

Preacondicionamiento en la germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) de Tamaulipas, México

Preconditioning in the germination of four collections of piquin pepper (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) from Tamaulipas, Mexico

Epifanio Mireles-Rodríguez^{1*}, Norma Leticia Moctezuma-Balderas², Sergio Castro-Nava², Rolando Salazar-Hernández¹, Hermilo Lucio-Castillo¹, Clarisa Pérez-Jasso¹

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el porcentaje de germinación y la aptitud agronómica de plántula en cuatro colectas silvestres de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare* [Solanaceae]). Se analizaron las colectas de Ocampo, El Chamal, Jaumave y Tula, Tamaulipas; se realizó una caracterización preliminar de las semillas considerando el peso de la semilla, número de frutos por semilla y peso individual de la semilla. Los resultados indican que los biotipos de Ocampo y El Chamal obtuvieron el mayor número de semillas por fruto en el análisis de caracterización de fruto. Por otro lado, el genotipo de Ocampo germinó a los 17 días después de la siembra; esto se generó con seis minutos de exposición con agua a 50 °C y con 5,000 ppm de AG3. El tratamiento con 5,000 ppm de AG3 promovió mayor germinación e incrementó el crecimiento inicial y final de las plantas en el semillero. Los biotipos de Ocampo y Jaumave tuvieron el mayor desempeño en la germinación y aptitud agronómica de las plántulas.

PALABRAS CLAVE

chile silvestre, germinación, plántulas, recursos fitogenéticos

ABSTRACT

The objective was to evaluate the percentage of germination and agronomic suitability of four wild chili (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare* [Solanaceae]) collections from Ocampo, El Chamal, Jaumave and Tula, Tamaulipas. A preliminary characterization of the seeds considering the seed weight, number of fruits per single seed and seed weight was carried out. The results indicate that biotypes Chamal and Ocampo obtained the largest number of seeds per fruit in the fruit characterization. On the other hand, the collection from Ocampo germinated at 17 days after planting, after six minutes of exposure with water to 50 °C and 5,000 ppm AG3. The seed treatment with 5,000 ppm promoted greater germination, which significantly increased the initial and final growth of plants in the nursery. The collections from Jaumave and Ocampo had the highest performance and agronomic suitability germination of seedlings.

KEYWORDS

wild pepper, germination, seedlings, plant genetics resources

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Tamaulipas, México.

² Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos. Tamaulipas, México.

*Autor para correspondencia. Centro, Blvd. Enrique Cárdenas González 1201 Pte. 89840 El Mante, Tamaulipas.

Correo electrónico: epimireles@uat.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El chile piquín silvestre (*Capsicum annuum* L.) (Solanaceae) es considerado el ancestro original de los chiles que se comercializan en la actualidad como híbridos y variedades. Su importancia radica en las bondades organolépticas que posee, principalmente su pungencia, sabor, olor y el que su consumo no irrite el tracto digestivo. Esta especie se distribuye de manera silvestre en el noreste de México, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, pero es adaptable a Veracruz, Tabasco, Campeche, San Luis Potosí, Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Colima, Sinaloa, Sonora, Coahuila e Hidalgo (Medina *et al.*, 2005). El fruto, que se comercializa en estado fresco, seco y encurtido, proviene de recolecciones que se realizan en zonas montañosas de forma estacional, después del periodo de lluvias. No existen siembras comerciales porque se carece de tecnologías de producción adecuadas, principalmente por la baja germinación provocada por la latencia de la semilla (Rodríguez, 2004).

El chile piquín es altamente preferido por el consumidor, por lo cual resulta favorable para la economía del país. Su precio en el mercado es atractivo comparado con el de los chiles serrano y jalapeño, que llega a superar hasta en 40 veces su precio en el mercado nacional y hasta en 100% el valor que alcanzan éstos en los mercados especializados en productos orgánicos. Dada la naturaleza predominantemente silvestre de esta especie, su fruto se obtiene de la recolección en poblaciones silvestres y no de plantaciones comerciales, lo que podría amenazar su diversidad genética. Se han realizado algunos esfuerzos aislados por promover la siembra de esta especie para obtener mejores rendimientos y calidad de fruto, pero la baja tasa de germinación de las semillas ha dificultado su domesticación (Hernández-Verdugo *et al.*, 2010; Medina-Martínez *et al.*, 2002; Medina-Martínez *et al.*, 2010).

Entre las limitantes que afectan su producción intensiva se encuentra la latencia de la semilla, influenciada por factores como morfología, color y tamaño del fruto, así como temperatura, altitud, latitud, tipo de suelo, entre otros (Wall *et al.*, 2002), por lo que al chile piquín se le considera una especie de difícil propagación. Estudios indican que la germinación de la semilla sin preacondicionamiento no rebasa 10% y que el tratamiento para lograr 50% de germinación es el tratamiento con 5,000 ppm de ácido giberélico (INIFAP, 2011).

Rodríguez-Del Bosque (2003) menciona que una

de las principales limitantes para la explotación comercial del chile piquín es la latencia que presenta la semilla, la cual ocasiona una baja germinación, que en condiciones naturales es inferior a 5%. Ramírez-Meraz (2001) logró incrementar la germinación en 80% en pruebas con ácido giberélico a 5,000 ppm. Lo anterior se debe a que la cera epicuticular y una capa externa dura que contiene la semilla evitan la absorción de agua (Besnier, 1989; Rodríguez-Del Bosque, 2003). Esto favorece la supervivencia de la especie en su hábitat natural ya que, aunque exista humedad, no todas las semillas germinan a la vez; sin embargo, es una limitante para el establecimiento en explotaciones comerciales (Almanza, 1993; Ramírez-Meraz, 2001; Rodríguez-Del Bosque, 2003). Las semillas recién cosechadas de algunas variantes de *C. annuum*, *C. chacoense* Hunz., *C. chinense* Jacq., *C. baccatum* L. y *C. pubescens* Ruiz & Pav. pueden mostrar latencia y se requieren alrededor de seis semanas después de cosechadas para remover dicha latencia, entre ellas la variedad *mínimum* (Randle y Honma, 1980).

Se han reportado bajas tasas de germinación en semillas de chile piquín, lo que se ha atribuido a la impermeabilidad y dureza de la cubierta seminal, a la baja permeabilidad del endospermo y a una latencia profunda del embrión (Bañuelos *et al.*, 2008; Araiza *et al.*, 2011), aun en condiciones que favorecen la germinación de semillas ortodoxas. Existen diferentes métodos y técnicas para romper la latencia de semillas de *Capsicum* sp., entre ellas: prelavado por 5 h a 21 °C y presecado a 22 °C, 32 °C, y 37° (Watkins y Cantliffe, 1983), luz incandescente e infrarroja, nitrato de potasio a 0.2%, ácido indolacético a 1,000 ppm, ácido giberélico GA3 de 10-100 ppm, Kinetin de 10-100 ppm y remoción de las estructuras de la cubierta (Watkins y Cantliffe, 1983).

Para mejorar la germinación, en otras especies y géneros se han utilizado tratamientos químicos debido a las ventajas que ofrecen: facilidad y costos relativamente bajos de aplicación, inclusive en lotes grandes de semilla (Shim *et al.*, 2008). Los tratamientos químicos de acondicionamiento metabólico más utilizados en semillas de especies hortícolas se hacen con los compuestos: peróxido de hidrógeno (H₂O₂; Flores *et al.*, 2008), nitrato de potasio (KNO₃; Jarma *et al.*, 2007; Marín *et al.*, 2007; Andrade-Rodríguez, 2008) y ácido giberélico (AG₃; Magnitskiy y Ligarreto, 2007; García *et al.*, 2010; Araiza *et al.*, 2011). Ramírez (2008), mediante inmersión de semillas en una solución acuosa de AG₃ a 5,000 ppm por 24 h, logró incrementar de 8 a 82% la germinación en dos poblaciones silvestres de chile piquín provenientes del centro de Tamaulipas.

Los mecanismos de acción de cada tratamiento de acondicionamiento de semillas no se conocen en detalle; sin embargo, se han postulado algunas teorías. Ogawa e Iwabuchi (2001), por ejemplo, propusieron que la degradación del H_2O_2 activa mecanismos de recolección de moléculas de oxígeno que pueden ser utilizadas para la respiración mitocondrial. Por su parte, Shim *et al.* (2008) sugirieron que el KNO_3 promueve la reparación metabólica de tejidos y el aumento de respiración, con lo cual se mejora la tasa de crecimiento y la germinación. Según Chen y Bradford (2000), el AG_3 es una fitohormona que activa proteínas que degradan el endospermo de la semilla, lo que permite la movilización de reservas del endospermo al embrión. De acuerdo con Richards *et al.* (2001), el AG_3 actúa directamente sobre genes que limitan la germinación.

Los tratamientos de acondicionamiento metabólico no son universales, por lo que pueden funcionar para algunas especies de un género, pero no necesariamente para todas. Por tal motivo, esta investigación comparó diversas colectas de chile piquín en cuanto a capacidad germinativa de las semillas, con el fin de determinar si la escasa germinación de las semillas de chile piquín se debe a una restricción morfológica que limite la absorción de agua durante la imbibición (latencia física) o si se debe a algún tipo de latencia fisiológica que pueda ser rota mediante tratamientos de pre-acondicionamiento.

Ramírez-Meraz (2008) recomienda el uso de AG_3 a 5,000 ppm para inducir la germinación uniforme de la semilla de chile piquín con el siguiente procedimiento: se realiza la inmersión de la semilla en esta solución durante 24 h a una temperatura de 25 a 30 °C; la semilla se extrae de la solución, se enjuaga con agua y se pone a secar para facilitar su siembra. El tratamiento a la semilla debe realizarse de preferencia 72 horas antes de la siembra.

Las giberelinas tienen un sinnúmero de efectos sobre el desarrollo vegetal, como estimular el rápido crecimiento de tallos, inducir divisiones mitóticas en las hojas de algunas especies e incrementar la tasa de germinación de la semilla. Otro método recientemente utilizado como promotor de la germinación es la inmersión de la semilla en agua caliente (hidrotermia). Ésta se utiliza comúnmente como técnica fitosanitaria y ha favorecido una mayor germinación combinada con AG_3 a un bajo costo, pero con resultados inconsistentes (Carter y Vavrina, 2000). Por lo anterior, en la presente investigación se planteó el siguiente objetivo: evaluar la germinación y la aptitud agronómica de cuatro colectas de chile

piquín, mediante el uso combinado de agua caliente y tratamiento con ácido giberélico en condiciones de laboratorio e invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en los invernaderos de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro en el Municipio de El Mante, Tamaulipas, ubicada en los paralelos 22° 44' de latitud norte y 98° 58' de longitud oeste, a una altura de 80 m. El municipio tiene un relieve en su mayoría uniforme, cuyo uso de suelo es principalmente agrícola y ganadero. Las diferentes unidades de suelo son litosol con redzina de textura fina, vertisol pélico de textura pesada y textura fina.

COLECTAS DE CHILE PIQUÍN

Como material, se utilizaron frutos secos de chile piquín obtenidos de recolecciones provenientes de San Carlos, Jaumave, Ocampo y El Chamal, Tamaulipas. Las semillas se obtuvieron de colectas manuales hechas en octubre de 2013 en zonas serranas con matorral bajo espinoso y submontañoso. Se cosecharon frutos maduros en el árbol a punto de desprenderse de la planta madre. A continuación, se describen las características climáticas de cada una de las localidades donde se realizaron las colectas (todas pertenecientes al estado de Tamaulipas).

San Carlos. El sitio de colecta fue la cabecera Municipal, la cual se encuentra a 24°34'54.89" N, 98°56'35.02" O y a una altitud de 432 metros sobre el nivel del mar.

Jaumave. La colecta se realizó en el ejido San Antonio, el cual se localiza a 23°35'2.05" N, 99°20'43.43" O. El clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

Ocampo. Está situado al suroeste del estado de Tamaulipas, localizado en 22°50'39.93" N, 99°20'9.02" O, a una altura de 340 m sobre el nivel del mar; colinda al norte con Jaumave.

Chamal. Esta localidad se encuentra a 22°50'28.40" N, 99°11'30.71" O, a una altura de 144; colinda al norte con Jaumave y al sur con El Mante.

TRATAMIENTO DE LA SEMILLA Y CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS

Una vez cosechada y seleccionada la semilla del lugar de la colecta, ésta se trasladó a un laboratorio de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en El Mante, Tamaulipas, donde se conservó en refrigeración a 4 °C durante noviembre de 2013. La preparación de la semilla consistió en la selección de frutos de tamaño uniforme y de buen aspecto fitosanitario para posteriormente remover la pulpa con la ayuda de un tamiz metálico del número 2. Para evitar la proliferación de patógenos después de la selección de frutos y extracción de la semilla, ésta se separó por colectas y se hizo un lavado con agua corriente e hipoclorito de sodio a 10% con el fin de eliminar el mucílago. Para la selección de semillas viables a cada colecta se sumergió por 24 h en agua corriente para la selección de semillas viables y vanas. Una vez seleccionada, se realizaron diferentes tratamientos con agua caliente como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamiento de semilla de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) mediante agua caliente y diferentes tiempos de exposición.

TRATAMIENTOS	ORIGEN DE LAS COLECTAS	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (MIN)	TEMPERATURA (°C)
1	Ocampo	6	50
2	El Chamal	9	55
3	Jaumave	12	60
Testigo	San Carlos	0	0

Después de la inmersión de la semilla en agua caliente, se dejó secar por 24 h a temperatura ambiente. Una vez seca, se procedió a aplicar tratamientos de preacondicionamiento con AG₃ con el producto comercial Gibiotin® mediante las concentraciones que se muestran en el cuadro 2 (Flores *et al.*, 2008).

SIEMBRA DE LAS COLECTAS Y EVALUACIÓN EN CAMPO

Para la siembra se emplearon charolas de unícel de 200 cavidades y como sustrato se utilizó Peat moss (Promix GTX®) a base de turba, vermiculita y perlita. Este sustrato se desinfectó con carbendazim a dosis de 1.5 g por litro de agua. Se emplearon dos charolas para cada colecta, lo que dio un total de 400

Cuadro 2. Tratamientos con AG₃ en semillas de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*).

TRATAMIENTO	ORIGEN DE LAS COLECTAS	AG ₃ (ppm)	DOSIS DE PRODUCTO COMERCIAL (g)
1	Ocampo	5,000	0.73
2	El Chamal	9,000	1.30
3	Jaumave	13,000	1.90
Testigo	San Carlos	0	0

cavidades sembradas por colecta. En cada orificio de la charola se colocó una semilla previamente tratada a una profundidad aproximada de 0.5 cm. Posteriormente, se colocaron las charolas bajo sombra a una temperatura de 25 °C y un periodo de 10/14 h luz/oscuridad. El aporte de agua se realizó de manera manual cada 72 h durante las primeras semanas hasta la emergencia de la plántula.

VARIABLES RESPUESTA EVALUADAS

La siembra se realizó el 10 de enero de 2014 y, 15 días después de la siembra (dds), se procedió a evaluar la germinación a nivel semanal. Para ello se tomaron las siguientes variables respuesta.

Germinación y altura de plántulas

Esta variable se determinó cuando comenzó la emergencia de la plúmula de la semilla a partir del 24 de enero de 2014 contando el número de plántulas emergidas por colecta y transformando los datos en porcentaje. Después de la germinación, se registró altura de plántulas y área foliar, tomando un promedio de 30 plantas por charola. Para cuantificar estas variables se utilizó una regla graduada y se realizaron mediciones semanales de cada colecta desde la base de las plántulas hasta el ápice de las mismas.

Diseño experimental

El diseño experimental propuesto fue completamente al azar. Para cada colecta se consideró un total de 300 plántulas por tratamiento con cuatro repeticiones y, como unidad experimental, se consideraron 30 plantas emergidas.

Análisis de la información

Para el análisis de la información se utilizó el software Microsoft Excel 2007® para calcular las medias de tratamiento y desviación estándar. El análisis de varianza se realizó mediante el programa estadístico SAS (SAS Institute®) con base en el diseño experimental propuesto; además se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey a $\alpha=0.05$, cuando hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de frutos y semillas

El análisis de las colectas evaluadas mostró que no existió variabilidad entre el peso del fruto y el peso de la semilla al no existir diferencias significativas (cuadro 3). El número de semillas por fruto presentó variabilidad para la localidad de Jaumave con diferencias significativas, donde se obtuvieron 17 semillas. El resto de las localidades se mantuvo homogéneo con promedios de 12 semillas para San Carlos, 13 para El Chamal y 14 para Ocampo. Se infiere que esta diferencia pudo haberse debido a que en las localidades de Jaumave y San Carlos existe más presión de la especie ya que los períodos de recolección se incrementan por la cercanía a los lugares de mercadeo como Ciudad Victoria. Esto se suma a las condiciones climáticas áridas, con menos precipitación y más adversas.

Cuadro 3. Tratamiento de semilla de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) mediante agua caliente y diferentes tiempos de exposición.

ORIGEN DE LAS COLECTAS	PESO FRUTO (g)	SEMILLAS POR FRUTO	PESO DE LA SEMILLA (g)
Ocampo	0.052 ^a	14 ^b	0.029 ^a
El Chamal	0.063 ^a	13 ^b	0.032 ^a
Jaumave	0.066 ^a	17 ^a	0.029 ^a
San Carlos	0.053 ^a	12 ^b	0.030 ^a
CV	12.4	22.1	19.0

CV= coeficiente de variación.

* Valores con distinta literal por columna difieren estadísticamente entre sí a $\alpha=0.05$.

Germinación

Se observó una tendencia a un menor periodo de latencia de la semilla en la localidad de Ocampo, en donde ésta se rompió 17 dds. El día 25 dds germinó el

material proveniente de El Chamal con 4.63%, seguido del de Jaumave con apenas 0.69%. Por último, las semillas de la localidad de San Carlos germinaron al día 39 de la siembra. Este comportamiento coincidió con el porcentaje de germinación, el cual mostró una alta significancia estadística entre colectas; los mayores porcentajes se obtuvieron en Ocampo y El Chamal, seguidos de Jaumave y, por último, de San Carlos, con 75, 71, 20 y 66% respectivamente al día 54 del ensayo en campo (cuadro 4). En este sentido, se puede corroborar que el tratamiento de la semilla con AG₃ tuvo una influencia positiva al promover una mayor germinación en las colectas de Ocampo y El Chamal, que obtuvieron los máximos valores. Esta tendencia ha sido reportada por Hernández (2004), quien obtuvo germinaciones similares con tratamientos de 400 a 5,000 ppm de AG₃. Los resultados coinciden con la germinación obtenida por Ramírez-Meraz *et al.* (2003), quienes al emplear 5,000 ppm de AG lograron 66% de germinación; a su vez, Hernández-Verdugo *et al.* (2006) encontraron mayor efectividad con 250 y 500 ppm de AG₃, con promedios de 46 y 43% de germinación en dos años de estudio. En contraste, el aumento en la concentración de AG₃ disminuyó la germinación de Jaumave y San Carlos al obtener 22 y 0.69% al día 54 del estudio (cuadro 4).

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Wall *et al.* (2002), quienes indican que tratar semillas con AG₃ ayuda a aumentar la germinación y emergencia ya que su función es promover el crecimiento y la elongación celular. Es una potente fitohormona que controla el desarrollo de la planta y las aplicaciones a bajas concentraciones pueden generar efectos favorables (figura 1).

Crecimiento y aptitud agronómica de las colectas

Una vez concluido el proceso de germinación, se estableció como factor de aptitud agronómica al crecimiento de las plántulas en invernadero. En este sentido, los resultados indican que la colecta con una mayor aptitud agronómica coincide con el tratamiento hecho con AG₃ de 5,000 ppm al obtener una mayor tasa de crecimiento semanal al inicio y al término del estudio (1.71 cm y 5.01 cm, respectivamente). Al parecer, el incremento en la dosis de AG₃ provoca la disminución del crecimiento de las plántulas recién emergidas al haberse obtenido una menor aptitud agronómica en los materiales de El Chamal, Jaumave y San Carlos (cuadro 5).

Al analizar la aptitud agronómica de las colectas (figura 2), se observó que el tratamiento con AG₃ no sólo promovió una mayor germinación y

Cuadro 4. Emergencia de plántulas de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*).*

ORIGEN DE LAS COLECTAS	AG ₃ (ppm)	Días					
		17	25	32	39	46	54
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN							
Ocampo	5,000	14.29	53.57	69.05	72.62 ^a	72.62 ^a	75.00 ^a
El Chamal	9,000	0.00	4.63	62.04	67.59 ^b	72.22 ^b	72.22 ^b
Jaumave	13,000	0.00	0.69	1.39	4.17 ^c	15.28 ^c	22.22 ^c
San Carlos	0	0.00	0.00	0.00	0.35 ^d	0.69 ^d	0.69 ^d
CV	34.66	44.43	22.1	11.22	11.21	10.14	21.44

CV= coeficiente de variación

* Valores con distinta literal por columna difieren estadísticamente entre sí para cada tratamiento a una $\alpha \leq 0.05$.

Cuadro 5. Aptitud agronómica (crecimiento de plantas) de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*).

ORIGEN DE LAS COLECTAS	AG ₃ (ppm)	SEMANAS					
		1	2	3	4	5	6
LONGITUD DE PLÁNTULAS (cm)							
Ocampo	5,000	0.71	1.53	1.72	2.55	4.45	5.01
El Chamal	9,000	0	0.90	1.07	1.79	2.80	3.66
Jaumave	13,000	0	1.05	1.28	1.50	1.54	3.80
San Carlos	0	0	0	1.00	1.00	2.50	2.85

CV= coeficiente de variación

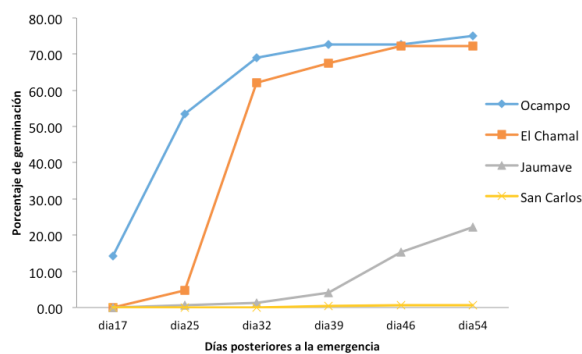


Figura 1. Porcentaje de germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*).

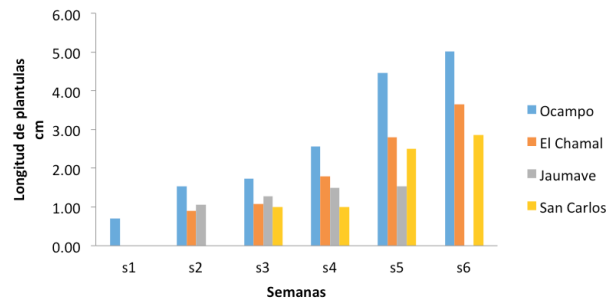


Figura 2. Aptitud agronómica de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*).

rompimiento de la latencia de la semilla, también favoreció un mayor crecimiento de las plántulas en el invernadero, lo que representa una disminución el tiempo de permanencia de las plantas en el semillero. Por su parte, el incremento en la dosis de AG_3 actuó como un inhibidor de la germinación y crecimiento de plántulas, por lo que su aplicación se debe realizar cuidadosamente.

CONCLUSIONES

Las semillas de chile piquín colectas en Ocampo, Tamaulipas, germinaron 17 dds. Esto se logró con seis minutos de exposición de agua a 50 °C y con 5,000 ppm de AG_3 . El tratamiento de la semilla con 5,000 ppm promovió una mayor germinación a la vez que mejoró notablemente el crecimiento inicial y final de las plantas en el semillero. Las semillas de las colectas de Ocampo y Jaumave, Tamaulipas tuvieron el mayor desempeño en germinación y aptitud agronómica de plántulas.

LITERATURA CITADA

- Almanza, E. J.G. 1993. El Chile Piquín (*Capsicum annuum* L.var. *aviculare* Dierb. (D. & E.): Estudio Etnobotánico, Biología y Productividad. Tesis sin editar. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. México.
- Andrade-Rodríguez M., J.J. Ayala-Hernández, I. Alia-Tejacal, H. Rodríguez-Mendoza, C.M. Acosta-Durán, V. López-Martínez. 2008. Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo. Revista de la Facultad de Agronomía 25:617-635.
- Araiza L.N., L.E. Araiza, M. J. G. Martínez. 2011. Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *Glabriusculum*) en invernadero. Revista Colombiana de Biotecnología 13:170-175.
- Bañuelos N., P. L. Salido, A. Gardea. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. Estudios Sociales (Hermosillo, Son.) 16:177-205.
- Besnier, F. 1989. Semillas: Biología y tecnología. Mundi-Prensa, Madrid. 355 p.
- Carter, A. K., C. S. Vavrina. 2000. High temperature inhibits germination of Jalapeño and Cayenne pepper. En línea: www.imok.ufl.edu/veghort/docs/trans_temp.pdf
- Chen F., K.J. Bradford. 2000. Expression of an expansion is associated with endosperm weakening during tomato seed germination. Plant Physiology 124:1265-1274.
- Flores G.A., M. J. G. Álvarez, J. L. Rodríguez de la O., A. A. Corona. Germinación in vitro de semillas de *Nolina parviflora* (H.B.K.) Hemsl. Foresta Veracruzana 10:27-33.
- García F.A.H.S., L.J.A Montes, M.E. Rangel García, E.M. Mendoza. 2010. Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill) al ácido giberélico e hidrotermia. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1:203-216.
- Hernández-Verdugo S., R. G. López-España, F. Porras, S. T. Parra-Terraza, M.Villarreal-Romero, T. Osuna-Enciso. 2010. Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. Agrociencia 44:667-677.

- Hernández-Verdugo S., P. Sánchez-Peña, M. Villareal Romero. 2006. Variación entre poblaciones y años: algunos factores que promueven o regulan la germinación de semillas en chile silvestre. 3ª Convención Mundial de Chile. Chihuahua y Delicias, Chihuahua, México. 105-111 pp.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2011. Generación de tecnologías de producción de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*). Folleto informativo: 434.
- Jarma A.J., J.C. Arbelaez, J. Clavijo. 2007. Germinación de *Ischaemum rugosum* Salisb., en respuesta a estímulos ambientales y químicos. *Temas Agrarios* 12:31-41.
- Magnitskiy, S.V., G. A. Ligarreto. 2007. El efecto del nitrato de potasio, del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de semillas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 1:137-141.
- Marín, S.J., C. J. A. Mejía, L. A. Hernández, C. A. Carballo, L. A. Peña. 2007. Acondicionamiento osmótico de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Agricultura Técnica en México* 33:63-71.
- Medina M.T., M. H. Villalón, V. M. Lara, G. G. Gaona, H. L. Trejo, E. A. Cardona. 2000. Informe Técnico de Proyecto, *Sireyes* 95/111.
- Medina-Martínez T., L. A. Rodríguez del Bosque, H. Villalón-Mendoza, O. Pozo-Campodónico, M. Ramírez-Meraz, R. López de León, M. Lara-Villalón, G. Gaona-García, A. Cardona-Estrada, A. Mora-Olivo. 2002. El chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) en el noreste de México. Aspectos ecológicos y socioeconómicos. *Revista BIOTAM* 13:1-14.
- Medina-Martínez T., H. Villalón-Mendoza, J.M. Pérez-Hernández, R.G. Sánchez, S. Salinas-Hernández. 2010. Avances y perspectivas de investigación del chile piquín en Tamaulipas, México. *Ciencia UAT* 4:16-21.
- Ogawa K., M. Iwabuchi. 2001. A mechanism for promoting the germination of *Zinnia elegans* seeds by hydrogen peroxide. *Plant and Cell Physiology* 42:286-291.
- Ramírez-Meraz, M. 2001. Manual para la producción de hortalizas menores en el sur de Tamaulipas. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. CIR Noreste-INIFAP. Folleto para Productores No. 1. 49 p.
- Ramírez-Meraz, M. 2008. Chile piquín. 1. Tecnología para incrementar germinación y conservar especies silvestres de chile piquín. Ficha Tecnológica por Sistema Producto. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, INIFAP/CIRNE. 23 p.
- Ramírez-Meraz, M., C. O. Pozo, L. A. Rodríguez del Bosque. 2003. Tecnología para inducir la germinación en chile piquín. In: Rodríguez del Bosque, L. A. (ed). Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial. Núm. 26. 35-36 pp.
- Randle W. M., S. Honma. 1980. Inheritance of low temperature emergence in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* Euphytica Volume 29: 331-335.
- Richards D.E., K.E. King, T. Ait-ali, N.P. Harberd. 2001. How gibberellin regulates plant growth and development: A molecular genetic analysis of gibberellin signaling. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 52:67-88.
- Rodríguez del Bosque, L.A., M. Ramírez-Meraz, O. Pozo-Campodónico. 2004. Tecnologías de producción de chile piquín en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto técnico número 29, Tamaulipas México. 33 p.
- Rodríguez, B.L.A. 2003. Memoria del 1er Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de Investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional del Recurso Silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Publicación Especial Núm. 26. 54 p.
- Shim S.I., J.C.Moon, C.S. Jang, P. Raymer, W. Kim. 2008. Effect of potassium nitrate priming on seed germination of seashore paspalum. *HortScience* 43:2259-2262.
- Wall, A. D., R. Kochevar, & R. Phillips. 2002. Chile seed quality. New Mexico chili task force. New Mexico State University and United State Department of Agriculture. Report 4. 6 p.
- Watkins J.T., D.J. Cantliffe. 1983. Hormonal control of papper seed germination. *Hortscience* 18: 342-343.