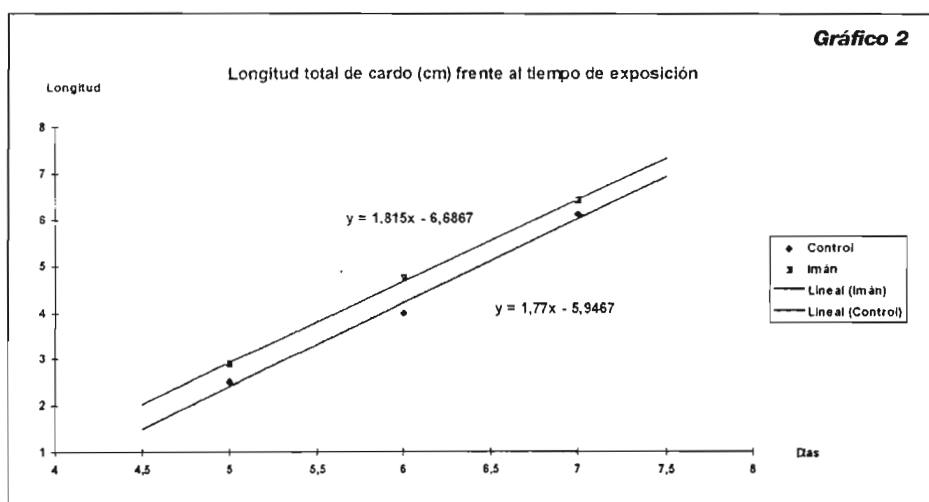
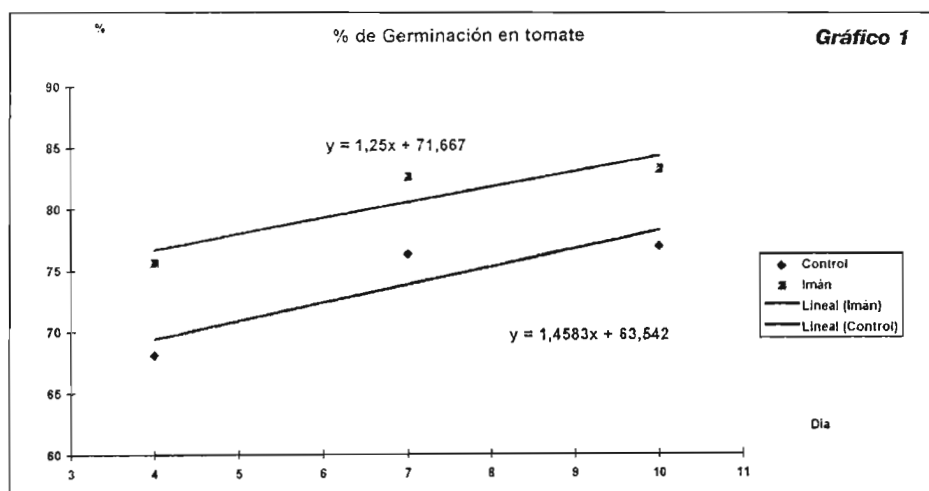
Esa Calidad, en definitiva, que hoy sigue distinguiendo a nuestra empresa con el más importante reconocimiento: El liderazgo.



BELLOTA

LA CALIDAD, NUESTRA HERRAMIENTA





Se muestran en diagrama de barras las gráficas correspondientes a la evolución del porcentaje de germinación y de longitud total de la planta y las rectas de regresión correspondientes.

ESTUDIO DE LA SOLUBILIDAD Y PH DE DIFERENTES COMPUESTOS EN AGUA MAGNETIZADA

Se ha realizado un estudio de la solubilidad de distintos reactivos, a diferentes temperaturas, en agua magnetizada. Los resultados reflejan un incremento de la solubilidad, para cada temperatura, respecto a los valores obtenidos para el control (agua sin magnetizar).

Para realizar este ensayo se usaron los siguientes reactivos: Cloruro sódico (NaCl), Cloruro potásico (KCl) y Glucosa ($C_6H_{12}O_6$). Las temperaturas estudiadas fueron: Temperatura ambiente (aprox. 20°C), 35°C y 60°C.

La medida de la solubilidad en agua magnetizada se obtuvo, disolviendo un peso conocido de reactivo en 100 ml de agua

magnetizada, a una temperatura dada. La muestra se filtró, una vez seco al aire se pesó el residuo. Para calcular la cantidad de reactivo en disolución se calculó la diferencia entre el peso disuelto y el peso del residuo. De la misma forma se obtuvo la solubilidad en el control.

En la Tabla 1 se reflejan los resultados obtenidos a las temperaturas ensayadas.

En los Gráficos 3 y 4 se ha representado la solubilidad, expresada en gr/l en función de la temperatura.

De los valores obtenidos de solubilidad, puede deducirse que:

- La solubilidad de los compuestos estudiados es mayor cuando la disolución se realiza en agua magnetizada para todas las temperaturas.

- Las máximas diferencias se obtienen a temperatura ambiente. Esto puede justificarse por una parte, porque a 60°C las soluciones están prácticamente saturadas, y por otra parte porque el efecto de la temperatura prima sobre el efecto magnético.

ESTUDIO DEL PH

Respecto al pH, se ha realizado un estudio de su variación con el tiempo de exposición a un campo magnético. Para ello, se preparó una disolución 0,5 M de NaCl y otra también 0,5 M de KNO_3 , también se tomaron muestras de agua destilada y agua mineral. En cada una de las muestras se midió el pH a temperatura ambiente y con distintos tiempos de aplicación del campo magnético de 2.500 Gauss de intensidad ($t=0$ s, 30 s, 240 s y 1.200 s).

Para la implantación de las muestras se siguió el siguiente procedimiento:

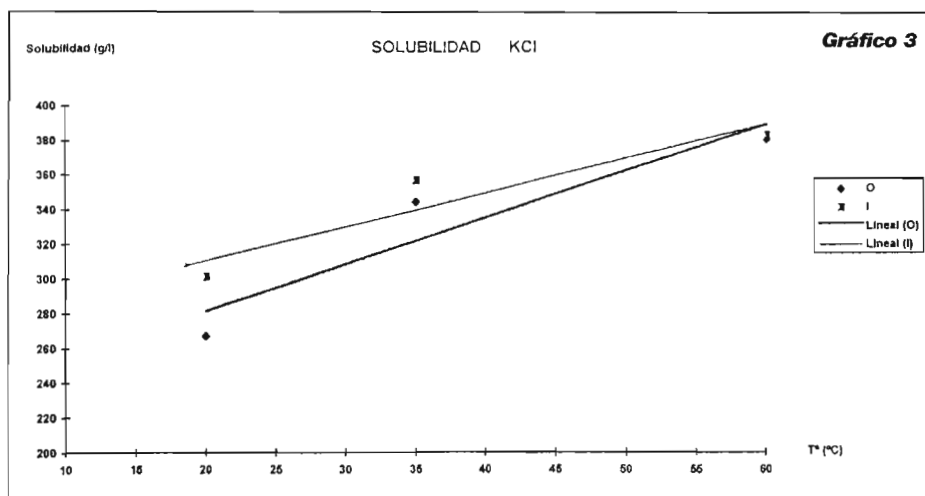
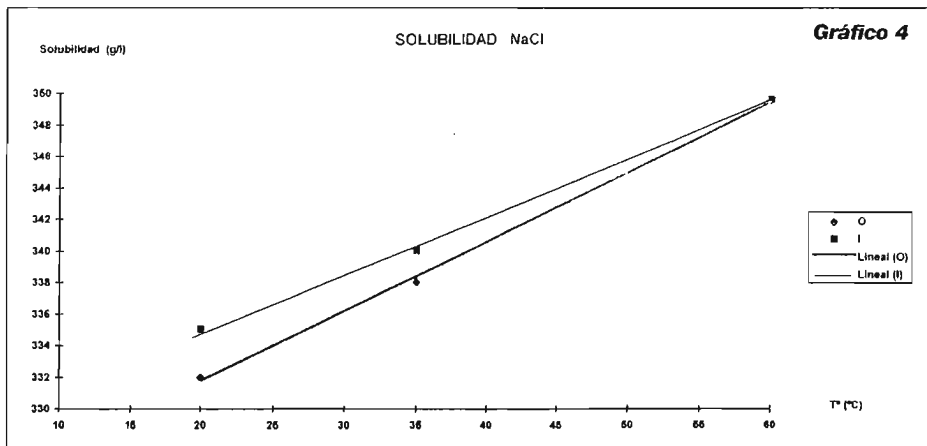


Tabla 1

	Tª AMBIENTE		30°C		60°C	
	Control	Imán	Control	Imán	Control	Imán
KCl	267	301	344	356	380	382
NaCl	332	335	338	340	349,5	349,5
Glucosa	334	344	376	382	378	380

NATURACION URBANA



nato y cloruro sódico. (Ver Tabla 2)

PROYECTO

Ya hemos citado la influencia que el campo magnético terrestre y otros campos electromagnéticos pueden tener sobre el desarrollo vegetal en general. Esta influencia podrá afectar, en particular, al cultivo que se pretende establecer sobre la cubierta ecológica. Por tanto, *nuestra aportación* al proyecto será, en primer lugar, determinar las características de los campos electromagnéticos presentes en la cubierta en estudio, en cuanto a distribución, intensidad y forma, pues estos campos pueden influir en los resultados, acumulando unos datos que se complementen y refuercen con los obtenidos por otras secciones participantes en el Proyecto conjunto de "Cubiertas Ecológicas en Naturación Urbana".

Se medirán las diversas parcelas desde el punto de vista electromagnético para conocer la posible influencia de dichos campos en el desarrollo de la vegetación de la cubierta ecológica, pues ésta será una variable presente entre las que influyen. Estas medidas permitirán catalogar las diversas parcelas según el campo electromagnético y así analizar su incidencia, o no, sobre el cultivo.

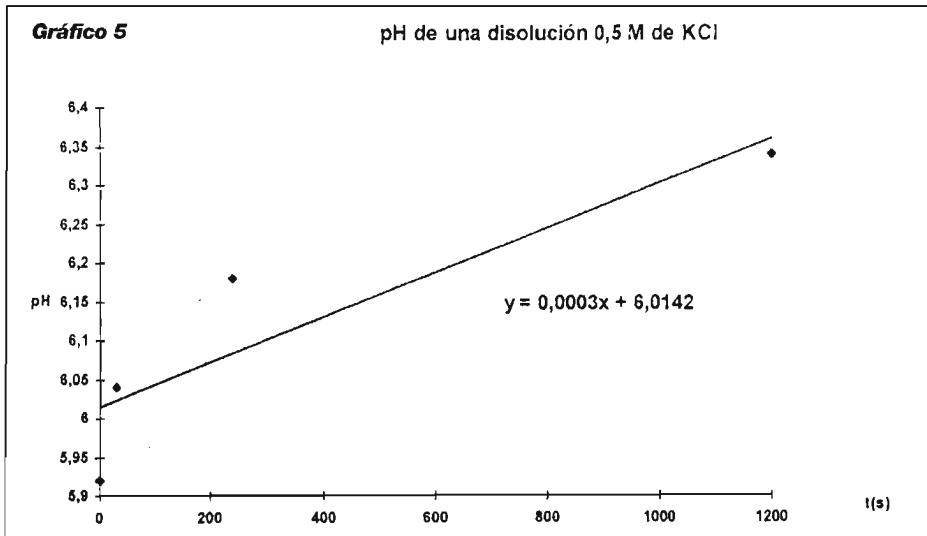
Para este estudio, el principal aparato de medida será un *magnetómetro/gausímetro* portátil que permite medir campos continuos como es el campo magnético terrestre y campos alternos del orden de 50 Hz generados por la instalación de la red eléctrica del edificio.

Las posibles causas de las variaciones de los campos electromagnéticos pueden ser la estructura metálica del edificio y zonas próximas al tejado como vigas, tuberías metálicas, circuitos eléctricos, maquinaria de ascensores, etc.

También consideramos de gran importancia la posibilidad de poder determinar la influencia del riego con agua magnetizada en el cultivo. Dado que en el diseño de experimentos hay previstas cuatro repeticiones, dos de éstas podrían someterse a este tipo de riego, dada su facilidad y economía, y evaluar las posibles diferencias.

BIBLIOGRAFIA

- BARDASANO J.L. (1990) "Contaminación Electromagnética y Medio Ambiente". IBASC.UAH.
- GUTIERREZ E. (1984) "Química inorgánica" Ed. Reverté.
- MILIAN, J.O.; TRIANA, O. (1995). "Efecto del tratamiento magnético al agua de irrigación en algunos cultivos". II Taller Las Técnicas Físicas en la Agricultura. INIFAT.
- PERRY, R.H.; GREEN, D. (1984). "Perry's Chemical Engineer's Handbook" 6th E Mc Graw-Hill.
- RAMOS, F. (1994). "El agua magnetizada". Mandala Ediciones S.A.
- SANCHO, M.; LOPEZ, E. (1995). "Campos Electromagnéticos y salud". Revista Española de Física 9(3) pág. (21-26).
- SRAIVASTAVA, SC.; LAL, P.B. (1978). "Study of the increase of salt solubility and pH magnetized water. Instit. Engrs. (Y) Journal-EN, Vol. 59.



- I.- Se hizo pasar la muestra por un embudo situado en el centro de un imán toroidal de 2.500 Gauss (tiempo=30 s).
- II.- Se mantuvo la muestra durante 4 minutos (240 s) en un agitador magnético.
- III.- Se mantuvo la muestra durante 20 minutos (1.200 s) en un agitador magnético.

Se ha realizado la representación gráfica del pH de las muestras frente al tiempo de exposición de las mismas al campo magnético, realizándose un ajuste lineal

por el método de mínimos cuadrados.

Las ecuaciones de las rectas que se han obtenido son las siguientes:

- Para NaCl $y = 0,0004x + 7,85$
- Para KNO₃ $y = 0,0002x + 6,17$
- Para agua destilada $y = 0,0006x + 6,17$
- Para agua mineral $y = 0,0002x + 8,32$

Valores similares en el aumento de pH han sido obtenidos por Singh y colaboradores, que utilizaban distintas soluciones nutritivas y por Srivastava utilizando carbo-

Tabla 2

Compuesto\ Tiempo	0	30	240	1200
NaCl	7,83	7,88	7,96	8,28
K Cl	5,92	6,04	6,18	6,34
H ₂ O Mineral	8,30	8,34	8,37	8,50
H ₂ O destilada	6,12	-	6,25	6,90
Glucosa	6,15	6,34	6,42	6,92