

Calidad fisiológica de semilla en seis genotipos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)

Seed physiological quality in six genotypes of jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.)



Hipólito Hernández-Hernández¹, David Sánchez-Aspeytia²,
Mario Ernesto Vázquez-Badillo^{*1}, Norma Angélica Ruiz-Torres¹, Valentín Robledo-Torres¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Email: marioe.vazquez@hotmail.com (*Autor responsable). ²INIFAP, Campo Experimental Saltillo, Km 342, Carretera Saltillo-Zacatecas.

RESUMEN

Las semillas de buena calidad genética, física, fisiológica y sanitaria aumentan el rendimiento de un cultivo por unidad de área. Los objetivos de este estudio fueron evaluar los aspectos de calidad fisiológica de la semilla de seis genotipos de chiles jalapeños (*Capsicum annuum* L.). Los experimentos se establecieron en 2013 en el laboratorio de producción de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la UAAAN. Se utilizaron cinco genotipos generados por INIFAP, además de una variedad comercial. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones para evaluar la calidad fisiológica de la semilla: 100 ppm de GA_3 , 2% de KNO_3 , además del control sólo con agua. Con los datos que se obtuvieron se realizó un ANDEVA con el SAS y se compararon las medias de los tratamientos con la prueba de Tukey a $p \leq 0.05$. El análisis de varianza detectó diferencias significativas, $p \leq 0.01$ para longitud de plúmula y raíz, germinación, semillas sin germinación y peso seco de plúmula y diferencias significativas $p \leq 0.05$ para peso de mil semillas y plántulas anormales. Los genotipos 8x4, 3x4 e Isabel presentaron mejor calidad cuando la semilla fue de mayor peso. GA_3 y KNO_3 favorecieron la germinación y el vigor de las semillas en 66% de los genotipos estudiados.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, semilla, germinación y vigor

ABSTRACT

Seeds of good genetic, physical, physiological and sanitary quality increase yield crop per unit area. The objective of this study was to evaluate the physiological quality aspects of the seed of six jalapeno peppers (*Capsicum annuum* L.) genotypes. The experiments were established in 2013 at the Seed Production Laboratory of the Center for Training and Development of Seed Technology of the UAAAN. Five genotypes generated by INIFAP were used, in addition to a commercial variety. A randomized complete block design with three replicates was used to evaluate three treatments regarding seed physiological quality: 100 ppm GA_3 , 2% KNO_3 and a control using plain water. An ANOVA was performed using SAS software and means comparison was carried out using a Tukey test at $p \leq 0.05$. The analysis of variance detected significant differences $p \leq 0.01$ for plumula and root length, germination, seeds without germination and dry weight of plumula and significant differences $p \leq 0.05$ for weight of one thousand seeds and abnormal seedlings. The 8x4, 3x4 and Isabel genotypes presented better seed quality when they had higher seed weight, seedling size and dry weight. GA_3 and KNO_3 favored seed germination and vigor in 66% of the studied genotypes.

Key words: *Capsicum annuum*, seed, germination and vigor

INTRODUCCIÓN

Las semillas son estructuras que permiten la supervivencia del embrión en el periodo comprendido entre su maduración y el establecimiento de las plántulas para el inicio de la próxima generación (Koornneef *et al.*, 2002). El crecimiento inicial de la semilla se debe a la división y al alargamiento celular que se completan en los primeros días de su formación; después se acumulan reservas en órganos de almacenamiento, lo cual disminuye el contenido de humedad porque las reservas sustituyen el agua de las células (Bradford, 2004). Las principales reservas en las semillas son: los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y una pequeña cantidad de fitín (Bewley *et al.*, 2013).

Para el establecimiento de los cultivos, las semillas deben ser de calidad porque incrementan el rendimiento por unidad de superficie y definen el éxito o falla de un cultivo (Bewley y Black, 2000), en particular cuando éste se enfrenta a ambientes de producción estresantes. Según Moreno (1996), las determinaciones del vigor de la semilla son útiles para predecir el comportamiento de un lote cuando las condiciones del ambiente no son favorables para la germinación y emergencia de las plántulas. Los cuatro componentes que definen la calidad de la semilla son: genéticos, fisiológicos, físicos y fitosanitarios (Gregg y Billups, 2010). Con la calidad fisiológica en *Capsicum* se garantiza el rendimiento, la pungencia, la forma del fruto, el tamaño y el color (Wall *et al.*, 2002), también la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener índices altos de viabilidad (Moreno, 1996). Los componentes determinan las diferencias en las evaluaciones de las plántulas: longitud media de plúmula y radícula, peso seco de plántulas, que pueden ser diferentes entre genotipos, y entre y dentro de lotes de semillas, lo cual se mostró al evaluarse tres tipos de chile maduros: peso de mil semillas, peso volumétrico, porcentaje y velocidad de germinación, que fueron estadísticamente distintos entre genotipos (Ayala *et al.*, 2014). También hubo buena correlación entre el peso de la semilla, el tamaño de plántula y la producción de materia seca (Pablo *et al.*, 2009), el porcentaje de germinación y peso seco de plántula (Álvarez *et al.*, 2011; Zepeda *et al.*, 2002), y la longitud de raíz y la de la parte aérea de la plántula (Álvarez *et al.*, 2011).

Las semillas mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y la calidad de las cosechas,

al servir como puente entre el mejoramiento genético y el productor, lo que permite alcanzar niveles competitivos en la producción (Copeland y McDonald, 2001; Espinosa *et al.*, 2003). Los objetivos del presente estudio fueron evaluar la calidad fisiológica en seis genotipos de chile jalapeño producidos bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento del experimento se realizó en 2013 en el laboratorio de ensayos de semillas del CCDTs de la UAAAN, en Saltillo, Coahuila, México. Para el estudio se utilizaron cinco genotipos generados por el INIFAP y una variedad comercial: genotipo 1 denominado M, variedad de polinización abierta; genotipo 2, Apache, variedad de polinización libre y de ciclo intermedio; genotipo 3, Isabel, variedad de polinización libre y precoz; genotipo 4, Chipi, híbrido de cruce simple, con mayor precocidad al primer corte; genotipo 5, denominado 3x4, híbrido experimental, y genotipo 6, 8x4, híbrido experimental. Para evaluar la calidad de las semillas, éstas se extrajeron, con ayuda de un bisturí y guantes, de los frutos maduros producidos en el invernadero del Campo Experimental Saltillo, del INIFAP; después se lavaron con agua limpia y se eliminaron las semillas vanas, para posteriormente secarlas de forma natural durante dos días y almacenarlas otros 30 días en bolsas de papel.

Se evaluó la variable de peso de 1000 semillas (PMS, g): se pesaron ocho repeticiones de 100 semillas en una balanza de precisión Ohaus y se calculó el peso correspondiente (ISTA, 2004). La prueba de germinación se condujo en una cámara germinadora a 25° C con 14 horas de luz (ISTA, 2004), y se colocaron cuatro repeticiones de 25 semillas en papel filtro Whatman No. 2 en cajas petri, a las que se les aplicaron riegos con fungicida Tecto 60, 2 g L⁻¹. Los tratamientos fueron: KNO₃ al 2%, AG₃ a 100 ppm, y el testigo con agua solamente. A los 21 DDS se contabilizaron las plántulas normales (germinación G), anormales (PA) y las semillas sin germinar (SSG), y además se midió la longitud de plúmula (LP) y de radícula (LR).

Las plántulas normales se midieron con una regla métrica. Para obtener el peso seco de las plántulas normales, se colocaron en una bolsa de papel perforado y se secaron en una estufa a 70° C durante 24 horas, para luego pesarlas con una balanza de

precisión. Con los datos que se obtuvieron se realizó un ANDEVA con el procedimiento ANOVA, GLM y CORR, y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el software Statistical Analysis System (SAS, 2002, v 9.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para PMS se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre genotipos (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los reportados por Ayala *et al.* (2014) y Pablo *et al.* (2009), al evaluar diferentes colectas de chile de agua de los valles centrales de Oaxaca. El genotipo 8x4 fue el que presentó mayor PMS, seguido del Isabel y del 3x4. Mientras que Apache y M presentaron menor PMS, tal como se muestra en la Figura 1. También se encontraron diferencias significativas entre genotipos ($p \leq 0.01$) en todas las variables, excepto para PA ($p \leq 0.05$). Entre tratamientos se encontraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) en LP y LR, lo mismo que en G, SSG y PSP, con 5% de probabilidad de error. En la interacción del genotipo por tratamiento se encontraron diferencias ($p \leq 0.01$) en G, SSG, LP y LR. También se encontró correlación positiva y significativa entre LP-PS (0.70**).

Los genotipos que presentaron mejor porcentaje de G fueron Isabel, 3x4, Chipo y 8x4, que alcanzaron alrededor de 80%; de éstos, Chipo fue el que tuvo mayor porcentaje de PA, mientras que los genotipos que presentaron menor porcentaje en esta variable fueron M y Apache, aunque también presentaron el mayor porcentaje de SSG. En cuanto a PSP, 8x4 y Chipo fueron los de mayor peso, y 8x4 tuvo mayor LP, mientras que Apache la menor longitud (Cuadro 2). En LR, Isabel presentó mayor longitud, mientras que M y Apache la menor. También se observó que 8x4, 3x4 e Isabel registraron mayor PSP, LP y acumulación de materia seca que el resto de los genotipos, por lo que estos resultados son similares a los reportados por Pablo *et al.* (2009) y Gutiérrez *et al.* (2006). Los tratamientos de AG_3 y KNO_3 influyeron en la G, PSP, LP y LR respecto al testigo.

El AG_3 y KNO_3 promovieron la germinación, ya que los genotipos 8x4 e Isabel mostraron un incremento de 20% respecto al testigo (Figura 2). Esto se debió a que las giberelinas indujeron la expresión de los genes que codifican las proteínas y enzimas, las cuales participan en la movilización de reservas almacenadas durante el proceso de germinación (Lewak y Khan, 1977; Bewley y Black, 1994; Baskin y Baskin, 1998; Tigabu y Odén, 2001). Por otra par-

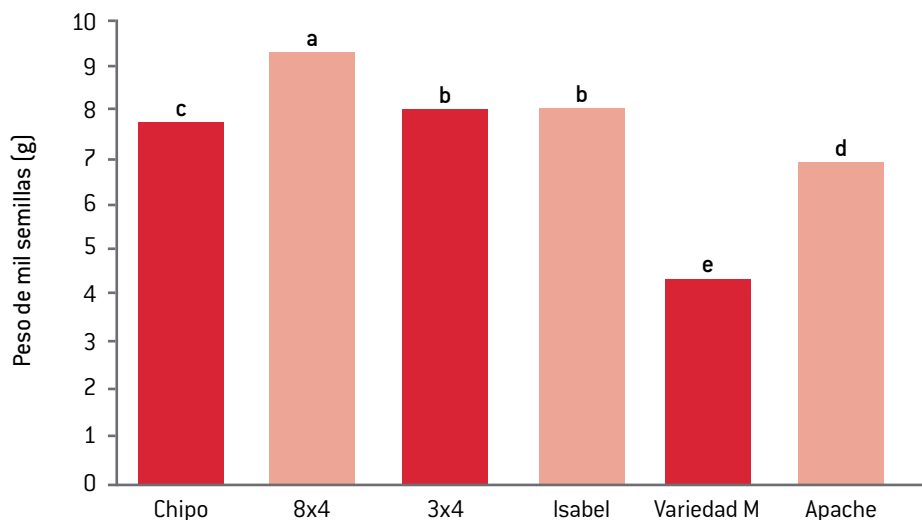


Figura 1. Peso de mil semillas en los genotipos evaluados. Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes [Tukey, 0.05].

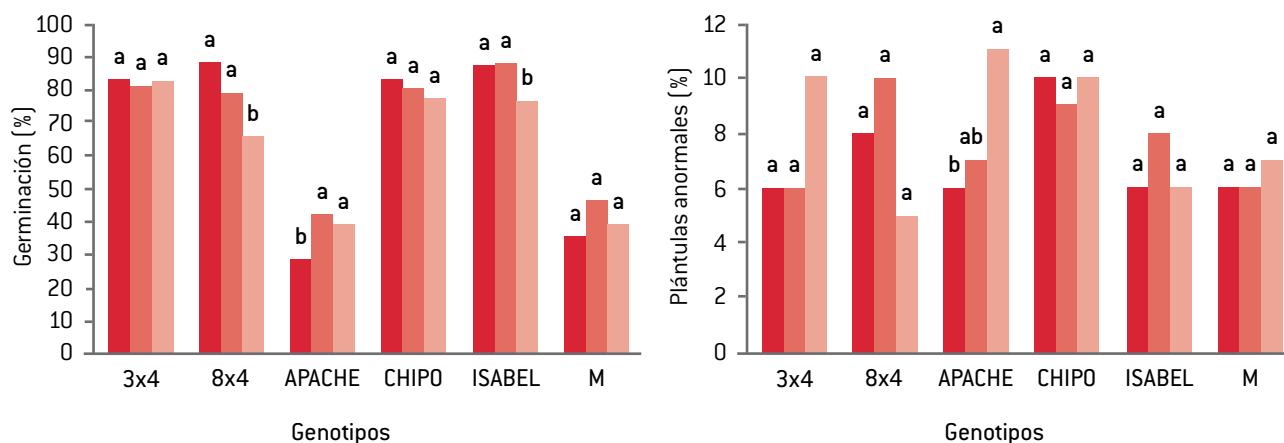
Cuadro 2. Comparación de medias para las variables de germinación y vigor, de semillas extraídas de los frutos cosechados.

	G (%)	PA (%)	SSG (%)	PSP (mg)	LP (cm)	LR (cm)
Genotipos						
Isabel	83.6 a	6.6 b	9.6 b	0.81 c	2.48 bc	7.79a
3x4	82.0 a	7.3 ab	10.6 b	0.87 c	2.79 b	5.83 bc
Chipo	80.0 a	9.6 a	10.3 b	1.93 b	2.40 cd	6.62 b
8x4	77.3 a	7.6 ab	15.0 b	2.51 a	3.17 a	5.63 c
Var. M	40.6 b	6.3 b	53.0 a	0.78 c	2.58 bc	3.64 d
Apache	36.3 b	8.0 ab	55.6 a	0.48 c	2.08 d	4.14 d
Media	66.6	7.6	25.7	1.23	2.58	5.61
Tukey (0.05)	6.68	2.71	5.70	0.49	0.35	0.86
Tratamientos						
KNO ₃	69.33 a	7.66 a	23.00b	1.15 b	2.38 b	6.37a
AG ₃	67.66 a	7.00 a	25.33 b	1.44 a	2.92 a	5.80 b
Testigo	63.00 b	8.16 a	28.83 a	1.09 b	2.45 b	4.66 c
Media	66.66	7.61	25.72	1.23	2.75	5.61
Tukey (0.05)	3.84	1.56	3.27	0.28	0.20	0.50

Valores promedio con letras distintas en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$);

G = germinación; PA = plántulas anormales; SSG = semilla sin germinar; PSP = peso seco de plántula;

LP = longitud de plúmula; LR = longitud de radícula.



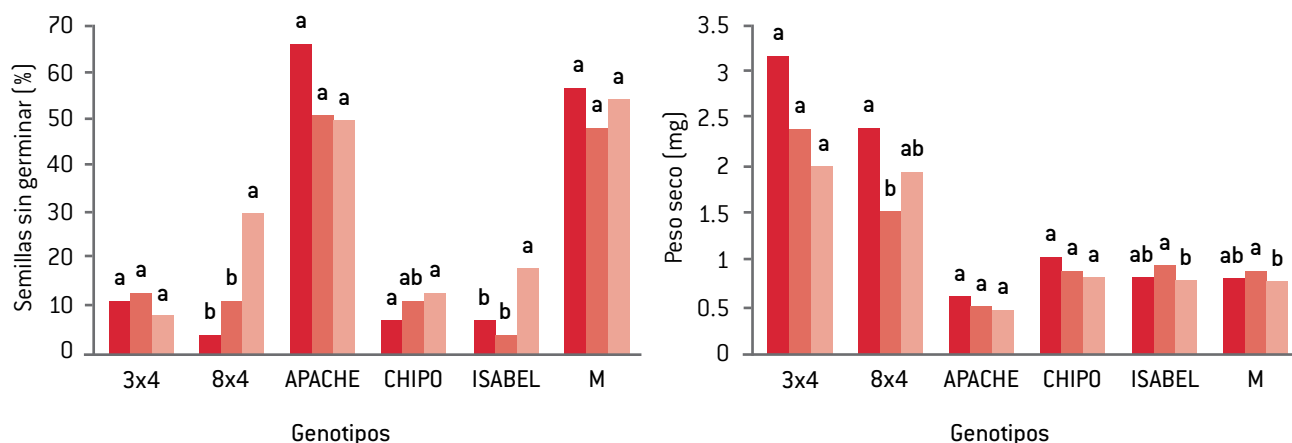


Figura 2. Evaluación de la calidad fisiológica de seis genotipos de chile jalapeño con tres tratamientos pre-germinativos (■ Ácido Giberélico, ■ Nitrato de Potasio y ■ Testigo). Promedio con letras diferentes son estadísticamente diferentes [Tukey, $p \leq 0.05$].

te, el KNO_3 es un cofactor que promueve la síntesis o disponibilidad de receptores de luz roja lejano y/o giberelinas en la regulación de la latencia de las semillas (Bradford, 2004).

En la interacción genotipo por tratamiento, 8x4 incrementó el porcentaje de G con AG_3 , en contraste, Apache e Isabel tuvieron mejor porcentaje de G con KNO_3 . Para PA, Apache presentó mayor porcentaje con el testigo en comparación a AG_3 y KNO_3 . Para SSG, Apache registró el menor porcentaje, donde el AG_3 tuvo el mayor. En cuanto a PSP, 8x4 presentó

mayor peso con el AG_3 , mientras que Isabel y M lo tuvieron con el KNO_3 .

En LP, el tratamiento que más influyó fue AG_3 para 3x4, 8x4, Chipo y M; únicamente Isabel fue superada por el testigo. La LR se incrementó con AG_3 y KNO_3 en los genotipos 3x4, 8x4 e Isabel respecto al testigo; para Chipo y Apache, el KNO_3 promovió mayor crecimiento en comparación al AG_3 y testigo (Figura 3), resultados similares a los encontrados por Ruiz *et al.* (2008), quienes indicaron que el AG_3 incrementó la longitud de plúmula en semillas de chile ancho.

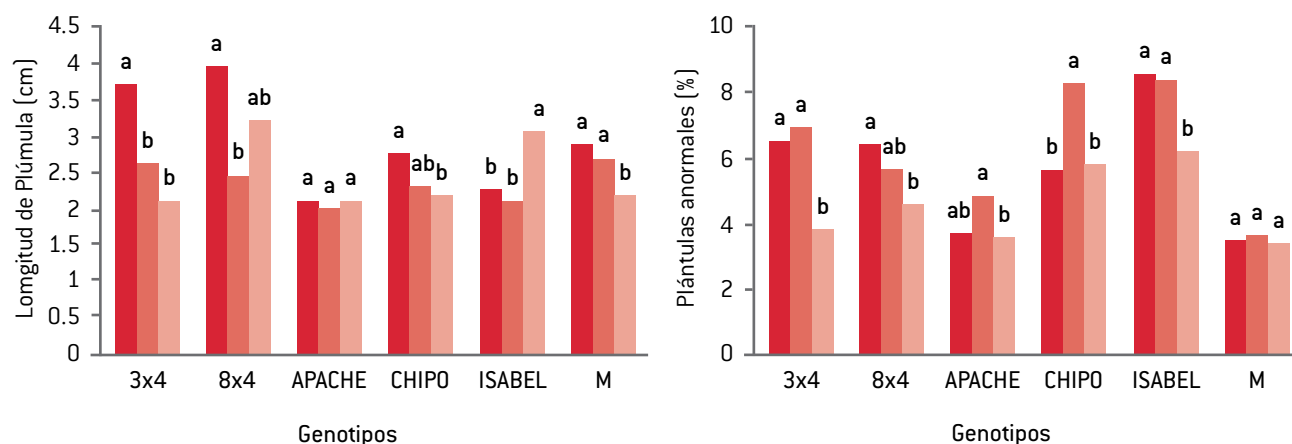


Figura 3. Evaluación de la longitud de plúmula y radícula en seis genotipos de chile jalapeño con tres tratamientos pre-germinativos. (■ Ácido Giberélico, ■ Nitrato de Potasio y ■ Testigo). Promedios con letras diferentes en una columna son estadísticamente diferentes [Tukey, $p \leq 0.05$].

CONCLUSIONES

Los genotipos experimentales 8x4 y 3x4 mostraron comportamientos de calidad de semillas superiores e iguales que Isabel, al tener mayor peso de semilla, longitud de plúmula y peso seco. El genotipo 8x4 se considera un híbrido experimental con potencial de mercado para la industria procesadora. El AG₃ y KNO₃, en la dosis aplicada, favorece la germinación y el vigor de la semilla.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, M. A., S. J. Martínez, J. E. Rodríguez P. y M. G. Peña O. 2011. Relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.) con el establecimiento en almácigo. Rev. Chapingo Serie Hort. 17(2):57-62.
- AYALA, V. M., O. J. Ayala G., V. H. Aguilar R. y T. T. Corona. 2014. Evolución de la calidad de semilla de *Capsicum annuum* L. durante su desarrollo en el fruto. Rev. Fitotec. Mex. 37(1):79-87.
- BASKIN, C. C. and J. M. Baskin. 1998. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego. 666 p.
- BEWLEY, J. D. and M. Black. 1994. Seeds physiology of development and germination. 2nd edition. Plenum Press, NY. 445 p.
- BEWLEY, J. D. and M. Black. 2000. Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd. Sheffield, England. 419 p.
- BEWLEY, J. D., K. J. Bradford, W. M. Hilhorst H. and H. Nonogaki. 2013. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. Third edition. 96 pp.
- BRADFORD, K. J. 2004. Seed production and quality. Department of vegetable crops. University of California. Davis, California, U.S.A. 134 pp.
- COPELAND, L. O. and M. B. McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 pp.
- ESPINOSA, A., M. Sierra y N. Gómez. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Agron. Mesoam. 14:117-121.
- GUTIÉRREZ, G., A. S., A. Carballo C., J. A., Mejía C., M. Vargas H., R. Trethowan y H. E. Villaseñor M. 2006. Caracterización de trigos harineros mediante parámetros de calidad física y fisiológica de la semilla. Rev. Agric. Téc. Méx. 32(1):45-55.
- GREGG, B. R. and G. L. Billups. 2010. Seed conditioning, technology, part A. Enfield, NH, USA: Science Publishers. 2:818-834.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2004. International rules for seed testing. Rules 2004. ISTA editions, Zurich, Switzerland. 243 p.
- KOORNNEEF, M., L. Bentsink and H. Hilhorst. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology. 5:33-36.
- LEWAK, S. and A. A. Khan. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed. Plant Physiology. 60:575-577.
- MORENO, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera Ed. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 393 p.
- PABLO, C. E., J. A. Mejía, A. Carballo C., G. García G., V. H. Aguilar y T. Corona T. 2009. Calidad de semilla en colectas de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) de los Valles Centrales de Oaxaca, México. Agric. Téc. Méx. 35(3):257-266.
- RUÍZ, N. A., F. Rincón, B. Canales, R. H. Lira, R. Hernández y J. J. López. 2008. Efectos de tratamientos orgánicos pregerminativos en la germinación de semillas y vigor de plántulas de chile ancho. In: Ruiz, N. A. y R. H. Lira (eds). Tecnologías sustentables en semillas. Primera edición. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México. 156-170 pp.
- SAS. Statistical Analysis System Institute. 2002. SAS/SAT user guide version 9.0. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- TIGABU, M. and P. C. Odén. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose Albizia species from Ethiopia. Seed Science and Technology 29:11-20.
- WALL, A. D., R. Kochevar and R. Phillips. 2002. Chile seed quality. New México Chile Task Force. Report 4. New Mexico State University and US Department of Agriculture. 6 pp.
- ZEPEDA, B. R., A. Carballo C., G. G. Alcántar, L. A. Hernández y J. A. Hernández G. 2002. Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de semilla de cruza simples en maíz. Rev. Fitotec. Mex. 25(4):419-426.