

Effect of Magnetic Fields in Germination, Growth, and Microbial Florishing in Seedlings of *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, and *Zea maiz* (Poaceae)

Ana Milena Gutiérrez T.

Celina Torres G.

Jaime E. Díaz

Universidad del Valle

Received: September 23, 2013

Accepted: February 24, 2014

Pag. 9-17

Abstract

The effect of exposure to magnetic fields, on germination, growth and microbial flora associated with seeds and seedlings of *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, and *Zea maiz* (Poaceae) was determined. Seeds of the three species were planted in a culture medium (PDA) and they were arranged in pots with exposure to magnetic field intensity ($I_1 = 4$ mT, $I_2 = 2$ mT) or the following periods of time: 1, 10, 20, 60 minutes, 24 and 48 hours. The variables evaluated were: germination rate, total weight of plant biomass, and total length of plants. The results show a positive effect on the germination rate, especially for *Brachiaria*, which overcomes the strong dormancy that this species has. The response variables: total weight and total length were not correlated with the fixed variables: field intensity and exposure time, for any of the species under study. The prolonged exposure for 48 hours, showed a small reduction in the population of microorganisms, especially fungi in the different species studied.

Keywords: *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, *Zea mays*, magnetism, germination, growth, microbial flora.

Incidencia de campos magnéticos en la germinación, crecimiento y flora microbiana en plántulas de *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum* y *Zea maiz* (Poaceae)

Resumen

Se determinó el efecto sobre de la exposición a campos magnéticos sobre la germinación, el crecimiento y la flora microbiana asociada a semillas y plántulas de *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum* y *Zea maiz* (Poaceae). Las semillas de las tres especies fueron sembradas en un medio de cultivo (PDA) y dispuestas en un arreglo factorial de intensidad de campos magnéticos ($I_1 = 4$ mT; $I_2 = 2$ mT) y tiempos de exposición (1, 10, 20, 60 minutos, 24 y 48 horas). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, peso total de biomasa y longitud total de las plantas. Los resultados muestran un efecto positivo en la tasa de germinación, especialmente para *Brachiaria humidicola*, que supera la marcada dormancia que presenta esta especie. La respuesta de las variables peso total y longitud total no presentó correlación con las variables fijas: intensidad del campo y tiempo de exposición para ninguna de las especies en estudio. La exposición prolongada por 48 horas reflejó una pequeña reducción en la población de microorganismos asociados, en especial hongos, en las diferentes especies estudiadas.

Palabras clave: *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, *Zea maiz*, campo magnético, germinación, crecimiento, flora microbiana.

1 Introducción

Para el éxito de un proceso de germinación es necesario que exista humedad, oxígeno y temperatura adecuada. No obstante, es frecuente que las semillas no germinen aun cuando se encuentren bajo estas condiciones. Esto se debe a que existe un impedimento o bloqueo en alguna parte del proceso, fenómeno conocido como dormancia.

Investigaciones recientes han mostrado que además de luz y temperatura, los campos magnéticos influyen en la germinación como lo han reportado Carbonel *et al.* [5], Amaya *et al.* [4] e Ipaz *et al.* [10], quienes encontraron que la exposición de las semillas a campos magnéticos aumenta los porcentajes de germinación en algunos tipos de semillas.

Alexander y Doijode [3] señalan aumento en el tamaño de las raíces y tallos, así como la proporción tallo/raíz de la plántula en exposiciones a campos magnéticos; caso contrario a lo obtenido por Venegas *et al.* [16] quien observó que la aparición de la radícula y el crecimiento de la plúmula demoraban más tiempo al exponerse a un campo magnético.

Los efectos producidos por campos magnéticos en la germinación muestran resultados favorables en semillas de: arroz [12], cebada [13], tabaco [2], maíz [1], mostaza [9], y en bellotas de alcornoque [6]. Igualmente, el examen de otras variables fisiológicas durante distintas etapas de crecimiento ha mostrado crecimiento en plantas de tomate [15], [7], [8]. También en algodón [11]. En relación con el crecimiento radicular en el maíz, muestra buenos resultados [14].

Brachiaria humidicola, *Panicum maximum* y *Zea maíz*, especies de interés forrajero, presentan amplia variedad de adaptación, pero su establecimiento está supeditado a la latencia de las semillas, lo cual afecta el rendimiento de estas especies, con inconvenientes económicos desfavorables.

Se determinó el incremento en el porcentaje final de germinación, en la longitud y peso total de las plántulas procedentes de semillas sometidas a tratamiento magnético, y los cambios en la población de microorganismos asociados a semillas de las gramíneas en estudio.

2 Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en las instalaciones de la Universidad del Valle, Cali, en el laboratorio de Investigaciones Microbiológicas y en el Invernadero de la Estación Experimental de Biología.

Las semillas seleccionadas para llevar a cabo los diferentes ensayos fueron *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum* y *Zea maíz*, pertenecientes a la familia Poaceae, que fueron suministradas por Semillas Valle y Agrosemillas.

Las semillas se sometieron a un arreglo factorial (intensidad x tiempo) tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de tratamientos en función del tiempo de exposición y la inducción magnética.

Tiempo de exposición	I ₁ = 4 militesla (mT)	I ₂ = 2 mT
1 minuto	T1	T7
10 minutos	T2	T8
20 minutos	T3	T9
1 hora	T4	T10
24 horas	T5	T11
48 horas	T6	T12

Se realizaron tres fases: germinación, crecimiento y evaluación de la flora microbiana asociada.

2.1 Fase de germinación

Se utilizó como sustrato para la germinación, papel filtro humedecido con 10-15 ml de agua destilada estéril (ADE), en cajas de petri de 100 X 15. Dentro de cada caja se colocaron 25 semillas para el caso de *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum*, y 15 para *Zea maiz*. Pasadas dos horas de haber sido introducidas y humedecidas las semillas, cada caja de petri se instaló de manera aleatoria sobre un imán orientado hacia el norte (Figura 1). Se realizaron cuatro repeticiones para cada tratamiento, evaluando en cada una de ellas el avance de la germinación.



Figura 1. Arreglo aleatorio de cajas de petri con semillas sobre imanes.

2.2 Fase de crecimiento

Para esta etapa se emplearon como semilleros vasos de icopor a los cuales se adicionó 450 g de sustrato estéril que fue humedecido con 100 ml de agua; se sembraron cinco semillas por vaso, a una profundidad de 1 cm para *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum*, y de 2.5 cm para *Zea maiz*; se cubrieron y se agregaron 50 ml adicionales de agua. Después de 24 horas de haber sido sembradas las semillas, los vasos se depositaron de manera aleatoria cada uno sobre un imán.

Las variables tenidas en cuenta para evaluar la biomasa fueron: el peso fresco (g) y la longitud total (cm). Las medidas fueron tomadas una semana después para *Zea maiz*, dos semanas después para *Panicum maximum* y después de cuatro semanas para *Brachiaria humidicola*.

2.3 Evaluación de la flora microbiana asociada

Se utilizaron dos medios de cultivo selectivos, PDA (papa-dextrosa-agar) y Agar Nutriente (AN), los cuales proporcionan las condiciones necesarias para el mantenimiento de los microorganismos. De forma similar al ensayo de germinación, en cada caja de petri con 15 ml de medio nutritivo se depositaron 25 semillas de *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum* y cinco semillas para *Zea maiz*. Igualmente se sometieron a tratamiento magnético de acuerdo con la distribución de la Tabla 1. Luego se trasladaron a una mesa donde de manera permanente se evaluó la aparición de microorganismos (hongos y bacterias). Las lecturas se realizaron 5 días después de la siembra para efectuar el aislamiento de los microorganismos encontrados, y su posterior caracterización.

3 Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo con la variable tiempos de exposición (Factor A) e intensidad magnética ($I_1 = 4 \text{ mT}$; $I_2 = 2 \text{ mT}$) (Factor B). Como resultado de la combinación de ambos factores se realizaron los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12). Se planteó un Diseño Factorial con dos (2) fuentes de variación. Se utilizó el software estadístico SPSS 10 para los diferentes análisis de varianza, Post-anova y comparaciones.

4 Resultados y discusión

4.1 Fase de germinación

Los resultados generales para los tres tipos de semillas tratados no muestran coherencia en la respuesta frente a los distintos tratamientos efectuados. Para cada caso en particular hubo respuestas favorables de germinación frente al control de algunos de los tratamientos empleados. En ese sentido, para las semillas de *Panicum maximum*, los tratamientos T1 y T7 presentaron porcentajes de germinación superiores comparados con los demás tratamientos y con el control, como se observa en la Figura 2.

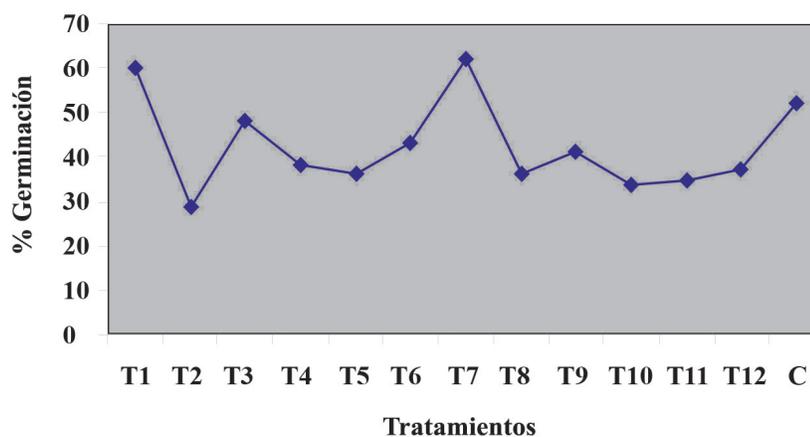


Figura 2. Promedios de porcentajes de germinación para *Panicum maximum*

En el caso de las semillas de *Zea maíz*, los tratamientos T4, T10 y T11 mostraron mayor porcentaje de germinación frente al control. En la figura 3 se aprecia que las diferencias en los porcentajes de germinación no son significativas entre tratamientos, sin embargo, la mayoría de los tratamientos presentaron porcentajes de germinación superiores al control, exceptuando el tratamiento T3.

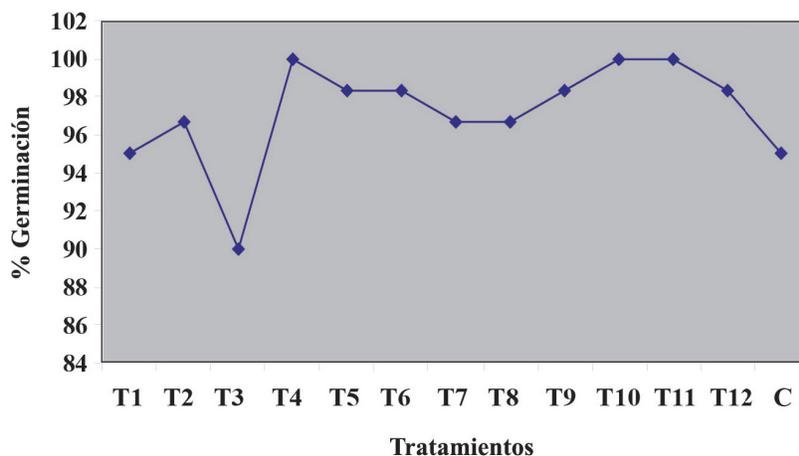


Figura 3. Promedios de porcentajes de germinación para *Zea maíz*.

Para el caso de las semillas de *Brachiaria humidicola*, los tratamientos T5 y T11 mostraron los porcentajes de germinación más altos (27% y 29%, respectivamente) siendo superiores al control, que tuvo un porcentaje de germinación del 15% (Figura 4).

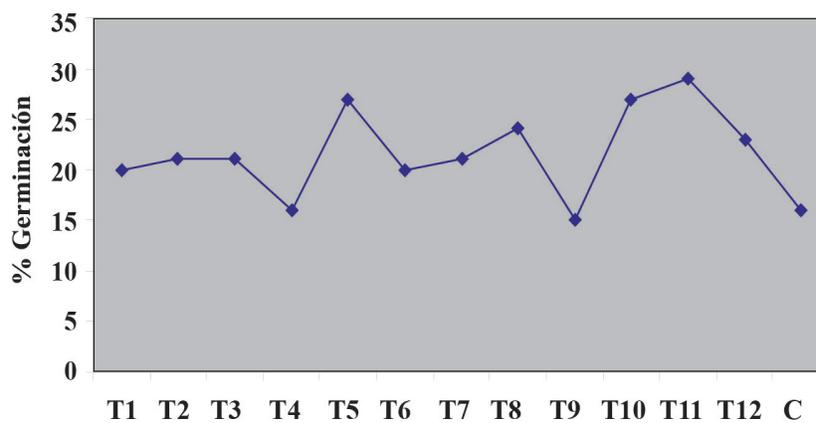


Figura 4. Promedios de porcentajes de germinación para *Brachiaria humidicola*.

Los resultados de las tres especies expuestas concuerdan con los obtenidos por Amaya [4], observándose un incremento en la tasa de germinación cuando se exponen las especies en estudio a la acción de un campo magnético, por determinado periodo de tiempo; también con los obtenidos por Alexander y Doijode [3], quienes observaron un incremento considerable en los porcentajes de germinación de dos especies en estudio.

4.2 Fase de crecimiento

En esta fase se determinaron dos variables, la longitud y el peso total de las plantas; el análisis de cada una de ellas por especie muestra que:

Con respecto a la variable Longitud total de las plántulas de *Panicum máximum* y *Zea maíz* se observó que ninguno de los tratamientos superó los resultados obtenidos en el tratamiento control C, indicando en este caso que la estimulación ejercida por el campo magnético no tuvo efectos favorables en el crecimiento.

Para la especie *Brachiaria humidicola*, las plantas mostraron una respuesta positiva en los tratamientos T8 y T11, con promedios de longitud superiores frente a otros tratamientos de 30,24%. Es interesante destacar que los tratamientos relacionados con las dos intensidades de campo magnético estudiadas presentaron diferencias significativas en la respuesta de la variable longitud.

En relación con la variable de Peso Total (PT), la respuesta a la intensidad del campo de las plántulas de *Panicum máximum* no tuvo diferencias significativas con respecto al control, pero para las plántulas de *Zea maíz* y *Brachiaria humidicola*, se encontraron diferencias significativas con respecto al control para todos los tratamientos empleados. Es importante destacar que las dos intensidades de campo magnético utilizadas (2 mT y 4 mT), mostraron diferencias significativas. Las semillas sometidas a la intensidad de campo magnético de 4 mT mostraron una mayor capacidad para germinar.

4.3 Evaluación de la flora microbiana asociada

Con respecto a la capacidad de los tratamientos para controlar el crecimiento bacteriano, en el caso de las semillas de *Panicum máximum* se observó que los tratamientos T1, T3 y T6 mostraron una disminución considerable; en los demás tratamientos no se presentaron diferencias. En el control de hongos, las semillas se observaron afectadas principalmente por *Fusarium* sp, Micelia esterilia y *Curvularia* sp., con excepción del tratamiento T12 (Figura 5).

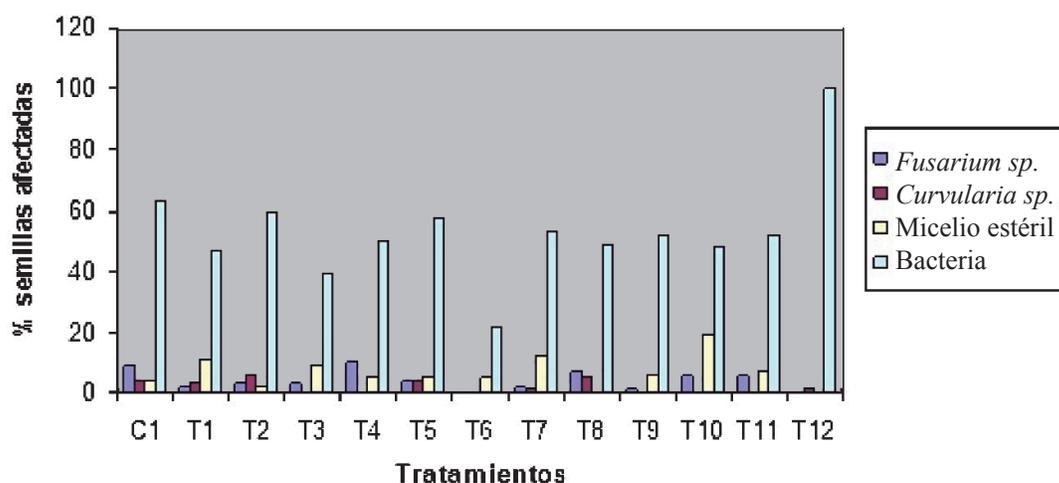


Figura 5. Microorganismos asociados a *Panicum maximum*.

En general, los tratamientos no exhiben grandes diferencias en cuanto a la presencia de microorganismos asociados, excluyendo el tratamiento T12, que no mostró presencia de hongos. Estos resultados permiten inferir que posiblemente los tiempos de exposición altos pueden afectar algunas funciones metabólicas, el crecimiento y la reproducción de los hongos.

En plántulas de *Zea maíz* la distribución no mostró ninguna tendencia en particular, exceptuando la baja frecuencia de ambos hongos en el control y los tratamientos de exposición durante 48 horas, coincidiendo con los resultados obtenidos para *Panicum maximum*, en los que al exponer las semillas por el mismo periodo de tiempo se obtuvieron descensos en la población de microorganismos. En *Brachiaria humidicola* la frecuencia con la que se presentaron los microorganismos asociados no muestra ninguna tendencia en particular.

5 Conclusiones

La exposición al campo magnético tiene un efecto positivo sobre las semillas de *Panicum maximum*, con un aumento en el porcentaje de germinación al ser expuestas a dos intensidades $I_1 = 4$ mT, $I_2 = 2$ mT durante un lapso de tiempo de 1 minuto.

Aunque para la especie *Panicum máximo* no existen diferencias significativas en la longitud total y peso total respecto al control, se evidencia un efecto positivo de la exposición al campo magnético durante diferentes periodos de tiempo, especialmente durante 10 minutos, para ambas variables.

La especie *Panicum máximo* fue severamente afectada por bacterias y hongos, cuyas poblaciones aumentan o disminuyen con el campo magnético después de 48 horas de exposición.

La mayor incidencia del campo magnético en la especie *Brachiaria humidicola* se presenta cuando las semillas se exponen durante 24 horas, incrementando el porcentaje de germinación entre 62.5% y 96.7%.

La biomasa de la especie *Brachiaria humidicola*, evaluada en las variables Longitud Total (LT) y Peso Total (PT) evidencia un efecto positivo de la exposición al campo magnético durante diferentes periodos de tiempo, a una intensidad de $I_2 = 2$ mT.

La especie *Brachiaria humidicola* se ve afectada por diversos microorganismos, hongos y bacterias, que no exhiben ninguna tendencia cuando son sometidos a la acción del campo magnético.

La especie *Zea maíz* responde de manera homogénea al estímulo del campo magnético, durante los diferentes tiempos de exposición y a diferentes intensidades magnéticas, no exhibiendo diferencias significativas entre los tratamientos ni respecto al control.

Los microorganismos pertenecientes al reino Fungi, asociados a la especie *Zea maiz*, mostraron una disminución en sus poblaciones al ser expuestos al campo magnético durante un periodo de tiempo de 4 horas, tendencia similar a la observada en la especie *Panicum máximum*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del Laboratorio de Microbiología del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, de la Universidad del Valle, por permitir la utilización de sus instalaciones y equipos para el desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] Aladjadjiyan, A. (2002). Study of the influence of Magnetic Field on some Biological Characteristics of *Zea mayz*. *Central European Agriculture*, 3(2):89-94.
- [2] Aladjadjiyan, A. y Ylieva, T. (2003). Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of Development of Tobacco seeds (*nicotina tabacum* L.). *Central European Agriculture*, 4(2):132-136.
- [3] Alexander, M. P. y Doijode, S. D. (1995). Electromagnetic field: a novel tool to increase germination and seedling vigour of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability. *Plant. Genet. Resource Newsletter*, 104:1-5.
- [4] Amaya, J. *et al.* (1997). Irrigación de semillas con agua tratada magnéticamente. Proceedings "International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Agriculture, Industry, Health and Environment". La Habana, Cuba.
- [5] Carbonell, M. V. (2003). Influence of magnetically treated water on germination of signalgrass seed. *Seed Sci & Technology*, 32:617-619.
- [6] Celestino, C., Picazo, M. y Toribio, M. (2000). Electromagnetic Biology and Medicine, (19):115-120.
- [7] Dayal, S. y Shing R. P. (1986). Effect of seed exposure to magnetic field on the height of tomato plants. *Ind. Journal Agriculture Science*, 56(6):483-486.
- [8] De Souza, A. *et al.* (2006). Pre-Sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*, 27:247-257.
- [9] Edmiston, J. (1972). The effect of the field of a permanent magnet on the germinations and growth of white mustard (*Brassica Alba* L.) seeds, 16(1):13-14.
- [10] Ipaz, C. M. y López, M. (2004). Evaluación del efecto sobre la germinación y primera fase de crecimiento del cultivo del sorgo híbrido 744 *Sorghum vulgare*, mediante el uso de un sistema dinámico de estimulación electromagnética para el

agua y microorganismos en solución. Tesis de pregrado. Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería. Cali-Colombia.

- [11] Leelapriya, T., Dhillip, K. S., Sanker-Narayan, P. V. (2003). Effect of Weak Sinusoidal Magnetic on Germination and Yield of Cotton (*Gossypium ssp.*) *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2:117-125.
- [12] Martínez, E., Carbonell, V. Duarte, C. (1999). Efecto del tratamiento magnético en la germinación de arroz (*Oryza sativa*) *Alimentaria*, 304:95-98.
- [13] Martínez, E. (2000). A static Magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Electro and Magneto Biology*, 19(3):271-277.
- [14] Muraji, M., Asai, T. y Tatebe, W. (1998). Primary root growth of *Zea mays* seedlings grown in an alternating magnetic field of different frequencies, 3:271-273.
- [15] Pittman, U. J. (1963). Effects of magnetism of Seedling Growth of Cereal Plants. *Biomed. Science Instrument*, 1:117-122.
- [16] Venegas, A. y Londoño, H. (2006). Efecto del campo magnético sobre el crecimiento de las plantas. *Revista Colombiana de Física*, 38(2).

Dirección de los autores

Ana Milena Gutiérrez T.
Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali - Colombia
anamigut@yahoo.com

Celina Torres G.
Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali - Colombia
celina.torres@correounivalle.edu.co

Jaime E. Díaz
Escuela de Recursos Naturales, EIDENAR, Universidad del Valle, Cali - Colombia
jamidi2001@yahoo.es