

ISBN 970-27-1045-6

EFICACIA DE PRUEBAS DE VIGOR EN SEMILLA DE ZANAHORIA Y BROCOLI

Adriana Natividad Avendaño López (aavedan@ cucba.udg.mx); Martín Quintana Camargo y Sonia Gómez Covarrubias

Departamentote Producción Agrícola CUCBA

Resumen

Las semillas de hortalizas se caracterizan por un elevado valor de comercialización, lo que exige precisión y alta confiabilidad sobre todo en la uniformidad de la germinación y el vigor; La condición **fisiológica** de las semillas involucra su potencial de realizar su función primaria de propagación, la cual puede ir de cero a una total y perfecta capacidad, El principal criterio que debe reunir una prueba de vigor es que debe ofrecer mejor predicción del valor de siembra que la prueba de germinación en laboratorio. En el presente trabajo la calidad fisiológica de cuatro lotes de semilla de zanahoria (*Daucus carota*) y tres de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica) fueron evaluados mediante las pruebas de: Deterioro Controlado, Envejecimiento Acelerado, Peso Seco de Plántula y Velocidad de Emergencia. El objeto del trabajo fue detectar que prueba de vigor predice mejor el comportamiento de la semilla en campo. En este sentido, las pruebas de estrés tuvieron un mejor comportamiento; así tenemos que para brócoli, envejecimiento acelerado ($r = 0.819^{**}$) resultó ser el mejor estimador; seguido por, deterioro controlado ($r = 0.703^{*}$). En el caso de semilla de zanahoria, deterioro controlado presentó la más alta correlación ($r = 0.525^{*}$) seguido por la prueba de envejecimiento acelerado ($r = 0.417^{*}$).

Introducción

Dentro de las plantas cultivadas en el país, las hortalizas tienen un significado especial para la economía nacional por la fuerte cantidad de divisas que anualmente generan. Son además, una actividad para la cual se destina una importante superficie de siembra, entre las cuales, figuran especies como el brócoli y zanahoria. Estos cultivos son de gran arraigo popular, ya que generan gran demanda de mano de obra durante todo su ciclo de producción. La producción de hortalizas es además una actividad económica muy especializada, que día con día demanda de innovación tecnológica. Para hacer frente a estas demandas, la semilla como insumo estratégico debe reunir una serie de atributos que determinan la conveniencia o aptitud de ésta para sembrarse, traduciéndose como semilla de la más alta calidad. Dentro de los ensayos de laboratorio para evaluar calidad de semilla, la prueba estándar de germinación ha sido el criterio de calidad comúnmente utilizado, sin embargo, la información obtenida en dicha prueba resulta de poca utilidad con relación al potencial de emergencia; ya que a pesar de ser una medida directa de la condición

fisiológica, no es lo suficientemente sensible, además, la capacidad germinativa raramente será capaz de predecir el comportamiento de la semilla en el campo donde las condiciones pueden variar de óptimas a extremadamente adversas. Por lo que consecuentemente se ha trabajado en el desarrollo de un parámetro complementario a la capacidad de germinación y con ello cubrir las limitaciones que proporciona en cuanto al nivel fisiológico de las semillas, en este sentido el vigor de la semilla resulta un criterio más útil para estimar el comportamiento de las semillas durante su siembra. El vigor de la semilla es un indicador de la calidad más allá de la germinación y denota la completa habilidad de ésta para funcionar bien bajo condiciones de campo, no obstante su desarrollo, solamente el ensayo de envejecimiento acelerado y conductividad eléctrica están recomendadas como parte de las reglas oficiales de la ISTA 2004 para semilla soya y chícharo respectivamente, aunado a ello algunos fitomejoradores han optado por la utilización de los ensayos de vigor en la caracterización de material genético.

Peso seco

Siendo el peso seco el estándar que se relaciona con los procesos bioquímicos que intervienen en el vigor, permite correlacionar la tasa de crecimiento con el desarrollo vegetativo en campo, lo que hace posible observar efectos de deterioro rápido, algunos períodos de almacenamiento y diferencias genéticas sobre el vigor (Copeland y McDonald, 1985).

Velocidad de emergencia

La velocidad de germinación es uno de los conceptos más antiguos de vigor (AOSA, 1983), encontrándose que lotes de semilla con idénticos porcentajes de germinación total pueden variar en su velocidad de emergencia y crecimiento. En este sentido se tiene que las semillas vigorosas, excepto cuando están latentes, es de esperarse que germinen rápida y uniformemente y emerjan bien en condiciones de campo, mientras que las de bajo vigor germinan desuniformemente y tienen una baja emergencia en campo (Powell y Matthews 1994) y por un periodo más largo (Powell et al. 1991). Por lo tanto, se entiende que los efectos deletéreos se manifiestan en una lenta germinación y disminución de la velocidad de crecimiento de las plántulas, las cuales muchas veces son indicativas de carencia de vigor. Así tenemos que Makkawi et al. (1999), encontraron una correlación altamente significativa entre la velocidad de germinación y la emergencia en campo en semilla de lenteja evaluada en dos años consecutivos;

Deterioro

Es una de las pruebas más promisorias y recientes, la cual es utilizada en semillas pequeñas, tales como las hortícolas (Hampton y Coolbear 1990). Fundamentada en el ensayo de envejecimiento acelerado, al cual Matthews (1980) lo señala como menos precisa dado que las semillas absorben humedad de la atmósfera húmeda a distintas velocidades, por lo que las diferencias a la respuesta al envejecimiento no solo dependen del estado inicial de la semilla, sino también de la rapidez con la que alcanzan un mayor contenido de humedad. Algunos lotes se deterioran más rápido que otros porque están más

tiempo a un contenido de humedad elevado. Por lo tanto, se pierde la naturaleza precisa de la comparación de la respuesta al deterioro. El método adoptado finalmente compara la germinación de los lotes de semilla después del deterioro a contenidos de humedad y temperatura similares cuidadosamente controlados. Sin embargo, Hampton (1993) cita que los miembros del Comité de Ensayos de Vigor de la ISTA, creen que la prueba de deterioro controlado no es necesaria siempre y cuando en la prueba de envejecimiento acelerado se considere el contenido de humedad inicial de la semilla.

Envejecimiento

Es una prueba desarrollada principalmente en soya y donde se incluyen semillas de rábano, lechuga, cebolla y sandía. Fue adoptada inicialmente para predecir el potencial de almacenamiento de algunas semillas, sin embargo posteriormente se definió como una prueba de vigor (Delouche y Baskin, 1973); en este ensayo se conjuntan los factores ambientales comúnmente asociados con el deterioro de la semilla como son la temperatura y la humedad relativa del almacenamiento (TeKrony, 1993).

Materiales y métodos

Cuatro lotes de semilla comercial de zanahoria y tres lotes de brócoli, a los cuales se les evaluó la germinación estándar de acuerdo a las reglas de la ISTA (1985) y las pruebas de vigor: deterioro controlado, envejecimiento acelerado, peso seco de plántula de acuerdo a los manuales de vigor de AOSA (1983) y/o ISTA (1995), velocidad de emergencia de acuerdo a la metodología propuesta por Maguire (1952) así como emergencia en campo.

Germinación Estándar

La capacidad de germinación se evaluó mediante la prueba de germinación estándar (GE) que se realizó de acuerdo a los procedimientos establecidos por la ISTA (1985). Se utilizaron cuatro repeticiones de 100, se sembraron en toallas de papel Anchor humedecidas como sustrato, enrolladas (tacos), y cubiertas con plástico (polietileno), los que se colocaron en una cámara germinadora a temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y 8 hr luz, efectuándose una evaluación de plántulas normales a los cuatro días para el caso de brócoli y a los seis días para zanahoria, efectuándose un conteo final a los 8 y 12 días respectivamente, el resultado se expresó en porcentaje de germinación el cual incluyó únicamente plántulas normales de ambos conteos.

Peso seco de Plántula (PS)

Para esta prueba se sembraron cuatro repeticiones de 50 semillas por lote, cada una sobre una toalla de papel de 63 x 35.5 cm humedecidas con 30 ml de agua; cabe mencionar que para el caso de la semilla de melón se utilizaron dos toallas; 50 semillas distribuidas en dos hileras 6.5 y 13 cm de la orilla superior, se cubrieron con una toalla igualmente humedecida, y se enrollaron, éstas a su vez se enrollaron en un plástico (polietileno) y posteriormente se metieron en una bolsa del mismo material y estas a su vez en cestas metálicas, las cuales fueron puestas en una cámara germinadora sin luz a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por ocho días para el caso de brócoli y 10 días para zanahoria. A los días de la evaluación, se registró el número de plántulas normales, anormales y semillas muertas. Las plántulas normales, se

sometieron a un secado en estufa por 24 hr a 80 °C (AOSA, 1983) para luego establecer en una balanza analítica de precisión (0.0001 g) el peso seco de plántula expresado en miligramos por plántula, dividiendo el peso obtenido en gramos entre el número de plantas incluidas y multiplicado por 1000.

Velocidad de Emergencia (VE)

Esta se determinó en el ensayo de emergencia en invernadero por medio de conteos diarios, la velocidad de emergencia como índice de vigor de plántulas de cada lote se calculó por la fórmula propuesta por Maguire (1962).

$$VE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Número de plántulas normales al conteo } i\text{-ésimo}}{\text{Número de días de la siembra al conteo } i\text{-ésimo}}$$

donde: VE= velocidad de emergencia.

Deterioro Controlado (DC)

La prueba se en un baño maría. Antes de someter las semillas al período de deterioro, el contenido de humedad de cada uno de los lotes fue ajustado a 19 por ciento para los dos cultivos, mediante la adición de agua requerida a las semillas por repetición, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de agua (ml)} = \frac{100 - CH \text{ inicial de la semilla}}{100 - CH \text{ deseada en la semilla}} \times \text{peso de la semilla (g)}$$

Se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas por lote; éstas se colocaron en doble bolsa de polietileno grueso, se les añadió la cantidad de agua calculada. Las bolsas fueron selladas con calor y colocadas en un refrigerador a 10°C de temperatura durante 24 hr para uniformizar la humedad de las semillas. Posteriormente las bolsas con las semillas embolsadas fueron sometidas a 42 ± 2°C de temperatura durante 24 hr. Después del período de deterioro, se realizó la prueba estándar de germinación y se evaluó el porcentaje de plántulas normales que fue considerado como indicador del vigor de cada uno de los lotes de semilla.

Envejecimiento Acelerado (EA)

Esta prueba se efectuó en una cámara húmeda con un elemento de calefacción tipo inmersión, conteniendo en el fondo una lámina de agua de aproximadamente 18 cm presentando un sensor que controla la temperatura. En su interior se acondicionó una cámara interna, la cual constó de un vaso de precipitado de 600 ml teniendo en su interior tela metálica de 0.5 x 0.5 cm como base de la semilla y un soporte del mismo material, de tal manera que se alcanzaran las condiciones apropiadas y separar la semilla de un volumen de agua que se adicionó para crear una atmósfera de alta humedad relativa. El volumen de agua adicionado en los recipientes fue de 100 ml de agua y se colocaron 100 semillas sobre la base de malla en cuatro repeticiones y sellados los recipientes, se colocaron en la cámara de envejecimiento con una duración de 24 hr y una temperatura constante de 42 ± 2 °C. Después del periodo de envejecimiento se realizó la prueba de germinación evaluando el porcentaje de plántulas normales el cual fue considerado como indicador del vigor.

Emergencia en Campo (EC)

Se sembraron 400 semillas de cada lote en repeticiones de 100 semillas, a una distancia de 10 cm entre surcos, un centímetro distanciadas las semillas y a dos centímetros de profundidad, proporcionándose los cuidados necesarios para el desarrollo de plántulas. Se consideró como emergidas, aquellas que presentaron un desarrollo normal a los días en que se obtuvo la máxima emergencia.

Análisis de datos

Este se realizó mediante un diseño completamente al azar para las pruebas de laboratorio y un diseño de bloques al azar para emergencia en campo, la comparación de medias se realizó mediante Duncan (0.05), además se realizó un análisis de correlación entre la emergencia en campo y las pruebas bajo estudio.

Resultados

Brócoli

En el Cuadro 1.1 el análisis de varianza (ANVA) nos indica que únicamente la prueba de GE detectó diferencias altamente significativas entre los lotes bajo estudio. En este sentido, en la estratificación de promedios (Cuadro 1.2) observamos que hay una caída importante de la germinación en laboratorio a la emergencia en campo, lo cual queda de manifiesto en las pruebas de estrés (EA y DC) mismas que tuvieron correlación positiva altamente significativa y significativa respectivamente. Por tanto dichos ensayos representan una herramienta útil para estimar el comportamiento de la semilla de brócoli en campo.

Cuadro 1.1. Análisis de varianza para las variables bajo estudio en lotes de semilla de brócoli

FV	GL	EC	GE	PS	VE	EA	DC
LOTES	2	41.38	109.22**	0.001	33.22	193.17	25.72
ERROR	9	9.34	6.85	0.025	146.73	66.27	17.81
C.V.		5.89	4.21	4.610	16.23	18.72	9.41

** significativo al 0.01 de probabilidad

Cuadro 1.2. Comparación de medias para las variables bajo estudio en lotes de semilla de brócoli.

Lotes	EC %	GE %	PS Mg/pl	VE	EA %	DC %
L1	66.00 A	87.18A	3.498 A	73.28 A	54.00 A	54.45 A
L2	63.90 A	72.86 C	3.467 A	77.94 A	54.65 A	49.00 AB
L3	55.64 B	79.39 B	3.509 A	72.68 A	33.70 B	45.70 B

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (Duncan 0.05)

Cuadro 1.3. Matriz de correlaciones entre los ensayos de laboratorio y emergencia en campo en lotes de semilla de brócoli.

	GE	PS	VE	EA	DC
r	0.084	-0.333	0.398	0.819**	0.703*

* significativo al 0.05 de probabilidad

Zanahoria

En el Cuadro 1.4 observamos que a excepción de EA, todas las pruebas bajo estudio identificaron diferencias de calidad para los lotes bajo estudio. Al realizar la estratificación de promedios (Cuadro 1.5) encontramos que hay una diferencia importante entre GE y EC lo cual nos indica que GE no es lo suficientemente sensible como para predecir el comportamiento de la semilla en el campo por lo que se dice que tiende a sobreestimar la calidad de la semilla. Así mismo, en el Cuadro 1.6 observamos que las pruebas de estrés vuelven a tener un buen comportamiento al encontrar una correlación positiva y significativa entre EC y los ensayos de EA y DC por lo que pueden ser considerados como buenos estimadores del comportamiento en campo para semilla de zanahoria.

Cuadro 1.4 Análisis de varianza para las variables bajo estudio en lotes de semilla de zanahoria.

FV	GL	EC	GE	PS	VE	EA	DC
LOTES	3	24.78*	38.28*	0.03**	90.74*	133.06	213.33**
ERROR	12	5.24	9.09	0.004	16.37	29.18	13.15
C.V.		5.11	4.48	10.63	6.57	7.72	8.08

* significativo al 0.05 de probabilidad, ** significativo al 0.01 de probabilidad.

Cuadro 1.5. Comparación de medias para las variables bajo estudio en lotes de semilla de zanahoria.

Lotes	EC %	GE %	PS Mg/pl	VE	EA %	DC %
4363	45.75 B	88.41 A	0.53 B	65.37 A	83.81 B	82.42 A
90612	45.98 B	80.49 B	0.55 B	56.78 B	83.30 B	52.06 C
311	53.28 A	87.52 A	0.65 A	65.99 A	95.82 A	78.52 A
125	53.50 A	83.18 A B	0.72 A	58.23 B	87.60 B	66.48 B

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (Duncan 0.05)

Cuadro 1.6. Matriz de correlaciones entre los ensayos de laboratorio y emergencia en campo en lotes de semilla de zanahoria.

	GE	PS	VE	EA	DC
r	0.397	0.472	0.356	0.417*	0.525*

* significativo al 0.05 de probabilidad

Conclusiones

En el caso de semilla de brócoli, las pruebas de envejecimiento acelerado EA y deterioro controlado pueden estimarse como ensayos indicadores del comportamiento en campo y para la caracterización de material genético.

Para el caso de determinación del potencial de semilla de zanahoria los ensayos de DC y EA aunque presentaron la correlación mayor respecto al resto de ensayos evaluados no presentan un importante nivel de confiabilidad.

Literatura consultada:

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32. U.S.A. 82 p.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed Science and Technology. 2nd. Ed. Burgess Publishing Company. U.S.A. p. 121-144.
- _____. 2004. International rules for seed testing Edition 2004. Seed Sci. and Technol. Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1981. Handbook of vigor tests methods. Switzerland . 55 p.
- _____. 1985. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. 13:299-355. The Netherlands.
- Makkawi, M., El Balla, M., Bishaw, Z. and V. Gastel, A. J. G. 1999. The relationship between seed vigour test and field emergence in lentil (*Lens culinarias* Medikus). Seed Sci. and Technol. 27:657-668. The Netherlands.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2(2):176-177. U.S.A.
- Powell, A. A. and S. Matthews. 1994. The role of seed size and the controlled deterioration test in determining seed quality in brassicas. Acta Horticulturae. 362:263-272. The Netherlands.
- Powell, A. A., J. M. Thornton and J. A. Mitchell. 1991. Vigour differences in brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. J. of Agricultural Sci., Cambridge. 116:369-373. Great Britain.