

APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO MAGNETICO DE SEMILLAS EN LA RECUPERACIÓN DE LA VIABILIDAD

Alfredo Socorro y Nélica Fraga

¹Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Calle 2 esquina a 1 Santiago de las Vegas, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: asocorro@inifat.co.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio experimental de los efectos del tratamiento magnético de semillas, para ser aplicados sobre la recuperación de la viabilidad de las mismas. Las especies utilizadas con valores relativamente bajos de viabilidad fueron fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), CV:CC-25N, Habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walt) CV:Escambray 8-5 y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) CV:INIFAT-28v. Los tratamientos fueron aplicados a 75, 100, 125, 150, 175, 200 y 225 mT de inducción magnética, a 1 y 2 minutos de exposición. Los ensayos de germinación fueron realizados a los 7 días posterior a la siembra, en placas petri con tres replicas de 50 semillas cada una y fue aplicado el test no paramétrico de Duncan ($\alpha < 0.05$). Se seleccionaron semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), CV: Aceitero a 100% de germinación, para evaluar el efecto del tratamiento magnético de semillas, sobre la curva de pérdida de viabilidad respecto al período de almacenamiento. Las especies estudiadas respondieron positivamente manifestando un incremento significativo de la germinación con respecto al control. Se evidenciaron efectos estimulantes de la germinación, en el tratamiento respecto al control, a corto plazo en las curvas de viabilidad respecto al período de almacenamiento, mientras que a largo plazo se obtuvo una significativa inhibición. Las evaluaciones del contenido de agua en las semillas tratadas y controles durante el envejecimiento, mostraron diferencias significativas que apoyan la hipótesis sobre el incremento de la permeabilidad al agua de los tejidos de la semilla, por la acción del campo magnético.

APPLICATION OF MAGNETIC TRATMENT ON SEED FOR THE VIABILITY RECOVERY

ABSTRACT

An experimental study of the magnetic treatment effects on seeds, to be applied for the viability recovery, is carried out in this paper. Plant species with relatively low values of seed viability were used: bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Cv:CC-25N, asparagus bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walt) Cv:Escambray 8-5 and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cv:INIFAT-28V. The treatments were applied at magnetic induction 75, 100, 125, 150, 175, 200 and 225 mT, at 1 and 2 minutes of exposure. The germination rehearsals were carried out seven days later regarding sowing in petri dishes with three replies of 50 seeds in each one and the non-parametric Duncan test was applied ($\alpha < 0.05$). Sesame seeds (*Sesamum indicum* L.), Cv: Aceitero to 100% germination were selected to the evaluation of magnetic treatment effects on the viability loss curve regarding the storage period. The studied cultivars manifested significant germination increments to regard the control. Stimulating effects of magnetic treatment on germination, regarding the control at a short term, were evidenced in the viability curves regarding the storage period, while

a significant inhibition at long term, was obtained. The water content evaluations on treated and control seeds during the aging showed significant differences, which support the hypothesis about permeability increments of water inside of the seed tissue due to magnetic field action.

Key words: *germination, humidity, magnetic, stimulation, viability.*

INTRODUCCIÓN

Una de las aplicaciones prácticas que ha tenido el tratamiento magnético de semillas es en la recuperación de la calidad de semillas que en ocasiones disminuye por prolongado almacenamiento. Esta técnica se investiga y aplica en diversos países para incrementar además la calidad de las posturas y obtener mejores rendimientos agrícolas (Socorro et al, 2002). Las principales hipótesis que explican estos efectos se basan en fenómenos bioeléctricos a nivel celular (García, y Arza, 2001), y una mayor absorción de agua por los tejidos de la semilla (Martínez y col, 1999).

Los efectos del tratamiento magnético de semillas sobre la germinación se observan en mayor grado en semillas de baja viabilidad, quedando la observación de otros efectos fisiológicos como incrementos en el vigor o longitud de los órganos en los tratamiento de semillas de alta calidad. Por ello en el presente trabajo se emplean semillas con muy bajos porcentajes de germinación, con el objetivo de obtener los parámetros de exposición para cada especie, que provoque una significativa recuperación de la viabilidad. Se realiza además un envejecimiento artificial de semillas, desde un valor de germinación del 100%, para estudiar como el tratamiento magnético influye en la viabilidad de semillas bajo inadecuadas condiciones de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el ensayo experimental con semillas de baja viabilidad se emplearon las especies frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), CV:CC-25N, Habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walt) CV:Escambray 8-5 y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) CV:INIFAT-28v. L. Se realizaron tratamientos utilizando un magnetizador calibrado formado por electroimanes, a valores de inducción magnética "B": 75, 100, 125, 150, 175, 200 y 225 mT a 1 y 2 minutos de exposición "t_E". La siembra se realizó en placas petri a razón de 50 semillas por cada una (en tomate), y 40 (en frijol y habichuela), en tres réplicas. Para efectuar las comparaciones entre tratamientos y controles se realizó el test no paramétrico de Duncan.

Se procedió a graficar los efectos (como porcentaje relativo al control "p"), respecto a la dosis de tratamiento, la cual se determina por B y t_E por medio de la ecuación (Pietruszewski, 1996):

$$D = \frac{B^2}{2\mu_0} t_E$$

(1)

Donde μ_0 es la permeabilidad magnética del aire. A la curva de p en función de D, se le realizó el correspondiente análisis de correlación.

Para el envejecimiento de las semillas de ajonjolí se utilizó una campana de cristal con una muestra saturada de KCl para lograr a temperatura constante una humedad relativa del aire en su interior del 86% (Ellis et al, 1985, Fischler, 1993), valores que fueron comprobados mediante un higrómetro digital. Una vez colocadas las semillas con un 100% de viabilidad en la campana, se fueron obteniendo muestras a los 16 y 33 días, para observar la disminución del porcentaje de germinación. A los 40 días se aplicó el tratamiento magnético a 90 segundos y 200 mT de inducción magnética, según resultados preliminares. A partir de los 43 días se continuaron realizando las evaluaciones de viabilidad en ambos lotes de semillas (tratados y controles), y comparados de acuerdo al test "t de student". La humedad de equilibrio de las semillas fue evaluada mediante el método gravimétrico antes y después del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las tres especies: fríjol, habichuela y tomate, se muestran en las tablas 1, 2 y 3, respectivamente. En la mayoría de los tratamientos efectuados se observan valores de p por encima del 100%, aunque no todos son significativos. Los mayores efectos de recuperación de la viabilidad fueron: fríjol (desde 76% a 91% de germinación), a 225 mT, en habichuela se elevó la viabilidad de 68 a 85%, a 175 mT, mientras que en tomate la recuperación fue desde 20 hasta 36 % a 225 mT. Todos estos tratamientos a 2 minutos de exposición.

Se pudo observar de modo general, que los tratamientos a dos minutos de exposición, provocaron mayores efectos estimulantes que los tratamientos a un minuto. Tanto el tiempo como la inducción magnética, según la ecuación (1), influyen de forma proporcional en la dosis. Aunque en la figura 1 se muestra una tendencia a existir cierta variación del porcentaje de viabilidad relativo al control, respecto a la dosis, el test de correlación proporcionó que ante variaciones de D, la magnitud p es constante, para el intervalo de dosis estudiado.

Tabla 1. Valores del porcentaje de germinación y su porcentaje con respecto al control, en las especies estudiadas para 1 minuto de exposición.

(*Diferencia significativa para $\alpha < 0.05$)

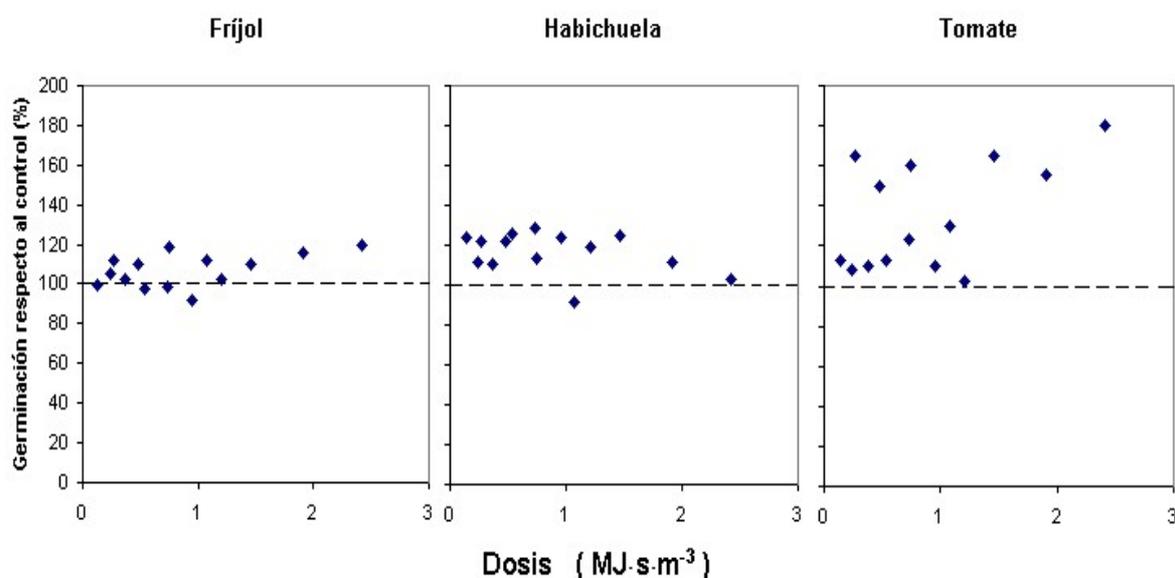
t_E	B (mT)	Fríjol		Habichuela		Tomate	
		PG (%)	p (%)	PG (%)	p (%)	PG (%)	p (%)
1 min.	0	87 ± 1	100	59 ± 1	100	39 ± 1	100
	75	87 ± 1	100	73 ± 1	123.7*	44 ± 2	112.8*
	100	92 ± 2	105.7*	66 ± 3	111.8*	42 ± 4	107.7
	125	89 ± 2	102.3	65 ± 4	110.2	43 ± 4	110.3
	150	85 ± 1	97.7	74 ± 3	125.4*	44 ± 3	112.8*
	175	86 ± 2	98.9	76 ± 1	128.8*	48 ± 4	123.0*
	200	80 ± 1	92*	73 ± 1	123.7*	43 ± 4	110.3
	225	89 ± 2	102.3	70 ± 2	118.6*	40 ± 3	102.6

Tabla 2. Valores del porcentaje de germinación y su porcentaje con respecto al control, en las especies estudiadas para 2 minutos de exposición.

(*Diferencia significativa para $\alpha < 0.05$)

t_E	B (mT)	Fríjol		Habichuela		Tomate	
		PG (%)	p (%)	PG (%)	p (%)	PG (%)	p (%)
	0	76 ± 5	100	68 ± 4	100	20 ± 3	100
2 min.	75	85 ± 1	111.8*	83 ± 1	122.1*	33 ± 5	165.0*
	100	84 ± 4	110.5	83 ± 4	122.1*	30 ± 3	150.0*
	125	90 ± 2	118.4*	77 ± 4	113.2*	32 ± 3	160.0*
	150	85 ± 1	111.8*	62 ± 1	91.1	26 ± 4	130.0*
	175	84 ± 2	110.5*	85 ± 4	125.0*	33 ± 1	165.0*
	200	88 ± 5	115.8*	76 ± 4	111.8*	31 ± 4	155.0*
	225	91 ± 1	119.7*	70 ± 4	102.9	36 ± 2	180.0*

Figura 1. Valores de p (porcentaje de germinación relativo al control) respecto a D (dosis), en las tres especies estudiadas. La línea discontinua representa el control.



En trabajos anteriores se han establecido dependencias que permiten correlacionar los efectos estimulantes relativos al control y la dosis (Socorro et al, 2004). En tales casos, los tiempos de exposición empleados, mediante el uso de imanes permanentes, llegaron hasta los 10 días de exposición, lo que representa valores de dosis 10 000 veces mayores. El hecho de que no se obtenga una significativa correlación en los para los valores dosis empleados en el presente trabajo, significa que en ese rango no existen picos de estimulación y por tanto las posibilidades de seleccionar un régimen de tratamiento adecuado para incrementar la viabilidad, son mayores.

Tabla 3. Análisis de correlación para las tres especies representadas en la figura 1.

Fríjol	Habichuela	Tomate
P = 0.1500	P = 0.2657	P = 0.1756
P > 0.05	P > 0.05	P > 0.05
No significativo	No significativo	No significativo
r = 0.4057	r = - 0.3194	r = 0.3837

r: Coeficiente de correlación.

Aunque aún no se han determinado los mecanismos de acción biológica del tratamiento magnético de semillas, existe la hipótesis que plantea posibles modificaciones en la permeabilidad al agua de las membranas y la testa, de modo que se optimiza el procesos de imbibición de agua por la semilla. Existen trabajos que relacionan la baja viabilidad de las semillas con una significativa disminución de la permeabilidad de las biomembranas (Golovina et al, 1997), la cual puede modificarse mediante los efectos bioeléctricos que provoca el campo magnético (García, y Arza, 2001) y de esta forma se podrían explicar los incrementos de la respuesta germinativa en semillas envejecidas.

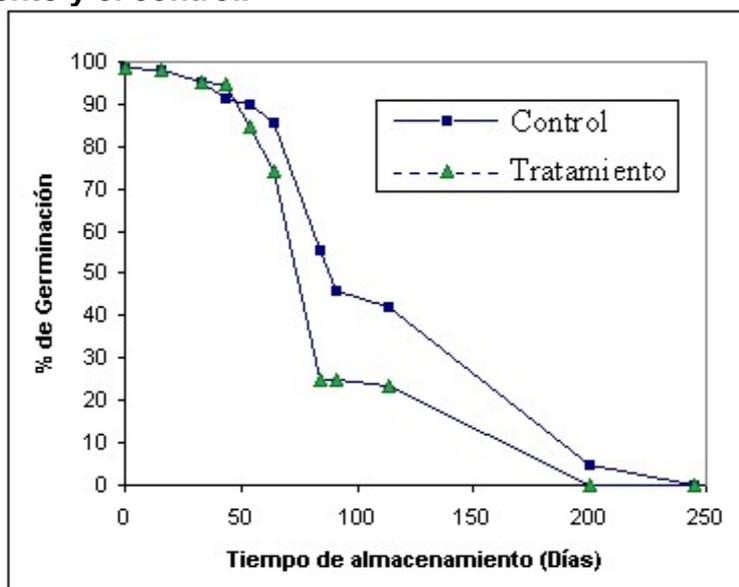
En la figura 2 se muestra la disminución de la viabilidad de las semillas de ajonjolí durante 84 días, en condiciones de inadecuado almacenamiento (alta humedad). Podemos apreciar que luego de aplicar el tratamiento a los 40 días, se aprecia un incremento significativo ($\alpha < 0.05$) del porcentaje de germinación en semillas tratadas respecto a las no tratadas. Sin embargo en evaluaciones posteriores se observó una significativa inhibición en la curva de viabilidad de las semillas tratadas, las cuales alcanzaron el 50% de su viabilidad inicial en un intervalo de tiempo menor que el lote no tratado.

Los valores de humedad de las semillas mostrados en la tabla 4, explican de cierto modo este comportamiento, basados en la hipótesis de que las semillas tratadas absorben mas agua que las semillas controles (Martínez et al, 1999). La humedad de las semillas sometidas al tratamiento magnético experimentaron un incremento de la permeabilidad al agua, lo cual pudo favorecer la respuesta en la germinación durante los primeros días. Sin embargo, las semillas tratadas que se mantuvieron dentro de la campana, al poseer un mayor valor del contenido de humedad, experimentaron una disminución de la viabilidad en un menor período de tiempo, tal y como se corresponden con los estudios realizados sobre la influencia de la humedad en la conservación de semillas (Walters et al, 1998, Lars, 2000).

Tabla 4. Valores de humedad de semillas de ajonjolí antes y después del tratamiento.

	Antes del Tratamiento (20 días)	Después del tratamiento (60 días)	Después del tratamiento (245 días)
Tratamiento	-	8.7 ± 0.2	8.30 ± 0.05
Control	8.0 ± 0.2	8.0 ± 0.2	8.01 ± 0.11

Figura 2. Curvas de viabilidad en función del período de almacenamiento para el tratamiento y el control.



REFERENCIAS

- Ellis, R.H. ; Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1985** Handbook of seed technology for genebanks. International Board for Plant Genetic Resources. 1-Principles and Methodology. Rome. 667 pp.
- Fischler, M. 1993..** Bean germoplasm conservation based on seed drying with silicagel and low moisture storage. *Occasional Publications Series (10)*. 31 pp
- García, F. and Arza, L. 2001.** Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seeds. Part I: Theoretical Considerations. *Bioelectromagnetics 22*: 589-595
- Golovina, E.A ; Tikhonov, A. N. And Hoekstra, F. 1997.** An Electron Paramagnetic Resonance Spin – Probe Study of Membrane – Permeability Changes with seed aging. *Plant Physiology. 114(1)*: 383-389
- Lars, D 2000.** Cap. 8 Seed Storage. Extract from “Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed”. *www.dfsc.dk*. 40 pp.
- Martínez, E. ; Carbonell, M. V. y Duarte, C. 1999.** Efecto del tratamiento magnético en la germinación del arroz (*Oriza sativa* L.). *Alimentaria. Julio-agosto*: 95-99.
- Pietruszewski, S. 1996.** Effects of magnetic bioestimulation of wheat seeds on germination, yield and proteins. *Agrophysics, 18-2 (10)*: 51-55
- Socorro, A. ; Pérez, S. ; Hernández, E. ; Martínez, E. ; Carbonell, V. y Amaya, J.M. 2002.** Incremento de la calidad de las semillas mediante el empleo del magnetismo. (13: 2002, nov 12-15, La Habana) *Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. ISBN 959-7023-22-9.
- Socorro, A., Pérez, S., Martínez, E., Carbonell, M.V., Amaya, J.M. y Hernández, E. 2004.** Estudio de los Efectos Estimuladores del Tratamiento Magnético de Semillas en especies de Interés Agrícola. Memorias del evento Trópico 2004. *II Congreso de Agricultura Tropical*. ISBN 959-7167-02-6.
- Walters, C.; Kameswara, N. and Xiaorong, H. 1998.** Optimizing seed water content to improve longevity in ex situ genebanks. *Seed Science Research 8(1)*: 12-22.