

Edad, beneficio y ácido giberélico afectan la germinación y producción de planta de chile piquín

Alberto Sandoval-Rangel¹
Alejandra Tapia González²
Marcelino Cabrera- De la Fuente¹
José Antonio González Fuentes¹
Adalberto Benavides-Mendoza^{1§}

¹Departamento de Horticultura y ²Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro #1923, Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315. Tel. 01(844) 4110303.

§Autor para correspondencia: adalberto.benavides@uaaan.mx.

Resumen

Para obtener semillas de chile piquín o silvestre, la forma de colectar o producir, la técnica de extracción, la selección, el empaque, la forma y tiempo de almacenamiento y el acondicionamiento previo a la siembra, afectan la germinación y viabilidad de la semilla y la producción de plántulas. Lo anterior sumado a la latencia natural, representan un obstáculo importante para la domesticación y producción comercial de esta especie. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la germinación y la producción de plántulas en relación a la edad, el beneficio y acondicionamiento previo a la siembra. Se utilizaron semillas de frutos rojos frescos de un ecotipo de la región de Linares, Nuevo León, México de 0, 2, 4 y 12 meses de edad después de extraída. El beneficio consistió en secar la semilla con aire forzado hasta 9% de humedad, uniformizar por peso, empacar en bolsa de polietileno aluminizado y sellada herméticamente y almacenar a 15 °C. El acondicionamiento fue inmersión con ácido giberélico a 5 000 mg L⁻¹ por 12 h antes de la siembra. Se evaluó germinación, velocidad de hidratación, tinción con tetrazolio y producción de plántula. Los resultados muestran que las semillas recién cosechadas no germinan por inmadurez del embrión; después de dos meses de reposo la semilla germina, el beneficio mantiene su viabilidad por más de un año, el acondicionamiento con ácido giberélico previo a la siembra, aumenta el porcentaje de germinación y la producción de plántulas.

Palabras clave: *Capsicum*, chiles silvestres, semillas.

Recibido: diciembre de 2017

Aceptado: enero de 2018

Introducción

La demanda de chile silvestre “piquín” o “del monte” (*Capsicum annuum* var., *aviculare*. Dierb D’Arcy & Eshbaugh o *glabriusculum*) va en aumento, ya que a la venta tradicional de fruto fresco y seco en la calle y mercados regionales, se agrega la comercialización de productos derivados como escabeches, salsas y deshidratados en cadenas de tiendas comerciales. No existen evidencias de su producción comercial, sólo su cultivo en traspatio para autoconsumo (Latournerie *et al.*, 2002; Pedraza y Gómez, 2008). Por lo tanto, este mercado se abastece casi en su totalidad de la colecta de frutos silvestres (Medina *et al.*, 2002; Bran *et al.*, 2007).

Esta situación ha hecho más intensa y agresiva la colecta de esta especie, porque los colectores que en su afán de cosechar una mayor cantidad, no recolectan sólo los frutos sino que cortan las ramas productivas e incluso la planta completa, limitando sus posibilidades de regeneración. Esto ha causado la desaparición de la especie en algunas regiones, sobre todo en aquellas cercanas a los núcleos de población. De continuar esta situación, se pone en riesgo si no a la especie, si a importantes ecotipos (Bañuelos *et al.*, 2008; Araiza-Lizarde *et al.*, 2008). Por lo anterior, es necesario buscar opciones para conservar las poblaciones silvestres existentes y se considera que una de las estrategias es desestimular la colecta de frutos de plantas silvestres, mediante la domesticación y producción agronómica de estos chiles, usando la tecnología con la que actualmente se producen variedades de chiles comerciales. Sin embargo, para el establecimiento de estos programas de producción, primero debe resolverse el problema de la germinación de la semilla, la cual presenta tasas de germinación que van del 5 al 80% (Ramírez-Meraz, 2001; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2003).

La tasa de germinación baja y variable, es un impedimento importante para contar con semilla certificada que permita establecer lotes de producción comercial de esta especie. El porcentaje de germinación reducido en la semilla de chile piquín, se atribuye a latencia física o fisiológica, ocasionada por la impermeabilidad de su testa o cubierta, inmadurez de la semilla o reposo del embrión (Besnier, 1989; Ramírez-Meraz, 2001; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2003). Para resolver este problema se reportan diferentes técnicas, entre ellas, escarificación química y física, acondicionamiento o tratamiento de la semilla previo a la siembra con ácido giberélico, nitrato de potasio, peróxido de hidrogeno (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2003; De la Rosa *et al.*, 2012; Cano-Vázquez *et al.*, 2015).

Sin embargo, los resultados son muy variables y persisten las tasas de germinación bajas. Por otro lado, estudios previos muestran que la edad de la semilla afecta significativamente su germinación, además no existe evidencia que las semillas de los chiles silvestres sean beneficiadas y almacenadas adecuadamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación de la semilla y la producción de plántula, en función del tiempo transcurrido de la extracción a la siembra, el beneficio a la semilla y el acondicionamiento de la semilla con ácido giberélico previo a la siembra.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en los Laboratorios de Ensayos y Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila,

México, durante el periodo de 2006 a 2011. El material vegetal consistió de semillas de diferentes edades, 0, 2, 4 y 12 meses, obtenidas de frutos rojos frescos de colectas de la región de Linares, Nuevo León, México.

Extracción y beneficio de la semilla

La semilla se extrajo macerando los frutos con las manos y guantes de latex, el macerado se colocó en agua potable y se dejaron sedimentar las semillas, después se secaron a temperatura ambiente. La mitad de la semilla se acondicionó y la otra mitad solamente se extrajo, se secó por exposición al sol y almacenó de forma convencional en una bolsa de polietileno con cierre marca Ziploc y a la temperatura ambiente del laboratorio de semillas del CDDTS. El acondicionamiento consistió en secar la semilla con aire forzado, hasta alcanzar una humedad de 9%, para ello se utilizó un soplador marca South Dakota, se homogenizó por peso y tamaño y se almacenó en bolsas de aluminio plastificado marca Uline de 10×20 cm, sellado herméticamente y a una temperatura de 15°C (Aguirre y Peske, 1998; Reveles-Hernández *et al.*, 2013).

Pruebas de germinación

Se evaluaron cuatro edades de la semilla, 0, 2, 4 y 12 meses después de extraída, semillas beneficiadas, no beneficiadas, preacondicionadas con ácido giberélico a 5 000 mg L⁻¹ y semillas sin preacondicionamiento (secas) cada tratamiento con tres repeticiones y cada repetición con 50 semillas. El diseño experimental fue factorial A×B×C, donde: A= edad, B= beneficio y C= acondicionamiento (Zar, 1996). Las semillas se germinaron en cajas petri sobre papel filtro whatman núm. 1 en una cámara marca Lab-line a 25 ±1°C, con 8 h de luz y 16 horas de oscuridad. Se registraron las semillas germinadas, semillas sin germinar y plantas anormales (AOSA, 1993).

Prueba de imbibición de la semilla

Esta prueba se realizó de manera adicional para determinar si la semilla era impermeable al agua. Se pesaron 50 semillas de cada edad con cuatro repeticiones en una balanza de precisión marca Ohaus, modelo Adventurer Pro, después se colocaron en un tubo de ensayo de 13 ×100 mm, se agregaron 10 cc de agua destilada con una micropipeta marca Eppendorf y por diferencia del volumen, se cuantificó el agua absorbida, se eliminó el agua sobrante y se pesó nuevamente la semilla hidratada, para determinar el aumento de peso por la absorción del agua. Esta prueba se realizó a las 12, 24, 36, 48 y 60 h.

Prueba de viabilidad con Tetrazolio

Para determinar la viabilidad de la semilla, se realizó la prueba de 2, 3, 5-Triphenyl, cloruro de Tetrazolio (TZ), marca Sigma-Aldrich (ISTA, 2004). Se inició con un osmoacondicionamiento de la semilla, que consiste en colocar las semillas en agua destilada por 16 horas. Una vez hidratada la semilla, se realizaron cortes longitudinales con un bisturí, para exponer los cotiledones. Se colocaron los cortes en un tubo de ensayo de 13 × 100 mm, agregando la solución de 2, 3, 5 Trifenil cloruro de Tetrazolio al 0.1% hasta cubrir la semilla, después se envolvieron los tubos de ensayo con papel aluminio para evitar la luz y se colocaron en una cámara de incubación marca Lab-Line a 30-35 °C por 90 min. Posteriormente, en un estereoscopio marca Carl Zeiss, se observó la tinción de la semilla.

Producción de plántula

En esta prueba se evaluaron tres diferentes edades de la semilla, 2, 4 y 12 meses (se eliminaron las semillas recién cosechadas, porque no hubo germinación en esa prueba), semillas beneficiadas y no beneficiadas, semillas preacondicionadas con ácido giberélico a $5\ 000\ \text{mgL}^{-1}$ y semillas sin preacondicionamiento (semillas secas); cada tratamiento con tres repeticiones y cada repetición con 50 semillas. El diseño experimental fue factorial $A \times B \times C$ donde, A= edad, B= beneficio y C= acondicionamiento (Zar, 1996). Las semillas se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades y como sustrato se utilizó turba peat moss marca Sunshine. A los 48 días después de la siembra, se evaluó porcentaje de plántulas aptas para trasplante, altura y diámetro de las plántulas y número de hojas verdaderas.

Resultados y discusión

Pruebas de germinación

Los resultados muestran que la edad y el beneficio, son los factores que más efecto tienen en la germinación, el acondicionamiento con ácido giberélico a $5\ 000\ \text{mgL}^{-1}$, también fue significativo, pero en menor grado. Los porcentajes de germinación mayores de chile piquín o silvestre, se obtuvieron con las semillas de 2 y 4 meses de edad, que fueron beneficiadas y acondicionadas antes de la siembra con ácido giberélico (Cuadro 1). La semilla de chile piquín o silvestre que se utiliza actualmente para investigaciones, producción de traspatio o a pequeña escala, proviene de colectas que se realizan directamente en campo, frutos rezagados de vendedores o frutos secos que conservan aficionados a este cultivo o que se adquieren en tiendas.

La forma de almacenamiento también es muy variada y va desde la conservación en frutos secos o la extracción y conservación en recipientes, entre los más comunes, bolsas de polietileno, papel y frascos de vidrio. El manejo a la semilla, desde la producción o colecta, forma de extracción, selección, acondicionamiento, secado y el almacenaje, en su conjunto se denomina beneficio (Aguirre y Peske, 1988). Este beneficio tiene un impacto alto sobre la germinación y viabilidad de la semilla y no se encontró evidencia que se realice en semillas de chile piquín. Esta puede ser una causa de la tasa de germinación baja y variable que se reporta desde 5 a 80% (Ramírez-Meraz, 2001; Rodríguez *et al.*, 2003; Cano-Vázquez *et al.*, 2015).

Entre otras posibles causas, se citan desde mitos como el hecho que la semilla de los chiles silvestres, requieren pasar por el sistema digestivo de las aves para germinar (Ariza-Lizarde *et al.*, 2011). Las investigaciones para determinar las causas de la latencia, han partido básicamente de dos hipótesis; una es que la semilla presenta latencia fisiológica, para ello se han realizado pruebas de germinación con peróxido de hidrógeno (Flores *et al.*, 2008), nitrato de potasio y ácido giberélico (García-Federico *et al.*, 2010; Araiza-Lizarde *et al.*, 2011), otra hipótesis es que la semilla presenta latencia física, atribuido a la impermeabilidad de la testa o cubierta seminal y a la baja permeabilidad del endospermo (Bañuelos *et al.*, 2008; Araiza *et al.*, 2011), para ello se reportan estudios de escarificación, estratificación e hidratación previa de la semilla. Por lo anterior, de forma complementaria, este estudio incluyó una prueba de acondicionamiento con ácido giberélico y otra de imbibición que se citan como las pruebas más comunes para comprobar si existe latencia física o fisiológica.

Cuadro 1. Efecto de la edad, beneficio, ácido giberélico e interacciones sobre la germinación de chile piquín.

Tratamientos	Media	Error estándar
Edad 0 meses	0.5 c	0.35
Edad 2 meses	74.5 ab	5.22
Edad 4 meses	90.66 a	2.26
Edad 12 meses	42.5 bc	12.45
Con beneficio	37.25 b	7.99
Sin beneficio	66.83 b	8.06
Sin acondicionamiento con ácido giberélico 5 000 mg L ⁻¹	49.91 b	8.48
Con acondicionamiento con ácido giberélico 5 000 mg L ⁻¹	54.16 b	8.69
Edad 0 * sin beneficio	0.33 c	0.33
Edad 0 * con beneficio	0.66 c	0.66
Edad 2 * sin beneficio	61 b	6.08
Edad 2 * con beneficio	88 ab	3.18
Edad 4 * sin beneficio	86.33 ab	3.63
Edad 4 * con beneficio	95 a	1.34
Edad 12 * sin beneficio	1.33 c	0.98
Edad 12 * con beneficio	83.66 ab	1.81
Edad 0 * sin acondicionamiento	0 c	0
Edad 0 * con acondicionamiento	1 c	0.68
Edad 2 * sin acondicionamiento	67.33 b	8.02
Edad 2 * con acondicionamiento	81.66 ab	5.91
Edad 4 * sin acondicionamiento	89.66 ab	2.8
Edad 4 * con acondicionamiento	91.66 a	3.77
Edad 12 * sin acondicionamiento	42.66 bc	19.12
Edad 12 * con acondicionamiento	42.33 bc	17.78
Sin beneficio * sin acondicionamiento	34.33 bc	11.14
Sin beneficio * con acondicionamiento	40.16 bc	11.9
Con beneficio * sin acondicionamiento	65.5 b	11.51
Con beneficio * con acondicionamiento	68.16 b	11.78
Edad 0 * sin beneficio * sin acondicionamiento	0 c	0
Edad 0 * sin beneficio * con acondicionamiento	0.66 c	0.66
Edad 0 * con beneficio * sin acondicionamiento	0 c	0
Edad 0 * con beneficio * con acondicionamiento	1.33 c	1.33
Edad 2 * sin beneficio * sin acondicionamiento	50.66 b	4.37
Edad 2 * sin beneficio * con acondicionamiento	71.33 ab	7.68
Edad 2 * con beneficio * sin acondicionamiento	84 ab	5.03
Edad 2 * con beneficio * con acondicionamiento	92 a	3.05
Edad 4 * sin beneficio * sin acondicionamiento	86.66 ab	5.45
Edad 4 * sin beneficio * con acondicionamiento	86 ab	6
Edad 4 * con beneficio * sin acondicionamiento	92.66 a	0.66
Edad 4 * con beneficio * con acondicionamiento	97.33 a	1.76
Edad 12 * sin beneficio * sin acondicionamiento	0 c	0
Edad 12 * sin beneficio * con acondicionamiento	2.66 c	1.76
Edad 12 * con beneficio * sin acondicionamiento	85.33 ab	2.9
Edad 12 * con beneficio * con acondicionamiento	82 ab	2.3

Medias con distintas letras son diferentes estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Prueba de imbibición

Los resultados muestran que la semilla de chile piquín absorbió un volumen de agua mayor durante las primeras 12 horas, en tanto que en las 48 h subsecuentes la absorción fue mínima. Lo anterior muestra que la semilla no es impermeable al agua. La impermeabilidad de la testa o cubierta seminal se reporta como la causa más probable de la latencia física de la semilla de chile piquín (Ramírez-Meraz, 2001; Rodríguez-Del Bosque *et al.*, 2004). Sin embargo, las pruebas de imbibición muestran que la semilla se hidrata durante las primeras 12 horas de exposición al agua (Figura 1), y por lo tanto la latencia no está asociada a la impermeabilidad de testa o cubierta de la semilla (García-Federico *et al.*, 2010; Prado-Urbina *et al.*, 2015).

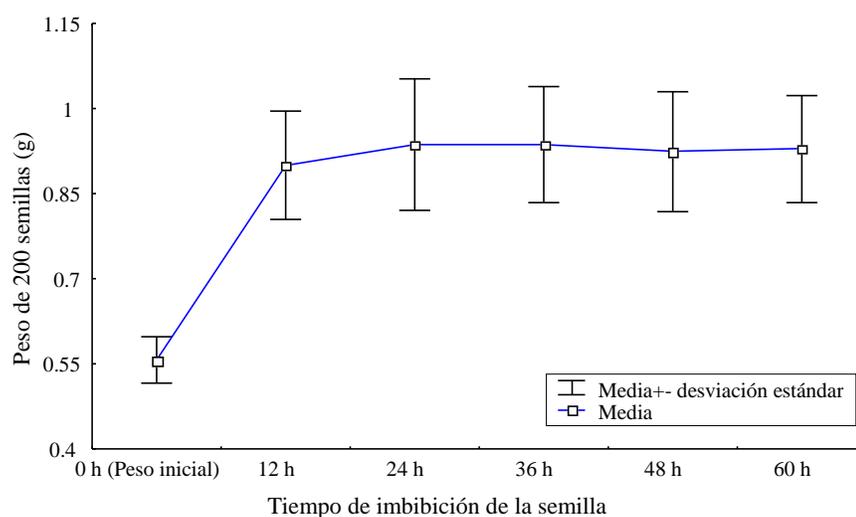


Figura 1. Absorción de agua por la semilla de chile piquín a diferentes tiempos de imbibición.

Esta información es importante, porque en la práctica, realizar un osmoacondicionamiento previo a la siembra, comúnmente conocido como remojo de semilla, dificulta esta actividad. Si la siembra es manual, la semilla se adhiere a las manos y si es mecánica, las sembradoras están diseñadas para sembrar semillas secas, que es la forma de sembrar semillas de chiles comerciales, como chiles serranos, jalapeños, morrones, habaneros etc.

Prueba de tinción con Tetrazolio

La prueba de tinción con tetrazolio (2, 3, 5 cloruro de trifenil tetrazolio) es una técnica utilizada para determinar si las semillas tienen actividad fisiológica. Se basa en la reducción del tetrazolio por el hidrogeno que es liberado por la actividad de las enzimas hidrogenasas, que se activan como resultado de la respiración, una vez que las semillas han iniciado su proceso de germinación. Como resultado de la reducción del tetrazolio, que es incoloro, se forma un color rojo, que es indicativo que la semilla ha iniciado su germinación (ISTA, 2007; SNICS, 2017). La coloración roja puede aparecer en cualquier parte de la semilla que tenga actividad respiratoria, por lo que es necesario que se identifique si esta coloración roja está presente en el embrión, porque de esta forma se puede tener más certeza que la semilla es capaz de germinar.

Los resultados de esta prueba, se presentan con fotografías, donde, de forma gráfica se muestra que las semillas extraídas de frutos rojos frescos (Figura 2a) no presentan tinción en el embrión, solo en el endospermo de la semilla, que indica que hay actividad respiratoria, no necesariamente como parte del proceso de germinación, sino más bien como actividad del proceso del almacenamiento de reservas. En las Figuras 2b y 2c que corresponde a las semillas de 2 y 4 meses de edad, se observa el color rojo en el embrión, lo cual indica actividad respiratoria en este tejido, al correlacionar estos resultados con las pruebas de germinación, se concluye que la actividad respiratoria es resultado del proceso de germinación de la semilla. Finalmente, al observar la Figura 2d, que corresponde a las semillas de 12 meses de edad sin beneficio, no se observa tinción, lo cual indica que no existe actividad respiratoria en ningún tejido; es decir, semillas muertas.

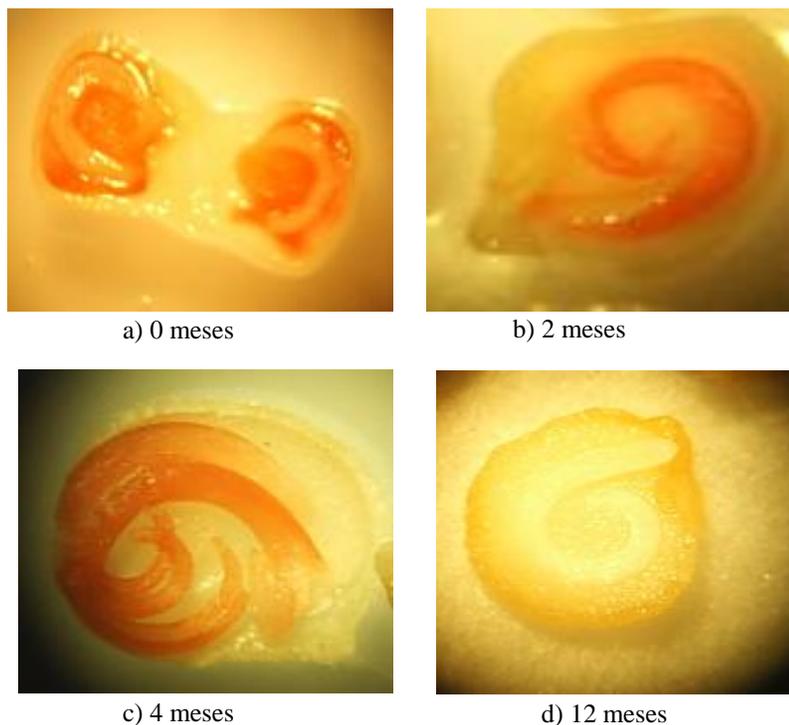


Figura 2. Tinción de la semilla por tetrazolio

Las semillas de 12 meses y que fueron beneficiadas, presentaron una tinción similar a las semillas de 4 meses de edad, por lo que el beneficio y almacenamiento adecuado de la semilla reduce el deterioro conservando la semilla por más de un año, como ocurre con semillas de chiles comerciales.

Producción de plántula

En esta prueba, el análisis de varianza mostró que el porcentaje de plántulas es afectado por la edad, el beneficio y el acondicionamiento a la semilla con ácido giberélico, pero una vez emergida las plántulas no se observó efecto sobre su crecimiento y desarrollo y estos resultados coinciden con los obtenidos en la prueba de germinación.

Asimismo, estos resultados muestran que es posible obtener hasta 96% de plántulas aptas para trasplante si la semilla se beneficia, posteriormente se almacena adecuadamente por 4 meses y antes de sembrar se acondiciona con una solución de 5 000 mgL⁻¹ de ácido giberélico antes de la siembra (Cuadro 2 y Figura 3). También se observó que, si la semilla se beneficia y almacena adecuadamente, puede mantener su viabilidad hasta más de 1 año.

Cuadro 2. Efecto de la edad, beneficio, ácido giberélico e interacciones sobre la producción de plántula de chile piquín.

Tratamientos	Media	Error
Edad 2 meses	65.33 b	6.63
Edad 4 meses	71.33 ab	6.84
Edad 12 meses	45.66 b	13.51
Con beneficio	31.88 b	5.62
Sin beneficio	89.66 b	1.62
Sin acondicionamiento con ácido giberélico 5 000 mgL ⁻¹	58.66 b	7.96
Con acondicionamiento con ácido giberélico 5 000 mgL ⁻¹	62.88 b	8.27
Edad 2 * sin beneficio	44.33 b	2.84
Edad 2 * con beneficio	86.33 ab	2.98
Edad 4 * sin beneficio	50.33 b	4.88
Edad 4 * con beneficio	92.33 a	2.44
Edad 12 * sin beneficio	1 c	0.68
Edad 12 * con beneficio	90.33 a	2.89
Edad 2 * sin acondicionamiento	66 ab	10
Edad 2 * con acondicionamiento	64.66 b	9.65
Edad 4 * sin acondicionamiento	66.33 b	10.19
Edad 4 * con acondicionamiento	76.33 b	9.61
Edad 12 * sin acondicionamiento	43.66 bc	19.37
Edad 12 * con acondicionamiento	47.66 bc	20.73
Sin beneficio * sin acondicionamiento	29.77 b	7.46
Sin beneficio * con acondicionamiento	34 b	8.8
Con beneficio * sin acondicionamiento	87.55 ab	2.25
Con beneficio * con acondicionamiento	91.77 a	2.24
Edad 2 * sin beneficio * sin acondicionamiento	44.66 b	4.8
Edad 2 * sin beneficio * con acondicionamiento	44 b	4.16
Edad 2 * con beneficio * sin acondicionamiento	87.33 ab	4.66
Edad 2 * con beneficio * con acondicionamiento	85.33 ab	4.66
Edad 4 * sin beneficio * sin acondicionamiento	44 b	3.05
Edad 4 * sin beneficio * con acondicionamiento	56.66 b	8.35
Edad 4 * con beneficio * sin acondicionamiento	88.66 b	3.33
Edad 4 * con beneficio * con acondicionamiento	96 a	2.3
Edad 12 * sin beneficio * sin acondicionamiento	0.66 c	0.66
Edad 12 * sin beneficio * con acondicionamiento	1.33 c	1.33
Edad 12 * con beneficio * sin acondicionamiento	86.66 ab	5.2
Edad 12 * con beneficio * con acondicionamiento	94 a	1.15

Medias con distintas letras son diferentes estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).



Figura 2. Plántula de chile piquín con semillas de 4 meses de edad, beneficiadas y acondicionadas con 5 000 mg L⁻¹ de ácido giberélico.

La respuesta de la semilla del chile piquín al beneficio y acondicionamiento, es muy similar al de otros tipos de chile comerciales, dado que las semillas de chiles comerciales conllevan un periodo de reposo después de extraídas por la dinámica propia de su preparación para la venta. Por citar un ejemplo, las semillas de chiles anchos de polinización libre o variedades, en la región norte de Guanajuato, Zacatecas, Aguascalientes, se extraen durante los meses de septiembre a octubre, para posteriormente sembrarse en los meses de noviembre a enero. Lo que implica que las semillas están en reposo al menos 2 meses antes de la siembra. En el caso de los híbridos, la cosecha, el beneficio, empacado y distribución para la venta, se estima que dura más de dos meses.

Conclusiones

Las semillas extraídas de frutos rojos frescos de chile piquín, requieren de dos meses de reposo para germinar y la tinción con tetrazolio mostró que las semillas de menos de dos meses y más de un año sin acondicionamiento no tienen actividad respiratoria en el embrión. El beneficio a la semilla mantiene su viabilidad por más de un año y el acondicionamiento previo a la siembra con ácido giberélico aumenta la germinación y la producción de plántula.

Adicionalmente la semilla de chile piquín no presenta impermeabilidad al agua en la testa o cubierta seminal. Finalmente, el porcentaje de germinación mayor y producción de plántulas se obtiene con semillas beneficiadas, con 4 meses de reposo o edad y tratadas o acondicionadas con una solución de 5 000 mgL⁻¹ de ácido giberélico, 12 h antes de la siembra.

Literatura citada

Aguirre, R. y Peske, S. T. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

- Araiza, L. N.; Araiza, L. E. y Martínez, M. J. G 2011. Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de chiltepín (*Capsicum annuum* Lvar. *glabriusculum*) en invernadero. Rev. Colomb. Biotecnol. 13(2):170-175.
- Association of Official Seed Analysis (AOSA) 1993. Rules for testing seeds. Journal of Seed Technology. 16(3):
- Bañuelos, N.; Salido, P. L. y Gardea, A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. Estudios Sociales Hermosillo, Son. 16:177-205.
- Besnier, R F. 1989. Semillas biología y tecnología. Editorial Mundi-Prensa. España. 164-167 pp.
- Bran, R. A. A.; Moya, C.; Ponce, P.; Álvarez, M. y Varela, M. 2007. Diagnóstico participativo de las condiciones socioculturales asociadas a la conservación de los chiles silvestres (*Capsicum* spp.), en la depresión central de Chiapas, México. Cultivos Tropicales. 28(1):69-73.
- De la Rosa, M.; Arce, L.; Villarreal, J. A.; Ibarra, L. y Lozano, J. 2012. Germinación de semillas de chile simojovel (*Capsicum annuum* L.) previamente expuestas a NaCl y ácido giberélico. Pyton. 81:165-168.
- Cano, V. A; López, P. M. C.; Zavaleta, M. H. A.; Cruz, H. N.; Ramírez R. I.; Gardea, B. A. y González, H. V. A. 2015. Variación en grados de latencia en semillas entre colectas de chile piquín (*Capsicum Annuum* Var. *Glabriusculum*). Bot. Sci. 93(1):175-184.
- Ellis, R. H. Hong, T. D. and Roberts, E. H. 1998. Handbook of seed technology for genebanks. Compendium of specific germination information and test recommendations. Department of agriculture and horticulture, University of Reading, UK. Vol. II. 591 p.
- García, F. A.; Montes, H. S.; Rangel, L. J. A; García, M. E. y Mendoza, E. M. 2010. Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotermia. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1:203-216.
- ISTA. 1993. International rules for seeds testing. Rules 1993. Seed Sci. Technol. 21:27-28.
- ISTA. 2007. International Seeds Testing Association. Chapter 6: Tetrazolium test. In: International Rules for Seed testing. Seed Science and Technology. 6-10 pp.
- Flores, G. A.; Álvarez, M. J. G.; Rodríguez de la O. J. L. y Corona, A. A. 2008. Germinación *in vitro* de semillas de *Nolina parviflora* (H.B.K.) Hemsl. Foresta Veracruzana 10:27-33.
- Latournerie, M. L.; Chávez, J. L.; Pérez, G. M.; Castañón, S. A.; Rodríguez, L.; Arias, M. y Ramírez, P. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. Fitotec. Mex. 25:25-33.
- Medina, T.; Rodríguez del Bosque, L. A.; Villalón, H.; Pozo, O.; Ramírez, M.; López, R.; Lara M., Gaona, G.; Cardona, A. y Mora, A. 2002. El Chile piquín. (*Capsicum annuum* L. var. *Aviculare*) en el Noreste de México. Aspectos ecológicos y socioeconómicos. Biotam. 13:1-14.
- Prado, U. G; Lagunes, E. L del C.; García, L. E.; Bautista, M. C.; Camacho, C. W.; Mirafuentes, G. y Aguilar, R. V. H. 2015. Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2(5):139-149.
- Pedraza R. L. C y Gómez, G. A. A. 2008. Análisis exploratorio del mercado y la comercialización de chile piquín (*C. annuum* var. *aviculare* Dierb.) en México. Tecsisatcl, 1(5).
- Pozo, C. O. M y Ramírez, M. 2003. Diversidad e importancia de los chiles silvestres. In: memorias del 1^{er} Simposio regional sobre chile piquín. INIFAP campo experimental Río Bravo Tamaulipas, México. 17-19.
- Ramírez, M. M. 2001. Inducción de la germinación en semilla de chile piquín. 13^o Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. 31 p.

- Reveles, H. M.; Velásquez, V. R.; Reveles, T. L. R. y Mena, C. J. 2013. Selección conservación de semilla de chile: primer paso para una buena cosecha. INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Folleto técnico núm. 51.
- Rodríguez, Del B. L. A.; Ramírez, M. M y Pozo, C. O. 2004. Tecnologías de producción de chile piquín en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, México. Folleto técnico Núm. 29. 33 p.
- Rodríguez, Del B. L. A.; Ramírez, M. M y Pozo, C. O. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *In*: memoria del 1^{er}. Simposio regional sobre chile piquín: Avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo Tamaulipas. Publicación especial Núm. 26. México. 1-16 p.
- SNICS. 2017. Servicio Nacional de Inspección y certificación de Semillas. Certificación de semillas. <http://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/tramites-y-servicios-snics>.
- Watkins, T. J. and Cantliffe, D. J. 1983. Mechanical resistance of the seed coat and endosperm during germination of *Capsicum annuum* at low temperature. *Plant Physiol.* 72:146-150.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Third (Ed.). Prentice-Hall Inc. New Jersey, USA.