

## EFFECTO DEL *PRIMING* SOBRE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA CRIOLLA DE CHILE ANCHO (*Capsicum annuum* L.)

José Marín Sánchez<sup>§</sup>; Marco A. Rivas Jacobo; Jorge Alberto Flores Cano; Ángel N. Rojas Velázquez; Ramón Jarquín Gálvez

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. <sup>§</sup>Autor responsable: jose.marin@uaslp.mx

Recibido: Noviembre 14, 2012; Aceptado: Abril 12, 2013

### RESUMEN

Se utilizó *priming* en semillas de Chile Criollo para mejorar su calidad fisiológica con  $\text{KNO}_3$  y  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  en -5, -10 y -15 atm durante 24, 36 y 48 h; así como  $\text{AG}_3$  en 40, 80 y 160 ppm, durante los mismos periodos. La

mayor calidad fisiológica se obtuvo con  $\text{AG}_3$  a 80 ppm durante 36 h, con 89% de germinación.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., vigorización, *priming*, germinación, semillas.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de Chile es una de las hortalizas más importantes en nuestro país. Para el ciclo 2011 las estadísticas indican una superficie plantada de 18, 470 ha de Chile Ancho (*Capsicum annuum* L.) a nivel nacional, de las cuales 8,398 ha fueron establecidas en el estado de San Luis Potosí, es decir, un 45.46 % de la producción total. El rendimiento promedio nacional de Chile Ancho deshidratado o seco es de 1.5 t ha<sup>-1</sup> y de 1.81 t ha<sup>-1</sup> en San Luis Potosí (SIACON, 2012).

Los bajos rendimientos de Chile Ancho deshidratado que se obtienen en la región del Altiplano de México (Zacatecas, San Luis Potosí, Durango y Aguascalientes) es debido en buena medida al alto uso de semilla no mejorada o criolla del productor (se estima que más de un 80% de la semilla utilizada es criolla). Por lo cual, la densidad de siembra en almácigo es de 400 g de semilla en 10 m<sup>2</sup>, requiriéndose 30 m<sup>2</sup> para una hectárea, es decir, se siembra 1.2 kg de semilla para garantizar la producción de las plántulas requeridas (30, 000; ya que la calidad fisiológica de ésta no es la adecuada y los porcentajes de germinación son muy bajos) (SAGARPA, 2012).

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que involucra todas aquellas características que determinan su valor para la siembra (Hampton, 2002), en donde la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria juegan un papel importante (Copeland y McDonald, 1995). El proceso para la obtención de semilla de alta calidad es una parte importante y costosa del componente tecnológico en la producción, por lo que debe hacerse con cuidado, para garantizar la obtención del

producto con la calidad requerida por el mercado (Basra, 1995). La calidad fisiológica se refiere a la viabilidad de las semillas o al potencial que éstas tienen para la germinación, incluyendo el vigor; como resultado de la expresión de factores propios del genoma de la variedad (Basra, 1995).

Desde el punto de vista económico, la calidad de las semillas es importante en la agricultura, ya que las semillas son a menudo el material de partida para la producción de cultivos y crucial para lograr una buena cosecha. Varios aspectos de la calidad de la semilla influyen en el rendimiento agrícola, como la homogeneidad de la emergencia y la longevidad de las semillas. Para mejorar estos atributos se han desarrollado técnicas como el *priming* o vigorización, que consiste en someter la semilla a un proceso de hidratación controlada en una solución osmótica para activar su metabolismo, sin que ocurra la protusión de la radícula (Parera y Cantliffe, 1994; Mora *et al.*, 2004).

Durante el *priming* las semillas se sumergen en soluciones osmóticamente activas, hidratando y deshidratando en forma controlada para activar su metabolismo, actuando sobre la utilización de las reservas nutritivas y afectando directamente la velocidad de emergencia y, en consecuencia, en el vigor de la semilla y la utilización de sus reservas impidiendo la emergencia visible de la radícula (Fernández y Johnston, 1991; Bittencourt *et al.*, 2004). Por su parte Black y Bewley (2000) mencionan que uno de los beneficios es la ruptura de la dormancia en las semillas, mejorando el porcentaje de germinación, así como su uniformidad.

El resultado del *priming* es afectado por una compleja interacción de factores tales como: especie, agente acondicionante, potencial la solución osmótica, vigor de la semilla y condiciones de secado y almacenamiento después del tratamiento (Parera y Cantliffe, 1994), entre otros. Diversos productos químicos han sido utilizados para el *priming* de semillas, como sales inorgánicas ( $K_3 PO_4$ ,  $KH_2 PO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $NaCl$ ,  $KNO_3$ ,  $KCl$ ,  $Na_2 SO_4$ ), componentes orgánicos de bajo peso molecular (manitol, sorbitol, glicerol, sacarosa) y polietilén glicol (Smith y Coob, 1991; Parera y Cantliffe, 1994; Mora *et al.*, 2004).

Dada la importancia que tiene el cultivo de Chile ancho (*Capsicum annuum* L.) en México, es necesario implementar la técnica de *priming* en esta especie para generar información que permita solucionar los problemas existentes durante el establecimiento del cultivo, como reducción de la germinación, emergencia heterogénea de plántulas y, por tanto, desuniformidad en establecimiento del cultivo, como consecuencia del efecto de factores ambientales, biológicos y características del suelo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue incrementar la calidad fisiológica de la semilla criolla de Chile ancho mediante *priming* con  $KNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$  y ácido giberélico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en el Laboratorio de Parasitología Agrícola y Análisis de Semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el km 14.5 de la carretera San Luis Potosí-Matehuala. Para ello se empleó semilla criolla de Chile ancho obtenida por los agricultores del municipio de Moctezuma, San Luis Potosí en el ciclo primavera-verano 2012. Los materiales y equipo utilizado fueron: envases de cristal de 100 mL para las soluciones *priming*, dos bombas de aire pequeñas (Elite con capacidad de 100 L) para oxigenar las soluciones durante el tratamiento, termómetro, papel filtro, cajas petri, cámara de germinación, refrigerador, estufa de secado y balanza digital. Se usaron los siguientes reactivos: nitrato de potasio  $KNO_3$ , nitrato de calcio  $Ca(NO_3)_2$  y ácido giberélico. Además se utilizó agua destilada para la preparación de las soluciones y pruebas de germinación, tetrazolio para pruebas de viabilidad y fungicida "Captan 500" (*i.a.* captan) a una dosis de  $5 \text{ g L}^{-1}$  de agua.

El experimento se realizó en un diseño completamente al azar, los tratamientos aplicados consistieron en  $KNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$  a -5, -10 y -15 atm durante 24, 36 y 48 h; así como, ácido giberélico a 40, 80 y 160 ppm, durante los mismos periodos. Se utilizaron tres repeticiones, conformando 81 unidades experimentales, además de nueve para el testigo absoluto. Las soluciones de  $KNO_3$  y  $Ca(NO_3)_2$  se prepararon de acuerdo con la ecuación propuesta por Wiggans y Gardner (1959):

$$G = (PVm) / (RT)$$

Donde:

- G= Gramos de soluto a utilizar
- P= Presión osmótica deseada (atm)
- V= Volumen en litros
- m= Peso molecular del soluto
- R= Constante igual a  $0.0825 \text{ atm 1 mol}^\circ\text{K}$
- T= Temperatura a la que se prepara la solución ( $^\circ\text{K}$ ).

Las soluciones para efectuar el *priming* se prepararon disolviendo los diferentes agentes acondicionantes (tratamientos) en los frascos que contenían 25 mL de agua destilada cada uno. Una vez preparadas dichas soluciones, las semillas fueron colocadas en el interior de cada frasco. Se utilizó un sistema de oxigenación con dos bombas de aire, manguera de 8 mm de diámetro como lo sugieren Welbaum *et al.* (1998). Después del *priming*, las semillas fueron retiradas de las soluciones, se lavaron con agua corriente para eliminar residuos de los agentes utilizados durante el tratamiento; enseguida, se les asperjó el fungicida captan como preventivo de enfermedades, se dejaron secar dentro del laboratorio durante 24 h a  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  y se realizaron pruebas de calidad fisiológica.

Se tomaron 100 semillas de cada tratamiento, formando cuatro submuestras de 25 semillas cada una y se colocaron en cajas Petri con papel filtro húmedo. Se introdujeron en la cámara de germinación a  $29 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Durante la prueba se realizaron dos conteos para

evaluar el porcentaje de germinación, el primero al día 7 y el segundo al día 14 (ISTA, 2004). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, plántulas anormales, semillas latentes, semillas muertas, tiempo (en h) para alcanzar 50% de germinación ( $G_{50}$ ) y peso seco de plántulas. Se realizó la prueba de viabilidad con tetrazolio al 0.1 % (ISTA, 2004) a las semillas que permanecieron sin emitir la radícula para verificar que estaban vivas y considerarlas como latentes. El porcentaje de germinación se obtuvo al sumar el total de las plántulas normales del primer y segundo conteo, expresándose los resultados en porcentaje; el porcentaje de plántulas anormales se contabilizó con aquellas que presentaron malformaciones en sus estructuras esenciales como raíz y plúmula, lo que impide su desarrollo normal y fueron consideradas en esta categoría. La variable  $G_{50}$  (tiempo en alcanzar el 50 % de germinación) se expresó en horas, para lo cual se obtuvo el promedio de las repeticiones utilizadas en cada tratamiento. La determinación del peso seco se realizó introduciendo las plántulas en una estufa a 50°C durante 72 h en cada conteo, obteniéndose el peso promedio en mg. En el caso del porcentaje de semillas muertas, se consideraron aquellas que presentaron ataque por hongos,

además de las resultantes de la prueba de viabilidad. La variable porcentaje de las semillas latentes consideró aquellas que al final de la prueba de germinación permanecieron sin emitir la radícula, ni alguna otra estructura, y que además no fueron consideradas semillas muertas, para lo cual se realizó la prueba de viabilidad con tetrazolio al 0.1 % (ISTA, 2004).

Para la prueba de viabilidad con tetrazolio, se realizó bisección de las semillas y se dejaron imbibir en agua destilada 12 h; después de este proceso fueron sumergidas en la solución de tetrazolio al 0.1% durante 12 h en obscuridad. Al final de este lapso se realizó la evaluación; los embriones completamente coloreados se consideraron como semillas latentes, mientras que las semillas muertas fueron aquellas que no colorearon, o bien, no presentaron color uniforme (ISTA, 2004).

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza para las variables evaluadas y, en aquellas que mostraron diferencia significativa, se realizó la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) con el uso del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza definió diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables porcentaje de germinación, plántulas anormales, semillas muertas y latentes; así como índice de velocidad de emergencia, peso seco y tiempo en alcanzar el 50% de germinación (Cuadro 1). Por otro lado, las semillas criollas de chile ancho (*Capsicum annuum* L.) trata-

das con ácido giberélico a una concentración de 80 ppm durante 36 horas, incrementó la calidad fisiológica en porcentajes requeridos para semilla comercial (Cuadros 2 y 3). Kmetz-González y Struve (2000) mencionan que el acondicionamiento osmótico de las semillas generalmente incrementa el porcentaje final de germinación.

**Cuadro 1.** Cuadros medios de las variables evaluadas en las pruebas de calidad fisiológica en semilla criolla de chile ancho posterior al *priming*.

Fuente de variación	Grados de libertad	PG	IVE	$G_{50}$	PS	PSM	PPA	PSL
Tratamiento	29	587.6*	20.05*	8911.5*	0.0006*	84.50*	446.1*	83.71*
Error	60	44.6	0.17	1509.3	0.0000	21.15	64.72	16.17
Total	89							
C.V.		12.71	6.28	24.29	0.00	32.85	36.11	35.91
Media		52.53	6.62	159.92	0.02	14.00	22.27	11.20

Coefficiente de variación (C.V.), Porcentaje de germinación (PG), índice de velocidad de emergencia (IVE), tiempo en alcanzar el 50% de germinación ( $G_{50}$ ), peso seco (PS), porcentaje de semillas muertas (PSM), porcentaje de plántulas anormales (PPA) y porcentaje de semillas latentes (PSL). \*significativo con  $P < 0.05$

El *priming* de semilla, también conocido como "osmoacondicionamiento", es considerado como una técnica promisorio para mejorar la germinación de las semillas, especialmente en las hortalizas (Bittencourt *et al.*, 2004). Pill (1995) señala que con este tratamiento se logra un buen control sobre la hidratación de la semilla, alcanzándose la segunda fase de la imbibición, en la cual varios procesos metabólicos son activados, pero sin permitir la emergencia de la radícula, lográndose con esta técnica rapidez, sincronización e incremento en la germinación. Los efectos benéficos del *priming* dependen del soluto, potencial osmótico,

temperatura y duración del proceso (Bittencourt *et al.*, 2004). El tiempo ideal del proceso varía de acuerdo al agente acondicionante, potencial osmótico de la solución, temperatura durante el tratamiento o especie. Si la protusión de la radícula ocurre durante el *priming*, el daño al embrión es irreversible y puede suponerse que es durante la deshidratación después del tratamiento (Cantliffe, 1981). Algunas especies pueden necesitar unas cuantas horas de *priming* para obtener resultados benéficos, como lechuga (Parera y Cantliffe, 1994).

**Cuadro 2.** Efecto promedio de los tratamientos de *priming* sobre la calidad fisiológica de semilla de Chile ancho.

Tratamiento	PG	IVE	G <sub>50</sub>	PS
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (36 h)	89.3 a	7.2 abcdef	107.7 de	
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (36 h)	76.0 ab	6.0 fghij	150.0 bcde	0.034 h
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (36 h)	69.3 abc	7.4 abcde	107.0 de	0.016 z
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (24h)	68.0 abcd	7.5 abcde	133.0 cde	0.036 g
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (24 h)	68.0 abcd	7.0 bcdefghi	112.7 de	0.022 s
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (48 h)	64.0 bcde	7.2 abcdef	111.0 de	0.025 i
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (48 h)	62.7 bcde	7.7 abcd	110.3 de	0.028 n
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (48 h)	62.7 bcde	7.7 abc	113.7 de	0.034 i
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (36 h)	61.3 bcdef	7.8 ab	102.0 de	0.039 d
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (24 h)	61.3 bcdef	6.5 bcdefghij	111.0 de	0.037 f
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (24 h)	61.3 bcdef	8.3 a	86.3 e	0.025 q
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (36 h)	56.0 bcdefg	7.3 abcdef	198.0 abcde	0.020 t
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (48 h)	54.7 bcdefgh	5.9 ghijk	214.7 abcd	0.015 a
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (36 h)	52.0 cdefghi	6.7 bcdefghi	130.7 cde	0.030 k
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (24 h)	50.7 cdefghi	6.2 efghij	126.3 cde	0.044 c
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (24 h)	49.3 cdefghi	5.7 hijk	198.7 abcde	0.031 j
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (48 h)	49.3 cdefghi	6.4 cdefghij	223.3 abcd	0.026 o
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (48 h)	48.0 cdefghi	6.4 cdefghij	140.0 bcde	0.029 l
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (48 h)	46.7 defghi	5.2 jk	312.3 a	0.019 w
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (36 h)	46.7 defghi	5.6 ijk	187.0 bcde	0.020 v
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (48 h)	44.0 efghi	7.3 abcdef	158.0 bcde	0.018 x
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (24 h)	42.7 efghi	7.1 abcdefg	198.7 abcde	0.028 m
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (36 h)	42.7 efghi	5.8 ghijk	169.7 bcde	0.024 r
Testigo (24 h)	40.0 fghi	6.7 bcdefghi	123.7 cde	0.020 u
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (24 h)	37.3 ghi	6.3 defghij	158.0 bcde	0.018 y
Testigo (36 h)	37.3 ghi	5.9 ghij	146.0 bcde	0.082 a
Testigo (48 h)	34.7 ghi	4.6 k	158.0 bcde	0.038 e
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (24 h)	34.7 ghi	6.5 bcdefghij	198.7 abcde	0.014 b
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (48 atm)	33.3 hi	6.9 abcdefgh	264.0 ab	0.0003 c
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (36 h)	32.0 i	6.3 cdefghij	247.3 abc	0.018 x
MEDIA	52.6	6.6	159.9	0.028
DMS	21.5	1.3	124.8	0

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Porcentaje de germinación (PG), índice de velocidad de emergencia (IVE), tiempo en alcanzar el 50% de germinación (G<sub>50</sub>) y peso seco (PS).

El potencial de la solución utilizada durante el tratamiento es un factor que influye sobre los resultados obtenidos. El priming con soluciones de altos potenciales puede permitir una rápida germinación de las semillas debido a que esta

condición causa una diferencia de potenciales entre el exterior y el interior, necesaria para que se favorezca la entrada de agua a la semilla y, por lo tanto, este gradiente afecta la cinética de la imbibición (Parera y Cantliffe, 1994).

**Cuadro 3.** Efecto promedio de los tratamientos de priming sobre la calidad fisiológica de semilla de Chile ancho.

Tratamiento	PSM	PPA	PSL
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (36 h)	2.7 e	4.0 g	4.0 de
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (36 h)	6.7 cde	9.3 efg	8.0 abcde
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (36 h)	16.0 abcde	12.0 defg	2.7 e
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (24h)	13.3 abcde	5.3 g	13.3 abcde
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (24 h)	16.0 abcde	9.3 efg	6.7 bcde
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (48 h)	22.7 ab	9.3 efg	2.7 e
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (48 h)	16.0 abcde	12.0 defg	8.0 abcde
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (48 h)	13.3 abcde	18.7 abcdefg	5.3 cde
AG <sub>3</sub> (40 ppm) (36 h)	21.3 abc	14.7 cdefg	2.7 e
AG <sub>3</sub> (80 ppm) (24 h)	26.7 a	6.7 fg	5.3 cde
AG <sub>3</sub> (160 ppm) (24 h)	17.3 abcde	14.7 cdefg	5.3 cde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (36 h)	10.7 bcde	16.3 bcdefg	13.3 abcde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (48 h)	12.0 abcde	20.0 abcdefg	13.3 abcde
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (36 h)	9.3 bcde	33.3 abcde	8.0 abcde
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (24 h)	5.3 de	34.7 abcde	9.3 abcde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (24 h)	17.3 abcde	29.3 abcdefg	20.0 a
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (48 h)	16.0 abcde	16.0 bcdefg	18.7 ab
KNO <sub>3</sub> (-5 atm) (48 h)	12.0 abcde	25.3 abcdefg	12.0 abcde
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (48 h)	20.0 abc	13.3 defg	20.0 a
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (36 h)	18.7 abc	22.7 abcdefg	12.0 abcde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (48 h)	12.0 abcde	34.7 abcde	13.3 abcde
KNO <sub>3</sub> (-15 atm) (24 h)	18.7 abc	29.3 abcdefg	9.3 abcde
KNO <sub>3</sub> (-10 atm) (36 h)	13.3 abcde	25.3 abcdefg	18.7 ab
Testigo (24 h)	6.7 cde	40.0 abc	13.3 abcde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-5 atm) (24 h)	12.0 abcde	37.3 abcd	14.7 abcde
Testigo (36 h)	9.3 bcde	41.3 ab	13.3 abcde
Testigo (48 h)	16.0 abcde	37.3 abcd	12.0 abcde
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-10 atm) (24 h)	16.0 abcde	32.0 abcdef	17.3 abc
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (48 atm)	13.3 abcde	37.3 abcd	16.0 abcd
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (-15 atm) (36 h)	10.7 bcde	42.6 a	14.7 abcde
MEDIA	14.0	22.3	11.2
DMS	14.8	25.8	12.9

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Porcentaje de semillas muertas (PSM), porcentaje de plántulas anormales (PPA) y porcentaje de semillas latentes (PSL).

La germinación de las semillas es regulada por hormonas, en particular por ácido giberélico, pues al intervenir en enzimas hidrolíticas reblandecen el endospermo o la cubierta, inducen la movilización de

reservas y estimulan la germinación (Bewley y Black, 1994). García *et al.* (2010) aplicaron ácido giberélico a una concentración de 5000 ppm durante 24 h en semillas de Chile piquín (*Capsicum annuum* var.

*Glabriusculum*) con el objetivo de evaluar su efecto sobre la germinación y vigor; al realizar las pruebas de calidad fisiológica obtuvieron 82% de germinación, es decir, por arriba de los valores mínimos permitidos para la especie. Lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que las semillas de Chile ancho tratadas con esta fitohormona a una concentración de 80 ppm durante 36 h presentaron altos porcentajes de germinación (89.3 %) por encima de los mínimos requeridos para este cultivo, incluso supe-

ran a los existentes para Chile piquín. Estos resultados indican que el priming en semillas criollas de Chile ancho puede ser utilizado como un método eficaz para incrementar la calidad fisiológica a niveles comerciales por el porcentaje de germinación obtenido y sincronización en la germinación al presentarse dentro del grupo de los índices de velocidad e germinación más altos y alcanzar el 50% de germinación en los períodos más cortos (Cuadro 2).

## CONCLUSIONES

El efecto del priming sobre la calidad fisiológica de la semilla criolla de Chile ancho varió en función del agente osmótico empleado. Semillas criollas de Chile ancho que recibieron priming con ácido giberélico a una concentración de 80 ppm durante 36 h, presentaron el porcentaje de germinación más alto (89.3%),

Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (-5 atm) (36 h) 76% y en general mejor calidad fisiológica, incluso se obtuvo una tasa superior a la mínima requerida para semilla comercial; mientras que el testigo alcanzó como máximo 40% de germinación.

## Agradecimientos

Se agradece el apoyo financiero otorgado por el PROMEP (Clave del proyecto: PROMEP/103.5/11/3671), Denominado APOYO A LA INCORPORACIÓN DE NPTC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basra A S (1995). *Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications*. Food Products Press. New York, United States of America. 389 p.
- Bewley J D; Black M (1994). *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press. New York. 367 p.
- Bittencourt MLC; Dias LAS; Araújo EF (2004). Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. *Revista Brasileira de Sementes*, 26:50-55.
- Black M; Bewley JD (2000). *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield. 428 p.
- Cantliffe D J (1981). Seed priming of lettuce for early and uniform emergence under conditions of environmental stress. *Acta Hort.* 122:29-38.
- Copeland LO; M B McDonald (1995). *Principles of Seed Science and Technology*. Third edition. Chapman and Hall. New York, United States of America. 321 p.
- Fernandez G; M Johnston; RN Muñoz (1991). Invigoration of pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds. *Proceedings Interamerican Society of Tropical Horticulture* 35: 109-117.
- García AF; Montes H S; Rangel LJA; García M E; Mendoza EM (2010). Respuesta fisiológica de la semilla de Chile piquín [*Capsicum annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotermia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(2):203-216.
- Hampton JG (2002). *What is Seed Quality*. *Seed Sci. and Technol.* 30: 1-10.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. *International rules for seed testing*. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700 p
- Kmetz-Gonzalez M; Struve D (2000). Blackgum seed conditioning increases germination: rate, seedling emergence and quality. *Seed Science and Technology*. 28(1): 49-57
- Mora AR; Rodríguez JE; Peña A; Campos DA (2004). Acondicionamiento osmótico de semillas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con soluciones salinas. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(1): 15-21.
- Parera AC; Cantliffe DJ (1994). Presowing seed priming. *Horticultural Review* 16: 109-141.
- Pill WG (1995). *Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality*. In: A.S. Basra (ed.). *Seed quality-Food Products Press*, New York. pp 319-359.
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2012). *Sistema de Información Agropecuaria de Consulta*. (SIACON). Centro de Estadística Agropecuaria.
- Smith PT; Coob BG (1991). Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. *HortScience* 26: 417-419.
- Statistical Analysis System (SAS Institute) (1999). *The SAS system for windows version eight*. Cary, NC, USA. 241 p.
- Welbaum GE; Zhengxing S; Oluoch MO; Jett LW (1998). The evolution and effects of priming vegetable seeds. *Seed Technology* 20(2): 209-235.
- Wiggans S C; Gardner FP (1959). Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. *Agronomy Journal* 51: 315-318.