

Calidad de semilla y vigor inicial de plántula en *Ricinus communis*

CERVANTES, Francisco*†, SEGUNDO, José, ANDRIO, Enrique, GUEVARA, Luis, RODRÍGUEZ, Daniel, CISNEROS, Hugo, PÉREZ, Davino, MENDOZA, Mariano, HERNÁNDEZ, Miguel

Instituto Tecnológico de Roque, INIFAP-CEBAJ

Recibido 3 de Abril, 2015; Aceptado 25 de Junio, 2015

Resumen

Se estableció un experimento en el INIFAP-CEBAJ e Irapuato, Gto., en 2011 y 2013. En INIFAP se utilizó un lote de producción establecido desde 2011 y se consideró como semilla proveniente de rebrote y en Irapuato semilla proveniente de semilla (sin poda). Se evaluó tres factores; origen de la semilla, estrato en la planta y tamaño de la semilla y generó 12 tratamientos. En semilla se evaluó la velocidad de germinación (4 día), germinación estándar (7 días) y vigor y en cama de arena se registró el porcentaje de emergencia, velocidad de emergencia y el índice de vigor II. Los resultados mostraron que el tamaño de la semilla afecta el vigor y la velocidad de germinación al cuarto día. El estrato donde se produce la semilla también modificó el vigor. Sin embargo, el origen de producción no modificó su calidad. Para el vigor inicial de plántula el origen de la semilla modificó la velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia el índice de vigor II. Finalmente, el tamaño de semilla sólo afectó el índice de vigor II.

***Ricinus communis* L. calidad fisiológica y vigor de plántula**

Abstract

An experiment was established in the INIFAP - CEBAJ and Irapuato, Guanajuato, in 2011 and 2013. INIFAP established a production batch was used since 2011 and was regarded as seed from sprouting and Irapuato seed from seed (without pruning). Evaluation three factors; origin of the seed layer on the ground and seed size and generated 12 treatments. Seed germination rate (four days), standard germination (7 days) and vigor was evaluated and the percentage sand bed emergency, emergency speed and vigor index II recorded. The results showed that the seed size affects vigor and germination rate on the fourth day. The layer where the seed is produced also amended the vigor. However, the origin of production did not change its quality. For the initial seedling vigor origin modified seed speed emergency, emergency percentage rate and vigor index II. Finally, seed size only affected vigor index II.

***Ricinus communis*, physiological quality and seedling vigor.**

Citación: CERVANTES, Francisco, SEGUNDO, José, ANDRIO, Enrique, GUEVARA, Luis, RODRÍGUEZ, Daniel, CISNEROS, Hugo, PÉREZ, Davino, MENDOZA, Mariano, HERNÁNDEZ, Miguel. Calidad de semilla y vigor inicial de plántula en *Ricinus communis*. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2015, 2-3:449-457

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: frcervantes@itroque.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

A nivel mundial la higuierilla se produce principalmente en la india con 1, 350,000 t, le sigue China con 180,000 t y en tercer lugar esta Brasil con 95,183 t registradas (FOASTAT, 2011). En México el servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP, 2011), menciona que la producción de cultivo de higuierilla se limita al Estado de Michoacán con una superficie sembrada y cosechada de 5 hectáreas, su producción registra 4 toneladas con un rendimiento estimado en 0.8 ton ha-1 con un precio medio rural de \$2,100.00 por tonelada.

Existe la necesidad de realizar mejoramiento de esta especie, con el fin de obtener materiales con características agronómicas deseables como son: porte bajo para cosecha manual y mecánica, alto rendimiento e indehiscencia, además de características como mayor contenido de aceite. A partir de la semilla de higuierilla se obtiene el aceite de ricino, el cual es usado para producir lubricantes, cosméticos, medicina y especialmente, aplicaciones médicas; por su alto contenido del ácido graso llamado ricinoleico (90%), que le confiere características deseables con fines de uso industrial; también produce ricina, una proteína muy toxica la cual puede eliminarse en el proceso de producción de biocombustible.

La semilla de alta calidad es aquella que garantiza la producción de plantas fuertes, resistentes a enfermedades y en condiciones adversas, considerándose por ello a la semilla como principal atributo para un alto rendimiento de los cultivos (FAO, 1985).

Para el agricultor el concepto de calidad de la semilla está en función del número de plantas utilizables en un determinado lote y son aquellas que presentan un alto vigor, crecimiento rápido, uniformidad y plantas sanas. La calidad de la semilla está determinada por los siguientes componentes calidad genética, calidad de viabilidad y germinación, calidad analítica, calidad sanitaria y calidad física; aunado a una buena calidad para el almacenamiento (Kelly, 1988); estos atributos van a permitir un establecimiento vigoroso en campo. Aunque, el área sembrada en higuierilla no es representativa (Cardona et al., 2009), el interés por este cultivo ha aumentado en los últimos años, por lo que, además de generar y disponer de genotipos de higuierilla, se hace indispensable conocer el desempeño vegetativo y productivo, cuando éstos son sometidos a diferentes condiciones agro ambientales, ya que según (Santos et al., 2003), la respuesta fisiológica de la planta está directamente relacionada con el genotipo y su interacción con los factores del ambiente, los cuales, dependen de la oferta energética (radiación solar y temperatura) y de precipitación, que caracteriza los diferentes agroecosistemas donde se desarrolla el cultivo.

Andrade (1992), menciona que la calidad de la semilla juega un papel importante en el éxito o fracaso de un cultivo; y consideran que la misma está determinada por un conjunto de cualidades como son: calidad genética, calidad sanitaria, calidad física y calidad fisiológica. En este sentido, la germinación es un parámetro que evalúa la calidad de semillas, siendo sus resultados reproducibles y uniformes solamente bajo condiciones óptimas, por lo que se correlacionan muy poco con los encontrados en el campo (ISTA, 2003). El nivel más alto en la calidad de las semillas se presenta en la madurez fisiológica (Helmer et al., 1962; Popinigis, 1985).

Sin embargo, es imposible mantener ese grado de calidad indefinidamente; ya que se inicia un descenso inmediatamente después de la madurez fisiológica como consecuencia del proceso de envejecimiento natural, el cual genera una sucesión de cambios degenerativos en las semillas hasta que finalmente mueren (Delouche, 1963; Abdul-Baki y Anderson, 1972).

En base a lo anterior, se estableció el siguiente objetivo de investigación; evaluar el efecto del origen de producción, el estrato y tamaño de la semilla en la calidad fisiológica y el vigor inicial de plántula de higuera (*Ricinus communis* L.) en INIFAP y el Instituto Tecnológico de Roque.

Metodología a desarrollar

Esta investigación se llevó a cabo con semilla proveniente de diferente origen (semilla y rebrote); donde la semilla proveniente de rebrote se estableció en el INIFAP-CEBAJ el ciclo agrícola Primavera-Verano, 2013 y la proveniente de semilla se estableció en Irapuato, Guanajuato.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío (CEBAJ se encuentra ubicado en el Km. 6.5 de la Carretera Celaya – San Miguel de Allende, Guanajuato, a 1 765 msnm. El clima es subtropical semiárido con 601 mm de precipitación anual promedio.

El otro experimento se llevó a cabo en el campo experimental del instituto de ciencias agrícolas (ICA) ubicado en Irapuato, Guanajuato (latitud N 20°49'49" Longitud O 101°01'01" y 1750 msnm). La temperatura media anual es de 18.5 °C con una precipitación anual que oscila alrededor 680 mm y una humedad relativa promedio de 56%.

En esta investigación se evaluaron características de calidad física y fisiológica de semilla y el vigor inicial de la plántula de higuera. Este ensayo de calidad se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Instituto Tecnológico de Roque ubicado en Celaya, Guanajuato, México (20° 31' Latitud norte, 100° 45' longitud oeste y 1765 msnm) (García, 1973).

El ecotipo semilla de higuera utilizada para esta investigación fue "Guanajuato 3" proporcionado por el Programa de Investigación de Biocombustibles del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío.

El ensayo ubicado en Celaya, Guanajuato fue de rebrote (poda); este cultivo es perenne por cinco o más años dependiendo de la variedad. Se sembró el ecotipo "Guanajuato 3" de higuera el 20 de junio de 2011; la siembra fue de forma directa colocando dos semillas por golpe para posteriormente dejar una sola planta y el arreglo topológico fue 0.75 m entre surcos por 1.50 m entre plantas. La cosecha de todas las inflorescencias de higuera fue en Enero de 2014.

La localidad de Irapuato se sembró el día 27 de junio del 2013 con un riego de auxilio; esta fue de forma directa depositando dos semillas por golpe o mata para posteriormente dejar una sola. La emergencia inició a los siete días después de la siembra (dds). Se realizó la fertilización con la fórmula 40- 40-00, aplicando todo al momento de la siembra. La distancia entre surcos fue de 1.5 x 1.5 m. El desarrollo del cultivo fue bajo condiciones de temporal. En cuanto a los deshierbes se realizaron cada 20 días, dos en total después de la siembra.

En ambas localidades se tomó una muestra de 10 plantas y se clasificaron tres estratos por planta; donde el estrato 1 comprendió el primer racimo o infrutescencia y se contabilizaron el número de frutos y semilla; el estrato 2 comprende los dos racimos subsecuentes al primero y finalmente, el estrato 3 están comprendió los racimos en la parte más alta de la planta; también se realizó la clasificación de la semilla por tamaño usando una criba oblonga de 6*20 mm, las semillas que pasaban por los orificios de la criba se consideraron semillas pequeñas mientras las que se quedaban en la criba se consideraron semillas grandes. En el siguiente Cuadro se muestra la combinación de los diferentes factores de estudio para la formación del diseño de tratamientos.

Tratamientos			
T₁	O ₁ E ₁ T ₁	T₇	O ₂ E ₁ T ₁
T₂	O ₁ E ₁ T ₂	T₈	O ₂ E ₁ T ₂
T₃	O ₁ E ₂ T ₁	T₉	O ₂ E ₂ T ₁
T₄	O ₁ E ₂ T ₂	T₁₀	O ₂ E ₂ T ₂
T₅	O ₁ E ₃ T ₁	T₁₁	O ₂ E ₃ T ₁
T₆	O ₁ E ₃ T ₂	T₁₂	O ₂ E ₃ T ₂

O= Origen de semilla (O₁= Celaya, O₂ = Irapuato), E= Estrato de la planta donde se colecto la semilla (E₁ = Bajo, E₂= medio y E₃ = superior) T= Tamaño de semilla (T₁ = pequeño, T₂ = grande).

Tabla 1 Combinación de factores de estudio para la generación de los tratamientos. INIFAP- CABAJ, 2013.

Para la evaluación de la calidad de semilla en Laboratorio, se usó un Diseño Completamente al Azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. Se usaron 50 semillas por repetición. En laboratorio se registró; el peso de semilla, la velocidad de germinación al cuarto día, la germinación estándar, vigor a través de la prueba de envejecimiento acelerado. Por otro lado, en cama de arena se registró la Velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia, índice de vigor II. Por otro lado, los datos generados fueron analizados usando el programa estadístico SAS ver. 9.2.

Resultados

Los resultados obtenidos del análisis de varianza mostró diferencias significativas para el tamaño de la semilla ($p \leq 0.01$) en el vigor de la semilla a través de la prueba de envejecimiento acelerado y significativo ($p \leq 0.05$) para la velocidad de germinación al cuarto día. Del mismo modo, el estrato donde se produce la semilla afectó estadísticamente ($p \leq 0.01$) el vigor de la semilla. Sin embargo, el origen de producción de la semilla no modificó su calidad fisiológica. La interacción origen por estrato (O*E) modificó significativamente la velocidad de germinación al primer conteo (cuarto día) y el vigor de la semilla después del envejecimiento acelerado registrado al cuarto día. En la segunda interacción origen por tamaño (O*T) no hubo diferencias significativas para ninguna variable registrada. Así mismo, la tercera interacción que está comprendida por el estrato y el tamaño de la semilla (E*T) hubo diferencias significativas en la velocidad de germinación después de que la semillas fueron sometidas a envejecimiento acelerado en el primer conteo. Finalmente, la triple interacción de factores (O*E*T) sólo afectó significativamente ($p \leq 0.05$) la velocidad de germinación al primer conteo (cuarto día) y el porcentaje final de germinación (datos no mostrados).

En el cuadro 2, se muestran las comparaciones de medias (Tukey, 0.05), para el origen uno (Celaya) condición de Rebrote de la planta (Poda), con los tres niveles de estratos en la planta y los dos tamaños de semilla, donde se observa cada una de las variables evaluadas y a su vez la combinaciones de los tres factores, donde se puede observar que los valores más altos se encuentran en la semilla de rebrote con los estratos uno y tres en el tamaño de semilla grande los porcentajes son iguales con un 97.5%, para la variable velocidad de germinación.

En cuanto al menor porcentaje se encuentra localizado en el estrato número dos con la semilla pequeña y con un porcentaje de 92.5%. Para la variable germinación estándar (GE) esta mostró el porcentaje más alto con la combinación estrato dos con semilla grande con un porcentaje de (98.5 %); sin embargo, cuando la semilla es pequeña disminuye el porcentaje de germinación. Por otro lado, cuando la semilla fue sometida a un estrés por envejecimiento acelerado bajo drásticamente este comportamiento. Po ejemplo, en el primer conteo a los 7 días el mayor porcentaje fue nuevamente en el estrato tres con la semilla grande como se había mencionado en la variable VG y en este caso para la variable vigor al primer conteo fue de (80.5%). Para el vigor de la semilla después de ser sometida a envejecimiento acelerado en el último conteo (14 días) la combinación del estrato tres con el tamaño de semilla grande fue mejor con un porcentaje de 95% de plántulas normales y el estrato uno, pero con semilla pequeña obtuvo el menor porcentaje de plántulas normales (85.5%).

Para el origen dos Irapuato (semilla) la combinación estrato dos con el tamaño de semilla pequeño generaron los valores más altos en la velocidad de germinación al primer conteo (99.5%), en cuanto al menor porcentaje se encontró con la combinación de estrato tres y el tamaño de semilla pequeña (94%). El comportamiento para el porcentaje de germinación estándar (GE) fue similar con el mismo porcentaje (99.5%) y con la misma combinación estrato dos y semilla pequeña; pero no para el menor porcentaje, el cual correspondió a la combinación de estrato uno y tamaño de semilla pequeña (96%). Se observó que para el vigor en el primer y segundo conteo (EA1 y EA2) el estrato dos y tamaño de semilla grande presentaron los porcentajes mayores (81, 96.5), respectivamente.

Mientras que, los valores más bajos se observaron con la combinación del estrato uno y semilla pequeña (70%) y para la segunda evaluación del vigor (14 días) el estrato dos con el tamaño de semilla pequeña mostró 85.5% de plántulas normales después de ser sometidas las semillas a alta temperatura y alta humedad relativa.

Esto nos indica que hay diferencias en cuanto a comportamiento del origen de la semilla, posición de la semilla (estratos) y tamaño de esta; estos datos son presentados en porcentajes para especificar de forma idónea en que estrato y tamaño de semilla se encuentra la mejor calidad y selección para su producción. Se puede concluir que el estrato 1 con sus dos tamaños de semillas presenta porcentajes estables en relación con la media. El segundo estrato con sus respectivos tamaños se comportó de la siguiente manera: para la semilla pequeña presentaron los porcentajes más bajos en VG, GE y EA2. Por otro lado, para la semilla grande obtuvo el porcentaje más elevado de todas las variables para ese origen. Mientras el estrato tres con la semilla pequeña obtuvo los porcentajes por arriba de la media y para la semilla grande obtuvo tres de los porcentajes más altos por arriba de la media. Esto nos indica que para el rebrote (Poda) desde el segundo estrato con sus dos tamaños de semillas se concluye que son los dos mejores en la calidad fisiológica.

Para el segundo origen (semilla) el estrato uno y semilla pequeña fueron consistentes con los porcentajes más bajos para GE y EA1. Para la semilla grande se mantuvieron estables aunque por debajo de la media. Para el estrato dos hubo mayores porcentajes en los caracteres registrados, para la semilla pequeña se obtuvieron dos porcentajes de los más altos que se reportaron en VG y GE y solo un porcentaje de los más bajos en vigor al segundo conteo.

La semilla grande presentó el mejor comportamiento para el vigor de la semilla en el primer y segundo conteo. Para el último estrato en la semilla pequeña se obtuvo un solo porcentaje bajo en (VG) y para la semilla grande los valores se mantuvieron en la media.

Todos los porcentajes de germinación obtenidos en esta investigación superan los requeridos por el SNICS, el cual demanda valores mínimos de 85% de germinación. Sin embargo, el porcentaje de germinación de la semilla disminuyó drásticamente cuando fueron sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado, pero esta última prueba no es requerida por la ley de semillas del SNICS (2008).

El valor mínimo que se observó para el envejecimiento acelerado fue 87%, esto demuestra que la semilla supera el 85% de germinación, un valor porcentual límite establecido por el SNICS. Mientras que el promedio de prueba de vigor fue de 90.91%. Cabe destacar que la calidad fisiológica se refiere a mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, la emergencia y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Basra, 1995).

En un estudio realizado por Ferguson et al. (1990) encontraron que el deterioro de la semilla reduce la tasa respiratoria, la velocidad de emergencia de la radícula y el crecimiento de la planta, respuestas que se asociaron con la disminución del vigor de la semilla. En consecuencia, el crecimiento y desarrollo de una nueva plántula son afectados a medida que avanza el proceso de deterioro de la semilla, que se expresa por anomalías y daños en sus estructuras principales (Basavarajappa et al., 1991).

Por otro lado, para caracteres de vigor inicial de plántula el origen de la semilla afectó estadísticamente ($p \leq 0.01$) la velocidad de emergencia, el porcentaje de emergencia e índice de vigor II ($p \leq 0.05$). La posición de la semilla en la planta (estrato) no presentó ningún cambio significativo en todas las variables registradas. Finalmente, el tamaño sólo afectó estadísticamente ($p \leq 0.01$) el índice de vigor II (IVII) y la interacción estrato por origen ($E*O$) presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la velocidad de emergencia.

Los resultados de la prueba de comparación de medias de acuerdo Tukey al 0.05 (Cuadro 3), indican para el origen uno (rebrote), estrato uno y semilla pequeña presenta los valores más bajos (25.8 y 84.5) para las variables VE y PE respectivamente, estos valores fueron menores que las medias. Mientras que para el IVII el valor más alto lo presentó el estrato uno y semilla grande (244.29), pero para la misma variable el estrato dos y semilla grande presentó el valor más bajo (220.38). Por otro lado, en la variable velocidad de emergencia, el estrato dos y tamaño de semilla grande fue el que presentó mejor porcentaje (29.725%) y el menor porcentaje se obtuvo nuevamente en la combinación del estrato uno con el tamaño de semilla pequeña (25.8).

Para el porcentaje de emergencia (PE) la combinación del estrato dos y tamaño de semilla grande mostró los mejores resultados (95%) y el menor porcentaje se expresó en el estrato uno con la semilla pequeña (84.5%). Para el estrato uno y el tamaño de semilla grande se encuentra el valor más elevado (244.29) y en el estrato dos tamaño de semilla pequeña se encuentra el valor más bajo (220.35) ambos valores para la variable índice de vigor II.

Para el origen dos (semilla) las variables VE y PE la situación fue diferente ya que en la combinación estrato uno y tamaño de semilla pequeña se registraron los mejores y más altos porcentajes para ambas variables. Por otro lado, la combinación del estrato tres y tamaño de semilla pequeña generaron los porcentaje más bajos de velocidad de emergencia (22.55); mientras que para el porcentaje de germinación, la combinación del estrato dos y tamaño de semilla grande presentaron el valor más bajo (81.5%). Sin embargo, para el IVII el estrato dos y semilla grande fueron consistente con el valor más elevado (285.83) y el valor más bajo se presentó en el estrato tres y semilla pequeña (204.42).

Para el primer origen (rebrote) se generaron plántulas con mayor vigor inicial comparado con el origen dos (semilla) ya que todas las variables evaluadas mostraron valores superiores, con excepción de (IVII). Se observan en las medias para ambos orígenes que hay diferencias elevadas en la variable (IVII) con el valor (230.647) para origen uno y para origen dos el valor de (252.772).

Origen	Estratos	Tamaños	V.G (Des)	G.E (Des)	E.A.1	E.A.2
Rebrote (Poda)	1	1	97 (3.46)	98 (1.63)	71.5 (4.43)	88.5 (6.1)
		2	97.5 (1.91)	97.5 (1)	66 (3.6)	92.5 (1.9)
	2	1	92.5 (1.91)	95 (1.15)	74.5 (4.43)	87 (2.5)
		2	97 (2.58)	98.5 (3)	75.5 (9)	91 (2.5)
	3	1	96.5 (3.41)	98 (2.82)	80 (4.32)	91.5 (4.1)
		2	97.5 (3)	96.5 (2.51)	80.5 (2.51)	95 (2.5)
Media		96.33	97.25	74.66	90.91	
Semilla	1	1	96 (1.63)	96 (1.63)	70 (6.92)	89.5 (3)
		2	96.5 (4.12)	98.5 (1.91)	75.5 (11.81)	91.5 (6.1)
	2	1	99.5 (1)	99.5 (1)	79 (4.76)	85.5 (2.5)
		2	98 (1.63)	98.5 (1)	81 (2)	96.5 (1.9)
	3	1	94 (1.63)	96.5 (1.91)	74.5 (8.22)	90.5 (1.9)
		2	98.5 (1.91)	98.5 (1.91)	71.5 (6.60)	93 (1.1)
Media		97.08	97.91	75.25	91.08	

VG= velocidad de germinación; GE= germinación estándar; EA1 y EA2= prueba de vigor a través de envejecimiento acelerado al primer conteo y segundo a los 14 días, respectivamente.

Tabla 2 Comparación de medias para calidad fisiológica de semilla en el ecotipo “Guanajuato 3” de higuera. Celaya e Irapuato, Guanajuato. P-V 2013.

Origen	Estratos	Tamaños	V.E (%)	P.E (%)	IVII
Rebrote (Poda)	1	1	25.8 (1.29)	84.5 (5.25)	209.74 (14.97)
		2	28.62 (2.57)	92 (7.65)	244.29 (23.60)
	2	1	27.9 (1.90)	89 (6.63)	220.38 (53.41)
		2	29.72 (1.179)	95 (4.16)	242.35 (80.697)
	3	1	27.55 (2.26)	88 (4.32)	234.03 (83.916)
		2	27.1 (2.57)	87.5 (5.25)	233.06 (64.96)
Media		27.78	89.33	230.64	
Semilla	1	1	27.77 (3.10)	89.5 (7.54)	250.64 (65.98)
		2	26.97 (5.13)	86.5 (14.54)	262.28 (95.44)
	2	1	25.72 (5.67)	85.5 (14.54)	247.81 (98.82)
		2	24.52 (6.06)	81.5 (13.98)	285.83 (129.68)
	3	1	22.55 (6.69)	80.5 (11.35)	204.61 (72.05)
		2	23.57 (8.20)	87 (11.60)	265.42 (98.36)
Media		25.18	85.08	252.77	

Ve= velocidad de emergencia; PE= porcentaje de emergencia; IVII= índice de vigor 2.

Tabla 3 Comparación de medias para caracteres de vigor inicial de plántula en el ecotipo “Guanajuato 3” de higuera. Celaya e Irapuato, Guanajuato. P-V 2013.

Conclusiones

El origen de producción, el estrato y el tamaño de la semilla no afectan la calidad fisiológica, ya que los valores expresados en esta investigación superan lo mínimo requerido por el SNICS (85%) para considerar un lote de semilla de alta calidad. Sin embargo, cuando la semilla es sometida a estrés por alta temperatura y humedad relativa alta, el estrato donde se produce la semilla y el tamaño modifican esta característica.

El origen de producción de la semilla afecta el vigor inicial de plántula, de esta forma, la semilla de rebrote expresa mejor comportamiento.

Referencias

Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seed. In: Seed Biology. Vol. 2. Kozlowsky, T. T. (ed.) Academic Press. N. Y. pp 283-315.

Basavarajappa, B. S., H. S. Shetty, and H. S. Prakash. 1991. Membrane deterioration and other biochemical changes associated with accelerated ageing of maize seeds. Seed Sci. Technol. 19: 279-286.

FAO. 1985. Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano: directrices técnicas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. pp: 19-21.

Ferguson, J. M., D. M. TeKrony, and D. B. Egli. 1990. Changes during early soybean seed and axes deterioration: I. Seed quality and mitochondrial respiration. Crop Sci. 30: 175-179.

FAOSTAT, 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Helmer, J.D., J.C. Delouche, and M. Lienhard. 1962. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 52: 154-161.

ISTA. 2003 International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Ed. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 550 p.

SIAP. 2011. Cierre de la producción agrícola por estado: Anuario Estadístico de la producción agrícola disponible en: www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&Itemid=351

SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 2008. Ley de Producción y Certificación de Semillas.

Popinigis, F. 1985. Fisiología da Semente. 2ª Ed. Brasilia. 289 p.

Kelly A., F. 1988. Seed production of agricultural crops. Longman Scientific and Technical—John Wiley and Soncs. Inc. New York, USA. 227 p.

Andrade B., H. J. 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 98 p.

Basra, A. S. 1995. Seed quality; basic mechanisms and agricultural implications. Basra, A. S. (ed.) Food Products Press. Preface. New York, USA.

CARDONA A., C. A.; ORREGO A., C. E.; GUTIERREZ M., L. F. 2009. La higerilla: una alternativa agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Ed. Artes Gráficas Tizán. 89 p.

SANTOS C., M., SEGURA, M., ÑÚSTEZ L., C. E. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). En: Revista Facultada Nacional de Agronomía. 63(1): 5253-5266.