

## EFFECTOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN MATERIAL ORGÁNICO

V. Vasquez O, M. Gómez H, B. Segura G, A. Rosales-Rivera.

*Laboratorio de Magnetismo y Materiales Avanzados, Universidad Nacional de Colombia  
Sede Manizales*

(Recibido 02 de Sep.2005; Aceptado 18 de Jul.2006; Publicado 04 de Oct. 2006)

### RESUMEN

Se trataron semillas de fríjol (*Phaseolus Vulgaris*) variedad cargamanto, exponiendo algunas de ellas a campos magnéticos de 125 mT y otras a 250 mT durante 10, 30 y 60 minutos, cada tratamiento con cuatro repeticiones cada 7 días. Basados en un diseño experimental factorial, se estudió la altura y la acumulación de materia seca de las plantas en función de los campos magnéticos y los tiempos de exposición a los mismos, donde el análisis de varianzas (MANOVA) permitió interpretar los resultados de estos experimentos. Se observan variaciones en las características de las plantas, tales como, el aumento de la biomasa y el número de raíces, posiblemente ligados al tratamiento realizado a través de campos magnéticos. El objetivo de este trabajo es buscar alternativas de tratamiento de plantas que industrialmente necesiten una mayor cantidad de biomasa para mejorar su calidad y su aplicabilidad.

**Palabras claves:** radioterapia, tratamientos de cáncer de próstata, dosimetría por termoluminiscencia

### ABSTRACT

Been seeds (*Phaseolus Vulgaris*) of the cargamanto variety were treated, exposing a set of them to a magnetic field of 125 mT and others to 250 mT, for 10, 30, 60 minutes, each treatment with four repetitions each 7 days. Based on a factorial experimental design, we studied the height and the accumulation of dry matter in function of the magnetic field and the times of exposition to the same ones, where the multiple analysis of variance (MANOVA) allowed to interpret the results of these experiments. Variations in the physical characteristics of these plants, such as, the increase of the biomass and the number of roots were observed, these changes are possibly related to the treatment carried out through magnetic fields. The aim of this work is to search alternative of treatment in plants that industrially need a bigger quantity of biomass to improve its quality and its applicability.

**Keywords:** Magnetic fields, bean, magnetism, biomass

### 1. Introducción

El efecto de campos electromagnéticos en organismos vivos ha sido un área de estudio desde el siglo XVIII, cuando experimentos con tratamientos eléctricos en Escocia sobre plantaciones de mirto, usando generadores electrostáticos, dieron como resultado mayor crecimiento y florecimiento en las plantas [1]. Posteriormente, tratamientos con campo magnético del orden de 6 mT, realizados sobre diferentes variedades de plantas tales como habas, pepino y maíz dieron como resultado un aumento en el índice de crecimiento y una mayor producción [2]. En la actualidad, ensayos de germinación llevados a cabo en laboratorio, sometiendo semillas de

varias plantas a un campo magnético estático, comprueban un aumento en la velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas [3].

En el presente trabajo, se trataron plantas de fríjol (*Phaseolus Vulgaris*) variedad cargamanto, especie de gran importancia por su contenido de materia orgánica (carbohidratos, proteínas, lípidos, tiamina, niacina) e inorgánica (calcio fósforo, hierro), con campos magnéticos de 125mT y 250mT con el objetivo de estudiar los cambios en la altura, el peso y composición inorgánica de las plantas. Se escogieron plantas de fríjol por su rápido crecimiento y su fácil cultivo.

## 2. Diseño Experimental

Se trataron semillas de fríjol (*Phaseolus Vulgaris*) variedad cargamanto, utilizando siete procedimientos con cuatro repeticiones cada uno. La forma de siembra se realizó en bolsas plásticas de 10cm de ancho y 15cm de largo con 175 gramos de tierra, el riego se estableció según el agotamiento del agua en el suelo. Se efectuaron tratamientos con tiempos de exposición de 10, 30 y 60 minutos, respectivamente, para un campo magnético de 125mT; de igual manera para el campo magnético de 250mT y un tratamiento de plantas sin exposición como testigo, cada uno de estos tratamientos con cuatro repeticiones. La exposición al campo magnético en cada tratamiento fue a partir de la semilla, cada siete días hasta completar cinco exposiciones, para ambos campos magnéticos y para cada intervalo de tiempo. El campo magnético fue generado con un electroimán CENCO que produce un campo máximo de 800mT alimentado con una fuente de corriente de 0-20A, la intensidad del campo fue medida con un Teslametro Leybold, en los laterales del electroimán donde fueron ubicadas las plantas, como se describe en la Figura No.1.

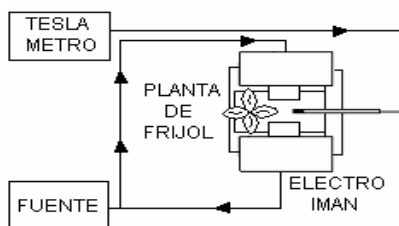


Figura No. 1. Diagrama del experimento

Basados en el procedimiento realizado a las plantas por un periodo de 28 días, se estudiaron las siguientes variables: (1) porcentaje de minerales (Fósforo, Calcio, Hierro, Sodio, cenizas), por el método de metales en celulosa a través de espectroscopia por absorción atómica [4]; (2) medida de la longitud del tallo y (3) medidas de la acumulación de materia seca aérea (AMSA) y de la acumulación de materia seca de la raíz (AMSR), por medio de la deshidratación de las plantas en un horno a una temperatura de 80°C, durante 48 horas.

Para analizar los datos obtenidos en el procedimiento se escogió un diseño estadístico tipo MANOVA, donde se tomaron como tratamientos los dos campos y el testigo (sin exposición) y como variables la altura, AMSA, AMSR. El análisis estadístico elegido resulta adecuado para este arreglo experimental debido a que es útil para comprobar hipótesis concernientes a la

varianza de respuestas de grupos sobre las tres variables métricas dependientes utilizadas. El nivel de significación en relación con el número de pruebas estadísticas realizadas simultáneamente sobre el conjunto de datos fue ajustado por el método de Bonferroni.

**3. Análisis y Resultados**

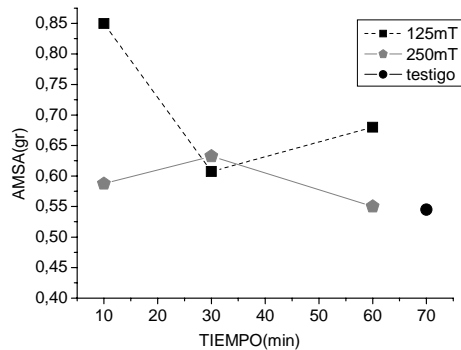
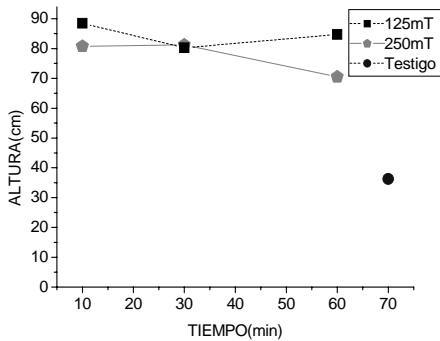
Las tablas 1 y 2 muestran la variación que existe en la altura y AMSA respectivamente entre las plantas testigo y las plantas expuestas a los campos magnéticos utilizados en el experimento. Se observa un aumento tanto en la altura como en la AMSA comparado con el testigo, para los campos magnéticos de 125 y 250 mT, de acuerdo con el análisis estadístico de diferencia entre medias con una significancia de 0.05, se apreció un cambio significativo al comparar el testigo con los tiempos de exposición para ambas variables. En la figura 2a, y 2b, se puede apreciar que el campo que tuvo mejor eficiencia fue el de 125 mT con un tiempo de exposición de 10 minutos.

**Tabla No.1.** Promedios de la altura.

MEDIAS	125 mT	250 mT	testigo
10 min	88.5	80.75	36.25
30 min	80.25	81.25	36.25
60 min	84.75	70.5	36.25

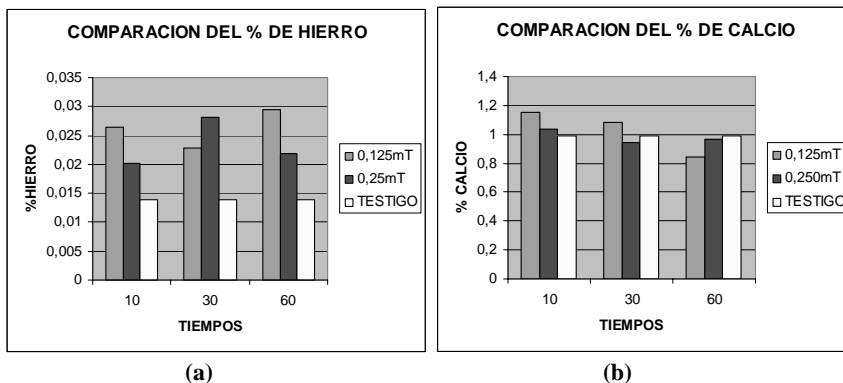
**Tabla No.2.** Promedios de la AMSA

MEDIAS	125 mT	250 mT	testigo
10 min	0.849825	0.587500	0.545000
30 min	0.607500	0.632500	0.545000
60 min	0.680000	0.550000	0.545000



**Figura No. 2.** (a) Comparación de la altura en función del tiempo de exposición, (b) Comparación de la AMSA del tiempo de exposición.

A partir de la figura 3a se puede observar un aumento en la cantidad de hierro en las plantas expuestas al campo magnético con respecto al testigo, este elemento se encarga de la formación de clorofila y participa en las reacciones de óxido-reducción de proteínas. De igual manera en la figura 3b se nota una mayor concentración en el calcio en ambos campos magnéticos con respecto al testigo para el tiempo de exposición de 10 minutos. El calcio es un elemento esencial en las plantas, se encarga del crecimiento de meristemas y particularmente del crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales, además tienen la función de impedir daños a la membrana celular, evitando el escape de sustancias intracelulares, cumpliendo un papel estructural al mantener la integridad de la membrana.



**Figura No. 3.** Variación del hierro y del calcio en las plantas testigos y las plantas expuestas a campo magnético.

### 5. Conclusiones

La aplicación de campos magnéticos produjo cambios significativos de altura y AMSA, notándose mejores resultados en el tratamiento a un campo magnético de 125mT con 10 minutos de exposición; el aumento de la AMSA en las plantas puede resultar de gran interés en la agricultura, como por ejemplo, en la producción de hortalizas y tubérculos donde su calidad radica en su peso y a nivel industrial en la aplicación de biomasa para biocombustibles.

El aumento de calcio se puede asociar con el incremento de la altura en las plantas de fríjol, ya que este estimula el crecimiento del tejido meristemático, además puede mejorar la rigidez de la membrana celular aportándole mayor vigor estructural ayudándola a soportar con más facilidad los cambios abruptos de clima. Por otro lado, el aumento de hierro que ayuda a la formación de la clorofila, puede generar optimización de la fotosíntesis de las plantas incrementando la absorción de luz y por ende mejorando las reacciones químicas en este proceso.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales, Laboratorio de Química UNAL Manizales y COLCIENCIAS.

### Referencias

- [1] Marino, A.A, Hart, F.X. y Reichmanism. Weak electric fields affect plant development. IEEE, Transactions on Biomedical Engineering 12:833-834. 1983.
- [2] Dreher, Melanie C.: Working Men and Ganja, Inst. for the Study of Human Issues (ISHI), Philadelphia, PA; ISBN 0-89727-025-8. 1982
- [3] Martínez, E., Carbonell, M.V. y Flórez, M. Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos. Investigación y Ciencia 324: 24-28. 2003.
- [4] ASTM, annual book of astm standards 2003, volume 06.03, section 6 (paints, related coatings and aromatics), editorial staff, pág 599-601. 2003.