



Title: Influencia de campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT en la germinación de semillas de girasol. (Report)

Pub: *Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail: María Victoria Carbonell Padrino, Elvira Martínez Ramírez, Mercedes Flórez García and José Manuel Amaya García de la Escosura. 3. (Jan 2005): p34(6). (3367 words)

Abstract:

El objetivo de este estudio es determinar y cuantificar el efecto de campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT en la germinación de semillas de girasol (*Helianthus annuus*, L. var. Florasol). Para ello se emplearon imanes con forma de cilindro hueco que, en función del tiempo de exposición, proporcionaron 12 tratamientos: D1-D6 para 125 mT, D7-D12 para 250 mT. Las semillas fueron expuestas a una de las dos inducciones de campo magnético mencionadas durante distintos periodos de tiempo: 1 minuto (D1, D7), 10 minutos (D2, D8), 20 minutos (D3, D9), 1 hora (D4, D10), 24 horas (D5, D11) ó de forma crónica (D6, D12) durante todo el proceso de germinación. Los parámetros utilizados para el análisis de velocidad germinativa fueron: TMG, tiempo medio de germinación; T1, T10, [T.sub.25], [T.sub.50] y [T.sub.75], tiempo necesario para que germine respectivamente el 1, 10, 25, 50 y 75 %, del número N de semillas utilizadas en cada tratamiento; [G.max] porcentaje de semillas germinadas.

De los resultados obtenidos se desprende que el tiempo requerido para obtener los distintos porcentajes de germinación fue menor en las semillas crónicamente expuestas (D6 y D12) o durante 24 horas (D5 y D11). El TMG obtenido para las semillas sometidas a tratamiento magnético resultó significativamente menor que el TMG del control, obteniéndose valores de 41.52 [+ ó -] 1.20 horas para D5, 40.08 [+ ó -] 0.96 h para D6, 38.88 [+ ó -] 0.96 h para D11, 39.36 [+ ó -] 0.72 h para D12 frente a 45.12 [+ ó -] 1.20 h para el control. Los parámetros [T.sub.1] y [T.sub.10] también fueron menores para las semillas sometidas a tratamiento; así el tiempo requerido para obtener el 10% de semillas germinadas ([T.sub.10]) en el control fue 34.80 [+ ó -] 0.72 h mientras que para los tratamientos D5, D6, D11, y D12 se obtuvieron valores de 32.16 [+ ó -] 1.20 h, 30.48 [+ ó -] 1.44h, 28.80 [+ ó -] 2.40 h y 29.28 [+ ó -] 1.92 h, respectivamente. Se puede concluir que el tratamiento magnético aplicado incrementa la velocidad de germinación de semillas de girasol.

PALABRAS CLAVES

Tratamiento magnético, germinación, semillas de girasol, *Helianthus annuus*.

The objective of the present study is to determine and quantify the effect of stationary magnetic fields of 125 m T and 250 m T in sunflower seeds (*Helianthus annuus*, L. var. Florasol) germination. For that reason, we have used hollow cylinder magnets that according to the time of use have resulted in 12 treatments: D1 to D6 for 125 mT, D7 to D12 for 250 mT. Seeds were exposed to one of two magnetic field inductions mentioned before, during different periods of time: 1 minute (D1, D7), 10 minutes (D2, D8), 20 minutes (D3, D9), 1 hour (D4, D10), 24 hours (D5, D11) or in a chronically way (D6, D12) during the whole germination process. Parameters used for the germination speed analysis were: MGT, mean germination time: [T.sub.1'], [T.sub.10'], [T.sub.25'], [T.sub.50'], and [T.sub.75'] time necessary for the germination of 1, 10, 25, 50 and 75 % respectively of the number of seeds used in every treatment; Gmax: percentage of germinated seeds. From the results obtained we can deduct that the time required to obtain the different germination percentages was smaller for the seed chronically exposed (D6 and D12) or for those exposed during 24 hours (D5 and D11). The mean germination time obtained for seeds subject to magnetic treatment was significantly less than the MGT of control. Values obtained were: 41.52 } 1.20 hours for D5, 40.08 } 0.96 h for D6, 38.88 } 0.96 h for D11, 39.36 } 0.96 for 0.72 h for D12 compared to 45.12 } 1.20 for control. Parameters [T.sub.1] and [T.sub.10] were also lower for seed

subject to treatment; thus the time required to obtain 10% of germinated seed (T1 0) in control was 34.80 ± 0.72 h while for treatments D5, D6, D11 and D12 the values were 32.16 ± 1.20h, 30.48

± 1.44 h, 28.80 ± 2.40 h and 29.28 ± 1.92 h respectively. As a conclusion we can say that magnetic treatment increases the germination speed for sunflower seeds.

KEYWORDS

Magnetic treatment, germination, sunflower seeds (*Helianthus annuus*).

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

Texto Completo: COPYRIGHT 2005 Universidad del Valle

1. INTRODUCCIÓN

Los campos magnéticos, eléctricos y electromagnéticos existen de forma natural en nuestro entorno y los seres vivos estamos habituados a convivir con ellos. Durante las últimas décadas los posibles efectos de los campos magnéticos sobre los seres vivos han sido objeto de numerosas investigaciones; entre ellas, se encuentran las dirigidas a determinar su influencia en germinación y crecimiento de especies de interés agronómico y forestal. La bibliografía muestra un posible efecto estimulante de campos magnéticos estacionarios sobre el crecimiento de plántulas y germinación de semillas; sin embargo, el elevado número de factores que intervienen en la interacción campo magnético-ser vivo complica el establecimiento de mecanismos de acción, existiendo hasta fecha sólo hipótesis.

El objetivo de este estudio es verificar y cuantificar el efecto de la exposición de campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT, valores muy superiores al campo geomagnético, en el proceso de germinación de semillas de girasol. Estudios previos, realizados en el departamento de Física y Mecánica de Ingeniería Agroforestal (Universidad Politécnica de Madrid), mostraron un incremento en la velocidad de germinación y crecimiento de plántulas de arroz cuando eran sometidas a tratamiento magnético (Carbonell et al 2000 y Flórez et al 2004). Martínez et al (2002) observaron un crecimiento más temprano en plántulas de trigo cuando eran sometidas a tratamiento magnético con imanes de 125 mT y 250 mT.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal y condiciones de laboratorio

JPEGF

Se han empleado semillas de girasol (*Helianthus annuus*, L.), variedad Florasol, suministradas por la Oficina Española de Variedades Vegetales, lo que garantiza su alta viabilidad y calidad. Los ensayos o pruebas de germinación se han realizado a temperatura ambiente 20 [± 4] [grados]C y con luz natural, en condiciones de laboratorio, donde el valor del campo geomagnético es de 42 [mT]. Los ensayos se han realizado teniendo en cuenta las recomendaciones especificadas para el girasol en las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas de la International Seed Testing Association (I.S.T.A.), en particular, el rango de temperaturas permitido para semillas de girasol, las directrices complementarias y el sustrato utilizado.

2.1 Tratamiento magnético

Las semillas se han expuesto a campos magnéticos estacionarios, haciendo uso de imanes en forma de cilindro hueco de material cerámico, de 125 mT ó 250 mT, con las siguientes dimensiones: diámetro exterior 7.5 cm y diámetro interior 3 cm, tanto en los imanes de 125 mT como en los de 250 mT y alturas respectivas

de 1 cm y 1.5 cm.

Los parámetros utilizados para el análisis de velocidad germinativa son: porcentaje de semillas germinadas ([G.sub.máx]), tiempo necesario para que germine el 1, 10, 25, 50 y 75%, respectivamente, del número de semillas utilizadas en cada tratamiento ([T.sub.1], [T.sub.10], [T.sub.25], [T.sub.50] y [T.sub.75]) y tiempo medio de germinación (TMG).

Los parámetros [T.sub.1] y [T.sub.10] se han empleado para estimar el período de latencia, siendo éste el tiempo que transcurre desde la siembra hasta que se inicia el proceso de germinación, ambos parámetros proporcionan una medida de la precocidad del proceso de germinación. El [T.sub.50] estima el tiempo necesario para que germine el 50% de las semillas empleadas en cada tratamiento; en general, este parámetro se aproxima al tiempo medio de germinación.

El tiempo medio de germinación se obtiene al integrar la curva de germinación o mediante la expresión:

$$TMG = \frac{[SIGMA] [n.sub.i][t.sub.i]}{[SIGMA][n.sub.i]}$$

donde [t.sub.i] es el tiempo transcurrido desde la siembra y [n.sub.i] el número de semillas germinadas en el intervalo de tiempo [t.sub.i]-[t.sub.i-1].

Los tiempos señalados son los indicadores de la velocidad del proceso de germinación, principalmente el [T.sub.50] y el TMG. El parámetro [G.sub.max] indica el número de semillas germinadas, expresado como porcentaje. Es necesario distinguir las plántulas normales de cualquier tipo de plántulas anormales que han sido rechazadas por estar dañadas, deformadas, infectadas o con cualquier otro defecto, y en consecuencia, no han sido contabilizadas en este estudio.

Para la determinación de dichos parámetros se ha utilizado el software Seedcalculator, programa específicamente desarrollado por Plant Research Internacional (Wageningen, The Netherlands) para el análisis de datos procedentes de pruebas de germinación de semillas.

Grupos de 25 semillas de girasol se dispusieron en pliegos de papel de filtro y se fijaron al mismo con una solución adhesiva no tóxica. Posteriormente los pliegos de papel se enrollaron y se introdujeron en vasos con 100 ml de agua destilada, como muestra la Figura 1. Se emplearon 4 rollos o réplicas por tratamiento, es decir, un total de 100 semillas para cada tratamiento magnético y 100 semillas para el control. Tres horas después de la introducción de los rollos en los recipientes se procedió a realizar los tratamientos, tomando al azar los rollos. Para ello el imán se situó en el borde del vaso y los rollos se introdujeron en el hueco de dicho imán durante el tiempo correspondiente a cada tratamiento (tabla 1). En el caso de los tratamientos crónicos D6 y D12, los rollos se dispusieron en el interior del imán durante todo el periodo de ensayo. La distribución de los rollos se realizó de forma aleatoria, teniendo en cuenta que la distancia de influencia del imán, 30 cm aproximadamente, no afectase al resto de los tratamientos.

[FIGURA 1 OMITIR]

El número de semillas germinadas fue contabilizado 3 veces al día; los valores de dichos conteos permitieron obtener las curvas de germinación y los parámetros anteriormente mencionados [G.sub.max], TMG y ([T.sub.1] - [T.sub.75]), que proporcionan información de la velocidad de germinación.

2.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados proporcionado por el software Seedcalculator permite la comparación de los parámetros obtenidos para cada uno de los tratamientos frente al control de acuerdo con el siguiente criterio: $p < 0.001$ diferencias extremadamente significativas; $0.001 < p < 0.01$ diferencias muy significativas $0.01 < p < 0.05$ diferencias significativas.

3. RESULTADOS

Los parámetros de germinación expresados como media de las cuatro réplicas y su correspondiente error estándar se presentan en la Tabla 2. Los resultados indican que el proceso de germinación se ve fuertemente afectado por el tratamiento magnético, especialmente para tiempos de exposición de 24 horas (D5, D11) o de forma crónica (D6, D12). El análisis del parámetro [G.sub.max] en todos los casos superior al 90 %, indica la alta viabilidad y homogeneidad de las semillas empleadas, el mayor porcentaje de germinación [G.sub.max] = 99% se obtuvo para el tratamiento D11 (125 mT, 24 horas).

El TMG (tiempo medio de germinación) obtenido para el control fue de 45.12 [+ ó -] 0.48 horas, observándose una reducción de este parámetro para las dosis D5 (41.52 [+ ó -] 1.20 horas), D6 (40.08 [+ ó -] 0.96 horas), D11 (38.88 [+ ó -] 0.96 horas) y D12 (39.36 [+ ó -] 0.72 horas). La diferencia entre el TMG del control y el menor valor de dicho parámetro, correspondiente a D11, fue de 6.24 [+ ó -] 0.96 horas, lo que implica una disminución del tiempo medio de germinación al 86.15[+ ó -] 2.29% del valor del control.

El [T.sub.50] (tiempo que tardan en germinar el 50% de las semillas) obtenido en los tratamientos D5, D6, D11 y D12 también resultó menor que el del control; para éste se obtuvo un valor de 44.40 [+ ó -] 0.72 horas frente a los valores de 40.5 [+ ó -] 61.20 horas (D5), 41.04 [+ ó -] 0.96 horas (D6), 38.64 [+ ó -] 0.96 horas (D11) y 39.36 [+ ó -] 0.72 horas (D12). La máxima diferencia respecto al control se obtuvo, por tanto, con la dosis D11 y resultó ser de 5.76 [+ ó -] 1.20 horas y que corresponde al 87.02 [+ ó -] 2.56% del valor de [T.sub.50] del control.

[FIGURA 2 OMITIR]

JPEGF

El inicio de la germinación, determinado por los parámetros [T.sub.1] y [T.sub.10], se adelanta para D5, D6, D11 y D12. El parámetro [T.sub.1], tiempo necesario para obtener el 1% de semillas germinadas, resultó menor que el requerido para el control. Análogamente, el valor de [T.sub.10] para dichos tratamientos fue 32.16 [+ ó -] 1.20 horas, 30.48 [+ ó -] 1.44 h, 28.80 [+ ó -] 2.40 h y 29.28 [+ ó -] 1.92 h respectivamente, siendo significativamente menores ($0.001 < p < 0.01$) que las 34.80 [+ ó -] 0.72 h requeridas para obtener el 10% de semillas germinadas en el control.

En los parámetros de germinación [T.sub.25] y [T.sub.75] correspondientes a los tratamientos D5, D6, D11 y D12 también se observaron reducciones significativas respecto al control, lo que permite concluir que para dichos tratamientos se obtiene una mayor velocidad de germinación. Las Figuras 2(a) y 2(b) muestran las curvas de germinación de semillas de girasol sometidas a dichos tratamientos frente a la curva control. En ambas figuras se observa que las curvas correspondientes a los tratamientos se encuentran desplazadas hacia la izquierda respecto a la curva control, lo cual indica la disminución de los tiempos [T.sub.1], [T.sub.10...] [T.sub.75] y, en consecuencia, que el proceso de germinación se inicia y finaliza (obtención del número de semillas germinadas) con anterioridad.

JPEGF

En resumen, todos los parámetros de tiempo analizados son menores que los correspondientes parámetros del control para los tratamientos D5, D6, D11 y D12, es decir, aquellos tratamientos que implican tiempos de 24 horas o exposición crónica. Las Figuras 3 (a) y 3 (b) muestran las diferencias entre plántulas procedentes de tratamiento crónico (Dosis D6 y D12) y sus relativos controles transcurridos 4 días desde la siembra.

4. DISCUSIÓN

La aplicación de campos magnéticos como técnica para la estimulación de la germinación de semillas y

crecimiento de plantas es objeto de numerosas investigaciones, existiendo gran número de referencias bibliográficas sobre el tema. Entre ellas, se puede destacar los trabajos realizados por Pittman quien concluye que la velocidad de germinación de semillas de cebada, lino, avena y centeno está afectada por la presencia de campo magnético y por la orientación del eje longitudinal de las semillas respecto a las líneas de fuerza de dicho campo, observando que en semillas expuestas a 254 mT y orientadas paralelamente a las líneas de fuerza del campo magnético, la raíz y/o el coleoptilo fue visible de 8 a 12 horas antes, existiendo también diferencias en la velocidad de germinación. (Pittman, 1963). También observó que el tratamiento magnético producía un incremento en la velocidad de germinación y crecimiento de maíz y judías y una mayor pigmentación (Pittman, 1965), adelanto en germinación de cebada cervecera (Pittman, 1971) y una mayor producción de tubérculos de patata realizando un tratamiento previo a la siembra con imanes de 115 mT (Pittman, 1972).

[FIGURA 3 OMITIR]

Gubbels (1982) observó que un pequeño número de plántulas de lino, maíz, girasol y guisante, cuyas semillas fueron expuestas a un campo magnético durante 10 segundos, mostraron un crecimiento más temprano que la media de las plántulas no expuestas. Pietruszweski (1993) aplicó campos magnéticos comprendidos entre 10 y 30 mT a cultivos de trigo, concluyendo que se producía un incremento de la cosecha y en el porcentaje de albúmina, gluten y almidón.

Aladjadjiyan (2002) encontró que la aplicación de un campo magnético de 150 mT durante 10, 15, 20 y 30 minutos en semillas de maíz producía incrementos en germinación y crecimiento, siendo los resultados más notables cuando el tiempo de exposición era de 10 minutos. Resultados similares obtuvieron Aladjadjiyan e Ylieva (2003) al exponer a campo magnéticos de la misma intensidad y el mismo tiempo de exposición con semillas de tabaco.

JPEGF

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran el efecto producido en la germinación de semillas de girasol, acelerando dicho proceso. Esta mejora está en concordancia con los resultados obtenidos por los autores citados anteriormente; sin embargo, la bibliografía apenas recoge citas sobre el mecanismo de acción de los campos magnéticos aplicados, existiendo hasta la fecha sólo hipótesis al respecto. Algunas de estas teorías incluyen cambios bioquímicos o alteración de la actividad enzimática (Murphy, 1994; Phirke, 1996). En la actualidad, sería deseable el desarrollo de nuevas líneas de investigación dirigidas a aportar hipótesis de consistencia en el esclarecimiento de los mecanismos biofísicos, bioquímicos y energéticos que genera el campo magnético y la aplicación de nuevas técnicas de análisis que pudiesen justificar los efectos observados.

5. CONCLUSIONES

JPEGF

La aplicación de un campo magnético estacionario de 125 mT y 250 mT produce un aumento en la velocidad de germinación, que se pone de manifiesto en una reducción del tiempo requerido para que germine un determinado porcentaje de semillas; este efecto es más pronunciado cuando el tratamiento se realiza de forma crónica (dosis D6 y D12).

* Recibido : Febrero 2005

* Aceptado: Septiembre 2005

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaladjadiyan A. 2002. Study of the Influence of Magnetic Field on some Biological Characteristics of Zea Mais. *J. central european agriculture* 3(2): 89-94.
- Aaladjadiyan A.; Ylieva, T. 2003. Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of Development of Tobacco seeds (*Nicotiana tabacum*, L.). *J. central european agriculture* 4(2): 132-136.
- Carbonell, M.V.; Martínez, E; Flórez, M. 2000. Stimulation of Germination in Rice (*Oryza sativa*, L.) by a Static Magnetic Field. *Electro and Magnetobiology* 19 (81): 121-128
- Florez, M. Carbonell, M.V.; Martínez, E. 2004. Early Sprouting and First Stages of Growth of rice seeds Exposed to a Magnetic field. *Electromagnetic Biology and Medicine* 23(2): 157-166.
- Gubbels GH 1982. Seedling Growth and Yield Response of Flax, Buckwheat, Sunflower and Field pea After Presowing Magnetic Treatment. *Canadian Journal of Plant Science* 62:61-64
- Martínez E, Carbonell MV, Flórez M. 2002. Magnetic Biostimulation of Initial Growth Stages of Wheat (*Triticum aestivum*, L.). *Electromagnetobiology and Medicine* 21(1), 43-53.
- Murphy JD. 1942. The Influence of Magnetic Field on Seed Germination. *Amer. J. Bot.* 29 (suppl): 15
- Phirke PS, Kubde AB, Umbakar SP. 1996. The Influence of Magnetic field on plant growth. *Seed Science & Technology* 24: 375-392. Pietruszewski S. 1993. Effect of Magnetic Seed Treatment on Yields of Wheat. *Seed Science and Technology*, 21: 621-626. Pittman UJ. 1963. Magnetism and Plant Growth i. Effect on Germination and Early Growth of Cereal seeds. *Canadian Journal of plant Sciences* 43: 512-518.
- Pittman UJ. 1965. Magnetism and Plant Growth iii. Effect on Germination and Early Growth of Corn and Beans. *Canadian Journal of Plant Sciences* 45: 549-555
- Pittman, UJ. 1972. Biomagnetic Responses in Potatoes. *Canadian Journal of Plant Science* 52: 727-733. Pittman, UJ and Ormrod, DP. 1971. Biomagnetic Responses in Germinating Malting Barley. *Canadian Journal of Plant Science* 51: 65-65

AUTORES

María Victoria Carbonell Padrino, Ph.D. Ingeniero Agrónomo. Dpto. Física y Mecánica, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (España)
victoria.carbonell@upm.es

Elvira Martínez Ramírez, Ph.D.. Ciencias Químicas. Dpto. Física y Mecánica, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (España) elvira.martinez@upm.es

Mercedes Flórez García, Ph.D. Ingeniero Agrónomo. Dpto. Física y Mecánica, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (España) mercedes.florez@upm.es

JPEGF

José Manuel Amaya García de la Escosura, Ph.D. Ingeniero Agrónomo. Dpto. Física y Mecánica, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (España)
josemanuel.amaya@upm.es

María Victoria Carbonell Padrino, Ph.D.

Ingeniero Agrónomo

Universidad Politécnica de Madrid(España)

Elvira Martínez Ramírez, Ph.D.

Ciencias Químicas

Universidad Politécnica de Madrid(España)

Mercedes Flórez García, Ph.D.

Ingeniero Agrónomo

Universidad Politécnica de Madrid(España)

José Manuel Amaya García de la Escosura, Ph.D.

Ingeniero Agrónomo

Universidad Politécnica de Madrid(España)

Grupo Dpto. Física y Mecánica, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (España) e-mail: victoria.carbonell@upm. es

Tabla 1. Tratamientos magnéticos función de la intensidad 125 mT (D1-D6), 250 mT (D7-D12) y del tiempo de exposición.

Tiempo de exposición	Tratamiento Magnético (D)	
	[B.sub.1] = 125 mT	[B.sub.2] = 250 mT
0 minutos	Control, C	
1 minuto	D1	D7
10 minutos	D2	D8
20 minutos	D3	D9
1 hora	D4	D10
24 horas	D5	D11
Exposición Crónica	D6	D12

Tabla 2. Parámetros de germinación determinados para semillas de girasol expuestas a campo magnético estacionario expresados como media y su correspondiente error estándar ($\bar{X}$ [+ ó -] SE). C (semillas no expuestas, control), D1 (125 mT, 1 min), D2 (125 mT, 10 min), D3 (125 mT, 20 min), D4 (125 mT, 1h), D5 (125 mT, 24 h), D6 (125 mT, exposición crónica), D7 (250 mT, 1min), D8 (250 mT, 10 min), D9 (250 mT, 20 min), D10 (250 mT, 1h), D11 (250 mT, 24 h), D12 (250 mT, exposición crónica). [G.sub.max]: número de semillas germinadas (%); TMG: Tiempo medio de germinación (horas), [T.sub.1], [T.sub.10], [T.sub.25], [T.sub.50] and [T.sub.75]: tiempo requerido para obtener el 1, 10, 25, 50 and 75% de semillas germinadas o en horas. Asteriscos indican diferencias vs. control: **** (p<0.001): extremadamente significativa; *** (0.001<p<0.01): muy significativa.

Dosis	[G.sub.max] (%)	Tiempo requerido para obtener el 1-75 % de semillas germinadas x [+ ó -] SE, (horas)			
		[T.sub.1]			
c	95 [+ ó -] 1.91	28.80	[+ ó -]	2.16	
D1	97 [+ ó -] 1.91	33.12	[+ ó -]	3.60	
D2	91 [+ ó -] 1.00	30.72	[+ ó -]	1.44	
D3	94 [+ ó -] 0.76	29.76	[+ ó -]	2.16	
D4	95 [+ ó -] 1.00	32.40	[+ ó -]	1.92	
D5	98 [+ ó -] 2.00	26.40	[+ ó -]	1.92	
D6	96 [+ ó -] 2.31	22.80	[+ ó -]	3.36	
D7	98 [+ ó -] 1.15	30.00	[+ ó -]	2.40	
D8	96 [+ ó -] 2.83	30.00	[+ ó -]	1.68	
D9	93 [+ ó -] 1.91	28.80	[+ ó -]	3.12	
D10	93 [+ ó -] 3.00	24.24	[+ ó -]	0.96 ***	
D11	99 [+ ó -] 1.00	21.60	[+ ó -]	3.36	
D12	98 [+ ó -] .1.15	21.84	[+ ó -]	3.36	

Dosis Tiempo requerido para obtener el 1-75 % de semillas
germinadas x [+ ó -] SE, (horas)

	[T.sub.10]	[T.sub.25]
c	34.80 [+ ó -] 0.72	39.12 [+ ó -] 0.24
D1	36.48 [+ ó -] 2.40	39.88 [+ ó -] 1.44
D2	36.48 [+ ó -] 0.96	40.32 [+ ó -] 0.96
D3	35.76 [+ ó -] 0.9	39.60 [+ ó -] 0.72
D4	37.20 [+ ó -] 0.72 **	40.32 [+ ó -] 0.72
D5	32.16 [+ ó -] 1.20 ***	35.76 [+ ó -] 1.20 ***
D6	30.48 [+ ó -] 2.1 6 ***	35.28 [+ ó -] 1.68 ***
D7	35.04 [+ ó -] 1.68n.s	38.40 [+ ó -] 1.44
D8	36.00 [+ ó -] 0.08	40.08 [+ ó -] 0.24 ***
D9	36.48 [+ ó -] 1.92	41.28 [+ ó -] 1.20 ***
D10	33.36 [+ ó -] 0.72	39.36 [+ ó -] 0.72
D11	28.80 [+ ó -] 2.40 ***	33.36 [+ ó -] 1.68 ****
D12	29.28 [+ ó -] 1.92 ***	34.08 [+ ó -] 1.20 ****

Dosis Tiempo requerido para obtener el 1-75 % de semillas
germinadas x [+ ó -] SE, (horas)

	[T.sub.50]	[T.sub.75]
c	44.48 [+ ó -] 8.72	51.12 [+ ó -] 0.96
D1	42.24 [+ ó -] 8.72	47.04 [+ ó -] 1.20 ***
D2	45.36 [+ ó -] 0.72	53.04 [+ ó -] 0.96
D3	44.88 [+ ó -] 8.96	51.84 [+ ó -] 1.44
D4	44.64 [+ ó -] 1.20	50.88 [+ ó -] 1.92
D5	40.56 [+ ó -] 1.20 ***	46.32 [+ ó -] 1.68 ***
D6	41.04 [+ ó -] 1.68 ***	47.04 [+ ó -] 2.16 ***
D7	42.72 [+ ó -] 1.44	48.24 [+ ó -] 1.44
D8	45.36 [+ ó -] 1.20	52.08 [+ ó -] 2.16

D9	47.04	[+ ó -]	0.24	***	53.76	[+ ó -]	1.20
D10	46.32	[+ ó -]	0.96		54.72	[+ ó -]	1.68 ***
D11	38.64	[+ ó -]	0.96	****	44.16	[+ ó -]	0.72 ****
D12	39.36	[+ ó -]	0.72	****	45.12	[+ ó -]	1.20 ****

Dosis Tiempo medio de
 germinación
 (horas)
 TMG

c	45.12	[+ ó -]	0.48	
D1	44.40	[+ ó -]	1.44	
D2	46.08	[+ ó -]	0.72	
D3	45.60	[+ ó -]	0.24	
D4	46.32	[+ ó -]	1.44	
D5	41.52	[+ ó -]	1.20	***
D6	40.08	[+ ó -]	1.68	***
D7	43.92	[+ ó -]	1.20	
D8	46.32	[+ ó -]	0.72	
D9	46.56	[+ ó -]	0.24	***
D10	45.84	[+ ó -]	0.48	
D11	38.88	[+ ó -]	0.96	****
D12	39.36	[+ ó -]	0.72	****

Citación De la Fuente

Carbonell Padrino, María Victoria, et al. "Influencia de campos magneticos estacionarios de 125 mTy 250 mT en la germinacion de semillas de girasol." *Ingeniería de Recursos Naturales* 3 (2005): 34+. *Informe Académico*. Web. 22 Sept. 2010.

Document URL

http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A227598785&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0

Número de Documento:A227598785

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)