

# Deterioro en semilla de maíz (*Zea mays*) y su correlación con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio

## Deterioration in seed corn (*Zea mays*) and their correlation with germination and vigor under laboratory conditions

Antonio Valdez-Oyervides\*<sup>1</sup>, Malleni B. Pérez-Morales<sup>1</sup>, Federico Facio-Parra<sup>1</sup>, Alma Patricia García-Villanueva<sup>1</sup>, Luis Rodríguez-Gutiérrez<sup>1</sup>, Leopoldo Arce-González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel. 844 4110377.  
Email: antoniovaldezo@hotmail.com [\*Autor responsable]

### RESUMEN

Con el fin de conocer los efectos del deterioro en semilla de maíz, variedad Cafime, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, en el laboratorio de control de calidad de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo. Para determinar el vigor de la semilla, se llevaron a cabo pruebas de envejecimiento acelerado en cuatro tratamientos y un testigo; en los tratamientos se utilizó cloruro de sodio y agua destilada con y sin solución salina, a 4, 8 y 12 días. Las variables que se evaluaron fueron: longitud media de la plúmula (LMP), longitud media de la radícula (LMR), capacidad de germinación (CG), plántulas normales, plántulas anormales y semilla sin germinar. Para analizar la información obtenida con el paquete estadístico SAS 9.0, se utilizó un factorial con un tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron alta significancia en todas las variables, aunque destacó que los niveles de deterioro son mayores a medida que se aumentan los días de envejecimiento acelerado, lo que demuestra que el vigor de la semilla se deteriora cuando se aumenta el tiempo de envejecimiento; además, en los tratamientos en los que se emplearon soluciones salinas se obtuvieron medias de plúmula y radícula menores, en comparación con los tratamientos donde no se emplearon, por lo que se concluyó que el método de envejecimiento acelerado es una excelente técnica para evaluar el vigor de las semillas, y que respecto al coeficiente de correlación, para las variables germinación y vigor sí existe una relación muy alta, ya que una depende de la otra.

**Palabras clave:** envejecimiento acelerado, germinación, vigor.

### ABSTRACT

In order to know the effects of the deterioration in Cafime variety corn seed, it was conducted this research in the laboratory at the Training Center for Seed Technology Development at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coahuila, Mexico. For this purpose, four treatments for accelerated aging tests were conducted using sodium chloride and distilled water, with and without saline solution at 4, 8 and 12 days, together with a control to determine seed vigor. Six different variables were considered: average length plumule (LMP), average radicle length (MRL), germination capacity (CG), normal seedlings, abnormal seedlings and ungerminated seedlings. A single-treatment factorial design was used to analyze the information under SAS 9.0 statistical package. The results show highly significant differences on all variables, especially on deterioration levels which were greater as accelerated aging days increased. This shows that seed vigor is deteriorated as aging time is increased. On the other hand, treatments where saline solutions were used, plumule and radicle means were lower as compared to those treatments where it was not used. It is concluded that accelerated aging method is an excellent technique for evaluating seed vigor, showing a very high correlation coefficient for germination and vigor variables.

**Key words:** accelerated aging, germination, vigor.

## INTRODUCCIÓN

La calidad fisiológica de la semilla está relacionada directamente con la capacidad que tiene para emerger en diversas condiciones de campo. En este sentido, la prueba de germinación es la más común y aceptada para evaluar la calidad de la semilla, por lo que se sugiere al vigor de la semilla como un factor adicional.

El vigor de semillas y el deterioro están fisiológicamente ligados porque son aspectos recíprocos de la calidad de las semillas. El deterioro tiene una connotación negativa, en tanto que el vigor una muy positiva, de tal manera que el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta (Delouche, 1976).

La pérdida de vigor de la semilla se relaciona con una reducción en su capacidad para llevar a cabo las funciones fisiológicas; este proceso llamado envejecimiento fisiológico (o deterioro) empieza antes de la cosecha y continúa durante ella, así como en el procesamiento y el almacenamiento. La semilla reduce progresivamente sus capacidades debido a cambios en la integridad de las membranas, actividad enzimática y síntesis de proteínas. Estos cambios bioquímicos pueden ocurrir muy rápidamente (pocos días) o lentamente (años), dependiendo de factores genéticos, de producción y ambientales.

Entre las características que se esperan de una prueba de vigor destacan: entregar un índice de calidad de semilla más sensible que la prueba de germinación, dar un índice consistente de la clasificación relativa de lotes de semillas según su desem-

peño, ser objetivo, rápido, simple y económicamente factible, ser reproducible y de fácil interpretación y correlacionarse con el desempeño de las semillas en el campo.

Así que el uso de semillas de óptima calidad es fundamental, dada la importancia y exigencias que tienen para la producción; de ahí que debe trabajarse en semillas de maíz, sobre todo en pruebas de vigor bajo condiciones de laboratorio, para mejorar su calidad fisiológica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de control de calidad de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ubicada a los 25°22' de Latitud Norte y 101°01'48" Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm.

Para realizar el presente trabajo se generaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones; así como pruebas de envejecimiento acelerado a los 4, 8 y 12 días, según se presenta en el Cuadro 1.

En la prueba del testigo (T) se tomaron 100 semillas de cada lote que se colocaron en papel Anchor humedecido con agua destilada, en bandejas de plástico, dentro de una cámara de germinación a 20° C, con ciclos alternados de luz (16 h) y oscuridad (8 h), las cuales se evaluaron a los cuatro y siete días para

**Cuadro 1.** Pruebas de envejecimiento.

No. de tratamientos	Tratamientos	Pruebas
1	Testigo	Semillas no envejecida
2	4 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)
3	8 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)
4	12 días	EA (envejecimiento acelerado) EASS (envejecimiento acelerado con solución salina)

detectar las plántulas normales, las anormales y las semillas sin germinar, así como el vigor y longitud de la plúmula y la radícula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (EA), las semillas se seleccionaron por uniformidad de tamaño y apariencia física; se colocaron 100 semillas en una canastita de plástico sobre un vaso de precipitado y se le agregaron 200 ml de agua destilada. Las semillas se dejaron envejecer durante 4, 8 y 12 días. Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, y se colocaron en una cámara de envejecimiento acelerado a una temperatura de 45°.

En la prueba de envejecimiento acelerado con solución salina (EASS), el procedimiento empleado fue similar al descrito para la prueba de EA, excepto que en cada vaso de precipitado se agregaron 75 g de NaCl (cloruro de sodio). Después del envejecimiento de las semillas 4, 8 y 12 días, se realizaron pruebas de germinación en las que se evaluaron las

plántulas normales, las anormales y las semillas sin germinar, además del vigor, la longitud de plúmula y la radícula.

Respecto a la variable CG, al décimo cuarto día se realizó un conteo de plantas normales, anormales y semillas sin germinar; el % de IVG se obtuvo con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día; para conseguir la longitud media de la plúmula (LMP), a los siete días se tomaron medidas a las plantas normales e, igualmente, a los siete días sólo se midieron las plantas normales para obtener la longitud media de la radícula (LMR).

Para analizar los resultados en este trabajo se utilizó un diseño experimental de un factorial con tratamiento extra, y para determinar la asociación existente entre las pruebas de laboratorio, se llevó a cabo una prueba de correlación entre la germinación y vigor (Mead *et al.*, 1993) cuando existieran diferencias significativas entre lotes ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 2.** Comparación de medias del Lote 1, de acuerdo con las pruebas de envejecimiento en semilla de maíz.

Lote	Tiempo de envejecimiento	Capacidad de germinación				Vigor	
		% GERM	PN	PA	SSG	LMP (cm)	LMR (cm)
1	TESTIGO	97 a	93 a	4 a	3 a	15.57 a	20.28 a
	4 días EA	66 b	18 b	48 b	34 b	6.52 b	7.09 b
	4 días EASS	52 c	23 c	31 c	46 c	13.93 c	17.36 c
	8 días EA	21 d	11 d	10 d	79 d	9.45 c	12.2 d
	8 días EASS	16 e	9 d	10 d	81 e	9.92 c	15.52 d
	12 días EA	0 f	0 e	0 e	100 f	0 d	0 e
	12 días EASS	0 f	0 e	0 e	100 f	0 d	0 e
	<b>CV</b>	<b>10.76</b>	<b>21.38</b>	<b>31.27</b>	<b>6.45</b>	<b>6.07</b>	<b>9.24</b>

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ( $P < 0.05$ ). GERM= Semilla, PN= Plantas normales, PA= Plantas anormales, SSG= Semilla sin germinar, LMP= Longitud media de la plúmula, LMR= Longitud media de la radícula, Germinada (%), CV= Coeficiente de Variación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los análisis realizados de las variables estudiadas, se presentan a continuación, en los Cuadros 2 y 3, los resultados correspondientes.

Según los resultados del análisis estadístico, en el Lote 1 la variable germinación del testigo mostró un porcentaje de 97%, lo cual indica mayor número de semillas germinadas, ya que no envejecieron; la prueba de 4 días de envejecimiento mostró un porcentaje de 66%, y con solución salina de 52%, como se puede apreciar en el cuadro 2. Las pruebas de germinación en cero se debieron al tiempo de envejecimiento. Por su parte, Perry (1980), define el proceso de deterioro de la semilla como el vigor que se reduce más rápido que la viabilidad; así, en algunos casos existirá semilla con alto porcentaje de germinación, pero de bajo vigor. Para conocer con mayor precisión el grado de deterioro que presenta un lote de semillas, se han desarrollado diversas pruebas de vigor, algunas de las cuales han mostrado mejor afinidad con determinadas especies.

En este lote, para la variable plántulas normales, el testigo sobresalió en cada una de las pruebas, lo que indica que a mayor tiempo de envejecimiento se obtiene porcentaje mayor de plántulas normales.

En cuanto a plántulas normales, el testigo presentó un menor porcentaje. A los 4, 8 de envejecimiento, se observó un alto grado de plántulas anormales debido a que se activaron las enzimas más rápido. A los 12 días no se presentaron plántulas anormales.

El análisis estadístico indica que la variable semillas sin germinar, en el testigo presentó 3% de semillas sin germinar, seguida por los 4 y 8 días, y a los 12 el porcentaje fue de 100%, ya que a medida que pasaron los días la germinación se perdió notablemente. En síntesis, los aspectos más importantes de la relación entre deterioro de semillas y la germinación puede decirse que son: la pérdida de la capacidad de germinación por la consecuencia o el efecto final del deterioro,

Para los promedios de longitud de plúmula en todas las pruebas, el testigo obtuvo un promedio alto

**Cuadro 3.** Comparación de medias del lote 2, de acuerdo con las pruebas de envejecimiento en semilla de maíz.

Lote	Tiempo de envejecimiento	Capacidad de germinación				Vigor	
		% GERM	PN	PA	SSG	LMP (cm)	LMR (cm)
2	TESTIGO	99 a	93 a	5 a	2 a	18.72 a	19.94 a
	4 días EA	75 b	59 b	16 b	25 b	13.62 b	17.08 a
	4 días EASS	66 c	53 b	13 b	34 c	11.60 b	16.61 a
	8 días EA	28 d	14 c	14 b	72 d	13.11 b	13.94 b
	8 días EASS	19 e	12 c	7 c	81 e	12.21 b	13.70 b
	12 días EA	0 f	0 d	0 d	100 f	0 c	0 c
	12 días EASS	0 f	0 d	0 d	100 f	0 c	0 c
	<b>CV</b>	<b>10.76</b>	<b>21.38</b>	<b>31.27</b>	<b>6.45</b>	<b>6.07</b>	<b>9.24</b>

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey (P<0.05). GERM= Semilla, PN= Plantas normales, PA= Plantas anormales, SSG= Semilla sin germinar, LMP= Longitud media de la plúmula, LMR= Longitud media de la radícula, Germinada (%), CV= Coeficiente de variación.

de longitud, luego le siguió los 4 días, y a los 8 el promedio fue menor, mientras que a los 12 no hubo longitud de plúmula porque no se obtuvo germinación.

Para el caso de longitud media de radícula ocurrió lo mismo: el testigo fue el mejor en todas las pruebas, mientras que a los 12 días no se presentó un promedio, lo cual indica que no hubo semillas germinadas.

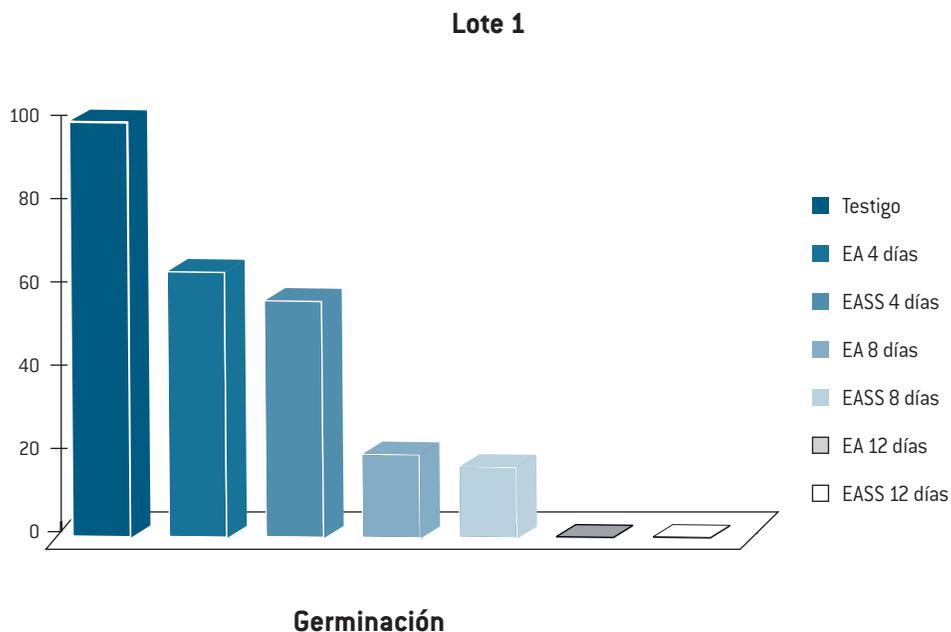
Con solución salina, el porcentaje de germinación se fue perdiendo. Martínez *et al.* (1999) y Wong (2002) mencionan que la técnica de estrés salino es sencilla y económica para el estudio de la calidad de la semilla. Esta técnica consiste en el uso de sustancias o productos comerciales, tales como sulfato de sodio y cloruro de sodio, y continúan mencionando que el principio se basa en la premisa de que si una semilla tiene capacidad para germinar y emerger bajo condiciones de estrés salino, puede ser indicativo de que tiene un potencial genético para la tolerancia a sales.

En el lote 2, de acuerdo con el análisis estadístico ocurrió lo mismo que en el lote 1, el testigo sobresale en todas las pruebas: a medida que se prolonga

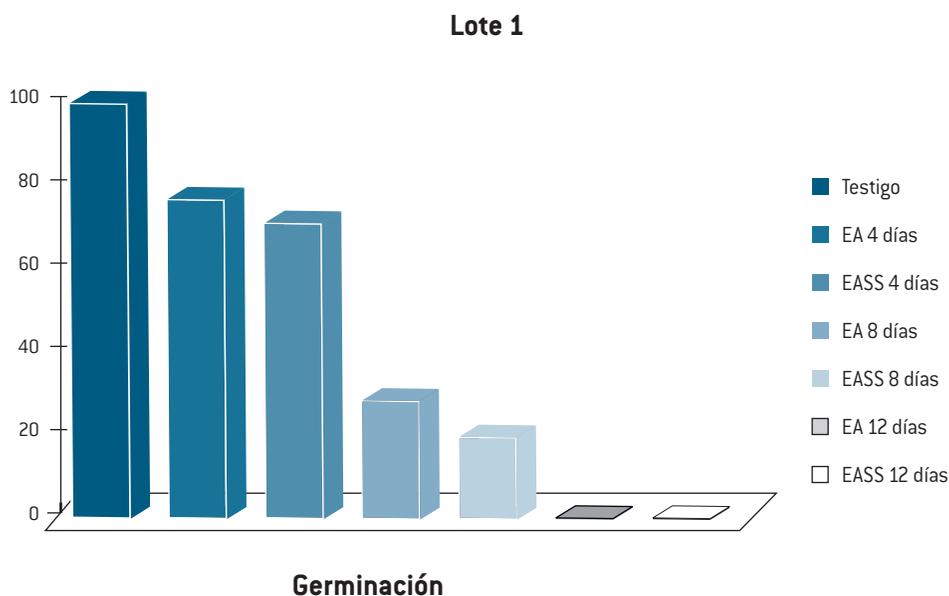
el tiempo de envejecimiento se encuentra un alto porcentaje de plántulas anormales y gran número de semillas sin germinar; respecto al vigor de las semillas éste se reduce o prácticamente desaparece, especialmente a los 12 días de envejecimiento.

Popinigis (1977) manifiesta que las transformaciones degenerativas en la semilla debido a la falta de vigor son de origen bioquímico, fisiológico y físico, y ocurren en la siguiente secuencia: se degeneran las membranas celulares y posterior se pierde el control de la permeabilidad celular, se dañan los mecanismos de producción energética y de biosíntesis, disminuye la actividad respiratoria y de biosíntesis, la germinación es más lenta, se reduce el potencial de almacenamiento, el crecimiento y desarrollo de la planta es más lento, hay una menor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plantas, se presenta una mayor susceptibilidad a factores ambientales adversos, disminuye el potencial para el establecimiento de una población de plantas, el porcentaje de plántulas anormales es mayor y, finalmente, se pierde el poder germinativo.

**Figura 1.** Porcentaje de germinación en el lote 1 en semilla de maíz para las pruebas de EA [envejecimiento acelerado] y EASS [envejecimiento acelerado con solución salina].



**Figura 2.** Porcentaje de germinación en el lote 2 en semilla de maíz para las pruebas de EA [envejecimiento acelerado] y EASS [envejecimiento acelerado con solución salina].



En el lote 1, la evaluación de germinación para las pruebas de envejecimiento acelerado y envejecimiento acelerado con solución salina, además del testigo, de acuerdo con la Figura 1, el testigo presentó 98% de poder de germinación, en tanto que a los 12 días de envejecimiento, la germinación fue de cero.

En el lote 2 ocurrió lo mismo que en lote 1, la diferencia que se presenta en el porcentaje de germinación son diferentes, por lo tanto se pueden ver el deterioro en las semillas mediante las pruebas antes mencionadas en la Figura 1.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación del grado de deterioro en semillas de maíz (*Zea mays*) y su correlación con la germinación y vigor en condiciones de laboratorio, se llegó a las siguientes conclusiones: de todas las variables destaca que los niveles de deterioro observados son mayores a medida que se aumentan los días de envejecimiento acelerado; que el vigor de la semilla se deteriora a medida que se aumenta el tiempo de

envejecimiento en los tratamientos en donde se emplearon soluciones salinas, ya que obtuvieron medias de plúmula y radícula menores, en comparación con los tratamientos donde no se emplearon; que en las pruebas de envejecimiento acelerado con agua destilada hay un porcentaje alto de hongos, mientras que con la solución salina se inhibe su presencia.

A partir de los presentes resultados, se concluyó que el método de envejecimiento acelerado es una excelente técnica para evaluar el vigor de las semillas, y que respecto al coeficiente de correlación para la variable germinación y vigor sí existe una relación muy alta, ya que una depende de la otra.

## LITERATURA CITADA

- ABASCAL, J. 1984. Manual de métodos de ensayo de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- BURRIS, J. S. 1978. Seeding vigor and its effect on field performance in corn and soybeans. In Burris, J. S. Proceedings of the first annual seed technology conference. Ames, Iowa, USA. pp. 56-66.

- COLL, J. B.; G. N. Rodrigo, B. S. García and R. S. Tamés. 1995. Fisiología vegetal. Madrid. Ediciones Pirámide. p. 662.
- DELOUCHE, C. J. (2005). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT) 1994. Semana de la semilla de maíz de CIMMYT. El Batán, México. Junio 6-10.
- DELOUCHE, J. C. (1976). Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News, Mississippi State University.
- DELOUCHE, J. C.; Caldwell, W.P. 1962. Seed vigor and vigor test. In proceedings seedmen's short course. Mississippi seed technology laboratory. State College Mississippi.
- DOUGLAS, J. E. 1982. Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

