

**Calidad fisiológica de la semilla de soya [*Glycine max.* (L.) Merr.], producida en dos regiones de México**

Physiological quality of soybean [*Glycine max.* (L.) Merr.] seed, produced in two regions of Mexico

**Julio César García-Rodríguez<sup>1</sup>✉**, Alberto González-Jiménez<sup>1</sup>, Guillermo Ascencio-Luciano<sup>1</sup>, Mario Antonio Vega-Loera<sup>2</sup> y Adrián Hernández-Livera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamps. C.P. 89610. <sup>2</sup>Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC-INIFAP. Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno km 8, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Edo. de Mexico. C.P. 56230.

E-mail: garcia.juliocesar@inifap.gob.mx ✉ Autor para correspondência

**Recibido: 9/01/2014**

**Aceptado: 18/07/2014**

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fisiológica de la semilla de soya [*Glycine max.* (L.) Merr.], producida en dos ambientes de México, mediante la prueba de envejecimiento acelerado y la prueba de germinación estándar. Se utilizaron las variedades: Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 y Tamesí, cuya semilla se produjo en dos localidades: Rioverde, S. L. P. y Altamira, Tamps. Los tratamientos fueron: 1) Testigo y 2) Envejecimiento acelerado. Las variables que se midieron fueron: viabilidad, germinación, plántulas anormales, semillas muertas y vigor. El porcentaje de viabilidad y germinación, así como el vigor de la semilla fue mayor ( $P < 0.01$ ) en Rioverde, S. L. P. Las variedades Huasteca 100 y Tamesí presentaron mejor viabilidad y germinación ( $P < 0.01$ ), ésta última también mostró el mejor vigor ( $P < 0.01$ ). Las interacciones mostraron mejor calidad de semilla en Rioverde, S. L. P. con las variedades Huasteca 100 y Tamesí, ésta también registró resultados favorables en Altamira, Tamps. El más alto vigor también fue para la variedad Tamesí en Rioverde, S. L. P.

**Palabras clave:** soya, calidad de semilla, prueba de envejecimiento acelerado.

**ABSTRAC**

The aim was to evaluate the physiological quality of soybean [*Glycine max.* (L.) Merr.] seed, produced in two environments of Mexico, through both, accelerated aging vigour test and standard germination test. The varieties were: Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 and Tamesí. The seed was produced in two locations: Rioverde, S. L. P. and Altamira, Tamps. The evaluated treatments

were: 1) Control and 2) Accelerated aging. The variables measured were: viability, germination, abnormal seedlings, dead seeds and vigor. The viability, germination percentages and seed vigor was higher ( $P<0.01$ ) in Rioverde, S. L. P. The varieties Tamesí and Huasteca 100 had a better viability and germination ( $P<0.01$ ), it showed the best vigour also ( $P<0.01$ ). The interactions showed better seed quality in Rioverde, S. L. P. with both, Tamesí and Husteca 100 varieties, Tamesí showed favorable results in Altamira, Tamps., too. The higher vigour was for Tamesí in Rioverde, S. L. P.

**Key words:** soybean, seed quality, accelerated aging vigour test.

---

## INTRODUCCIÓN

La demanda actual de soya en el mercado nacional e internacional va en aumento, ya que es materia prima ampliamente utilizada por la industria procesadora de aceite vegetal y proteína, que se usa para la formulación de gran cantidad de productos para consumo humano y animal. A nivel mundial se cultivan alrededor de 103 millones de ha, de las cuales se obtiene una producción estimada en 264.25 millones de t y una producción media de  $2.54 \text{ t ha}^{-1}$ , los principales países productores de soya en el mundo son Estados Unidos, Brasil, Argentina y China (USDA, 2012).

En México, del año 2005 al 2012 la superficie sembrada de soya ha variado de 105,303 a 144,000 ha y la producción nacional ha sido de 63,722 a 179,172 t, respectivamente (SIAP, 2013). Las siembras se realizan principalmente en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal, aunque también se siembra un porcentaje de tierra en otoño-invierno bajo régimen de riego. Los principales estados productores son Tamaulipas, Chiapas y San Luis Potosí.

El INIFAP ha generado cinco variedades de soya, específicamente para las condiciones de la región Huasteca (sur de Tamaulipas, norte de Veracruz y oriente de San Luis Potosí), la producción de la semilla se realiza durante el ciclo primavera-verano, en el cual durante la cosecha en noviembre suelen

ocurrir lluvias y alta humedad relativa en el ambiente. Lo anterior trae como consecuencia baja calidad de la semilla y, en ocasiones, los productores tienen que emplear una mayor cantidad de germoplasma para asegurar la densidad de población recomendada para el cultivo. Según França-Neto *et al.* (2007), la producción de semilla de alta calidad requiere que durante las fases de madurez y cosecha, las condiciones climáticas sean secas con temperaturas bajas. Tales condiciones son difíciles de encontrar en las regiones tropicales, pero pueden ocurrir por arriba de los 700 msnm.

Se entiende por calidad de semilla a una serie de cualidades que ésta debe reunir en conjunto y no en forma aislada. Dichas cualidades involucran la presencia de un alto grado de pureza física y varietal, bajo contenido de humedad, alta sanidad, alta viabilidad, alto vigor, bajo nivel de daño mecánico, buen tamaño, buen peso, alto grado de uniformidad y buena apariencia (Arango y Craviotto, 2008).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fisiológica de la semilla de soya [*Glycine max.* (L.) Merr.], producida en dos ambientes de México, mediante la prueba de envejecimiento acelerado y la prueba de germinación estándar. La hipótesis de trabajo fue que la semilla de soya producida en ambientes frescos y con baja humedad relativa durante la fase de llenado de grano, presenta mejor calidad fisiológica y por consiguiente, mayor vigor y germinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el laboratorio de análisis de semillas del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Se utilizaron las variedades (Var) de soya: Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 y Tamesí. Todas generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias para el trópico húmedo de México. La semilla se produjo durante el ciclo primavera-verano 2012 en dos localidades (Loc): Altamira, Tamaulipas bajo condiciones de temporal y Rioverde, San Luis Potosí bajo condiciones de riego. Los tratamientos (Trat) considerados fueron:

- T1 = Testigo.
- T2 = Envejecimiento acelerado.

Para la prueba de envejecimiento acelerado se recurrió a la metodología propuesta por Delouche y Baskin (1973), con las modificaciones realizadas por Rincón y Molina (1990). Se utilizaron cajas de plástico a las cuales se les agregaron 80 ml de agua destilada, enseguida se colocó una malla de alambre a 1.5 cm por arriba del nivel del agua, sobre la cual se distribuyeron 100 semillas. Las cajas se sellaron con cinta adhesiva para evitar la evaporación del agua y finalmente, se introdujeron en una estufa a  $40 \pm 2$  °C, donde se generó una humedad relativa de 100% aproximadamente.

El tiempo de envejecimiento fue de 72 h. Posteriormente, la semilla envejecida se sometió a la prueba de germinación estándar, utilizando el método entre papel (ISTA, 2005). Se emplearon cuatro repeticiones de 25 semillas. Las semillas se colocaron en toallas de papel, las cuales se mantuvieron lo suficientemente húmedas durante todo el

periodo de la prueba. Las toallas enrolladas (tacos), que contenían las semillas a evaluar, se metieron en bolsas de polietileno y se mantuvieron en posición vertical dentro de una cámara de germinación a  $25 \pm 1$  °C. El conteo de germinación se realizó a los 10 días después de la siembra.

Se utilizó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial. Las variables medidas fueron:

- Porcentaje de viabilidad (VIA).
- Porcentaje de germinación (GER).
- Porcentaje de plántulas anormales (PAN).
- Porcentaje de semillas muertas (SEM).
- Vigor (VIG).

Para el caso de vigor, se utilizó el criterio modificado de Filho (2011):

- Germinación  $\geq$  al 80%, semillas de alto vigor.
- Germinación entre 60 y 79%, semillas de vigor medio.
- Germinación  $<$  al 60%, semillas de bajo vigor.

Los datos de vigor se ajustaron a una escala arbitraria. La escala utilizada fue: 1 para vigor alto, 2 para vigor medio y 3 para vigor bajo. Para el análisis se aplicó un análisis de varianza con el procedimiento GLM. Las medias entre los diferentes factores y sus interacciones se compararon mediante la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 1), se observaron efectos significativos ( $P < 0.01$ ) entre Loc para todas las variables. Entre Trat sólo se observaron diferencias ( $P < 0.01$ ) en GER. En el caso de Var hubo significancia ( $P < 0.01$ ) para la mayoría de las

variables, menos en PAN. La interacción Loc x Trat registró efectos diferentes ( $P < 0.01$ ) para VIA, GER, SEM y VIG, para el caso de PAN la significancia fue  $P < 0.05$ . En las interacciones Loc x Var y Trat x Var, no se registraron

diferencias ( $P > 0.05$ ), únicamente en PAN. No se observaron efectos ( $P > 0.05$ ) en la interacción de Loc x Trat x Var.

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de viabilidad, germinación, plántulas anormales, semillas muertas y vigor, de cinco variedades de soya producidas en dos localidades: Rioverde, S. L. P. y Altamira, Tamps., sometidas a envejecimiento acelerado.

Factores	gl	VIA (%)	GER (%)	PAN (%)	SEM (%)	VIG
<b>Loc</b>	1	1656.2**	4263.2**	605.4**	1656.2**	5.5**
<b>Trat</b>	1	105.8	540.8**	168.2	105.8	0.6
<b>Var</b>	4	1188.7**	1783.8**	68.7	1188.7**	2.2**
<b>Loc x Trat</b>	1	1248.2**	2691.2**	273.8*	1248.2**	1.5**
<b>Loc x Var</b>	4	983.7**	1059.2**	17.5	983.7**	1.7**
<b>Trat x Var</b>	4	719.3**	820.8**	50.7	719.3**	1.6**
<b>Loc x Trat x Var</b>	4	78.7	96.2	38.3	78.7	0.6

\*, \*\* Significativo a 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente; Loc=Localidad; Trat=Tratamiento; Var=Variedad; gl=Grados de libertad; VIA=Viabilidad; GER=Germinación; PAN=Plántulas anormales; SEM=Semillas muertas; VIG=Vigor.

La comparación de medias indicó que los valores más altos de VIA (80.6 %), GER (74.4%), y VIG (1.7 en la escala utilizada), así como el valor más bajo de SEM (6.2 %) se registraron en la semilla procedente de Rioverde, S. L. P. (Cuadro 2). Dicha localidad presenta condiciones climáticas diferentes a Altamira, Tamps., considerándose de manera general con un clima más seco y fresco, condiciones necesarias para una buena producción de semilla (França- Neto *et al.*, 2007). De acuerdo con Montañéz (1992), en Rioverde la temperatura máxima media anual es de 25.8 °C, la temperatura mínima media anual de 14.8 °C y la temperatura media anual de 21.6 °C; la precipitación media anual es de 406.8 mm y la altitud es de 987 msnm. Mientras que en Altamira las condiciones son: temperatura media anual de 24.5 °C, temperatura máxima media anual de 29.7°C, temperatura mínima media anual de 19.3°C y

precipitación media anual de 842 mm; y se encuentra a una altitud aproximada de 50 msnm (INEGI, 1985).

Entre Trat sobresalió GER en el testigo con 69.7%, contra 64.5% del envejecimiento acelerado (Cuadro 2). Lo cual es lógico debido a que el testigo no recibió ningún tratamiento de deterioro artificial. De acuerdo con Delouche (1969), el deterioro por envejecimiento sufrido en las semillas empieza por la degradación de las membranas celulares y pérdida subsiguiente de la permeabilidad, posteriormente disminuye la producción de energía y se reducen los procesos de respiración y biosíntesis. Estos efectos influyen en la reducción del crecimiento y desarrollo de las plántulas, aumentando la susceptibilidad a microorganismos, porcentaje de plántulas anormales y la pérdida de germinación.

Para el factor Var, Tamesí obtuvo la mayor VIA (87.2%), el menor SEM (12.7%) y el más alto VIG (1.5 en la escala arbitraria). Huasteca 100 también sobresalió en GER (74.5%) en conjunto con Tamesí (Cuadro 2). Destacó que las Var más deficientes en las características evaluadas fueron Huasteca 200 y Huasteca 400 (Cuadro 2).

En el caso de las interacciones los resultados se graficaron. En la interacción Loc x Trat se observó que la mayor viabilidad y germinación se presentó con la semilla envejecida de Rioverde, S. L. P. (Fig. 1), probablemente evidenciando que la semilla que no se trató, ya presentaba cierto grado de daño. El mejor vigor también lo presentó dicha interacción (Fig. 4).

**Cuadro 2.** Viabilidad, germinación, plántulas anormales, semillas muertas y vigor en cinco variedades de soya, en función de la localidad, variedad y tratamiento.

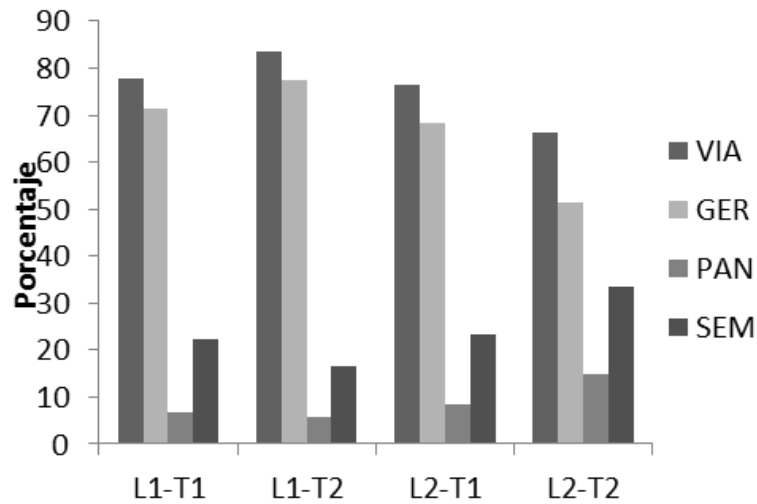
Factores	VIA (%)	GER (%)	PAN (%)	SEM (%)	VIG
<i>Localidades</i>					
Rioverde, S.L. P.	80.6 a	74.4 a	6.2 b	19.4 b	1.7 b
Altamira, Tamps.	71.5 b	59.8 b	11.7 a	28.5 b	2.2 a
<i>Tratamientos</i>					
Envejecimiento acelerado	74.2 a	64.5 b	10.4 a	25.1 a	1.9 a
Testigo	77.2 a	69.7 a	7.5 a	22.8 a	2.1 a
<i>Variedades</i>					
Huasteca 100	82.2 ab	74.5 a	7.7 a	17.7 bc	1.8 bc
Huasteca 200	69.0 c	57.2 c	11.7 a	31.0 a	2.3 a
Huasteca 300	74.7 bc	66.2 b	8.5 a	25.2 ab	2.0 ab
Huasteca 400	67.0 c	56.7 c	10.2 a	33.0 a	2.3 a
Tamesí	87.2 a	80.7 a	6.5 a	12.7 c	1.5 c

VIA=Viabilidad; GER=Germinación; PAN=Plantulas anormales; SEM=Semillas muertas; VIG=Vigor. Valores con la misma letra no son diferentes (Tukey).

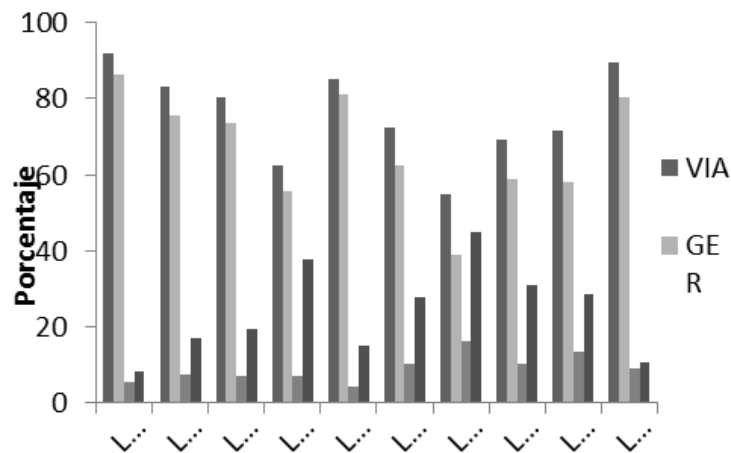
En a la interacción Loc x Var, destacó la semilla de Tamesí en Rioverde, S. L. P., ya que presentó mayor VIA y GER, y menos PAN y SEM (Gráfica 2). El mejor VIG se obtuvo con Huasteca 100 también en Rioverde, S. L. P. (Fig. 5).

Para Trat x Var, se observó que los más altos valores de VIA y GER se obtuvieron con

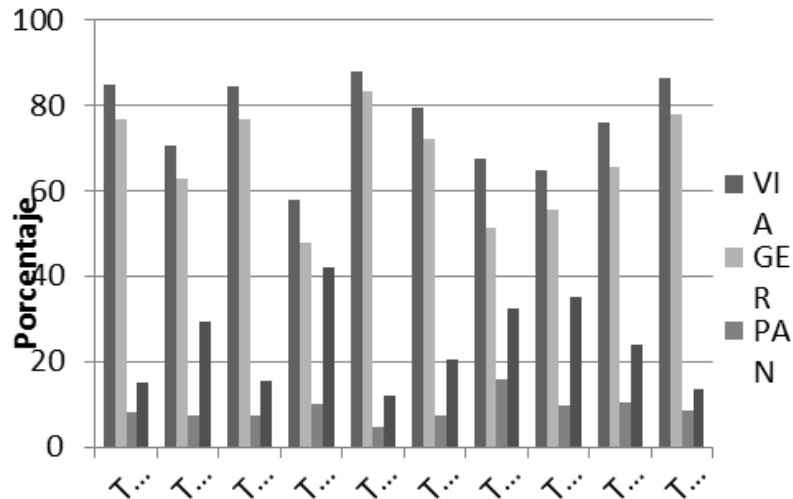
Tamesí y el testigo; interacción que también registró los valores más bajos de PAN y SEM (Fig. 3). También con la interacción de estas mismas variables fue que se consiguió el más alto nivel de VIG (Fig. 6). Cabe señalar que para la interacción Loc x Trat x Var no se registraron diferencias significativas en cada una de las variables estudiadas.



**Figura 1.** Viabilidad, germinación, plántulas anormales y semillas muertas en función de la interacción Localidad x Tratamiento.  
 L1=Rioverde, S. L. P.; L2=Altamira, Tamps.; T1=Testigo; T2=Envejecimiento; VIA=Viabilidad; GER=Germinación; PAN=Plántulas anormales; SEM=Semillas muertas.

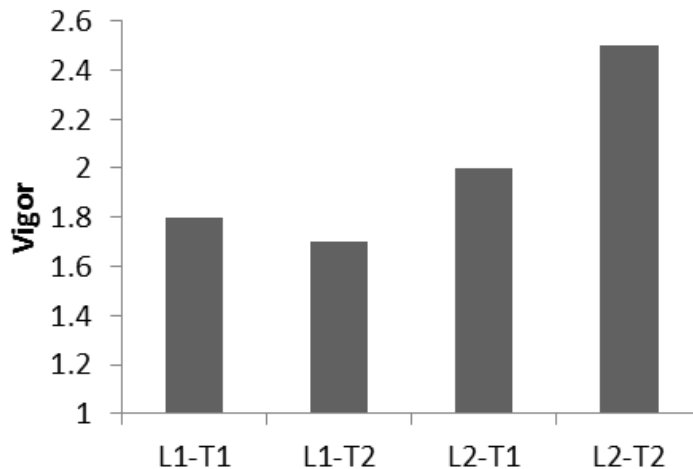


**Figura 2.** Viabilidad, germinación, plántulas anormales y semillas muertas en función de la interacción Localidad x Variedad.  
 L1=Rioverde, S. L. P.; L2=Altamira, Tamps.; V1=Huasteca 100; V2=Huasteca 200; V3=Huasteca 300; V4=Huasteca 400; V5=Tamesí; VIA=Viabilidad; GER=Germinación; PAN=Plántulas anormales; SEM=Semillas muertas.



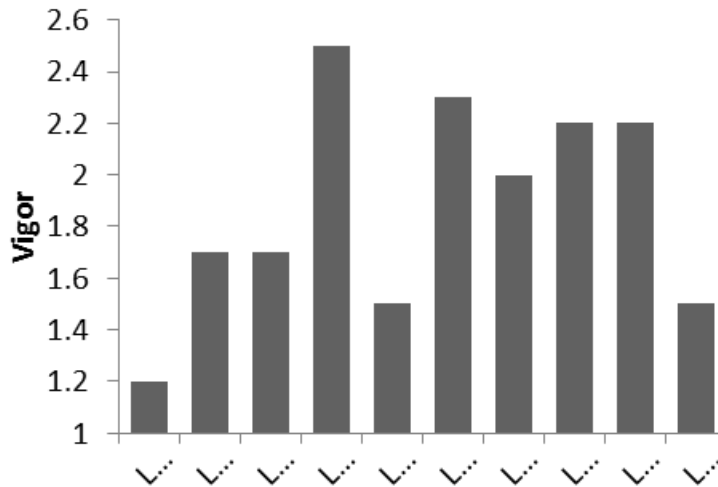
**Figura 3.** Viabilidad, germinación, plántulas anormales y semillas muertas en función de la interacción Tratamiento x Variedad.

T1=Testigo; T2=Envejecimiento; V1=Huasteca 100; V2=Huasteca 200; V3=Huasteca 300; V4=Huasteca 400; V5=Tamesí; VIA=Viabilidad; GER=Germinación; PAN=Plántulas anormales; SEM=Semillas muertas.



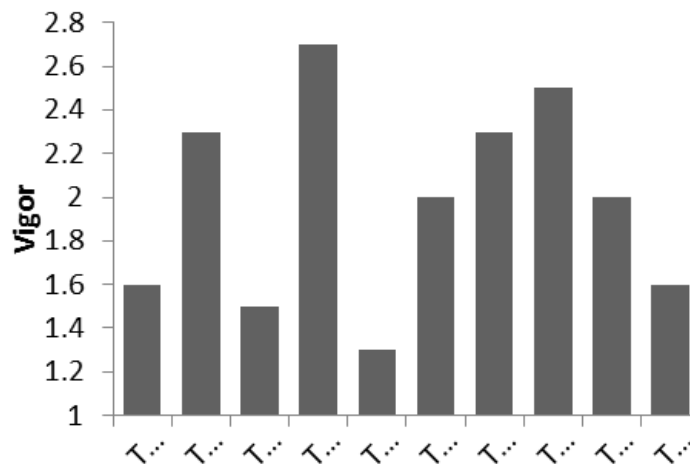
**Figura 4.** Vigor de la interacción Localidad x Tratamiento.

L1=Rioverde, S. L. P.; L2=Altamira, Tamps.; T1=Testigo; T2=Envejecimiento.



**Figura 5.** Vigor de la interacción Localidad x Variedad.

L1=Rioverde, S. L. P.; L2=Altamira, Tamps.; V1=Huasteca 100; V2=Huasteca 200; V3=Huasteca 300; V4=Huasteca 400; V5=Tamesí.



**Figura 6.** Vigor de la interacción Tratamiento x Variedad.

T1=Testigo; T2=Envejecimiento; V1=Huasteca 100; V2=Huasteca 200; V3=Huasteca 300; V4=Huasteca 400; V5=Tamesí.

### CONCLUSIONES

El porcentaje de viabilidad y germinación, así como el vigor de la semilla

fue mayor en Rioverde, S. L. P., lo que indica que es conveniente la producción de semilla de soya en regiones como ésta. Las variedades Huasteca 100 y Tamesí presentaron mejor



viabilidad y germinación, siendo ésta última la que mostró también el mejor vigor. Entre tratamientos, sólo hubo diferencias en el porcentaje de germinación, siendo mayor en el testigo. Las interacciones mostraron mejor calidad de semilla en Rioverde, S. L. P. con las variedades Husteca 100 y Tamesí, ésta también registró resultados favorables en Altamira, Tamps. El más alto vigor también fue para la variedad Tamesí en Rioverde, S. L. P. La región de Rioverde, S. L. P. presentó potencial para la producción de semilla de alta calidad.

### LITERATURA CITADA

- Arango, M. R. y Craviotto, R. 2008. Calidad de semillas de soja. *idiaXXI*. pp. 24-28.
- Delouche, J. C. 1969. Planting seed quality. Mississippi Agricultural Experiment Station. Journal. Paper 1721. State College, Mississippi, USA.
- Delouche, J. C. y Baskin, C. C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1: 427-452.
- Filho, J. M. 2011. Test de envejecimiento acelerado. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Brasil. 6 pp.
- França-Neto, J. de B., Kryzanowsky, F. C., Pizzolante de P. G., Pereira da, C. N. y Henning, A. A. 2007. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. Circular Técnica No. 40. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 12 pp.
- INEGI. 1985. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. INEGI. México. 186 p.
- ISTA. 2005. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Montañéz, C. A. 1992. Hidrogeoquímica del municipio de Rioverde, S.L.P. Trabajo Recepcional. Facultad de Ingeniería. Área Ciencias de la Tierra. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí. S.L.P. 91p.
- Rincón, S. F. y Molina, M. J. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 1: 51-53.
- SIAP, 2013. Portal electrónico del Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera [<http://www.siap.gob.mx/>].
- USDA, 2012. Portal electrónico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [[http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=EN\\_ESPANOL](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=EN_ESPANOL)]