

Efecto de la colocación de semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en papel toallín (enrollados y sin enrollar) sobre la germinación y el vigor

Effect of seed placement of corn (*Zea mays* L.), French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cotton (*Gossypium hirsutum* L.) on towel paper (rolled and without rolling) on germination and vigor

Jesús Rafael MENDEZ NATERA^{✉1}, José Fernando MERAZO PINTO¹, María ZERPA ZERPA¹ y Carlos Enrique BOLÍVAR²

¹Departamento de Agronomía, Escuelade Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Campus Los Guaritos, Avenida Universidad, Maturín, 6201, edo. Monagas, Venezuela y ²Departamento de Ciencias, Unidad de Estudios Básicos, Universidad de Oriente. E-mail: jmendezn@cantv.net

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 30/05/2008 Fin de primer arbitraje: 12/08/2008 Primera revisión recibida: 20/08/2008
Fin de segundo arbitraje: 25/09/2008 Segunda revisión recibida: 30/09/2008 Aceptado: 10/10/2008

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la colocación de semillas de maíz, caraota y algodón en papel toallín (enrolladas y sin enrollar) sobre el vigor (germinación a los 4 días) y la germinación estándar (germinación a los 8 días). Se tomaron 100 semillas de los cultivos mencionados anteriormente. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento. Se determinó el porcentaje de germinación a los 4 días (prueba de vigor) y a los 8 días (prueba de germinación), después de haber sido colocadas en el germinador. No se encontraron diferencias significativas entre los métodos de germinación (papel toallín enrollado y sin enrollar). Ni tampoco para ninguna de sus interacciones con los cultivos y con la época de medición de la germinación, ni para la de segundo orden. El mayor porcentaje de germinación lo presentaron los cultivos de caraota y maíz con 94,8 y 96,8% respectivamente. Mientras que para la época de medición correspondió a los 8 días después de colocadas las semillas en el germinador con 90,9% sin importar el cultivo.

Palabras clave: Germinación, maíz, algodón, caraota

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the effect of seed placement of corn, French bean and cotton on towel paper (rolled and without rolling) on the vigor (germination at 4 days) and standard germination (germination at 8 days). One hundred seeds were taken of the above crops. There were two replications for each treatment. Germination percentage at 4 days (vigor test) and 8 days (germination test) were determined, after being placed in germination. There were no significant differences between the germination methods (towel paper rolled and without rolling) and the interaction also were not significant. The highest germination percentage was presented by bean and corn crops with 94.8 and 96.8% respectively. While, for the time of measurement was for 8 days after the seeds were placed in germinator with 90.9% for all crops.

Key words: Germination, corn, French beans, cotton.

INTRODUCCIÓN

La semilla es esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el más alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar y es un elemento vital en la agricultura moderna, la semilla certificada contribuye a alcanzar una producción más alta (Douglas, 1991). La germinación, la pureza y la sanidad son los tres criterios de la calidad de semilla que están bien

establecidos y los cuales son determinados por pruebas de rutinas en estaciones de pruebas de semilla. Las pruebas han sido hechas para mejorar la calidad de la semilla en el comercio y los métodos de producción de semillas han sido mejorados para reunir los estándares impuestos por ellos. Los lotes de semillas pasando las pruebas serían de una alta calidad y emergerían seguramente en el campo, pero esto no necesariamente es así y el vigor de la semilla ha aparecido como un cuarto aspecto de calidad el

cual es importante en el contexto del rendimiento en el campo (Lagiere, 1969).

En el proceso de absorción de agua por semillas imbibidas bajo condiciones comunes de laboratorio, por ejemplo, agua aplicada sobre una o más capas de papel de filtro humedecido en cápsulas de Petri. Aquí una proporción favorable de la superficie de la semilla está en contacto con el medio acuoso (el cual es a menudo agua destilada) y así la impedancia (Y) externa (contacto) y la impedancia interna de la matrix (y_i) son más o menos eliminadas. La germinación óptima sobre el papel de filtro requiere una cantidad adecuada de agua, poca humedad crea impedancias externas e internas y demasiada humedad puede restringir la difusión del oxígeno dentro de la semilla. El patrón inicial de absorción de agua, el cual puede ser común a muchas si no todas las semillas está afectado por tres características: 1) un frente agudo separando las porciones húmedas y secas de la semilla; 2) Absorción continua a medida que el agua alcanza nuevas regiones y 3) un incremento en el contenido de agua de las áreas humedecidas. La absorción de agua puede no ocurrir eventualmente sobre la totalidad de la superficie de una semilla intacta. En un número de semillas hay, al menos inicialmente, una mayor absorción a través del micropilo que a través del resto de la testa (por ejemplo, en especies de *Vicia* y *Phaseolus*) (Bewley y Black, 1983).

Muchas semillas colocadas en agua destilada en cápsulas de Petri bajo condiciones óptimas para la germinación muestran un patrón trifásico de absorción de agua. La absorción inicial de agua en la Fase I (llamada imbibición) es una consecuencia de las fuerzas mátricas (ψ_m) de las paredes y contenidos celulares de la semilla, esta absorción ocurre sin considerar si la semilla posee o no latencia y/o es o no viable. La fase II es el periodo de retraso de absorción de agua, cuando el potencial mátrico es alto (menos negativo), como es el potencial osmótico o de soluto (ψ_π). Semillas muertas y latentes mantienen este nivel de típica hidratación de la fase II, pero al contrario de semillas germinando ellas no entran a la fase III, la cual está asociado con la protrusión de la radícula. Las longitudes de cada una de estas fases dependen de ciertas propiedades inherentes de las semillas (contenido de substratos hidratables, permeabilidad de la cubierta de las semillas, absorción de oxígeno, tamaño de la semilla, etc) y de las condiciones durante la exposición al agua (por ejemplo, niveles de humedad, composición del substrato, temperatura,

etc). Partes diferentes de una semilla, particularmente una semilla grande, pasará a través de estas fases a tasas diferentes (Bewley y Black, 1983).

El objetivo último de la prueba de germinación es obtener información con respecto al valor de emergencia en el campo de la semilla y proveer resultados que puedan ser usados para comparar el valor de diferentes lotes de semillas. La prueba bajo condiciones de campo es normalmente no satisfactoria, porque los resultados no pueden ser repetidos con confiabilidad. Los métodos del laboratorio han, por lo tanto, estado envueltos en que las condiciones externas son controladas para dar la germinación más regular, rápida y completa para la mayoría de las muestras de una especie en particular. Las condiciones han sido estandarizadas para permitir que los resultados de las pruebas puedan ser reproducidos dentro de los límites tan cerca como sea posible a aquellos determinados por la variación de muestras al azar (ISTA, 1985).

La germinación de una semilla en una prueba de laboratorio es la emergencia y desarrollo de la plántula hasta una etapa donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es o no capaz de desarrollarse en una planta bajo condiciones favorables en el suelo. Mientras que el porcentaje de semilla reportado sobre el Certificado de Análisis indica la proporción del número de semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y dentro de un periodo especificado para cada especie. Las siguientes estructuras son esenciales para el desarrollo continuado de una plántula hacia una planta satisfactoria: sistema radical (raíz primaria, en ciertos casos raíces seminales), eje del tallo (hipocotilo, epicotilo; en ciertas gramíneas mesocotilo), cotiledones, yemas terminales y coleoptilo (ISTA, 1985).

Según Agrawal (1986) existen dos métodos de evaluación de la germinación usando papel: a) Por encima del papel donde las semillas son puestas a germinar sobre uno o más capas de papel y b) entre papeles, donde las semillas son puestas a germinar entre dos capas de papel, las cuales son colocadas directamente en bandejas de germinación en cabinas o germinadores al ambiente donde el papel puede ser doblado o enrollado y colocado en posición horizontal o vertical. El primer método no es aplicable a las semillas de maíz, caraota y algodón; mientras que el segundo si se utiliza en estos tres cultivos junto con la prueba en arena (ISTA, 1985). El segundo método

tiene el inconveniente de la dificultad en evaluar el vigor de las semillas caracterizado por la germinación a los 4 días, porque las radículas pueden llegar a romperse si las capas enrolladas de papel no son separadas cuidadosamente, por otra parte, las plántulas pueden ser disturbadas ocasionando un posible enmascaramiento de las características de las mismas al final de la evaluación (8 días). La colocación de las semillas entre varias capas de papel sin enrollar facilita la evaluación a los 4 días sin dañar las radículas y las plántulas porque las capas de papel son fácilmente removidas.

Por las razones expuestas el objetivo fue determinar el efecto de la colocación de semillas de maíz, caraota y algodón en papel toallín (enrolladas y sin enrollar) sobre el vigor (germinación a los 4 días) y la germinación convencional (germinación a los 8 días) de manera de buscar un método alternativo al método oficial para ser utilizado en la evaluación del vigor (4 días) de numerosos lotes de semillas de los cultivos anteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron semillas certificadas de cada uno de los siguientes cultivos: maíz, caraota y algodón, con un porcentaje de germinación inicial de alrededor de 99%. Las semillas se almacenaron después de la prueba de germinación, bajo refrigeración durante tres meses. Luego se comenzó con el experimento y se colocaron las semillas en papel toallín, bajo dos formas diferentes: 1) Las toallas enrolladas y 2) las toallas sin enrollar. Se realizaron tres repeticiones con 100 semillas cada una para cada tratamiento. Se determinó el porcentaje de germinación a los 4 días (prueba de vigor) y a los 8 días (prueba de germinación), después de haber sido colocadas en el germinador. Se realizó el análisis de varianza convencional y las diferencias entre tratamientos se

detectaron mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan. El nivel de significación fue 5% (Gomez y Gomez, 1984). Se utilizó el paquete estadístico MSTAT-C para todos los análisis (Freed *et al.*, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las semillas de los tres cultivos tuvieron inicialmente (tres meses antes de la realización del ensayo) porcentajes de germinación similares entre sí (alrededor de 99%). En el cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación de semillas colocadas en el germinador para diferentes cultivos y diferentes métodos del sustrato (papel toallín enrollado y sin enrollar).

En el cuadro 2 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas colocadas en el germinador para diferentes cultivos y diferentes métodos del sustrato (papel toallín enrollado y sin enrollar). Se observaron diferencias significativas entre las semillas de los diferentes cultivos en su poder germinativo, así como también para las épocas de medición a los 4 y 8 días. No se encontró diferencia significativa en el método de colocación del papel toallín, sugiriendo la aplicabilidad de cualquiera de los dos métodos de acuerdo a la facilidad relativa para cada investigador. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las interacciones (primer y segundo orden).

La prueba de Duncan (figura 1) indica que las semillas que tuvieron un mayor porcentaje de germinación fueron las de los cultivos de maíz y caraota con más del 94,7 %, siendo superior al porcentaje de germinación de las semillas de algodón (76,8 %). Esto demuestra la facilidad con que la semilla de algodón pierde su poder germinativo, por otra parte, debido a que la floración es continua, al

Cuadro 1. Porcentajes de germinación de semillas de maíz, caraota y algodón a los 4 días (prueba de vigor) y a los 8 días (prueba de germinación final) después de colocadas en el germinador en papel toallín enrollado y sin enrollar.

Cultivo	Papel toallín	% de Germinación a los 4 días (Vigor)				% de germinación a los 8 días (germinación)			
		I	II	III	X _p	I	II	III	X _p
Maíz	Enrollado	97	97	99	97,7	99	94	98	97,0
	Sin enrollar	94	91	97	94,0	100	99	97	98,7
Caraota	Enrollado	94	91	97	94,0	94	91	98	94,3
	Sin enrollar	98	97	91	95,3	98	97	91	95,3
Algodón	Enrollar	75	74	65	71,3	77	87	81	81,7
	Sin enrollar	78	76	73	75,7	84	77	75	78,7

Cuadro 2. Análisis de varianza para los porcentajes de germinación de semillas de maíz, caraota y algodón a los 4 días (prueba de vigor) y a los 8 días (prueba de germinación final) después de colocadas en el germinador en papel toallín enrollado y sin enrollar.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Repetición	2	29,056	14,528	1,15 ns
Cultivo (C)	2	2901,389	1450,694	114,41 *
Método (M)	1	0,694	0,694	0,06 ns
C * M	2	7,722	3,861	0,31 ns
Epoca (E)	1	78,028	78,028	6,15 *
C * E	2	67,389	33,694	2,66 ns
M * E	1	1,361	1,361	0,11 ns
C * M * E	2	60,389	30,194	2,38 ns
Error Experim.	22	278,944	12,679	
Total	35	3424,972		

C. V. = 3,98 % * : Significativo ($p \leq 0,05$) ns : No Significativo ($p > 0,05$)

cosecharse las bellotas, algunas de ellas estarán aptas para la cosecha pero otras estarán muy pasadas de cosecha con el respectivo deterioro en campo y otras estarán muy jóvenes para ser cosechadas disminuyendo así la germinación.

La semilla certificada de algodón viene con un poder de germinación mínimo de 80 %, mientras que la de maíz supera el 90 %. Las semillas de algodón por ser oleaginosas (poseen más de 16 % de aceite) pierden muy rápidamente la germinación, mientras que las semillas de maíz y caraota no llegan al 5 % de aceite. Lagiere (1969) reporta que la germinación de las semillas del algodón pueden disminuir extraordinariamente por varias razones: mala constitución, falta de madurez; exceso de humedad; exceso de temperatura; edad (semillas demasiado jóvenes o demasiado viejas) y parasitismo (ataques de las cápsulas y semillas).

Por otra parte, el porcentaje de germinación fue mayor a los 8 días después de colocadas las semillas en el germinador que a los 4 días (figura 2).

Este resultado es perfectamente lógico, porque a los 8 días el porcentaje de germinación al menos debe ser igual al de los 4 días. Por otra parte, este resultado sugiere, que las semillas utilizadas en este ensayo tuvieron un vigor semejante sin importar el cultivo debido a que no se encontraron diferencias significativas para la interacción cultivo * época de medición, es decir, las diferencias en la germinación en las semillas de los tres cultivos se debieron

exclusivamente al genotipo y no a la época de medición.

Los métodos para determinar el porcentaje de germinación (papel toallín enrollado y sin enrollar) resultó no significativo, así como la interacción con los cultivos y la época de medición y la interacción de los tres, indicando la factibilidad de utilizar indistintamente cualquiera de los dos métodos.

Kalyuzhnyi y Makarova (1984, 1985, 1987) trabajaron con 14 variedades de maíz, 53 y 35 genotipos de maíz respectivamente y concluyeron que la germinación en rollos de papel de filtro es un método rápido y fácil para determinar el porcentaje de

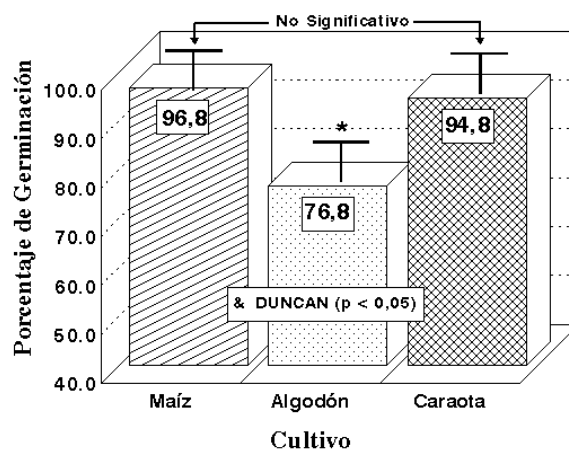


Figura 1. Promedios para el porcentaje de germinación de semillas de maíz, caraota y algodón después de colocadas en papel toallín en el germinador.
* Significativo según Duncan ($p \leq 0,05$).

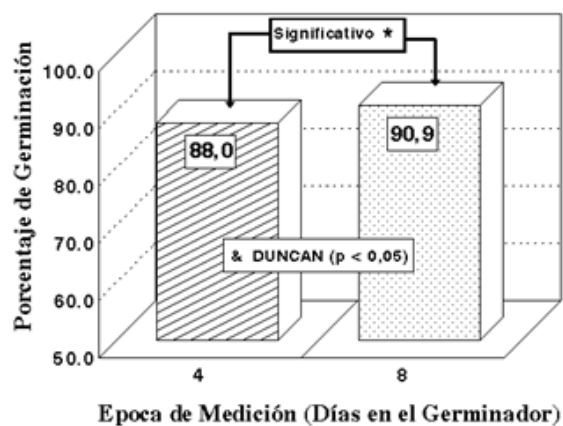


Figura 2. Promedios para el porcentaje de germinación de semillas a los 4 días (vigor) y 8 días (germinación) después de colocadas en papel toallín en el germinador. * Significativo según Duncan ($p \leq 0,05$).

germinación. En el trabajo con 53 genotipos de maíz, además concluyeron que el vigor fue evaluado mejor sobre la base del porcentaje de germinación a los 8 días después de la germinación.

Victoria *et al.* (2007) en pruebas de germinación evaluaron sustratos y métodos diferentes: siembra en papel absorbente y papel de germinación (Anchor Paper) (sustratos) en rollos, bandejas y caja Petri (métodos) y no encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de germinación de las semillas de caléndula y eneldo. Los autores indicaron que para realizar la evaluación y selección fue necesario considerar otros indicadores como practicidad y sencillez del método, disponibilidad de recursos económicos y logísticos de la gran mayoría de bancos de germoplasma y recomendaron la metodología de siembra en caja Petri con papel absorbente como sustrato.

CONCLUSIONES

El método del papel toallín sin enrollar, puede ser utilizado como una alternativa para evaluar el vigor de las semillas (germinación a los 4 días) en lugar del papel toallín enrollado. El mayor porcentaje de germinación lo presentaron los cultivos de caraota y maíz con 94,8 y 96,8% respectivamente. Mientras que para la época de medición correspondió a los 8 días después de colocadas las semillas en el germinador con 90,9%.

LITERATURA CITADA

- Agrawal, R. L. 1986. Seed technology. Fourth Printing. Oxford & IBH Publishing CO. New Delhi, India. 685 p.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1983. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Volume 1: Development, germination, and growth". Second edition. Berlin, Germany. Springer-Verlag. 306 p.
- Douglas, J. E. (comp., ed.). 1991. Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Segunda edición. Cali, Colombia. 358 p.
- Freed, R.; P. Eisensmith S., S. Goetz., D. Reicosky U., W. Small and P. Wolberg. 1991. User's guide to MSTATC. Michigan State University, East Lansing, Michiga. USA.
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2ed. John Wiley & Sons. New York, USA. 680 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. Seed Science and Technology; International Rules for Seed Testing. Rules 1985. Volume 13 Number 2. 520 p.
- Kalyuzhnyi, A. I. and A. Y. Makarova. 1984. Relationship between parameters of seed germination vigour and morphological/physiological values in maize seedlings. Lenina, USRR, No 8, 13-15.
- Kalyuzhnyi, A. I. and A. Y. Makarova. 1985. Germination of maize grain in filter paper rolls. Seleksiya, USRR, No 1, 40-41.
- Kalyuzhnyi, A. I. and A. Y. Makarova. 1987. Method for the rapid determination of germinability in maize grain. Seleksiya, Moscow. No 5, 43-44.
- Lagiere, R. 1969. El algodón. Colección Agricultura Tropical. Traducido por Vicente Ripoll. Editorial Blume. Barcelona, España. 292 p.
- Victoria T., J. A.; C. R. Bonilla C. y M. S. Sánchez O. 2007. Morfoanatomía y efecto del secado en la germinación de semillas de caléndula y eneldo. Acta Agronómica (Colombia) 56 (2): 61-68.