

Influencia del campo magnético en el suelo y en los cultivos de Rábano (*Raphanus sativus*)*

Influence of magnetic field on soil and radish crops (*Raphanus sativus*)

Sebastián Arias Franco**, Daniel Salgado Tobar***, Tatiana Pérez Gosteva****, Sandra Milena Reyes Ramírez*****

* Proyecto Integrador, III semestre. Influencia del campo magnético en el suelo y en los cultivos de Rábano (*Raphanus sativus*). Universidad La Gran Colombia - Armenia.

**Estudiante del programa de Ingeniería Geográfica y Ambiental. V Semestre; ariasfrasebas-tian@miugca.edu.co.

***Estudiante del programa de Ingeniería Geográfica y Ambiental. V Semestre; salgadotobdaniel@miugca.edu.co.

****Ingeniera electrónica, Msc en GRL, la excelencia, el medio ambiente y la responsabilidad social corporativa; docente investigadora de la facultad de ingenierías; Grupo de investigación: Gerencia de la tierra; Universidad La Gran Colombia -

Resumen

En la actualidad el sector agrícola implementa cada vez más técnicas de cultivo para generar una mayor productividad. El presente artículo, tiene como intención determinar las afectaciones del campo magnético en los cultivos de rábano y en una muestra de suelo. Para ello se realizaron tres montajes distintos con los cuales se pretendía obtener datos de ambos componentes (pH, temperatura, conductividad eléctrica, campo magnético y biomasa). Dentro de los resultados obtenidos se encuentra un aumento del pH posiblemente por procesos de óxido reducción del imán en las muestras; la conductividad eléctrica presentó un incremento debido a la activación de las partículas coloidales del medio del cultivo, por el campo magnético, el cual tuvo un comportamiento similar a las dos variables, que se liga a la presencia de minerales ferromagnéticos; la biomasa indicó que el tratamiento con cifras más bajas era el de las muestras que se irradiaron con los imanes en atracción durante 8 días antes de su siembra. Se concluye que un mayor tiempo de exposición a los campos magnéticos puede retrasar el crecimiento de la planta, lo que se relaciona con estudio realizado por Zapata, J., Moreno, G., & Márquez, E. (2002).

Palabras clave: Campo Magnético, Imán, Magnetismo, Rábano, Suelo.

Correspondencia de autor:
lgarciaalzuz@miugca.edu.co

© 2021 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Arias, S., Salgado, D., Pérez, T., Reyes, S.M. (2021) influencia del campo magnético en el suelo y en los cultivos de rábano (*Raphanus Sativus*) *UGCiencia* 27, 10-16.



Abstract

Today, the agricultural sector is implementing more and more farming techniques to generate greater productivity. This article is intended to determine the impacts of the magnetic field on radish crops and soil samples. For this purpose, three different assemblies were made with which it was intended to obtain data of both components (pH, Temperature, Electrical Conductivity, Magnetic Field and Biomass). Among the results obtained is an increase in pH possibly by process of oxide reduction of the magnet in the samples, the Electrical Conductivity presented an increase due to the activation of the colloidal particles of the culture medium, by the which had a similar behavior to the two variables, which is linked to the presence of ferromagnetic minerals; the biomass indicated that the treatment with lower figures was that of the samples that were irradiated with the magnets in attraction for 8 days before planting. Finally it can be concluded that a longer time of exposure to magnetic fields, can delay the growth of silver, which is related to study conducted by Zapata, J., Moreno, G., & Marquez, E. (2002).

Key words: Magnetic Field, Magnet, Magnetism, Radish, Floor.

Introducción

El ser humano utiliza el suelo como pilar fundamental para la construcción de sus hogares y como recurso finito para satisfacer sus necesidades (alimento y minerales). En la actualidad el sector agrícola implementa cada vez más técnicas de cultivo, una de ellas se basa en someter la materia orgánica a un campo magnético. Además, según Méndez (2013) su efecto sobre el crecimiento de las plantas ha sido especialmente interesante, en semillas latentes y han obtenido resultados positivos tanto en la germinación como en el desarrollo de plántulas de trigo, maíz, girasol, tomate, tabaco y otras especies. Por consiguiente, en esta investigación se pretende responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo influye el campo magnético estático en las características fisicoquímicas del suelo y de un cultivo de rábano (*Raphanus sativus*)?

Perspectiva teórica

El magnetismo se basa en la interacción de cargas eléctricas en movimiento (además de que solo actúa en ellas), las fuerzas magnéticas se originan, de la interacción de varias de las cargas mencionadas, pero también cuando una corriente responde a un campo magnético el cual puede ser antrópico o natural, todo esto es explicado por Freedman, Sears, Young y Zemansky (2005). Por otro lado según Piedrahíta, O. (2009): Los suelos minerales ácidos con pH inferiores a 5.0 contienen a menudo cantidades apreciables de Al y de Mn

en la solución del suelo, que son perjudiciales para el crecimiento vegetal. El crecimiento óptimo y el uso eficiente de los nutrientes de los

fertilizantes en suelos ácidos requieren de la adición de enmiendas para eliminar los efectos tóxicos del Al, H y Mn.

Metodología

El método utilizado para este proyecto fue empírico analítico, de tipo experimental, donde se tuvieron en cuenta la medición de variables físico químicas para la obtención de datos que permitan realizar un detallado análisis estadístico. El contenido de la investigación abarca un enfoque mixto construido a partir de dos componentes, uno, de carácter teórico basado en la búsqueda de artículos académicos obtenidos de diversas fuentes; el otro, fue práctico, donde se realizaron varios montajes para la adquisición de resultados obtenidos en los cultivos de rábano, de los cuales se destaca que en la primera fase: Se tomaron 6 cajas de 10 centímetros de largo por 5 centímetros de ancho que tenían una abertura circular en la parte de arriba, donde se introducían semillas; encima de la abertura iba un imán (tal como se muestra en la (figura 1).

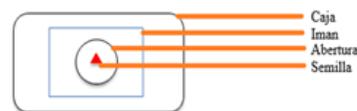


Figura 1: Primer montaje realizado en el proyecto visto desde arriba, Fuente: Autores

Después de ocho días se siembran en parcelas las seis semillas junto con otras doce en interacciones específicas (ver figura 2).



Figura 2: Segundo montaje, muestra testigo, muestra con imán y muestra irradiada con imán. Fuente: Autores

En la figura 3 se aprecia la interacción específica (imanes en repulsión) a que se presentaba entre los dos imanes y la semilla



Figura 3: Montaje para muestras (sin irradiar e irradiadas durante ocho días) sembradas con imanes en repulsión. Fuente: Autores

Además se sembraron semillas con imágenes en las paredes en estado de atracción. (ver figura 4)



Figura 4: Montaje para muestras (sin irradiar e irradiadas durante ocho días), sembradas con imanes en atracción. Fuente: Autores

Esta fase, fue la organización de un sistema de cultivo de rábano, donde se clasificaron 3 tipos de montajes: en el primero fueron semillas con 8 días de irradiación por un imán para su posterior siembra expuesta a campo magnético generado por dos imanes por cada semilla; para el segundo, la siembra de semillas fue directa (sin irradiación con anterioridad) y sometida al mismo campo magnético mencionado; finalmente, en el tercer montaje fueron muestras testigo sembradas bajo ningún efecto magnético. La segunda, es la explicación del fenómeno que fue enfocado en la búsqueda de artículos científicos que guardaran una relación con la aplicación de los

campos magnéticos en los cultivos y el suelo, esto pensado en la comparación de los resultados obtenidos para así determinar el impacto del estudio. La tercera, consistió en el Análisis de varianza (Anova), siendo esta una prueba estadística del diseño experimental para evaluar las variables adoptadas en el proyecto (pH, conductividad, temperatura y la biomasa), en función de unos tratamientos y unos periodos de tiempo.

Resultados

Durante todo el proyecto se realizaron tres tomas de datos con la finalidad de obtener información de: biomasa, pH, temperatura, conductividad eléctrica y el campo magnético. Esto para cada una de las plantas y también a nivel general; a continuación se presentan las tablas 1 a 6:

Muestras	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (mS)
Testigo	6,15	25,2	3,39
Imán (S.I), atracción.	6,1	24,9	133
Imán (S.I), repulsión.	6,17	24,8	179
Irradiada (8), atracción.	5,80	25,2	382
Irradiada (8), repulsión.	6,32	25,6	82
Sustrato original.	5,52	25,1	260

(S.I.) = Sin irradiar; (8) = Durante ocho días; (mS) = micro Siemens

Tabla 1: Primera toma de datos, 23 de marzo del 2019, Fuente: Autores.

Cuando se llevó a cabo las primera medidas por medio de un medidor de pH, conductividad eléctrica TDS y temperatura, se pudo observar valores similares tanto para la variable de ph como para la temperatura.

Muestras	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (mS)
Testigo	6,62	27,1	126
Imán (S.I), atracción.	6,34	27,2	325
Imán (S.I), repulsión.	6,85	26,5	135
Irradiada (8), atracción	6,89	26,8	237
Irradiada (8), repulsión	7,05	26,5	36

(S.I.) = Sin irradiar; (8) = Ocho días; (mS) = micro Siemens

Tabla 2: Segunda toma de datos, Abril 12 del 2019, Fuente: Autores.

Posteriormente se observa una leve alza en los valores de pH y variaciones considerables para la conductividad eléctrica.

P. Testigo 1 0.54 mT	P. Testigo 4 0.53 mT	P. S. I. A. 7 0.38 mT	P. S. I. R. 10 0.56 mT	P. I. A. 13 1.55 mT	P. I. R. 16 1.44 mT
P. Testigo 2 0.54 mT	P. Testigo 5 0.54 mT	P. S. I. A. 8 0.50 mT	P. S. I. R. 11 0.72 mT	P. I. A. 14 1.83 mT	P. I. R. 17 2.67 mT
P. Testigo 3 0.54 mT	P. Testigo 6 0.54 mT	P. S. I. A. 9 0.53 mT	P. S. I. R. 12 0.38 mT	P. I. A. 15 3.08 mT	P. I. R. 18 1.55 mT

P: Plántula; (P. S. I. A.): Plántula sin irradiar en atracción; (P. S. I. R.): Plántula sin irradiar en repulsión (P. I. A.): Plántula irradiada en atracción; (P. I. R.): Plántula irradiada en repulsión; (mT): mili Teslas.

Tabla 3: Segunda toma de datos, campo magnético en el componente del eje X por cada una de las muestras, 12 de abril. Fuente: Autores.

Un mes posterior a la siembra se realizan mediciones por cada plántula con un Teslámetro (de 20 mT, 200 mT 115 V, 50/60 Hz), usando la sonda de Hall axial, es decir el campo magnético en el eje X.

Muestras	pH	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (mS)
Testigo	6,83	26,6	199
Imán (S.I.), atracción.	6,77	26,3	274
Imán (S.I.), repulsión.	6,32	26,2	884
Irradiada (8), atracción	6,91	27,4	925
Irradiada (8), repulsión	6,99	26,2	477

(S.I.) = Sin irradiar; (8) = Ocho días; (mS) = micro Siemens

Tabla 4: Tercera toma de datos, campo magnético 25 de abril. Fuente: Autores.

Última medición de las condiciones del sustrato donde se aprecian valores superlativos en la conductividad eléctrica.

P. Testigo 1 1.85 mT	P. Testigo 4 1.85 mT	P. S. I. A. 7 2.15 mT	P. S. I. R. 10 1.69 mT	P. I. A. 13 1.80 mT	P. I. R. 16 1.10 mT
P. Testigo 2 1.85 mT	P. Testigo 5 1.85 mT	P. S. I. A. 8 1.90 mT	P. S. I. R. 11 1.63 mT	P. I. A. 14 1.89 mT	P. I. R. 17 2.65 mT
P. Testigo 3 1.85 mT	P. Testigo 6 1.85 mT	P. S. I. A. 9 1.70 mT	P. S. I. R. 12 2.14 mT	P. I. A. 15 2.20 mT	P. I. R. 18 1.34 mT

P: Plántula; (P. S. I. A.): Plántula sin irradiar en atracción; (P. S. I. R.): Plántula sin irradiar en repulsión (P. I. A.): Plántula irradiada en atracción; (P. I. R.): Plántula irradiada en repulsión; (mT): mili Teslas.

Tabla 5: Tercera toma de datos, mediciones del campo magnético con el componente en X por cada una de las muestras, 25 de abril. Fuente: Autores

La segunda toma del campo magnético se produce un incremento en las medidas siendo 2,65 mT el valor máximo y 1,10 mT el mínimo (ambos en las plántulas con tratamiento similar)

Tratamiento	Longitud en cm	Peso fresco en g	Peso seco en g	Peso semilla en g
Testigo	0	0	0	0,017
Testigo	0	0	0	0,013
Testigo	27,7	0,5	0,1	0,01
Testigo	11,52	0,5	0,07	0,016
Testigo	28,1	2,5	0,12	0,011
Testigo	28,07	1,5	0,14	0,008
Imán sin irradiar repulsión	22,5	1,5	0,97	0,011
Imán sin irradiar repulsión	11	0,5	0,34	0,03
Imán sin irradiar repulsión	19,5	0,5	0,51	0,017
Imán sin irradiar atracción	16,8	0,5	0,056	0,014
Imán sin irradiar atracción	28,24	1,5	0,1	0,02
Imán sin irradiar atracción	26,82	1	0,1	0,015
Irradiada en repulsión	20	0,5	0,49	0,012
Irradiada en repulsión	15,3	0,5	0,18	0,012
Irradiada en repulsión	21	0,5	0,63	0,016
Irradiada en atracción	0	0	0	0,007
Irradiada en atracción	8	0,1	0,19	0,017
Irradiada en atracción	0	0	0	0,012

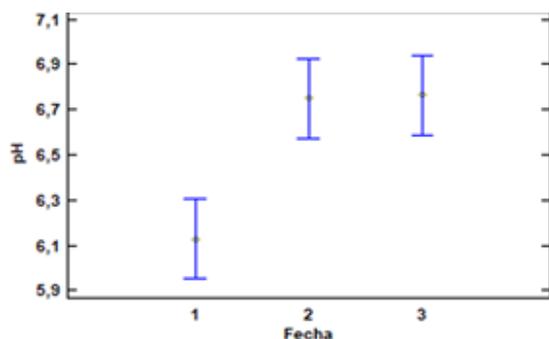
(cm): centímetros; (g): gramos

Tabla 6: Datos recogidos de los últimos procesos realizados (medición de las plántulas, peso fresco y peso seco), además se añade el peso inicial de las semillas. Fuente: Autores.

Procedimiento de Biomasa realizado a las plantas, donde se tomó el peso fresco y el peso después de 2 días a 5

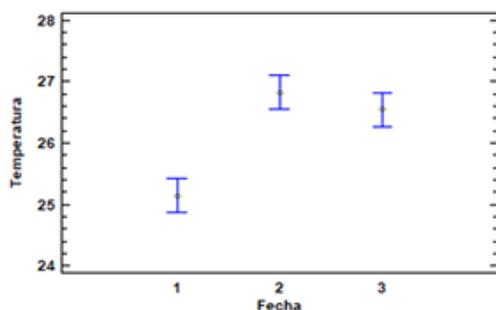
Discusión de Resultados

En el pH se observó un cambio significativo con respecto al tiempo 1 y 2. Ese aumento de pH pudo verse influido por procesos de óxido reducción del imán con el agua que le era suministrada a la planta:



Gráfica 1. Análisis de Varianza para pH. Fuente: Autores

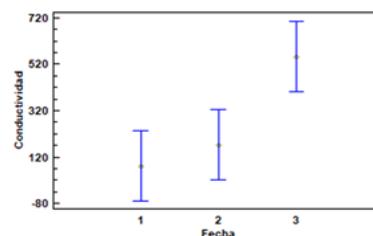
La temperatura un cambio significativo en el tiempo 2 y 3, con un rango general de 24-27 C. Pero estas cambiantes pueden ser ocasionadas por errores técnicos a la hora de tomar esta medida.



Gráfica 2. Análisis de Varianza para Temperatura. Fuente: Autores.

La conductividad eléctrica, para el tercer periodo presentó un aumento; en los suelos húmedos con alta porosidad, este fenómeno es expuesto por (Goldsworthy, A citado por Zapata, 2002):

Los campos magnéticos pueden activar las partículas coloidales del medio de cultivo, haciendo que estas remueven parte del Ca unido a los fosfolípidos de las membranas plasmáticas, incrementando la permeabilidad y de esta forma afectando el crecimiento de los microorganismos. (p. 545)



Gráfica 3. Análisis de Varianza para Conductividad eléctrica en el suelo. Fuente: Autores

Se obtuvo un cambio representativo en el intervalo de la tercera toma de datos con respecto a la segunda (de 0.9-1.3 mT a 1.7-2.2 mT), que en relación a la literatura, Bautista, Cejudo, Aguilar y Gogichavili, (2014), destaca la presencia de minerales ferromagnéticos, los cuales se encuentran vinculados a procesos de contaminación del suelo, siendo el mineral más representativo la magnetita cuya pedogénesis puede estar ligada a la reducción incompleta de los compuestos de hierro trivalente durante la calcinación con la materia orgánica (Gladysheva *et al.*, 2007).

A continuación, se presenta una tabla de la descripción de la aplicación del campo magnético en la clasificación de los suelos, según el autor:

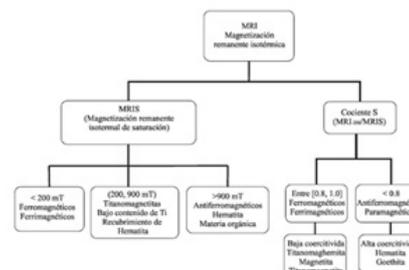
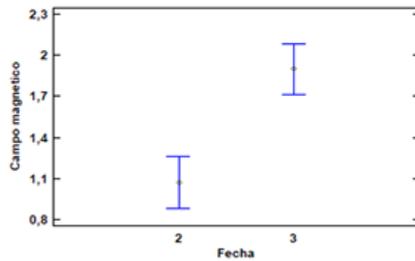


Figura 5: Clasificación del suelo según el tipo de mineral que posee y el intervalo en el que esté. Fuente: Bautista F., *et al* 2014. El potencial del magnetismo en la clasificación de los suelos.

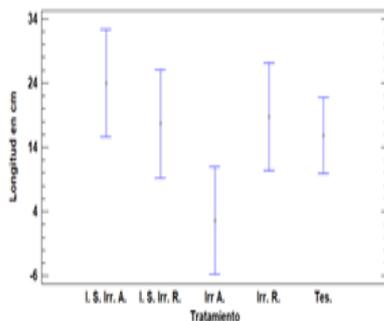
Es decir, existe la posibilidad de un proceso de reducción de los imanes durante el tiempo que estuvieron en contacto con el sustrato, generando así un aumento en las cifras que se evidenciaron en el tratamiento más representativo (el imán irradiado en atracción), que por la clasificación mencionada podría tener presencia de minerales ferromagnéticos, por ende, el crecimiento de las plantas se vio influenciado por la contaminación.



Gráfica 4. Pruebas de Múltiple Rangos para Campo magnético. Fuente: Autores.

Al finalizar la parte práctica las muestras irradiadas en atracción con 8 días de anterioridad a la siembra presentaron las cifras más bajas en crecimiento. Los campos magnéticos generan cambios en la estimulación y desarrollo de las biomoléculas de las plantas, el resultado obtenido en esta variable se puede explicar mediante el soporte de Zapata, J., et al (2005):

Los mecanismos por los cuales los campos magnéticos afectan el desarrollo de los microorganismos están sin esclarecer completamente, pero se interpreta que se desarrollan por efectos sobre la membrana plasmática, con posibles repercusiones metabólicas y acción directa sobre las partículas coloidales del medio del cultivo. (p. 545).



Gráfica 5. Análisis de Varianza para Longitud en centímetros. Fuente: Autores.

Conclusiones

El campo magnético estático aplicado en las semillas de rábano generó cambios en relación con el tiempo y las muestras de control (o muestras tes-

tigo), el tratamiento más significativo fue el de las plantas irradiadas en atracción durante 8 días antes de su siembra, las cuales presentan repercusiones negativas en el crecimiento, el aumento de la conductividad eléctrica y el pH en el sustrato del cultivo; por otro lado, las muestras que se sembraron con imanes (en atracción y repulsión), y no tenían una previa interacción con el campo magnético estático, estas presentan cifras altas en cuanto a biomasa con un amplio grado de similitud; sin embargo, los mejores resultados por la capacidad de crecimiento de las plantas y por las condiciones en las que se encuentra el sustrato después de cada tratamiento, están dados por la muestra control, lo cual nos permite concluir lo poco viable que es este tratamiento en particular en los cultivos de rábano.

El tiempo de exposición a campos magnéticos en los cultivos de rábano (*Raphanus sativus*) se relaciona en un contexto de igualdad con el estudio de Zapata, Moreno, G y Márquez (2002) donde se concluyó que una gran exposición (con relación al tiempo y la intensidad) de este campo magnético, se puede inhibir el crecimiento de la planta tratada. Por lo que utilizar campos magnéticos en esta clase de cultivos no es una opción muy viable.

Referencias bibliográficas

Bautista, F., Cejudo R. R., Aguilar R. B., & Gogichaishvili, Avto. (2014). *El potencial del magnetismo en la clasificación de suelos: una revisión. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(2), 365-376. Recuperado en 06 de mayo de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222014000200012&lng=es&tlng=es.

Donézar, M. D. (1995). "Estudio de suelos y evaluación de tierras". En Camilo Caride (comp.), *Contaminación y depuración de los suelos*. (pp. 11-34). España: Instituto Tecnológico Geominero de España.

- Freedman, R. A., Sears, F. W., Young, H. D., & Zemansky, M. W. (2009). *Sears Zemansky Física universitaria: con física moderna/Física universitaria* (No. 53). Addison-Wesley.
- Gladysheva, M.A., Ivanov, A. V., & Stroganova, M. N. (2007). *Detection of technologically contaminated soil areas based on their magnetic susceptibility*. Eurasian Soil Science. Volumen (40). (pp 215-222).
- Hincapié, A., Torres, J., Bueno, L. (2010). *Efecto del campo magnético sobre la germinación de la leucaena leucocephala*. Scientia et Technica Año XVI. Volumen (44). (p. 339).
- Instituto geográfico Agustín Codazzi (2013). *Estudio semidetallado de suelos del departamento del Quindío*. Recuperado de: www.crq.gov.co/images/Info-Ciudadano/ESTUDIO_SEMIDETALLADO_DEL_QUINDIO.pdf.
- Isaac E., Hernández C., Domínguez A., & Cruz A. (2011). *Effect of pre-sowing electromagnetic treatment on seed germination and seedling growth in maize (Zea mays L.)*. Agronomía Colombiana 29 (2), 213-220.
- Jimenez, R. B., & Gutiérrez, A. M. (1995). "Factores de control de los contaminantes, el suelo como receptor y amortiguador de la contaminación". En Camilo Caride (comp.), *Contaminación y depuración de los suelos*. (pp. 35-48). España: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Méndez, M.(2013), *Aplicación de campos electromagnéticos en semillas de ají [Capsicum frutescens L.]*. (Tesis de pregrado). Universidad del Valle.
- Piedrahíta, O. (2009). Acidez del suelo. Recuperado de: http://nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/Acidez%20del%20Suelo/Fuentes%20y%20efectos.pdf
- Proyecto de la Organización Mundial de la Salud (1996). *Campos electromagnéticos (CEM)*. Recuperado de: www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index1.html.
- Mauricio S., Peralta R., & Costa L., (2013). *Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes*. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo; Ciencia del Suelo; 31; 1; 7-2013; 45-55.
- Verduras y Hortalizas. (s.f). Rábano Raphanus Sativus L. Recuperado de: www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/rabano.pdf.
- Zapata M. E., Hoyos R. M., & Moreno O. G. (2005). *Acción sobre un cultivo aireado de Saccharomyces cerevisiae*, Volumen 30. No 7
- Zapata, J., Moreno, G., & Márquez, E. (2002). *Efectos de los campos magnéticos sobre el crecimiento de Saccharomyces cerevisiae*, Volúmen 27. p. 544.